

Universidad de Sevilla

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Economía Aplicada II

Tesis:

**“Sistemas complejos: una aplicación para el
análisis de los balances energéticos y
económicos en el agrosistema de olivar de
Estepa”**

Sevilla, 2015

Doctorando: Florencio Sánchez Escobar

**Dirección: Dr. Daniel Coq Huelva (Director). Profesor del
Departamento de Economía Aplicada II.**

**Dr. Javier Sanz Cañada (Tutor). Científico Titular del
Instituto de Economía, Geografía y Demografía del CCHS-
CSIC.**

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero expresar mi agradecimiento a mis dos directores de tesis, el Dr. Daniel Coq Huelva, profesor del Departamento de Economía Aplicada II de la Universidad de Sevilla, y el Dr. Javier Sanz-Cañada, científico titular del Instituto de Economía y Geografía del Centro de Ciencias Sociales y Humanas (CCSH) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), cuyas orientaciones científicas, apoyo y ánimos han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

Esta tesis se ha elaborado en el marco de dos proyectos de investigación financiados por el Plan Nacional de I+D. El primero, denominado EXTERSIAL (*Externalidades territoriales en sistemas agroalimentarios locales: desarrollo rural, paisajes y bienes públicos en denominaciones de origen de aceite de oliva*) y número de referencia CSO2009-08154, fue financiado durante el periodo 2010-2013 por el Subprograma de Investigación Fundamental No Orientada del VI Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011 del Ministerio de Ciencia e Innovación. El segundo es continuación del anterior, EXTERSIAL II (*Sistemas Agroalimentarios Locales y bienes públicos. Análisis y modelos de valoración de externalidades territoriales en denominaciones de origen de aceite de oliva*), con número de referencia AGL2012-36537 y financiado durante el periodo 2013-2015 por el Subprograma de Investigación Fundamental No Orientada del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016 del Ministerio de Economía y Competitividad. En ambos proyectos el Investigador Principal es el Dr. Javier Sanz Cañada, a quien agradezco la oportunidad que me ha brindado para participar en estos y, por tanto, de desarrollar la presente investigación. También tengo que agradecer al resto de los compañeros del equipo de investigación sus contribuciones a ambos proyectos y, en particular, a la Unidad SIG del Unidad SIG del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, que me han permitido avanzar en muchos aspectos metodológicos y empíricos de esta tesis.

Por otra parte, quiero manifestar mi gratitud a todas aquellas personas que han aportado de forma desinteresada los datos e información necesaria para la elaboración de este trabajo, en el marco del proyecto EXTERSIAL, en particular a los agricultores, los presidentes y gerentes de las cooperativas de primer grado de la comarca de Estepa y, en particular, al gerente de Oleoestepa, D. Álvaro Olavarría, y al secretario general del Consejo Regulador de la Denominación de Origen de Estepa, D. Moisés Caballero. También deseo transmitir mi agradecimiento al resto de personas e instituciones de la comarca que han contribuido al desarrollo de esta investigación, en especial a D. Ramón Ortiz, del Grupo de Desarrollo Rural de Estepa-Sierra Sur, los técnicos de las Agrupaciones de Producción Integrada, en particular a D. Ricardo por la ayuda ofrecida, los sindicatos y patronales agrarias, la Oficina Comarcal Agraria Campiña-Sierra Sur, los ayuntamientos y, en general, a todas las personas de la comarca de Estepa.

Asimismo, quiero expresar mi reconocimiento al Departamento de Economía Aplicada II de la Universidad de Sevilla por la oportunidad que me ha ofrecido no sólo para presentar la tesis en el marco del programa de doctorado, sino también por haberla podido desarrollar con una libertad de pensamiento que me ha permitido profundizar en las relaciones sociedad-naturaleza desde una perspectiva amplia y transdisciplinar y, de esta forma, saber un poco más del mundo en que vivimos.

También tengo que reconocer las aportaciones de innumerables pensadores que a lo largo de la historia de la humanidad han contribuido a conocer y comprender un poco más de la naturaleza y de las personas, desde los filósofos presocráticos del mundo “pre”-científico de la Antigua Grecia hasta la filósofos de la ciencia del siglo XXI. En este sentido, tengo que aclarar que la lectura de Russell y de Wittgenstein me ayudó a entender un poco mejor la forma en el que ser humano accede al saber, de Popper la crítica al conocimiento como proceso de mejora, de Hegel la importancia de la contradicción como mecanismo de cambio y, por tanto, para la construcción de una sociedad más justa. Pero, sobre todo, quiero destacar el efecto que ha tenido en mi pensamiento la obra de Roy Bhaskar, filósofo británico que falleció en el transcurso de la redacción de esta tesis, que me abrió la mente para comprender la existencia del mundo intransitivo que subyace detrás de las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza.

Por otra parte, quiero agradecer a la Universidad de Ciencias Sociales y Humanidades de Ho Chi Minh-Universidad Nacional de Vietnam y, sobre todo, a la cultura y gentes de Vietnam los momentos de inspiración de muchas de las ideas que contiene esta investigación. En particular, quiero mencionar a la tribu Hmong, un pueblo que cultiva arroz en las montañas y que tiene una conexión especial con la naturaleza que les hace transmitir felicidad, que la viví en primera persona al conocerlos. Por último, también quiero recordar aquellos momentos en que la lectura de *Vietnam une longue histoire*, del historiador y sociólogo Nguyễn Khắc Viện, me daba fuerza y energía para continuar con este trabajo. Por último, quiero dar las gracias a todas las personas que me han dado ánimos para elaboración de esta tesis, en particular a Dani, Alfredo, Abilio, mis padres y Gema.

Saigón, temporada húmeda de 2015

DEDICATORIA

A Gema

Gracias por tu apoyo incondicional y por prestarme el tiempo que te pertenecía

Índice general

Introducción	15
Capítulo 1. Bases ontológicas y epistemológicas para el estudio de las relaciones sociedad-naturaleza.....	23
1.1. Introducción	25
1.2. Revisión ontológica	26
1.2.1. Antecedentes y bases ontológicas del positivismo	26
1.2.2. Crisis ontológica del positivismo y apertura del diálogo entre las ciencias	32
1.2.3. Antecedentes y bases ontológicas de la tradición fenomenológica hermenéutica .	36
1.2.4. Revisión de las ontologías subyacentes en las principales epistemologías fenomenológicas hermenéuticas	39
1.2.4.1. Postmodernismo-constructivismo	39
1.2.4.2. Constructivismo radical, analítico y empírico	42
1.2.4.3. Visión conjunta de las ontologías subyacentes en las epistemologías fenomenológicas hermenéuticas	46
1.2.5. Teoría Crítica y ontología	47
1.3. Realismo crítico como respuesta ontológica	51
1.3.1. Introducción	51
1.3.2. Principios fundamentales del realismo crítico	53
1.3.2.1. Principio de intransitividad.....	53
1.3.2.2. Principio de transfactualidad	54
1.3.2.3. Principio de estratificación.....	56
1.3.2.4. Emergencia en la esfera social	60
1.3.3. Implicaciones epistemológicas del realismo crítico	63
1.4. Epistemologías de la complejidad y transdisciplinariedad	67
1.4.1. Epistemología de la complejidad	67
1.4.1.1. Distinción entre complejidad generalizada y sistémica	67
1.4.1.2. Sistemas complejos	69
1.4.2. Epistemología de la transdisciplinariedad.....	73
1.5. Conclusiones.....	75

Índice

Capítulo 2. Bases teóricas para el estudio de las relaciones ser humano-naturaleza	83
2.1. Introducción	85
2.2. Principios termodinámicos y relación de ganancia energética.....	86
2.2.1. Introducción a los sistemas termodinámicos.....	86
2.2.2. Primera ley de la termodinámica	87
2.2.2.1. Conceptos básicos	87
2.2.2.2. Principio de conservación de la energía.....	90
2.2.3. Segunda ley de la termodinámica	91
2.2.3.1. La entropía en la termodinámica clásica y mecánica estadística.....	91
2.2.3.2. Interpretación del segundo principio de la termodinámica en la física moderna	93
2.2.4. Relación de ganancia energética.....	95
2.3. Sistemas socioecológicos	99
2.3.1. Esquema conceptual	99
2.3.2. Sistema socioecológico, complejidad y energía	100
2.3.3. Sistemas socioecológicos y metabolismo social	107
2.4. Agroecología.....	109
2.4.1. Desarrollo del concepto y características generales.....	109
2.4.2. Conceptos y principios básicos del análisis agroecológico.....	112
2.4.3. Funciones del agroecosistema	113
2.4.4. Coevolución	116
2.4.5. Conclusiones: condicionantes naturales y socioeconómicos.....	119
2.5. Teoría de los regímenes alimentarios	120
2.5.1. Conceptos básicos.....	120
2.5.2. Primer régimen alimentario (1870-1930's).....	121
2.5.3. Segundo régimen alimentario (1945-1970's).....	122
2.5.4. Tercer régimen alimentario (1980-actualidad)	126
2.5.5. Relación entre los regímenes alimentarios y la naturaleza	129
2.6. Economía ecológica.....	131
2.7. Sistema agroalimentario localizado (SIAL)	135
2.7.1. Concepto de sistema agroalimentario	136
2.7.2. Principales aproximaciones para el análisis del sistema agroalimentario	141

2.7.3.	Enfoque SIAL.....	143
2.7.3.1.	Primera etapa: SIAL como sistema productivo local (1996-2000)	143
2.7.3.2.	Segunda etapa: SIAL como mecanismo de activación institucional (2000-2006).	145
2.7.3.3.	Tercera etapa: consolidación del concepto SIAL a partir de 2006	147
2.8.	Conclusiones.....	149
Capítulo 3. Objetivos y metodología		155
3.1.	Introducción	157
3.2.	Objetivo general.....	157
3.3.	Objetivos específicos.....	157
3.4.	Hipótesis de partida	158
3.5.	Visión general de la metodología.....	159
3.6.	Delimitación de los sistemas objeto de estudio y visión general del esquema de la investigación en relación con los objetivos específicos	159
3.6.1.	Objetivo específico 1	159
3.6.2.	Objetivo específico 2	160
3.6.3.	Objetivo específico 3	164
3.7.	Descripción de las metodologías generales utilizadas en la investigación	164
3.7.1.	Entrevistas en profundidad semiestructuradas	165
3.7.2.	Encuesta	167
3.7.3.	Herramienta informática SIG	171
3.8.	Metodologías específicas: teorías intermedias.....	171
3.8.1.	Método teórico para la estimación de pérdida de suelo	172
3.8.1.1.	Aproximación para la estimación de la pérdida de suelo	172
3.8.1.2.	Umbral de pérdida de suelo y estabilidad del agrosistema.....	175
3.8.2.	Método para la cuantificación del flujo de materiales y energía.....	177
3.8.2.1.	Consideraciones generales.....	177
3.8.2.2.	Límites del sistema	180
3.8.2.3.	Coeficientes de conversión	181
3.8.3.	Modelo de costes para la estimación del flujo económico.....	188
3.8.3.1.	Consideraciones generales.....	188
3.8.3.2.	Modelos generales de asignación de costes	190

Índice

3.8.3.3.	Modelo de asignación de costes para la explotación de olivar.....	194
3.9.	Fuentes de información	197
3.9.1.	Fuentes de información utilizadas en relación al objetivo específico 1.....	198
3.9.2.	Fuentes de información utilizadas en relación al objetivo específico 2.....	199
3.9.3.	Fuentes de información utilizadas en relación al objetivo específico 3.....	201
Capítulo 4.	El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa	203
4.1.	Introducción	205
4.2.	Características territoriales generales de la comarca de Estepa	206
4.2.1.	Localización geográfica y características de la población	206
4.2.2.	Condicionantes naturales del sistema agrario de Estepa	213
4.2.2.1.	Condicionantes bioclimáticos.....	214
4.2.2.2.	Condicionantes geomorfológicos.....	218
4.3.	Coevolución socioecológica en la construcción de agrosistemas olivareros: generación de condicionantes antrópicos	221
4.3.1.	Introducción	221
4.3.2.	El origen del olivo y las variedades.....	221
4.3.3.	El régimen socioecológico agrario: introducción y expansión en la comarca.....	223
4.3.3.1.	La introducción del cultivo en la comarca.....	223
4.3.3.2.	El proceso de expansión del olivar	225
4.3.3.3.	Adaptación del sistema agrario al sistema socioecológico	229
4.3.4.	La transición hacia el régimen socioecológico industrial: los procesos de transformación estructural de la historia reciente	230
4.3.4.1.	El proceso de modernización industrial en el olivar	230
4.3.4.2.	El proceso de reestructuración del olivar	235
4.3.5.	Hacia una nueva transición del régimen socioecológico: la incorporación de la calidad territorial y el medio ambiente en las políticas públicas	240
4.3.5.1.	Introducción a los objetivos de las políticas públicas para afrontar los problemas del régimen socioecológico industrial en el sector agrario	240
4.3.5.2.	Producción ecológica y producción integrada	242
4.3.5.3.	Las denominaciones de origen.....	246
4.4.	Conclusiones.....	249
Capítulo 5.	Características agroecológicas estructurales del sistema agrario del olivar de Estepa	251

5.1.	Introducción	253
5.2.	Clasificación de los sistemas agrarios	253
5.3.	Clasificación de las tipologías de olivar	254
5.3.1.	La importancia de las estructuras biofísicas en las clasificaciones de olivar	254
5.3.2.	Principales clasificaciones de referencia para el agrosistema de olivar de la comarca de Estepa	256
5.4.	Clasificación de la tipología del olivar de Estepa.....	262
5.5.	Características estructurales del olivar de Estepa	263
5.5.1.	Introducción a las componentes estructurales.....	263
5.5.2.	La pendiente.....	266
5.5.3.	Densidad de plantación.....	267
5.5.4.	Disponibilidad de agua	268
5.5.5.	Edad media de la plantación	270
5.5.6.	Variedades.....	270
5.5.7.	Dimensión de las explotaciones.....	274
5.6.	Conclusiones.....	276
Capítulo 6.	Aproximación a los sistemas de explotación de olivar	281
6.1.	Introducción	283
6.2.	Visión general del sistema de manejo en el olivar.....	283
6.2.1.	Factores que influyen en la selección de las prácticas agrícolas.....	283
6.2.2.	Características generales del sistema de manejo del olivar	284
6.3.	Descripción detallada de las prácticas de manejo en el cultivo de olivar.....	285
6.3.1.	Sistema de manejo del suelo.....	285
6.3.1.1.	Descripción del tipo de manejo en suelo desnudo	285
6.3.1.2.	Descripción del tipo de manejo con cobertura de suelo	286
6.3.2.	Poda.....	289
6.3.3.	Fertilización	290
6.3.4.	Riego.....	292
6.3.5.	Tratamientos de plagas y enfermedades.....	294
6.3.6.	Recolección	296
Capítulo 7.	Análisis de la erosión como principal problema ambiental en el olivar de Estepa	297
7.1.	Introducción	299

Índice

7.2.	Relación entre sistema de manejo del suelo y erosión en el olivar	299
7.3.	Estimación de la pérdida de suelo en el agrosistema de Estepa	302
7.4.	Conclusiones.....	306
Capítulo 8. Análisis de los flujos de materiales		309
8.1.	Introducción	311
8.2.	Características y distribución de los modelos agrarios generales	313
8.3.	Análisis de las entradas de materiales	315
8.3.1.	Descripción de las prácticas del sistema de manejo del suelo	315
8.3.2.	Poda.....	318
8.3.3.	Fertilización	319
8.3.4.	Riego.....	323
8.3.5.	Tratamientos de plagas y enfermedades.....	325
8.3.6.	Recolección	327
8.3.7.	Modelos generales agrarios y flujo de entradas de materiales	328
8.3.8.	Conclusiones del análisis de las entradas de materiales.....	329
8.4.	Análisis de las salidas de materiales.....	332
8.4.1.	Rendimientos óptimos en el olivar	332
8.4.2.1.	Consideraciones generales sobre el óptimo de producción	332
8.4.2.2.	Principales referentes sobre rendimientos en el olivar	334
8.4.2.	Análisis del rendimiento productivo en las explotaciones de olivar de Estepa	339
8.4.2.1.	Introducción	339
8.4.2.2.	Análisis de los resultados en el sistema de explotación de secano	339
8.4.2.3.	Análisis de los rendimientos en el sistema de explotación de regadío.....	341
8.4.2.4.	Modelos generales agrarios y rendimientos.....	344
8.5.	Análisis conjunto de las entradas y salidas de materiales	344
8.6.	Conclusiones.....	347
Capítulo 9. Análisis de los flujos de energía		351
9.1.	Introducción	353
9.2.	Estimación de los flujos de entrada de energía	354
9.2.1.	Energía contenida en los materiales que se incorporan directamente a la explotación.....	354
9.2.1.1.	Fertilizantes	354

9.2.1.2.	Productos fitosanitarios	355
9.2.2.	Energía contenida en las operaciones del proceso productivo de la explotación ..	355
9.2.2.1.	Operaciones que utilizan maquinaria agrícola.....	355
9.2.2.2.	Sistema de riego	359
9.2.2.3.	Energía total consumida en las operaciones del sistema de explotación (maquinaria agrícola y sistema de riego)	359
9.2.3.	Entradas totales de energía (materiales y operaciones).....	360
9.3.	Estimación del flujo de salida: output energético.....	366
9.4.	Balance de entrada y salida de los flujos de energía	367
9.5.	Conclusiones.....	374
Capítulo 10.	Análisis de los flujos económicos.....	377
10.1.	Introducción	379
10.2.	Referentes en análisis de costes de olivar	380
10.3.	Descripción de los costes unitarios	381
10.4.	Estimación de los costes.....	384
10.4.1.	Costes de las actividades relacionadas con el sistema de manejo, fertilización y tratamientos.....	384
10.4.2.	Costes de las actividades relacionadas con las operaciones de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos	387
10.4.3.	Costes de las actividades relacionadas con las operaciones de recolección y transporte de la aceituna en el interior de la explotación.....	388
10.4.4.	Costes asociados al sistema de riego	389
10.4.5.	Costes de amortización del inmovilizado	389
10.4.6.	Costes totales	392
10.4.7.	Cuantificación de las horas de trabajo por actividades	398
10.5.	Estimación de los ingresos	399
10.6.	Estimación del margen operativo	401
10.7.	Conclusiones.....	404
Capítulo 11.	Análisis conjunto de los flujos de materiales, energéticos y económicos	411
11.1.	Introducción	413
11.2.	Análisis comparado de los flujos de entradas de materiales con sus costes energéticos y económicos.....	414

Índice

11.3.	Análisis comparado de los flujos relacionados con las operaciones agrícolas y sus costes energéticos y económicos.....	418
11.3.1.	Análisis de los flujos con la distinción de materiales y operaciones.....	419
11.3.2.	Análisis de las operaciones.....	421
11.4.	Visión conjunta de los flujos energéticos y económicos.....	427
11.5.	Conclusiones.....	433
Capítulo 12.	Análisis del sistema socioeconómico: el SIAL de Estepa.....	435
12.1.	Introducción.....	437
12.2.	Activación institucional: acción colectiva estructural del SIAL de Estepa.....	438
12.2.1.	Agricultores.....	438
12.2.2.	Cooperativas de primer grado.....	440
12.2.3.	Cooperativa de segundo grado: Oleoestepa.....	443
12.3.	Activación institucional: acción colectiva funcional del SIAL de Estepa.....	447
12.3.1.	Visión general.....	447
12.3.2.	Instituciones relevantes en la acción colectiva funcional del SIAL de Estepa.....	449
12.3.2.1.	Consejo Regulador de la DO de Estepa.....	449
12.3.2.2.	Instituciones relacionadas con la producción integrada: ATRIA-APIS.....	452
12.3.3.	Primer nodo de la estrategia de calidad del SIAL.....	455
12.3.3.1.	La gerencia de Oleoestepa y la comercialización.....	456
12.3.3.2.	El Laboratorio de Oleoestepa.....	460
12.3.3.3.	El Consejo Regulador de la Denominación de Origen.....	461
12.3.4.	Segundo nodo de la estrategia de calidad del SIAL.....	462
12.3.4.1.	Recogida en su punto óptimo.....	463
12.3.4.2.	La recolección.....	463
12.3.4.3.	La reducción del tiempo de transporte.....	465
12.3.4.4.	Disminución de los residuos.....	465
12.3.4.5.	Separación de variedades.....	466
12.3.5.	Tercer nodo de la estrategia de calidad.....	466
12.3.6.	Conclusiones sobre la estrategia de calidad.....	469
12.4.	Conclusiones.....	470
Conclusiones generales.....		473
Bibliografía.....		485

Índice de tablas:

Tabla 3.1.	Información cartográfica previa sobre el cultivo del olivar, 2012	168
Tabla 3.2.	Características de la muestra	170
Tabla 3.3.	Unidades de medida empleadas en los factores de RUSLE	172
Tabla 3.4.	Valores parametrizados de los factores RKLS de la Ecuación de RUSLE revisada para la comarca de Estepa	173
Tabla 3.5.	Valores parametrizados del factor C la Ecuación de RUSLE revisada para la comarca de Estepa.....	174
Tabla 3.6.	Niveles de tolerancia de la erosión del suelo (T)	176
Tabla 3.7.	Coeficientes de conversión energética para fertilizantes inorgánicos	182
Tabla 3.8.	Coeficientes de conversión energética para los herbicidas, insecticidas y fungicidas.	183
Tabla 3.9.	Valores considerados para la estimación de la energía indirecta en la maquinaria agrícola en el agrosistema del olivar.....	185
Tabla 3.10.	Coeficientes para la estimación de la energía directa correspondiente al consumo directo de combustibles y lubricantes en maquinaria agrícola	186
Tabla 3.11.	Coeficientes de conversión estimados para el sistema de riego adaptado a las características del olivar de Estepa (riego localizado, bombeo medio 45,75 m de profundidad y estrategia de riego deficitaria)	187
Tabla 3.12.	Costes monetarios basados en actividades	195
Tabla 3.13.	Costes monetarios basados en actividades con la distinción de la amortización del activo fijo.....	196
Tabla 3.14.	Ingresos monetarios.....	197
Tabla 4.1.	Población y distribución de la superficie de la comarca de Estepa	207
Tabla 4.2.	Distribución del cultivo del olivar en la comarca de Estepa, 2012.	210
Tabla 4.3.	Empresas y establecimientos con actividad económica en la comarca de Estepa, 2012	213
Tabla 5.1.	Clasificación de la tipología básica para el olivar en función de aspectos ecológicos y de producción	258
Tabla 5.2.	Clasificación de Vera et al. (2006).....	261
Tabla 5.3.	Clasificación de Cubero y Penco (2010 y 2012)	261
Tabla 5.4.	Tipología de cuatro niveles utilizada por Pérez Serrano (2011) para la caracterización del olivar de Jaén.....	261
Tabla 5.5.	Clasificación del olivara adaptada para analizar las explotaciones en esta investigación	263
Tabla 5.6.	Pendientes medias.....	267
Tabla 5.7.	Distribución de la pendiente en el agrosistema del olivar de Estepa, 2012.....	268

Índice

Tabla 5.8.	Distribución de la superficie del olivar de Estepa en función del régimen de cultivo, 2012	268
Tabla 5.9.	Olivar de secano: distribución de la densidad y pendiente, 2012	269
Tabla 5.10.	Olivar de regadío: distribución de la densidad y pendiente, 2012	269
Tablas 5.11.	Edad media del olivar en relación a la disponibilidad de agua y densidad de plantación, 2012.....	270
Tabla 5.12.	Distribución de las variedades en el agrosistema del olivar, 2012	271
Tabla 5.13.	Variedades en el agrosistema del olivar en función de la densidad y edad media, 2012	271
Tabla 5.14.	Distribución del número de explotaciones y superficie en función del tamaño del agrosistema del olivar, 2009	274
Tabla 5.15.	Agregación de la distribución de la superficie y número de propietarios en cuatro tramos del agrosistema del olivar, 2009.....	275
Tabla 5.16.	Dimensión de la propiedad (ponderada en función de la superficie) en relación a la disponibilidad de agua y la densidad de plantación, 2012	276
Tabla 5.17.	Distribución de la superficie del olivar de Estepa en función de la intensidad de plantación, 2012.....	278
Tabla 7.1.	Medias de las mediciones en ensayos experimentales de pérdida de suelo en función del manejo del suelo calculadas a partir de varios autores.....	301
Tabla 7.2.	Distribución de la pendiente del olivar	303
Tabla 7.3.	Valores del factor C para cada categoría de análisis.....	303
Tabla 7.4.	Estimación de pérdida de suelo en el agrosistema y sistemas de explotación	304
Tabla 7.5.	Estimación de pérdida de suelo en la modalidad de agricultura integrada y convencional	304
Tabla 8.1.	Principales características estructurales biofísicas de los modelos funcionales	313
Tabla 8.2.	Distribución de las categorías de explotaciones en la superficie del agrosistema, 2012	314
Tabla 8.3.	Sistema de manejo del suelo: superficie de suelo desnudo y cubiertas, 2012	316
Tabla 8.4.	Distribución de los sistemas de manejo asociados al suelo desnudo, 2012.....	317
Tabla 8.5.	Entradas medias de herbicida en el agrosistema, 2012	318
Tabla 8.6.	Destino de la biomasa procedente de la poda, 2012	319
Tabla 8.7.	Fertilización inorgánica: cantidades medias por hectárea, 2012	320
Tabla 8.8.	Nitrógeno: cantidades medias de N por superficie y olivo, 2012	321
Tabla 8.9.	Fertilización inorgánica y orgánica: cantidades medias, 2012.....	322
Tabla 8.10.	Principales estrategias de riego en el agrosistema de Estepa, 2012	323
Tabla 8.11.	Relación entre estrategia de riego y modelo funcional de agricultura en el agrosistema de Estepa, 2012	324
Tabla 8.12.	Estimación del volumen de riego en el agrosistema de Estepa, 2012.....	324

Tabla 8.13.	Frecuencia de aparición de plagas	325
Tabla 8.14.	Frecuencia de aparición de enfermedades.....	326
Tabla 8.15.	Volumen de utilización de los principales principios activos en los tratamientos contra plagas y enfermedades en el agrosistema del olivar, 2012.....	326
Tabla 8.16.	Entradas de insecticidas y fungicidas en el agrosistema del olivar, 2012.....	327
Tabla 8.17.	Modelos generales agrarios y entradas de materiales	328
Tabla 8.18.	Entradas de materiales en el agrosistema de olivar, 2012	330
Tabla 8.19.	Ensayos y estimaciones sobre rendimientos medios en el olivar en función del marco de plantación del régimen de secano	337
Tabla 8.20.	Ensayos y estimaciones sobre rendimientos medios en el olivar en función del marco de plantación del régimen de regadío	338
Tabla 8.21.	Rendimientos del agrosistema de Estepa por unidad de superficie y olivo, 2012 ..	339
Tabla 8.22.	Relación entre rendimiento y estrategia de riego, 2012	343
Tabla 8.23.	Modelo general agrario y salida de materiales, 2012.....	344
Tabla 8.24.	Eficiencia del consumo de fertilizantes en función del rendimiento productivo, 2012	345
Tabla 8.25.	Eficiencia del consumo de productos fitosanitarios en función del rendimiento productivo, 2012.....	346
Tabla 9.1.	Flujos de energía indirecta de los fertilizantes en los sistemas de explotación de olivar de Estepa.....	354
Tabla 9.2.	Energía indirecta asociada a la entrada de productos fitosanitarios en el agrosistema y los sistemas de explotación.....	355
Tabla 9.3.	Energía indirecta y directa asociada cada máquina y por grupo de operaciones agrícolas en las explotaciones del agrosistema	357
Tabla 9.4.	Energía indirecta (EI) y directa (ED) asociada al uso de maquinaria agrícola por grupos de operaciones en los sistemas de explotación.....	358
Tabla 9.5.	Energía indirecta y directa asociada al sistema de riego en las explotaciones en regadío	359
Tabla 9.6.	Energía consumida por la maquinaria en las operaciones agrícolas y el sistema de riego en el agrosistema y los sistemas de explotación	360
Tabla 9.7.	Entrada total de energía indirecta y directa en el agrosistema y los sistemas de explotación.....	361
Tabla 9.8.	Energía asociada al output en función de las tipologías de explotación	367
Tabla 9.9.	Energía asociada a las entradas y salidas de flujos de energía en los sistemas de explotación y el agrosistema del olivar.....	368
Tabla 9.10.	Principales referentes en materia de balances energéticos del cultivo de olivar ...	372
Tabla 10.1.	Clasificación de Cubero y Penco (2012)	381
Tabla 10.2.	Costes unitarios para las entradas de materiales directos (fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas), 2012.....	382

Índice

Tabla 10.3.	Costes unitarios asociados al uso de maquinaria en el sistema de manejo, fertilización y tratamiento, 2012.....	383
Tabla 10.4.	Costes unitarios asociados a las actividades de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos, 2012	383
Tabla 10.5.	Costes unitarios de la maquinaria en las actividades de recogida de la aceituna y su transporte en el interior de la explotación, 2012	383
Tabla 10.6.	Costes unitarios del sistema de riego en las explotaciones en regadío, 2012.....	384
Tabla 10.7.	Costes por hectárea asociados a las entradas de materiales en los tipos de explotación, 2012.....	385
Tabla 10.8.	Costes de maquinaria por hectárea asociados a las operaciones agrícolas del sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos en los tipos de explotación, 2012	386
Tabla 10.9.	Costes totales por hectárea de las actividades del sistema de manejo, fertilización y tratamientos en los tipos de explotación, 2012	387
Tabla 10.10.	Costes por hectárea de las actividades relacionadas con la poda, desvareto, picado-triturado y distribución de restos en los tipos de explotación, 2012	388
Tabla 10.11.	Costes por hectárea de las actividades relacionadas con las operaciones de recolección y transporte de la aceituna en el interior de la explotación en los tipos de explotación, 2012.....	389
Tabla 10.12.	Costes por hectárea del sistema de riego en las explotaciones en régimen de regadío, 2012	389
Tabla 10.13.	Valor kc^N para el cálculo de las amortizaciones de la maquinaria agrícola	391
Tabla 10.14.	Costes de amortización técnica de maquinaria agrícola en función de las operaciones realizadas.....	392
Tabla 10.15.	Costes finales por hectárea detallados por materiales y operaciones según los tipos de explotación, 2012.....	393
Tabla 10.16.	Costes finales por hectárea y producción en función de los tipos de explotación, 2012	394
Tabla 10.17.	Costes por kilogramo de aceituna producida de Cubero y Penco (2012).....	396
Tabla 10.18.	Distribución de los costes totales (euros) detallando las amortizaciones en las operaciones de las explotaciones de olivar de Estepa, 2012.....	397
Tabla 10.19.	Distribución de los costes totales (porcentajes) detallando las amortizaciones en las operaciones de las explotaciones de olivar de Estepa, 2012.....	397
Tabla 10.20.	Estimación de las horas de trabajo por hectárea en función de los tipos de explotación del agrosistema del olivar, 2012	398
Tabla 10.21.	Ingresos por ventas y subvención a la explotación en el agrosistema y modelos de explotación, 2012.....	401
Tabla 10.22.	Margen operativo bruto del agrosistema y de los tipos de explotación, 2012	402
Tabla 10.23.	Margen operativo neto del agrosistema y de los tipos de explotación, 2012.....	404

Tabla 11.1.	Entrada de materiales, energía y coste económico asociado a la fertilización en función del tipo de explotación	415
Tabla 11.2.	Entrada de materiales, energía y coste económico asociado a la incorporación de productos fitosanitarios en función del tipo de explotación	416
Tabla 11.3.	Coste energético y económico asociado a la entrada de materiales (fertilizantes y productos fitosanitarios) en las explotaciones de olivar	417
Tabla 11.4.	Coste energético y económico asociado a la entrada de materiales y operaciones en las explotaciones de olivar (*).....	420
Tabla 11.5.	Coste energético y económico asociado a las operaciones en las explotaciones de olivar.....	423
Tabla 11.6.	Coste energético y económico asociado a las operaciones en las explotaciones de olivar.....	425
Tabla 11.7.	Relación entre los resultados económicos y energéticos de las explotaciones de olivar.....	431
Tabla 12.1.	Cooperativas almazaras en la comarca de Estepa, 2012.	441
Tabla 12.2.	Listado de cooperativas pertenecientes a Oleoestepa, 2012.....	446
Tabla 12.3.	Almazaras adscritas a la D.O. de Estepa, 2012	451
Tabla 12.4.	Distribución de API/ATRIA en las cooperativas de la comarca de Estepa, 2012.	455
Tabla 12.5.	Datos de producción y exportación de aceite de oliva en España (cantidades en miles de toneladas).....	457

Índice de gráficos:

Gráfico 2.1.	Relación entre EROI, energía bruta y energía neta	98
Gráfico 2.2.	Relación entre nivel de complejidad y rendimiento del sistema	104
Gráfico 4.1.	Evolución de la superficie de olivar en producción integrada y en ecológico en España, 2001-2012	245
Gráfico 4.2.	Evolución de la superficie de olivar en producción integrada y en ecológico en Andalucía, 2001-2012.....	245
Gráfico 4.3.	Evolución de la superficie adscrita a DOP en relación con la extensión total del cultivo, 1990-2012.....	248
Gráfico 6.1.	Producción de aceituna por hectárea en relación con la cantidad de agua aplicada en riego en olivar superintensivo	294
Gráfico 7.1.	Promedio de pérdida de suelo por escorrentía en el olivar en función de diversos ensayos experimentales	300
Gráfico 8.1.	Relación entre productividad y plantaciones intensivas en seco.....	335

Índice

Gráfico. 9.1.	Distribución de la energía consumida en las tipologías de explotación del olivar en función de los materiales y operaciones agrícolas.....	364
Gráfico. 9.2.	Distribución de la energía directa e indirecta consumida en los tipos de explotación del olivar en relación a los materiales y maquinaria agrícola	365
Gráfico 10.1.	Distribución de los costes por actividades en el agrosistema y los sistemas de explotación	395

Índice de figuras:

Figura 1.1.	Estratificación de los dominios en el realismo crítico	59
Figura 1.2.	Modelo transformacional de actividad social (TMSA)	61
Figura 1.3.	Estructura y praxis de la sociedad	61
Figura 1.4.	Esquema de funcionamiento del vector cognitivo-conativo.....	63
Figura 1.5.	Relación entre enfoques teóricos y estratos de la realidad en el estudio de las relaciones ser humano-naturaleza	81
Figura 2.1.	Complejidad agroecológica	111
Figura 2.2.	Flujo de materiales y energía en los agroecosistemas	118
Figura 2.3.	Relaciones del sistema agroalimentario.....	139
Figura 5.1.	Características estructurales y nivel de intensificación del agrosistema del olivar de Estepa	277
Figura 5.2.	Síntesis de las características estructurales del agrosistema del olivar	278

Índice de mapas:

Mapa 1.	Localización y división administrativa de la comarca de Estepa	208
Mapa 2.	Extensión del olivar en la comarca de Estepa	211
Mapa 3.	Precipitaciones medias anuales en la comarca de Estepa	215
Mapa 4.	Pisos bioclimáticos de Estepa	217
Mapa 5.	Rasgos geomorfológicos de la comarca de Estepa.....	219

Introducción

Todos los seres humanos necesitamos consumir energía para el mantenimiento de nuestro organismo y el estilo de vida en el mundo en que vivimos. Esto lo realizamos a través de la alimentación y de la transformación de los recursos naturales en bienes necesarios para el desarrollo de nuestras actividades diarias en las sociedades de las que formamos parte. Una de las formas de obtener alimento de la naturaleza es a través de los procesos de producción que se desarrollan en la agricultura. Uno de ellos es el cultivo del olivar, actividad que desde épocas históricas está presente en buena parte del Sureste de la Península Ibérica. El modo en que se desarrollan las actividades agrarias en las explotaciones de olivar es el reflejo de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. Sin embargo, este tipo de relaciones son complejas y no existe una única forma de conexión entre la sociedad y naturaleza, sino que dependerán del contexto natural y socioeconómico en que se desarrollan.

En la actualidad, en el caso de la producción olivarera, estas interrelaciones vienen marcadas por un conjunto de transformaciones de los recursos naturales que se requieren para el desarrollo de la actividad agraria, que abarcan desde la forma en que se llevan a cabo las prácticas agrarias hasta los insumos que se introducen en el campo y la maquinaria agrícola que se utiliza. En este sentido, detrás de cada transformación hay un consumo energético que se realiza en el marco de las relaciones sociedad-naturaleza. En la sociedad moderna estas relaciones se asientan en un modelo industrial de consumo energético centrado en la utilización de fuentes de energía no origen no renovable, principalmente el petróleo y carbón.

Al mismo tiempo, estas transformaciones están condicionadas por la forma en que las personas realizamos los intercambios de producción. Así, el sistema socioeconómico en que nos hallamos insertos condicionará las relaciones de producción a través de las transacciones económicas y las normas e instituciones que lo configuran. De esta manera, la relación sociedad-naturaleza se ve afectada, por una parte, por el marco social y económico en el que se desarrolla y, por otra, por los procesos físicos y biológicos que determinan la forma en que se realizan las transformaciones de los recursos naturales. Asimismo, cada transformación de la materia implica un consumo energético que variará en función de las propiedades físico-químicas de los procesos en los que se produce.

Esta investigación tiene como objetivo general el análisis de las interacciones entre los procesos económicos, energéticos y de materiales en el sistema agrario del olivar que, por una parte, están condicionados por sus características naturales del territorio y, por otra, están impulsados por las instituciones sociales que intervienen en su desarrollo. Para ello, se han establecido tres objetivos específicos. A través del primero se plantea el estudio de los procesos naturales y antrópicos que han dado lugar a la emergencia del olivar en el ámbito territorial objeto de estudio, la comarca de Estepa. En este se profundizará, por una parte, en el conocimiento de los condicionantes naturales, en particular los bioclimáticos y geomorfológicos que han dado lugar al cultivo del olivar y, por otra, en las interacciones que el ser humano ha mantenido con la naturaleza a lo largo de la historia en la comarca para modificar los procesos naturales con el objetivo de obtener un rendimiento productivo en forma de energía alimentaria, en las que también se abordan las

Introducción

interacciones sociales que influyen en los distintos procesos de transformación y redistribución de la producción agraria.

El segundo objetivo específico consiste en el análisis de los flujos de materiales, energía y monetarios en el olivar de Estepa como forma de aproximarse a los patrones de consumo de recursos y energía en las explotaciones agrarias desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo. Los resultados que se obtengan permitirán realizar comparaciones y elaborar conclusiones sobre los niveles de consumo de materiales y energía, así como la eficiencia de estos en relación con el rendimiento de las explotaciones agrarias. De forma paralela se analizarán los flujos monetarios que posibilitan y condicionan a las entradas y salidas de materiales y energía en las explotaciones agrarias. La visión integrada de los tres tipos de flujos posibilitará extraer conclusiones en relación a la sostenibilidad de los sistemas de producción agraria.

A través de un tercer objetivo específico se plantea el estudio de los procesos socioeconómicos que condicionan la organización de los flujos de materiales y energía en las explotaciones de olivar de Estepa. El examen de estos procesos se centrará en el estudio de los actores, normas e instituciones que intervienen en la organización de la producción de olivar de Estepa. Es conveniente señalar que uno de los elementos esenciales del análisis es la identificación de los vínculos relacionales entre el territorio, los actores y las instituciones involucradas en las actividades agrarias.

La elección de la comarca de Estepa como ámbito territorial de estudio se debe a que el cultivo del olivar es uno de los aprovechamientos productivos que más arraigo social y cultural presenta en el territorio desde la época romana hasta la actualidad, lo que permite introducir una perspectiva histórica. Este espacio se ubica en el sureste de la provincia de Sevilla y ocupa una superficie de 61.180 hectáreas¹ en la que el olivar se extendía en 2012 por 39.712 hectáreas², cantidad que representaba el 77,9% de su superficie agrícola³.

Por otra parte, la hipótesis de partida se centra en que en la actualidad existe un incipiente cambio del modelo de consumo energético que consiste en una disminución de la intensidad energética y de materiales en la relación sociedad-naturaleza. Esto se enmarca en un proceso de modernización que comenzó en las últimas décadas que, aunque es minoritario en relación a la inercia general de las formas de producción que se fundamenta en un incremento permanente del consumo de energía fósil, por el contrario representa un cambio en la interacción entre las actividades de producción y la naturaleza en la que se produce una sustitución de la energía fósil por energía renovable que da como resultado un aumento de la cantidad y calidad de la producción que se traduce en un incremento de los ingresos económicos. El análisis de los balances de materiales y energía en el olivar de Estepa permitirá conocer si estos cambios están

¹ Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía. Datos referidos a 2007.

² Fuente: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) del Instituto de Cartografía de Andalucía. Datos procedentes de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía, 2014.

³ Fuente: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) del Instituto de Cartografía de Andalucía. Datos procedentes de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía, 2014.

sucediendo, el grado en que se presentan y cómo afectan al escenario donde se desarrollan, el paisaje del olivar. Asimismo, el estudio conjunto de las relaciones entre los flujos de materiales, energía y monetarios posibilitará conocer en qué medida los procesos de transformación que se han desarrollado en la historia reciente contribuyen a la sostenibilidad ecológica y económica del cultivo del olivar.

Para abordar estas cuestiones, esta investigación se desarrolla en 12 capítulos y unas conclusiones generales. En el capítulo 1 se lleva a cabo una revisión de las bases ontológicas y epistemológicas que se utilizan para abordar el estudio de las relaciones ser humano-naturaleza. Esto se efectúa a través de la profundización en los principios y postulados axiomáticos de las principales escuelas de *filosofía de la ciencia* que han abordado el conocimiento de los procesos naturales y sociales. En concreto, se realiza una revisión del *positivismo* y sus evoluciones, a continuación de las corrientes comprendidas en la *tradición fenomenológica hermenéutica*, fundamentalmente el *postmodernismo* y las principales variantes del *constructivismo*, y, por último, de la *teoría crítica*. Una vez efectuada ésta, se ofrece una propuesta ontológica para realizar una aproximación a las interrelaciones del mundo natural y la sociedad sobre la base del *realismo crítico*. En ésta se sientan los principios y *vínculos relacionales* que van a servir para establecer el esquema epistemológico de la investigación que, a su vez, actuará de hilo conductor para desarrollar el marco teórico que será utilizado en el trabajo. Dicho planteamiento epistemológico se centrará en el *enfoque de la complejidad y la transdisciplinariedad*, que será explicado de forma detallada en la exposición.

Por otra parte, el capítulo 2 contiene las bases teóricas de los marcos conceptuales en los que se sustenta la investigación para realizar una aproximación a las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. En primer lugar se expondrán los *principios termodinámicos y relaciones de ganancia energética* que determinan las transformaciones de los flujos de materiales y energía de los seres vivos con el resto de la naturaleza. En segundo, se planteará el enfoque de los *sistemas socioecológicos* para estudiar los patrones de transformación de los flujos energéticos y su redistribución en las sociedades. A continuación, en tercer lugar, se desarrollará el esquema conceptual de la *agroecología* para analizar los sistemas agrarios desde el punto de vista de los procesos naturales y sociales. En cuarto, se describirá la *teoría de los regímenes alimentarios* en la que se sientan las bases para investigar las relaciones entre la agricultura, el Estado y la relaciones capitalistas de producción. En quinto, se profundizará en los principios de *economía ecológica* con el objetivo de establecer un marco integrador entre los sistemas naturales y las relaciones de producción, en el que se contemplan las conexiones entre los procesos ecológicos, económicos y sociales. En sexto y último lugar, se tratará el enfoque de los *sistemas agroalimentarios localizados* (SIAL), que facilitará el análisis de las normas e instituciones que condicionan la configuración de las relaciones de producción, transformación y distribución alimentaria.

Una vez presentado el marco teórico, se procederá en el capítulo 3 a la descripción del objetivo general, los específicos, la hipótesis de partida, el enfoque teórico-metodológico y las fuentes utilizadas en la investigación. En relación al enfoque metodológico hay que destacar que, por un lado, se ha aplicado una visión pluralista y, por otro, su articulación obedece a los esquemas de los

Introducción

postulados ontológicos del *realismo crítico*. En este sentido, cabe señalar, por una parte, la utilización de dos metodologías generales que han consistido, en primer lugar, en la realización de 21 entrevistas en profundidad semi-estructuradas a actores relevantes y, en segundo lugar, en el desarrollo de una encuesta a una muestra de 67 agricultores. Asimismo, se ha utilizado una herramienta informática SIG (Sistemas de Información Geográfica) para la representación cartográfica de datos. Por otra parte, también se han empleado metodologías específicas que se pueden situar en el ámbito de las *teorías intermedias*. En concreto, se ha aplicado un método teórico para la estimación de pérdida de suelo en el agrosistema de olivar de Estepa, una metodología para la cuantificación del flujo de materiales y energía (análisis de balances energéticos), y, en último lugar, el modelo de costes ABC para la estimación del flujo monetario en las explotaciones de olivar. La principal contribución metodológica consiste en la combinación de métodos y teorías intermedias en un enfoque pluralista que es capaz de integrar a través de un *vínculo relacional* tradiciones positivistas y hermenéuticas para la representación de la realidad en sus distintas dimensiones superando, de esta forma, la visión cartesiana y disciplinar arraigada en la *filosofía de la ciencia occidental*.

Posteriormente, en el capítulo 4, se profundiza en las relaciones del sistema agrario de Estepa desde una perspectiva de los procesos naturales y antrópicos que condicionan el territorio. En relación al primer tipo de procesos se analizan, por una parte, los aspectos que sirven para identificar los rasgos esenciales de la comarca, y, por otra, los factores naturales que han condicionado la constitución y evolución del sistema agrario desde el punto de vista del medio físico, en particular, su relación con los procesos bioclimáticos y geomorfológicos que se manifiestan en la comarca. Respecto al segundo tipo, se abordan las dinámicas antrópicas que han modelado el ecosistema natural para dar lugar al aprovechamiento actual del cultivo del olivar. Este punto se presenta desde la perspectiva histórica de los distintos patrones de consumo energético que se ha manifestado en las relaciones naturaleza-sociedad y que están influenciados por los procesos ecológicos y sociales.

En el capítulo 5 se analizan las explotaciones de olivar en relación a las características de los componentes estructurales biofísicos del agrosistema. Esto se realizará mediante la descripción de las distintas clasificaciones de los sistemas agrarios desde una perspectiva general. Para ello, previamente se efectuará una aproximación de los referentes de la literatura que se adaptan a las características específicas de las explotaciones de la comarca de Estepa. Como resultado, se presentará una clasificación de los distintos tipos de explotaciones que servirá de base para analizar de los balances de materiales, energía y monetarios en esta investigación.

Por otra parte, el capítulo 6 contiene una descripción general de las principales prácticas agrícolas que se manifiestan en el cultivo del olivar. Asimismo, estas prácticas se relacionarán con los dos principales sistemas de producción agrícola en la comarca de Estepa, por un lado, el modelo convencional y, por otro, el sistema de producción integrada. El contenido de este capítulo servirá de marco conceptual para las operaciones y actividades que se realizan en los distintos sistemas de manejo agrario.

En el capítulo 7 se analizarán los efectos del sistema de manejo del olivar en la pérdida de suelo del agrosistema. De forma previa al estudio, se realizará una aproximación a los efectos de las prácticas en la erosión de acuerdo con la literatura. Esto se efectúa a través de la estimación de los niveles de erosión en relación, por una parte, a los tipos de explotación de olivar identificados y, por otra, al sistema de producción integrada y el convencional. Finalmente, se procederá a comparar los datos obtenidos con otros trabajos de investigación y los modelos de relación sociedad-naturaleza con el objetivo de extraer conclusiones.

El capítulo 8 abordará un análisis de los flujos de materiales del agrosistema a través del estudio detallado del sistema de manejo y las prácticas agrícolas. Esto se llevará a cabo mediante la aplicación de un método de análisis de balances de materiales y energía descrito en el capítulo 3, que consiste en la identificación de las actividades antrópicas según el esquema de jerarquía de sistemas. De esta forma, se analizará el sistema de manejo y se cuantificarán los insumos de materiales que entran en el sistema agrario, de acuerdo con la metodología prevista. Los resultados que se obtengan en este capítulo servirán de base para cuantificar posteriormente en el siguiente la conversión de los flujos de materiales a magnitudes energéticas.

A continuación, el capítulo 9 se centrará en el análisis de los flujos de energía en las explotaciones de olivar a partir de la metodología de balances energéticos. Para ello se diferenciarán los consumos de materiales de los gastos asociados a las operaciones agrícolas. Esto permitirá extraer conclusiones a nivel de detalle sobre maquinaria agrícola, principales prácticas agrícolas e insumos de materiales. Los flujos que se analizarán conciernen a la explotación de olivar y estarán referidos al proceso productivo que habrá sido descrito en el capítulo anterior. La contabilización consistirá, en primer lugar, en estimar los flujos de entrada y los de salida. En segundo lugar se compararán las salidas y las entradas para extraer conclusiones sobre los niveles de consumo y rendimiento energético en los distintos tipos de explotación de olivar.

Posteriormente, en el capítulo 10 se presenta el estudio de los flujos monetarios. El procedimiento de análisis consistirá en la aplicación de un método de contabilidad de costes para la asignación de valores monetarios a las entradas y salidas para calcular el flujo neto de renta que recibe el agricultor del entorno socioeconómico. Hay que aclarar que en el examen se diferenciarán, por una parte, los costes asociados a los materiales y, por otra, los relativos a las operaciones. También se tendrá en cuenta tanto los ingresos de la explotación como las ayudas procedentes de las políticas públicas de ayuda al sector. Los resultados permitirán obtener conclusiones sobre la viabilidad económica de las explotaciones de olivar en el agrosistema de Estepa.

En el capítulo 11 se examinarán las relaciones entre los flujos de materiales, energía y económicos en las explotaciones de olivar. Este se llevará a cabo distinguiendo entre flujos asociados a los materiales, y los que corresponden a las operaciones, de forma similar al procedimiento de los capítulos 8, 9 y 10. De este modo, se comparte el mismo esquema de análisis en los distintos tipos de flujos y se posibilita la comparación de sus resultados. La visión conjunta de los flujos permitirá extraer conclusiones sobre las relaciones entre el comportamiento económico y ecológico de los tipos de explotación identificados en el agrosistema.

Introducción

Por otra parte, el contenido del capítulo 12 profundizará en el papel que desempeñan los actores, normas e instituciones que intervienen en las relaciones de producción agraria, transformación y distribución alimentaria. El estudio de estas interacciones contribuirá a explicar la configuración y funcionamiento del sistema agrario del olivar desde el punto de vista del entorno socioeconómico en el que se halla inserto. Este análisis se sustentará en las bases conceptuales del enfoque de los *sistemas agroalimentarios localizados* (SIAL) explicado en el capítulo 2.

Finalmente, se presenta un último capítulo que contendrá unas conclusiones generales en las que se muestran los principales resultados obtenidos y se vinculan con el debate teórico sobre las relaciones sociedad-naturaleza en el marco de los procesos de producción agraria. Asimismo, se aportará una serie de reflexiones generales que pueden ser de utilidad para el conocimiento de las conexiones entre los procesos de transformación de materiales y energía y la organización de los intercambios de producción.

Capítulo 1. Bases ontológicas y epistemológicas para el estudio de las relaciones sociedad-naturaleza

1.1. Introducción

El análisis de las interacciones entre sociedad, agricultura y energía se enmarca en una aproximación más amplia que abarca el estudio de las relaciones ser humano-naturaleza. El interés del hombre por comprender los procesos que emergen del mundo natural y que le proporcionan el sustento para su existencia le ha hecho plantearse desde la Antigüedad en la cultura occidental dos cuestiones fundamentales con el objetivo de dominarlos: la causa y naturaleza de la existencia de los procesos, por una parte, y su conocimiento, por otra. A partir de la Edad Moderna y, en particular, desde la Ilustración, la filosofía de la ciencia ha tratado de dar respuesta a estas preguntas a través del desarrollo de esquemas conceptuales que han permitido abordar la comprensión de las propiedades de la naturaleza, y, en especial, de la materia, energía y procesos biológicos susceptibles de ser controlados y aprovechados por el hombre para un interés propio. En este sentido, se puede establecer una conexión entre las propiedades y características de los procesos naturales y la forma en que el ser humano transforma, organiza y distribuye los recursos naturales, o en otras palabras, se presenta un vínculo entre la sociedad, la economía y la naturaleza.

La filosofía de la ciencia aporta la respuesta sobre cómo han de ser concebidas estas conexiones y, por tanto, sobre la forma de abordar su conocimiento. Lo primero se relaciona con la *ontología* o existencia del ser, mientras que lo segundo se refiere a la *epistemología* o conocimiento del ser. Cualquier aproximación a la realidad desde una perspectiva científica debe de ser coherente con los postulados sobre su existencia. Es decir, los enfoques teóricos que se utilizan en una investigación deben de estar de acuerdo con los principios ontológicos sobre los que han sido formulados.

Desde la Edad Moderna hasta la actualidad el conocimiento humano sobre los procesos naturales y sociales ha experimentado un espectacular avance a través del desarrollo de las diferentes disciplinas científicas que ha dado lugar a una diversidad de enfoques y marcos teóricos para abordar el conocimiento de la realidad. El estudio de las relaciones naturaleza-sociedad implica acceder a una variedad de dimensiones que afectan a un espectro muy amplio de la realidad, que abarca desde los procesos de transformación de la materia y energía, los ciclos ecológicos de la naturaleza (mecanismos fotosintéticos, cultivos, estaciones, clima, etc.), las formas de producción, la organización de la economía y las relaciones sociales, entre otros aspectos. La construcción de una aproximación para explicar el mundo que nos rodea a partir de un conjunto variado de marcos conceptuales implica la necesidad de realizar una revisión previa de las bases ontológicas sobre las que se sustentan para evitar incoherencias en la interpretación de la información, en particular, de las relaciones entre los resultados de las diferentes teorías empleadas.

El argumento anterior justifica la realización de una revisión de las ontologías en las que se apoyan las principales corrientes epistemológicas que se utilizan para estudiar las relaciones ser humano-naturaleza. En este sentido, en el presente capítulo se aborda este tema en el primer epígrafe, donde se expone una descripción de los postulados y los pilares ontológicos de las principales corrientes de filosofía de la ciencia, en concreto, la escuela de pensamiento positivista, la tradición

fenomenológica hermenéutica y la teoría crítica. El apartado segundo contiene una propuesta ontológica para realizar una aproximación a las relaciones entre el mundo natural y la sociedad desde la perspectiva del *realismo crítico*. En el tercer epígrafe se expone una visión general sobre la epistemología adoptará en la investigación, en coherencia con los postulados ontológicos que se habrán propuesto en el punto anterior. Esta se centrará en la epistemología de la complejidad y la transdisciplinariedad. Finalmente se cierra este capítulo con unas conclusiones generales sobre ontología y sus implicaciones epistemológicas que servirá para desarrollar en el segundo capítulo el marco teórico que será utilizado en esta investigación.

1.2. Revisión ontológica

1.2.1. Antecedentes y bases ontológicas del positivismo

En la Edad Moderna se comienza a manifestar una forma de generar conocimiento en la cultura occidental muy diferente del modo en que se venía haciendo desde la Edad Media. Este método consistía en observar y experimentar en el mundo natural para describir las leyes que se suponía que regían a la naturaleza con el objetivo de dominarla posteriormente mediante el desarrollo de la tecnología. Un ejemplo de ello es la aportación de Newton sobre las leyes de mecánica clásica para la descripción del movimiento de cuerpos macroscópicos en relación con un observador. La experimentación se convierte, por tanto, en la piedra angular de la ciencia, llegando a su máximo exponente con el empirismo de Bacon (1620/2014) que sostenía que si no teníamos en cuenta nuestros prejuicios, la naturaleza revelaría sus leyes. Esto se realizaría mediante la observación de los hechos, a la que se aplicaría la inferencia deductiva para formular leyes universales. Las teorías científicas que dominarán la ciencia hasta principios del siglo XX estarán influenciadas por el método *baconiano* de la observación (Klein 2012).

Otro filósofo que contribuyó al desarrollo del empirismo fue Hume, quien es considerado junto con Locke y Berkeley como uno de los fundadores del empirismo moderno. Su obra sigue teniendo un impacto relevante todavía en la actualidad en la filosofía de la ciencia (Morris y Brown 2014). Sus principales aportaciones a la filosofía de la ciencia fueron desarrolladas en el *Tratado de la naturaleza humana* (Hume 1739), que consistieron, por un lado, en relacionar el principio de causalidad a partir de la idea de percepción y, por otro, en realizar una diferenciación entre “lo que es” y “lo que debería de ser”. El primer aspecto, la concepción *humanana* de la causalidad, se refiere a que cuando un evento precede a otro establecemos una conexión entre ambos, de modo que en una serie de eventos sólo percibimos los eventos que componen la sucesión, es decir, *inducimos* la existencia de una causalidad a través de una conjunción constante de eventos observados. Por otra parte, la segunda aportación, la distinción entre lo que es y lo que debería de ser, ha tenido una repercusión en la filosofía de la ciencia al separar las proposiciones fácticas (lo que ocurre), de las normativas (lo que debería ocurrir), lo que ha dado lugar a debates sobre ética en la historia de la ciencia (Cohon 2010).

En el siglo XIX, Comte (1844/1987), influido por la obra de Hume, desarrolló un tipo de empirismo que denominó positivismo que consistió en una forma de proceder en ciencia por la que se renunciaba de manera definitiva a la búsqueda de las causas originales de las cosas. El científico ya no se plantearía la cuestión de *por qué* sucedían los eventos en el mundo, sino que se centraría en el *cómo* a través de la formulación de las leyes de la naturaleza que deberían ser expresadas en un lenguaje matemático. El método científico se basaría en la experimentación repetitiva de eventos que serían observados para extraer las relaciones constantes que supuestamente gobernaban a los fenómenos que ocurrían en la naturaleza. Comte desarrolló una filosofía de las matemáticas, física, química y biología, al mismo tiempo que puso un especial interés en la dimensión social de la ciencia, motivos por los cuales se le considera el primer filósofo de la ciencia moderna y el fundador de la sociología (Bourdeau 2014).

La *filosofía positiva* de Comte organizó el conocimiento humano en tres niveles. El primero correspondería con el *estado teológico* que abarcaría las cuestiones que se explicaban mediante lo sobrenatural. El segundo concerniría al *estado metafísico*, en el que se elimina lo sobrenatural, y trata de dar respuesta a lo desconocido no cognoscible mediante la metafísica a partir de conceptos abstractos y concretos. Al tercero lo denomina *estado positivo* o *científico*, que califica como el ideal al que se accede combinando la razón con la observación de los hechos, lo objetivo o realidad. El resultado de la aplicación del método positivista es la revelación de leyes de los fenómenos de la naturaleza, esto es, sus **invariables relaciones de sucesión y similitud**. La explicación de los hechos consiste simplemente en el establecimiento de la conexión entre los fenómenos particulares y algunos eventos cuya existencia será sometida a prueba mediante la experimentación y observación (Brown 2005, p. 125).

En general, bajo el *positivismo científico* la naturaleza tiene una existencia propia de forma independiente del sujeto, del ser humano que, además, puede percibirse por los sentidos. Así, mediante la observación, la razón y los instrumentos que se utilicen para realizar experimentos se accede a lo real. Este planteamiento supone, por una parte, una ontología *realista* y, por otra, una epistemología *dualista*, en la que queda totalmente separado el sujeto o investigador del objeto o lo que se investiga. Asimismo, en esta filosofía confluye, por un lado, la visión del espacio mecanicista de Newton por la que el movimiento de los objetos se explica por leyes naturales y, por otro, el dualismo absoluto de Descartes que separa la mente de la materia, de manera que se asume un paradigma *newtoniano-cartesiano*. En conclusión, según esta perspectiva, el conocimiento consiste en la explicación de leyes de la naturaleza inmutables mediante el análisis de las relaciones causa-efecto que gobiernan y determinan a los sistemas naturales y sociales (Scharff 2002; Brown 2005; Bourdeau 2014).

Posteriormente, a finales del siglo XIX y principios del XX, el positivismo toma un nuevo impulso con los trabajos sobre lógica moderna de Frege (1879), cuya obra fue mejorada y perfeccionada en el *Principia Mathematica* de Whitehead y Russell (1910, 1912, 1913). Estos autores desarrollaron la lógica con la finalidad de extraer las estructuras subyacentes de los enunciados de los conceptos

y expresarlas en un lenguaje formal al que, incluso, se podría reducir la matemática⁴. En este sentido, Russell (1914, 1924) había argumentado que el mundo podía ser descompuesto en unidades moleculares y atómicas (*principio de atomicidad*) y, a al mismo tiempo, los átomos se combinaban a través de sus propiedades en formas superiores, que denominaba moléculas, y constituían objetos complejos lógicos. Las conexiones entre estos componentes se describirían mediante operadores lógicos, que constituirían el lenguaje común y universal que, bajo su óptica, debería adoptar la ciencia, ya que, según defendía, las palabras del lenguaje ordinario no llegaban al nivel de abstracción que la lógica formal para extraer la realidad del mundo (Irvine 2014). Esta idea constituirá uno de los pilares fundamentales del positivismo y será a lo largo del siglo XX una fuente de controversia ontológica y epistemológica entre las distintas corrientes de pensamiento de la filosofía de la ciencia.

Otra de las contribuciones de Russell y Whitehead fue la consolidación de las leyes clásicas del pensamiento occidental mediante su incorporación y ampliación a la axiomática de la lógica formal en *Principia Mathematica*. Estas leyes fueron formuladas por Leibniz a partir de la tradición aristotélica y constituyen unos principios lógicos que son indispensables para elaborar el conocimiento de las cosas, o en otras palabras, son axiomas que van establecer la ontología y epistemología de lo que debe considerarse ciencia en el sentido positivista. En relación a estos, Russell (1912, cap.7, párr. 8) recoge en su obra *The Problems of Philosophy* los tres siguientes⁵:

- 1) Principio de identidad: “lo que es, es”.
- 2) Principio de no contradicción: “nada puede, a la vez, ser y no ser”.
- 3) Principio de exclusión del *tercer término*: “todo debe ser o no ser”.

La ideas de Russell fueron retomadas por su discípulo Wittgenstein (1922) para elaborar una versión más elaborada del lenguaje científico en su *Tractatus Logico-Philosophicus*, en el que argumentaba que la realidad del mundo podía ser reducida a enunciados simples, o proposiciones atómicas, que no contenían elementos suyos ni cuantificables, y enunciados complejos, o proposiciones moleculares, que estarían compuestas por dos o más enunciados simples. La gran aportación de Wittgenstein fue que la veracidad de las proposiciones moleculares dependería de la autenticidad de las simples que las constituyen (Proops 2013; Bilezti y Matar 2014). De esta forma, se consolida el método atómico reduccionista como única vía para la explicación de la realidad, y por tanto, como mecanismo de acceso a la verdad en el pensamiento científico positivista.

El movimiento positivista influenció posteriormente el desarrollo del *empirismo* o *positivismo lógico*, o *neopositivismo* en un grupo científicos y filósofos durante el primer tercio del siglo XX. Este grupo estaba formado por el denominado Círculo de Viena y la Sociedad de Filosofía

⁴ La reducción de las matemáticas a la lógica se denomina logicismo (Irvine 2014).

⁵ La cuarta ley del pensamiento clásico (principio de razón suficiente) no fue aceptada por Russell por considerarla inconsistente (Russell 1912).

Empírica⁶ de Berlín. Entre sus fundadores se citan filósofos como Schilick, Carnap, el economista y sociólogo Neurath, los matemáticos Hahn, Gödel, Richard von Mises, o el físico Frank, entre otros. Su programa fundacional se expone en el Manifiesto de Viena (Neurath et al. 1929) por el que se asume la idea de una visión compartida de la ciencia con un lenguaje en común. La principal aportación de esta corriente con respecto al positivismo consistió en la incorporación de la lógica *russelliana* para el estudio de los problemas científicos.

El Círculo de Viena adoptó estas ideas para proponer un lenguaje común de la ciencia que permitiese identificar lo real o “científico” para diferenciarlo de lo metafísico o “no científico”, desde su perspectiva. Antes de abordar esta cuestión, es necesario aclarar que los integrantes de esta corriente asumían una posición *kantiana* al expresar la realidad en dos tipos de enunciados, los analíticos y los sintéticos⁷. Los primeros han de estar expresados en el lenguaje de la lógica o matemáticas, formalismos que son considerados verdaderos *a priori* por los positivistas lógicos. Por estos motivos, la verificación del enunciado analítico sólo dependerá de la significación de su contenido. Los segundos, por el contrario, sólo pueden ser verificados *a posteriori* mediante una comprobación observacional empírica. Para ello habría que reducir los enunciados complejos a proposiciones simples expresadas en su forma lógica, lo que en la terminología *wittgensteiniana* se denominaba “función de verdad”. Una vez obtenidas éstas se compararían con la realidad física observacional como prueba de validación. Los enunciados que no podían ser reducidos se consideraban carentes de significado en términos científicos, pseudoproposiciones. Los enunciados simples serían denominados por los positivistas lógicos como proposiciones observacionales, cuya caracterización se realizaba a partir de conceptos físicos (Creath 2007, 2014; Uebel 2014).

En conclusión, los positivistas lógicos trataron de unificar las ciencias mediante un lenguaje común que sirviese para elaborar proposiciones generales a partir de enunciados observacionales a los que se aplica un proceso inductivo. Estos enunciados generales serían teorías universales que tendrían capacidad de predicción, puesto que se habría verificado anteriormente que los enunciados simples, a partir de los que se elaboraban las proposiciones generales, eran ciertos. De esta forma, se construyó una filosofía de la ciencia caracterizada por una **ontología realista** fisicalista, sobre una base empírico-observacional, y una epistemología que sostiene que una proposición o enunciado sólo posee un significado cognitivo si es sometido a un método de verificación empírica o analítica consistente en la aplicación de una metodología atomista, reduccionista y, por consiguiente, individualista. Sin embargo, dentro del propio positivismo surgieron críticas a este modo de comprender la realidad que abrieron una crisis que desembocó en una nueva forma de concebir el mundo dentro de esta corriente de pensamiento.

⁶ En alemán *Gesellschaft für Empirische Philosophie*.

⁷ Kant (1781/2005) elabora su aproximación a la filosofía de la ciencia a partir de postulados empiristas y de la asunción de la existencia de unas condiciones subjetivas *a priori* que son necesarias para acceder a los hechos experimentales.

No obstante, antes de abordar en el siguiente epígrafe la crítica interna, es preciso remarcar la influencia que el positivismo ha tenido en la conceptualización de las relaciones sociedad-naturaleza en el campo de la economía. En esta línea, Naredo (1987/2003) efectuó una revisión de los postulados ontológicos y epistemológicos que han predominado en la economía desde su conceptualización como ciencia a partir del estudio de los autores clásicos del siglo XVIII y XIX⁸, en particular Adam Smith (1776), con su obra *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*⁹, considerado el primer tratado moderno de economía, la *escuela neoclásica*¹⁰ a fines del XIX y principios del XX, el *keynesianismo*¹¹ entre la II Guerra Mundial y los setenta, así como la *síntesis neoclásica*¹² por la que se unifica el pensamiento económico keynesiano y neoclásico. Estas corrientes, que conforman lo que se denomina economía estándar, comparten los mismos postulados axiomáticos neoclásicos, aunque con algunos matices diferenciadores. En general, las relaciones de producción están gobernadas por una racionalidad que se circunscribe al concepto del *homo economicus*¹³, por que el comportamiento de las personas sólo se explica por el interés personal de obtener un beneficio económico, de manera que los humanos son concebidos principalmente como seres egoístas que actúan de forma independiente de las emociones y del grupo social al que pertenecen.

De esta forma la economía estándar se contempla como un sistema de representación de la producción y consumo de riqueza a través de un sistema en permanente equilibrio que

⁸ No obstante, Naredo (1987/2003) también profundiza en los esquemas conceptuales anteriores a la obra de los economistas clásicos que influyeron en la configuración de la axiomática ontológica de sus tratados. En este sentido, sitúa el nacimiento del concepto de lo económico en el proceso de cambio ideológico que se manifestó en los siglos XVII y XVIII en lo que denomina el paso de una *ciencia contemplativa* a una *ciencia activa* que tiene por objetivo el dominio y control de la naturaleza.

⁹ Conocido en castellano como *La Riqueza de la Naciones*.

¹⁰ Hodgson (2004a, p. 280) define a la economía neoclásica como “un enfoque que supone un comportamiento racional y maximizador por parte de unos agentes con funciones de preferencia dadas y estables, que se centra en la consecución, o en el camino hacia, estados de equilibrio, y excluye los problemas crónicos de información”.

¹¹ El *keynesianismo* es una escuela de pensamiento económico fundada por Keynes (1936) con el objetivo de solucionar el problema de desempleo generalizado originado en los años treinta por el fracaso de las políticas económicas de liberalización que dieron lugar a la crisis de 1929. Esto supuso una ruptura con el modelo económico imperante por el cual el Estado no debía intervenir en la economía (“laissez-faire” característico del modelo liberal), pues se suponía que el mercado generaría su propio equilibrio a largo plazo a través de la oferta. Por el contrario, Keynes propuso que la intervención del Estado a través del gasto público impulsaría la demanda agregada y, por tanto, solucionaría el problema del desempleo. Este modelo fue preponderante en los países occidentales industrializados hasta la crisis de 1972.

¹² Entre los principales autores de la síntesis neoclásica cabe destacar a John Hicks, Franco Modigliani y Paul Samuelson.

¹³ La racionalidad de los agentes en la economía neoclásica se ha tratado a través de los principios de la teoría de la elección racional, que es la principal corriente en la microeconomía estándar, y que supone que el individuo o agente tiende a maximizar el beneficio o utilidad y disminuir el coste o riesgo (Jevons 1871; Friedman 1953).

correspondería con la demanda y la oferta de bienes y servicios¹⁴. Asimismo, es conveniente aclarar que el concepto que se relaciona con las ideas de escasez y utilidad, es decir, con lo que se considera escaso, costoso, trabajoso y útil para las actividades del ser humano, excluyendo de esta forma lo abundante, gratuito y renovable (Naredo 1987/2003, p. 119). Además, siguiendo los planteamientos *walrasianos*, esta noción coincide con aquellos bienes y servicios que cumplen tres condiciones: en primer lugar que sean apropiables¹⁵ por el ser humano; en segundo, de los que sean apropiables sólo se considerarán los valorables desde un punto de vista monetario¹⁶, a los que se asignará un *valor de cambio*; y en tercero, del conjunto de los valorables sólo se tendrán en cuenta los que sean productibles (p. 414). Así, siguiendo el ejemplo que señala el mismo autor (pp. 210-211), si el aire de las grandes ciudades está contaminado, este es útil y escasea, de forma que debería de ser considerado en el sistema económico. Sin embargo, esto no se realiza porque no es intercambiable y valorable, y, por consiguiente, queda fuera del sistema de representación, lo que muestra una tautología en la definición de conceptos (p. 214). De este modo, la economía neoclásica se enmarca en los postulados positivistas por la que la realidad se reduce a unos modelos abstractos que se expresan a través de un método deductivo analítico y empírico que trata de explicar el comportamiento de la economía a partir de unas leyes universales que regirían los equilibrios en relaciones de intercambio de la producción¹⁷.

¹⁴ El comportamiento de la producción se sustenta en la teoría del equilibrio general (Walras 1874; Arrow y Debreu 1954), por el cual los precios y la producción de todos los bienes y servicios producidos por una economía se regulan el mercado. Desde el punto de vista de esta teoría, el mercado es el único mecanismo eficiente para la asignación de los precios a los recursos y, por tanto, la coordinación entre flujos monetarios y de bienes y servicios en la esfera socioeconómica, excluyendo, de este modo, a otros instrumentos normativos o institucionales, que son considerados como restricciones que reducen la eficiencia en el intercambio económico. Otras variantes de la teoría neoclásica han realizado simplificaciones de la *teoría del equilibrio general* a través de la introducción de los modelos de *equilibrio parcial* (Marshall 1890/1920) para explicar el mecanismo de asignación de precios de un único producto o mercado al que se le aplica la cláusula *ceteris paribus* para simular un comportamiento independiente. Estas variantes comparten el mismo axioma de racionalidad económica que la *teoría del equilibrio general*. En el caso de la macroeconomía el equilibrio se alcanza entre la demanda y la oferta agregada, aunque en algunos modelos macroeconómicos se estudian las interacciones con modelos microeconómicos como, por ejemplo, el financiero.

¹⁵ Es decir, los que sean susceptibles de estar sometidos a un derecho de propiedad y, por tanto, el patrimonio de los agentes económicos.

¹⁶ En esta categoría no sólo se incluyen aquellos bienes o servicios que se valoran a precios de mercado, sino también a los que se les puede imputar un valor externo desde el punto de vista contable (Naredo 1987/2003, p. 415).

¹⁷ Por otra parte, también hay que indicar que Naredo (1987/2003, p. 147 y ss.) también ha estudiado la epistemología del marxismo ortodoxo incardinado en la obra de Marx y Engels¹⁷. En este sentido, señala que las diferencias entre la economía neoclásica y el marxismo se centran en que la segunda diferencia el valor de cambio del valor de uso, de modo que reconoce que el primero no es asignado por una ley natural sino por las relaciones sociales, mientras que el segundo obedece a la satisfacción de una utilidad material para el ser humano. A pesar de estas diferencias, considera que el modelo marxista se sustenta en esencia en la misma epistemología positivista que la economía neoclásica, a pesar de la influencia de la dialéctica hegeliana que será estudiada posteriormente el epígrafe 1.2.3 *Antecedentes y bases ontológicas de la tradición fenomenológica hermenéutica*.

Estos argumentos justifican que Naredo (1987/2003) considere que la economía estándar conciba al sistema económico como un *sistema cerrado y equilibrado*:

“[...]cerrado en tanto que no registra ningún intercambio con su entorno no económico. Por otra parte, la igualdad entre la producción y el consumo presente o diferido (acumulación) de valores monetarios y la ley de conservación del valor por la que se rige el sistema económico corriente, hacen de él un sistema siempre equilibrado [...]. El carácter equilibrado del sistema económico corriente constituye un reflejo de la analogía mecanicista que lo inspira pues [...] la mecánica clásica se circunscribe al campo de los sistemas cerrados y globalmente equilibrados” (p. 512).

La economía convencional reduce su esquema conceptual a un sistema cerrado que se analiza a partir de del valor monetario de las relaciones, eludiendo los vínculos que existen entre los procesos económicos, ecológicos y sociales. A través de este reduccionismo, se excluyen cuestiones esenciales en la relación sociedad-naturaleza, en particular los efectos negativos que los procesos de transformación y redistribución de energía y materiales tienen sobre medio ambiente y las sociedades, en especial, los grupos sociales más vulnerables al deterioro ambiental (Delgado Cabeza 2006, p. 123). La insuficiencia que muestra la economía estándar para conectar con los sistemas naturales de una forma integradora plantea la necesidad de buscar otros postulados ontológicos que permitan elaborar otros enfoques de lo económico que posibiliten estudiar de una forma más comprensiva las relaciones entre los sistemas humanos y la naturaleza. Esta crítica se suma a la crisis del positivismo, aspecto que será tratado a continuación en el siguiente epígrafe.

1.2.2. Crisis ontológica del positivismo y apertura del diálogo entre las ciencias

La visión de la ciencia de los desarrollos positivistas más evolucionados, en concreto, del empirismo lógico, fue criticada por varios autores que habían contribuido a su conceptualización epistemológica. Uno de ellos fue el propio Wittgenstein, en particular en relación a la idea de utilizar un único método para abordar el conocimiento de la realidad¹⁸ (Stern 2007; Bilezti y Matar 2014), que era lo que proponían los neopositivistas con el lenguaje común de la ciencia. Este autor argumentó que no existía ningún único método, sino que existían varios métodos para abordar los problemas que trata de resolver la ciencia, de forma que deberían ser evitadas cualquier tipo de generalizaciones apriorísticas como eran el lenguaje de la lógica o las matemáticas (Wittgenstein 1953, p.51). Asimismo, rechazó el atomismo lógico, pues concebía que el lenguaje no se construía a partir de elementos simples, sino que se hacía a partir del uso que se le daba para describir los objetos, conceptos e ideas. También demostró que el lenguaje ordinario era mucho más complejo que cualquier otro sistema inventado por los humanos que lo emulase, y en particular la lógica formal, lo que le dotaba de más capacidad para describir la realidad. Esto se explicaba porque el

¹⁸ Se refería especialmente al uso de la lógica que había propuesto anteriormente en su *Tractatus Logico-Philosophicus*.

reduccionismo y la simplificación de un modelo formalizado implicarían importantes errores de representación de la compleja realidad del mundo. En el lenguaje ordinario las palabras no se definirían por una referencia a los objetos del mundo exterior, ni por las representaciones mentales asociadas, sino por el uso que le damos con la comunicación en el contexto en que vivimos. Precisamente, esta sensibilidad del lenguaje ordinario al medio que nos rodea es lo que le otorga potencia para su utilización en cualquier aproximación a la realidad (Wittgenstein 1953, p. 11). Esta argumentación justificaría, por tanto, el empleo del lenguaje ordinario como instrumento de representación de la realidad en la ciencia. Este aspecto será retomado posteriormente en la exposición de la crítica que se efectúa al positivismo desde otras corrientes de pensamiento.

Por otra parte, la crítica al empirismo lógico contribuyó al desarrollo de nuevos planteamientos sobre la aproximación a los problemas que debería de resolver la ciencia. En este sentido, cabe destacar las aportaciones de Karl Popper, que aunque inicialmente había asumido los postulados neopositivistas, fue conocido por su crítica a esta corriente de pensamiento. En concreto, rechazó el método de observación-inducción para elaborar teorías científicas, pues consideraba que son abstracciones de la realidad elaboradas a partir de conjeturas o hipótesis y no de la observación directa¹⁹, por lo que sería más oportuno aplicar un método hipotético-deductivo. No obstante, también argumentó que era necesario experimentar con ellas para contrastar si la teoría era refutable o no, es decir, si se rechazaba o aceptaba mediante un proceso que denominó *falsación*, de modo que si lo superaba, la teoría era aceptada solo provisionalmente hasta que se pudiera rechazar con otra observación. De esta forma, sólo considerará científicas a aquellas teorías que pudieran ser contrastadas mediante dicha prueba, idea que establecerá como *criterio de demarcación* de las ciencias (Popper 1962/1980).

A pesar de que este planteamiento epistemológico será puesto en duda por otros autores que desarrollaron otros métodos de filosofía de la ciencia, principalmente por Thomas Kuhn, Imre Lakatos y Paul Feyerabend, cuestión que será abordada más adelante, su principal aportación es la combinación de método racionalista hipotético-deductivo junto a una crítica constante a lo establecido, dentro de unos términos, que él mismo denominó *racionalismo crítico*. Así, desde este punto de vista, la misión del científico es criticar el conocimiento previo eliminando todas las conjeturas, hipótesis y teorías que dejasen, por tanto, de ser ciertas (Popper 1963/1991; Thornton 2014).

En general, desde la perspectiva *popperiana*, el progreso científico se contempla como un proceso de incorporación de nuevas teorías con un mayor poder predictivo que las antiguas, las cuales serían eliminadas en función de las pruebas de falsación. Asimismo, dicho progreso avanzaría de una forma lineal y constante, de modo que si una pieza teórica del sistema fallase por un fenómeno anómalo sería sustituida por otra nueva, de manera que no se produciría nunca una ruptura, sino una reforma (Bird 2013; Thornton 2014). De esta manera, la ciencia se contemplaría como un proceso acumulativo de conocimiento cuyo mecanismo de decisión para la incorporación, modificación o eliminación de teorías consiste en la aplicación de unas pruebas de

¹⁹ Esta afirmación contradice al principio *humano* de causalidad.

refutación a través de la experimentación y otros procedimientos analíticos objetivos y que no dependen de cuestiones subjetivas y valores, aspectos que deberían ser relegados al dominio de la metafísica. De esa forma, con la modificación de las pruebas y métodos de conocimiento de la realidad la ciencia salvaguardaría su objetividad positivista, aunque el dominio de la ciencia sería restringido sólo a aquellos campos del conocimiento y situaciones en las que fueran viables la aplicación de la prueba de falsabilidad.

Sin embargo, los planteamientos de Popper fueron rechazados por Kuhn (1962/2004) al considerar que una teoría científica sólo puede tener éxito si realmente hay un acuerdo entre los miembros de la comunidad científica sobre los principios teóricos, valores, instrumentos y técnicas compartidas, que corresponderán con un determinado paradigma. Además, argumenta que estos elementos no son puestos en duda ni necesitan ser confirmados o rechazados, incluso en el caso de que apareciesen algunas anomalías, al menos mientras la ciencia sea considerada *normal*. Sin embargo, si las anomalías aumentasen de modo que supusieran la puesta en duda de dichos componentes, como resultado se manifestaría una crisis en la que se producirá una ruptura, una discontinuidad, que supondrá la aparición de una revolución científica que terminará afectando a los componentes de la visión compartida de la *ciencia normal* y dará lugar a un nuevo paradigma²⁰. Los nuevos paradigmas no podrán ser entendidos en términos de los anteriores, pues representan a otra visión de la realidad y responden a nuevas preguntas, noción a la que alude como *inconmensurabilidad*²¹ (Kuhn 1962/2004, p.230). De forma paralela, Feyerabend (1975/1986), también llegó a la misma noción de inconmensurabilidad, aunque en este caso no se explica por la diferencias entre los paradigmas, sino más bien por los *significados* distintos de cada teoría (p. 245), lo que hace imposible la comparación de teorías entre sí. En respuesta a esta situación propone la adopción de un relativismo epistemológico y metodológico (*anarquismo metodológico*), es decir, el principio de que “todo sirve” (p. 12), lo que sería imposible desde el objetivismo positivista.

El aspecto de mayor interés de la perspectiva *kuhniana* es, precisamente, la influencia del contexto natural y social en la ciencia, lo que tendrá importantes consecuencias en la filosofía de la ciencia y marcará una nueva forma de concebir las relaciones entre las ciencias sociales y las naturales. Así, en primer lugar, hay que remarcar que se produce el declive definitivo del proyecto del empirismo lógico al derrumbar sus pilares básicos (Richardson 2007, p. 348). Desde este punto

²⁰ Esta revolución puede ser contemplada más bien como un proceso adaptativo del diseño y definición de los componentes del paradigma a un contexto en permanente cambio de forma similar a la evolución biológica de los sistemas vivos, en lugar de un movimiento o una trayectoria hacia unos objetivos prediseñados (Nickles 2014).

²¹ El concepto de Kuhn sobre la inconmensurabilidad evoluciona a finales de la década de los ochenta y principio de los noventa. En este sentido, en su posición más tardía considera que las teorías que obedecen a paradigmas diferentes pueden ser interpretadas por el científico mediante la comprensión del significado de los conceptos y su organización (*léxico taxonómico* en los términos de Kuhn) en la disciplina o comunidad científica que se elaboró en términos de lo que considera *bilingüismo*, pero no a través de una traducción directa hacia el nuevo lenguaje, pues conllevaría importantes errores en el proceso traslación que, como consecuencia, invalidarían su significado semántico (Kuhn 1990, p. 5; Kuhn 2000). Una revisión más amplia del concepto de inconmensurabilidad se puede encontrar los trabajos de Sankey (1993) y Chen (1997).

de vista, la ciencia ya no se concibe como un ente que se rige por normas y métodos rígidos, sino por las tradiciones implícitas en su práctica. Es más, en una situación de supuesta normalidad los paradigmas no se pondrían en duda, lo que implicaría una ausencia de contrastación de las teorías mediante la evidencia empírica y, por consiguiente, no se conocería si, efectivamente, dicha teoría seguiría siendo válida. Otro punto que hay que remarcar es que en momentos de crisis, es decir, cuando la ciencia no es capaz de dar respuesta a los problemas de la sociedad y se cuestiona su validez, se presentan las circunstancias para que se produzca una revolución científica (Kuhn 1962/2004, p.113). En ese contexto la ciencia está mucho más abierta a la búsqueda de soluciones epistemológicas, ontológicas y metodológicas procedentes de cualquier campo, rama o disciplina, incluso de las consideradas por los neopositivistas como no científicas, en particular, la metafísica²² (Richardson 2007, p. 350). Esta argumentación es clave para explicar la construcción de la ciencia en una situación de cambio revolucionario, en donde las condiciones normales de racionalidad cederán ante el arraigo de la ciencia a su contexto social y cultural, factor que influirá de forma decisiva en dicho cambio, como demostró Kuhn al vincular los avances de la ciencia con la historia de las sociedades (Richardson 2007, p. 349).

La visión *kuhniana* reconoce, por tanto, que las sociedades han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo y configuración de la práctica científica en cada momento de la historia. Esta afirmación va a implicar una consecuencia trascendental en la filosofía occidental: la reconciliación entre las ciencias naturales y sociales mediante un redescubrimiento de la relación entre el ser humano y el mundo (Hoyningen-Huene 1992, 1993). Pero, por otra parte, esta comunicación está limitada por la inconmensurabilidad de los paradigmas de las distintas teorías, disciplinas y ramas del saber, lo que dificultará el diálogo entre las ciencias. Sin embargo, dado que esta inconmensurabilidad era debida a las diferencias entre prácticas científicas que se presentaban entre dos contextos sociales e históricos diferentes, el camino a seguir para encauzar el diálogo entre las teorías y disciplinas debería centrarse precisamente en el estudio del nexo de la ciencia con la sociedad, y este vínculo sería explicado a través de la hermenéutica²³ (Kuhn 1957/1996; 1962/2004), metodología que había sido desarrollada en el campo de las ciencias sociales. Este punto es de especial relevancia, porque representa una confluencia de las ciencias sociales y naturales diferente a los anteriores intentos de construcción de una visión conjunta y bidireccional de lo que se pensaba que debería de ser la ciencia, pues hasta ese momento, los principales intentos unificadores habían sido unidireccionales.

En los párrafos anteriores se han expuesto los intentos del positivismo, desde Comte, los empiristas lógicos e incluso Karl Popper por formular una visión unificadora de lo debería ser considerado ciencia a través de definiciones del concepto de lo que es verdad, que sería probado, verificado y falsado mediante la observación empírica o bien la aplicación de un método analítico lógico-matemático. Esta construcción positivista fue desmantelada por Kuhn al considerar que era

²² En este sentido, Kuhn (1957/1996) reconoce el papel que esta última disciplina desempeñó en la teoría heliocéntrica de Copérnico y del movimiento planetario de Kepler.

²³ Kuhn (1962/2004, p.10) reconoce la influencia de los trabajos de Koyré (1939) sobre hermenéutica en el desarrollo de su obra.

el resultado de las prácticas que se habían desarrollado en un determinado contexto y proceso histórico. Sin embargo, el camino que propone Khun, la hermenéutica, se sitúa en una corriente filosófica de la ciencia totalmente opuesta y que rechazaba de una forma mucho más radical los principios ontológicos y epistemológicos del positivismo, la cual se encuadra de forma genérica en la tradición fenomenológica hermenéutica (Babich 2014). En el siguiente punto se describirán los aspectos más importantes de esta corriente, así como las principales tendencias que la integran en relación con las cuestiones ontológicas y epistemológicas que contribuyen a entender la relación entre la naturaleza y la sociedad.

1.2.3. Antecedentes y bases ontológicas de la tradición fenomenológica hermenéutica

Uno de los filósofos cuya obra ha tenido una gran influencia en ontología y epistemología de las ciencias sociales fue Hegel, que realizó dos aportaciones fundamentales a principios del siglo XIX que expone en sus dos trabajos más importantes, la *Fenomenología del espíritu*²⁴ (Hegel 1807) y la *Ciencia de la lógica*²⁵ (Hegel 1812-1816). La primera contribución está referida al *historicismo*, que es el estudio de la sociedad a través del análisis del proceso histórico y consiste en contemplar a la historia como una sucesión de acontecimientos que surgen como respuesta lógica para resolver una situación contradictoria. La segunda se relaciona precisamente con el esquema lógico que resuelve esta contradicción, que denomina *lógica dialéctica*. Para comprender esta noción es conveniente aclarar que si tradicionalmente las leyes del pensamiento clásico incluían los principios de no contradicción y su complementario de eliminación del tercer término, lo que hace Hegel es sustituirlos por el principio de contradicción a la vez que introduce el concepto de dialéctica como un mecanismo lógico que para la explicación de las situaciones de contrariedad: la existencia de lo que es y no es al mismo tiempo se debe a que se experimenta una transformación en su ser para superar la contradicción, que es explicada por la lógica dialéctica. De esta forma, Hegel expone en la *Fenomenología* la historia de Europa como un proceso de cambio en el que se manifiestan sucesos contradictorios (por ejemplo, amo/esclavo o absolutismo/liberalismo), que son resueltos mediante la dialéctica, y que se fundamentan en la propia existencia del ser, que a través de las ideas transforma el mundo en un lugar diverso y variado que sería él mismo (Gadamer 1976; Redding 2014). De esta forma, la filosofía hegeliana conecta con el *idealismo* alemán, aunque no en el sentido *trascendental* de Kant²⁶, que contemplaba un dualismo al distinguir el objeto del sujeto, sino en una posición absoluta en la que adopta una visión monista por la que no se distinguen, de modo que el objeto es el sujeto, y el sujeto es, por tanto,

²⁴ En alemán *Phänomenologie des Geistes*. Por otra parte, hay que aclarar que Kant y Hegel utilizaban el término fenomenología en el sentido de explicar los eventos históricos de la forma más evidente posible a través de la experiencia e intuición. A partir de Husserl este concepto adquiere otra dimensión que será explicada más adelante.

²⁵ En alemán *Wissenschaft der Logik*.

²⁶ El idealismo trascendental de Kant se basa en dos conceptos fundamentales: el *noúmeno*, que es la realidad tal y como es en sí misma independientemente de nuestra experiencia; y el *fenómeno*, que es la realidad estructurada por las formas en que se ha experimentado con ella y saberes previos, y, por tanto, la única realidad a la que accedemos (Rohlf 2014).

absoluto²⁷ (Beiser 2005). En general, los postulados *hegelianos* proporcionarán un **marco de referencia ontológico idealista absoluto** y un esquema epistemológico historicista y dialéctico que facilitará el estudio de las contradicciones en la sociedades, en contraste con los axiomas de la lógica formal positivista que directamente negaban su existencia y, por consiguiente, quedaba excluido del ámbito de la ciencia como posible objeto de conocimiento.

Otro pilar básico que es conveniente abordar para comprender las bases ontológicas y epistemológicas de las ciencias sociales es la conceptualización de la hermenéutica. En este sentido, hay que indicar que se enmarca en el enfoque fenomenológico de Husserl (1913/2005, 1936/2008, 1952/2000, 1952/2005) por el cual intenta crear o mejorar las condiciones de objetividad para el estudio de los aspectos que tradicionalmente se han considerado subjetivos como, por ejemplo, la experiencia, conciencia e intenciones, entre otros. Por otra parte, Heidegger (1927/2005) sienta las ideas fundamentales de la fenomenología hermenéutica al concebir la realidad como el *Ser* que corresponde con el significado que los humanos le damos al mundo al interpretarlo en el contexto en que vivimos, a diferencia del concepto que habían definidos los positivistas como ente u objeto. La interpretación del *Ser*, o *Dasein*²⁸ en terminología *heideggeriana*, se realiza sobre la base de un conocimiento previo, la tradición, que es el resultado de un conjunto de prácticas y de relaciones intersubjetivas que surgen en nuestra relación con el mundo. Dado que el ser humano está enraizado en el mundo, sólo podremos comprender nuestras acciones por nuestra relación con el “mundo de la vida”, o *Lebenswelt*, al mismo tiempo, únicamente entenderemos el mundo en referencia al *Dasein*. Este proceso es un ciclo recurrente que Heidegger denominó *círculo hermenéutico* (Ramberg y Gjesdal 2013) y que implica que la realidad tiene una dimensión circular formada por la relación objeto-sujeto, que son inseparables, y de la cual es imposible escapar. Esta idea rompe con la visión positivista de separación objeto sujeto y, por tanto va a suponer un desarrollo epistemológico distinto, como se explicará a continuación.

La idea de que el conocimiento depende del Ser tiene importantes consecuencias en la filosofía de la ciencia. En particular, supone una primacía de la ontología sobre la epistemología, lo que se observa en uno de los principales argumentos de Heidegger referido a que el conocimiento científico está precedido y deriva del *Dasein*. La importancia de este giro ontológico radica en que las estrategias conceptuales, los mecanismos lingüísticos, nuestro comportamiento, la visión subyacente del mundo y, por tanto, su comprensión y su conocimiento (epistemología) cambiarán mediante un proceso de deconstrucción y reelaboración que se manifiesta en la medida que el Ser se relaciona y es influenciado por el resto del mundo. Esto conlleva a que el conocimiento deriva de la comprensión del mundo, y ésta del modo en que intervinimos en él (Fehér 1999, pp. 3-4).

²⁷ Esta es la visión tradicional y dominante que se tiene de la metafísica de Hegel, pero no es la única. De hecho este planteamiento es criticado en la literatura, aunque de forma minoritaria, desde dos posiciones distintas: por un lado están los que defienden que la filosofía *hegeliana* es *post-kantiana* no metafísica y, por otro, los que argumentan un enfoque metafísico revisado más próximo a interpretaciones realistas conceptuales (Redding 2014, cap. 2).

²⁸ *Dasein* significa en alemán “ser-ahí”.

En líneas generales, esta corriente filosófica concibe la tradición como un mecanismo interpretativo para la comprensión del mundo, pero también como una herramienta deliberada de ruptura con la propia tradición, lo que en principio podría parecer paradójico. Sin embargo, los cambios en la comprensión y conocimiento de las cosas serían el resultado de una auto-renovación de la tradición, de su dinamismo, así como de su capacidad de interpretación y reinterpretación del mundo (Ramberg y Gjesdal 2013). En estos procesos el lenguaje desempeñaría un papel principal, pero no en el sentido de un lenguaje universal, sino a través de cada una de las formas del lenguaje natural que surgen y que son el reflejo de la diversidad de situaciones del hombre con su entorno (Wittgenstein 1953).

Estos dos aspectos, la imposibilidad de separar el sujeto en la conceptualización del objeto y la asunción de la inexistencia de un lenguaje universal marcan la gran diferencia entre el positivismo y la hermenéutica a la hora de concebir lo que es la ciencia. Así, el mundo es contemplado como un ente sumamente complejo que es el resultado de relaciones intersubjetivas. Los postulados ontológicos y el programa epistemológico y metodológico son sistematizados por Gadamer en su obra *Verdad y Método* (Gadamer 1960/2012; 1975/2010) como un proyecto filosófico, que será una referencia clásica en las ciencias sociales²⁹. De este modo, el estudio del conocimiento no se centrará en la utilización de la metodología observacional, empírica y analítica de los positivistas, sino en el examen del discurso, textos y contenidos de las expresiones que emanan de la interacción del hombre en su entorno.

Por otra parte, la filosofía fenomenológica hermenéutica contemporánea, a diferencia de la clásica de Heidegger y Gadamer, no establece grandes divergencias entre ciencia y sociedad (Ihde 2009; Thomson 2009). Más bien al contrario, la ciencia es el resultado de la intervención de las sociedades en el mundo, aunque reconocen que los objetivos y limitaciones de la sociedad son las que marcarán la diferencia. Pero además, también se reconoce la importancia de la tecnología y su instrumental en la ciencia y la sociedad, pues argumentan que la praxis y las relaciones perceptuales entre un elemento en su entorno pueden ser amplificadas y modificadas con la incorporación de instrumental tecnológico. Mediante la utilización de estos instrumentos las percepciones se transforman y emergen nuevos “mundos” (*Lebenswelt*), aunque estos serían a su vez modificaciones del proceso del anterior (Ihde 1999, p.15). En este sentido, la tradición fenomenológica hermenéutica contempla el mundo como una realidad compleja y dinámica que es el resultado de las relaciones entre los humanos y el mundo en que vivimos.

Dentro del pensamiento fenomenológico hermenéutico ha surgido una diversidad de corrientes, principalmente a partir de las ciencias sociales, entre las que cabe destacar por el postmodernismo, constructivismo, postestructuralismo y deconstructivismo, entre otras, pero también ha habido una confluencia de otras tendencias procedentes de las ciencias naturales y disciplinas tecnológicas que han asumido, en mayor o menor grado, postulados ontológicos y epistemológicos de esta filosofía, y que se pueden agrupar en las corrientes del constructivismo radical, analítico y empírico. En el apartado siguiente se profundizará en los esquemas ontológicos

²⁹ Otros autores importantes en el desarrollo de la filosofía hermenéutica son Apel, Derrida y Ricoeur.

de aquellas tendencias de pensamiento en las que se han desarrollado elaboraciones conceptuales con el objeto de realizar una aproximación entre la naturaleza y la sociedad desde la perspectiva de la tradición fenomenológica hermenéutica y que se refieren más concretamente al postmodernismo, constructivismo social, radical, analítico y empírico.

Por otra parte, antes de proceder a su exposición, hay que aclarar que será inevitable abordar los aspectos epistemológicos de dichas corrientes, aunque esta aproximación sólo se realizará para identificar las posiciones ontológicas subyacentes en ellas. Esto se justifica porque, en general, a diferencia de las epistemologías enmarcadas en el positivismo, la no separación del objeto y sujeto de conocimiento es un rasgo intrínseco de este tipo de esquemas conceptuales, lo que implica la necesidad de tratar algunos aspectos teóricos para extraer los postulados tácitos sobre los que se construye la teoría. Finalmente, las aportaciones de interés que vayan a ser utilizadas posteriormente en este trabajo se citarán o serán descritas de forma muy breve, pues su desarrollo no corresponde a este apartado, sino con el capítulo del marco teórico.

1.2.4. Revisión de las ontologías subyacentes en las principales epistemologías fenomenológicas hermenéuticas

Esta revisión se va a realizar a partir de una agrupación de las principales corrientes en dos categorías: por una parte, las que utilizan de forma predominante el lenguaje no formal como método de aproximación a la realidad y que suelen estar más relacionadas con las ciencias sociales, y por otra parte, las que corresponden a las tendencias de pensamiento que tienden a incluir lenguajes formales, sin excluir los no formales, y que generalmente se presentan en las ciencias sociales. Las primeras serán aludidas como epistemologías postmodernas-constructivistas, mientras que las segundas serán denominadas como corrientes del constructivismo radical, analítico y empírico. Esta división no debe ser considerada estricta, pues entre las epistemologías fenomenológicas hermenéuticas se producen solapamientos e intercambios conceptuales que pueden estar referidos a las mismas posiciones ontológicas.

1.2.4.1. Postmodernismo-constructivismo

El concepto de postmodernidad fue introducido por Lyotard (1979) para denominar a las corrientes de pensamiento que procedían de las ciencias sociales y que eran críticas con los mecanismos de legitimación del saber científico positivista como generalización universal del conocimiento características de la Modernidad. El pensamiento postmoderno considera que el positivismo utiliza unos métodos que reducen y simplifican la realidad humana³⁰, la cual, desde su punto de vista, no es susceptible de reducción, dada la enorme variedad de contextos y situaciones que son características de la sociedad. En contraposición, se propone el estudio de la realidad social a partir de la interpretación de un discurso y mensaje subyacente que aparece en una diversidad de formas en las sociedades humanas, en línea con la idea de pluralidad de

³⁰ Lyotard (1979) denomina metanarrativas a los discursos generalizadores y universales empiristas y racionalistas, propios del positivismo, que, desde su punto de vista, son *totalizantes* de la realidad.

lenguajes de Wittgenstein (1953). Sus bases ontológicas corresponden con la descripción de la realidad como una construcción mental del mundo a la que sólo se puede acceder mediante el estudio del discurso (Aylesworth 2013).

Desde esta perspectiva el constructivismo conecta con el postmodernismo, pues esta corriente contempla la realidad como una construcción social por la que todos los aspectos del mundo, incluido lo físico, biológico y humano, son *constructos sociales*. Asimismo, en relación a la forma de abordar el conocimiento, y en particular, el científico, no es diferente de las prácticas sociales que se efectúan en otras instituciones, lo que implica concebir a la ciencia como una construcción social que es determinada por una praxis (Berger y Luckmann 1966/1986; Fine 1996). Uno de los temas claves del constructivismo es el modo en que se las personas elaboran el conocimiento como forma de enfrentarse a la realidad, es decir, la epistemología. A continuación, con el objetivo de identificar sus bases ontológicas, se exponen los rasgos esenciales de dos epistemologías, las cuales conciernen al *episteme* de Foucault y la *epistemología genética* de Piaget. La elección de éstas se justifica por sus aportaciones en el estudio de las relaciones naturaleza sociedad y su influencia en otras corrientes de pensamiento, tanto en las ciencias sociales como las naturales.

El episteme de Foucault

La palabra episteme era utilizada en la filosofía griega clásica para aludir al saber. Este término fue retomado por Foucault (1966, 1980) con un nuevo significado que elabora a partir del historicismo hegeliano y la tradición filosófica hermenéutica desde un enfoque postestructuralista. Para explicar la idea de episteme introduce previamente la noción de *aparato*³¹, que se refiere a las formas discursivas y no discursivas, cuyos componentes son muy heterogéneos (Foucault 1980, pp. 196-197) y consisten principalmente en “discursos, instituciones, formas arquitectónicas, decisiones de regulación, leyes, medidas administrativas, enunciados científicos, filosóficos y morales” (p. 194, traducción propia). El *aparato* es el sistema de relaciones que se establecen entre los componentes y que obedecen a una determinada naturaleza. Para comprender su estructura, este autor señala la necesidad de identificar la razón de existencia de esta conexión, es decir, revelar la justificación de dicha relación mediante el análisis de discurso de sus componentes. En esta línea argumenta que un discurso puede figurar en un programa de una institución que, al mismo tiempo, puede funcionar como un medio de justificación o enmascarar una práctica que permanece oculta, o bien, la práctica se podría reinterpretar con otro significado de modo que se abriría modo de racionalidad que implicase otro tipo de justificación (pp. 194-195). Además, este aparato tiene una naturaleza *estratégica* que depende del periodo histórico en el que se desarrolla y consiste en una relación de poder que dirige el aparato hacia una determinada dirección, bloqueando, estabilizando y utilizando unas fuerzas en contraposición a otras, dando como resultado de una relación de poder estratégica cuyas fuerzas se sustentan en modos de conocimiento (*Ibidem*, p. 196; Foucault 1966).

³¹ Este término aparece en la literatura inglesa de Foucault como a *apparatus*, y en la francesa con *appareil*.

El concepto de *episteme* alude específicamente al *aparato discursivo* descrito anteriormente y, más concretamente, al aparato estratégico que permite separar de entre todas las proposiciones posibles del conocimiento, es decir las epistemologías, las opciones aceptables en un campo del conocimiento y, por tanto, su veracidad e inserción en el dominio científico o, por el contrario, su exclusión del aparato (Foucault 1980, p. 197), lo que finalmente conduce a un determinado sistema epistémico. Detrás de este planteamiento subyace una ontología por la que el sujeto tiene tres dimensiones de raíces históricas (*ontología histórica*): una en relación con la *verdad* mediante la que nos convertimos en objetos del conocimiento, otra que tiene que ver con el *poder*, por la que nos constituimos en sujetos que actúan sobre los otros, y una tercera en la que nos establecemos como *agentes morales*³² que conectaría con la *idealismo* kantiano (Hacking 2002). Esta descripción ontológica es coherente con una visión de su obra dentro del pensamiento postmoderno (Martin y Bernal 2006). En esta línea, Foucault, por un lado, comparte con el postestructuralismo las críticas a las jerarquías características del estructuralismo, que son identificadas mediante el análisis histórico y, por otra, con el constructivismo social la idea de construcción del ser. Sin embargo, hay que resaltar que ésta no es la única lectura ontológica que se puede realizar de sus trabajos. En este sentido, Pearce y Woodiwiss (2001, p. 61) argumentan que en el *aparato* descrito por Foucault se aprecian estructuras subyacentes que no son observables directamente y que podrían asimilarse en parte a algún tipo de ontología realista. Esta misma línea es defendida por Datta (2007, citado por Hartwig 2009, p. 253), que considera que la obra de Foucault evoluciona desde una etapa inicial *kantiana* antirealista (genealogía de las cosas³³) hacia otra que denomina *materialismo aleatorio*, que consistiría en un posición ontológica en la que se combina realismo, nominalismo³⁴ y política. Finalmente, Hardy (2010, p. 88) realiza una revisión del *episteme* en la que identifica dos elementos realistas: por un lado, la emergencia del conocimiento a partir de estructuras preexistentes (relaciones de poder) y, por otro, la importancia de los componentes extradiscursivos en la construcción del discurso y la estructura (aparato). Esta lectura del *episteme* conduce a Hardy (2010) a relacionar la teoría *foucaultiana* con planteamientos filosóficos posteriores al *postmodernismo*, en concreto al *realismo crítico*. Los principios y características generales de esta última corriente serán descritas más adelante en un epígrafe específico debido a la importancia teórica que desempeñará en el desarrollo de esta investigación.

Epistemología genética

Una de las principales aportaciones al constructivismo es la obra de Piaget (1950a, 1950b, 1950c, 1967) sobre *epistemología genética*, desde el campo de la psicología del desarrollo, por la que argumenta que el conocimiento es la construcción mental que realizan los sujetos en su

³² En el sentido de que somos capaces de actuar y tomar decisiones en relación a un sistema de valores morales que nos orienta sobre lo adecuado o no de dichas acciones en función de su pertinencia con dicho sistema.

³³ Se refiere a la etapa de la *Arqueología del Saber* (Foucault 1969/1979).

³⁴ El nominalismo se refiere a que sólo existen términos y predicados abstractos, y, por el contrario, no existen universales u objetos abstractos (universalismo).

adaptación al medio. Para explicarlo parte de la idea de que la inteligencia es el resultado de un proceso continuo de relación con el entorno en el que sujeto y objeto actúan mutuamente de forma que el sujeto interviene en la construcción del objeto al mismo tiempo el objeto influye en la construcción del sujeto, y, por tanto, en la construcción de su pensamiento. La forma de producirse este intercambio se basa en principios estructuralistas, biológicos y cognitivos, por los que se requiere previamente la existencia de estructuras susceptibles de modificación (sujeto y objeto), un mecanismo de evolución biológica y una forma de inteligencia en el sujeto que permita captar información del entorno. El proceso consiste en una acción del sujeto que modifica al objeto (*asimilación*) y otra del objeto que causa un cambio en el sujeto (*acomodación*). En el sujeto, la acción está gobernada por una estructura denominada *esquema de comportamiento* que organiza la forma de actuar y que corresponde con la inteligencia, que se irá adaptado a las necesidades del entorno a través de proceso de interacción (Piaget 1952).

Lo que aporta Piaget en relación a la epistemología es que este proceso acontece gradualmente y da como resultado tres tipos de estructuras de conocimiento que las personas irán formando sucesivamente: el *conocimiento físico*, que corresponde con el conocimiento empírico sobre los objetos del mundo; el conocimiento *lógico-matemático*, que es abstracto y debe ser inventado a partir de acciones sobre objetos distintos a los que generan el saber empírico; y, por último, el *conocimiento social*, que es inherente a la cultura y sólo puede ser aprendido mediante la interacción social con personas que pertenecen al grupo cultural que corresponde con dicho conocimiento (Piaget 1970).

La idea que subyace en la epistemología de Piaget es que **la realidad es construida** de forma activa por los sujetos, superando de esta forma las visiones tradicionales de incorporación de los objetos del entorno bien de forma innata, propias del racionalismo, o bien ambientalista, característica del empirismo (Soffer 1993). A esto hay que añadir que la relación del sujeto con el objeto es esencial para el ser de ambos con el reconocimiento de elementos apriorísticos, lo que conduce a pensar en una ontología de tipo *kantiano*, aunque es conveniente matizar que no es de tipo trascendental sino más bien funcional, en el sentido de opuesto al absoluto (Cocchiarella 2007, p. 18). Pero, por otra parte, el tipo de naturaleza de estos elementos apriorísticos, principalmente referidos a la presencia de estructuras previas e innatas, en concreto las que conciernen a la capacidad de aprendizaje o los procesos biológicos evolutivos, induce a pensar la existencia tácita, aunque de forma débil, de algún tipo de ontología realista en la epistemología genética en el sentido de que dichas estructuras no sólo se manifiestan en la especie humana, sino también en otros seres vivos, en especial aquéllos que viven en sociedades como, por ejemplo, los primates, cuyos “mecanismos” de construcción de su realidad funcionan de forma similar a los nuestros, aunque como es lógico, con resultados distintos en cuanto al conocimiento de dicha realidad.

1.2.4.2. Constructivismo radical, analítico y empírico

Principios generales

En este epígrafe se han agrupado una variedad de corrientes constructivistas que tienen una amplia acogida en las ciencias naturales que se pueden agrupar en tres variantes: en primer lugar, el *constructivismo radical*, que procede de las ciencias sociales, en particular las cognitivas y la sociología, pero que también son utilizadas en las ciencias naturales; en segundo lugar el *programa fenomenológico hermenéutico para las ciencias naturales* de Kockelmans, cuya finalidad es ofrecer un proyecto filosófico que se adapte a las características de este tipo de ciencias (además de las sociales) con la incorporación de lenguajes analíticos; y, en tercer, lugar el *constructivismo empírico*, que surge directamente de las ciencias naturales (en las que, asimismo, se incluyen las disciplinas tecnológicas) como alternativa al positivismo.

Estas tres tendencias presentan diferencias en muchas de sus características debido fundamentalmente a la influencia que han ejercido las corrientes dominantes de donde procede cada una, aunque, también comparten puntos en común, en mayor o menor grado, entre ellas, en particular con respecto a los postulados generales de la tradición fenomenológica hermenéutica. Asimismo, hay que señalar que la mayor parte de los desarrollos epistemológicos en ciencias naturales influenciados por el constructivismo son difíciles de encajar en una determinada variedad, pues suelen combinar elementos ontológicos y epistemológicos de las tres modalidades.

Una vez comentadas las cuestiones anteriores, en este apartado se procederá a realizar, en primer lugar, una breve aproximación a los principios conceptuales que afectan a la dimensión ontológica y, en segundo, una exposición somera de las principales epistemologías que se relacionan con estas tendencias. Esto se justifica, por un lado, por la existencia de una enorme variedad de proposiciones científicas inspiradas por las citadas tendencias, y, por otro, debido a que el objetivo de este punto no es realizar descripciones epistemológicas, sino solo ofrecer una perspectiva de su relevancia en el campo científico relacionado con el estudio de los vínculos entre la naturaleza y la sociedad, para lo cual se citarán las principales aportaciones conceptuales.

Así, en primer lugar, en relación al *constructivismo radical*, hay que indicar que su contenido fue desarrollado por Glasersfeld (1989, 1991, 1995) y está influenciado por las ideas de la epistemología genética de Piaget, particularmente, en los dos principios fundamentales que sustentan esta versión constructivista: el primero se refiere a que el conocimiento no es recibido de forma pasiva, sino que es elaborado de forma activa por el sujeto cognoscente; el segundo alude a que la función cognoscitiva es adaptativa e implica una organización del mundo (conceptualización) a partir de las experiencias y no del descubrimiento de una realidad ontológica. Por otra parte, es necesario aclarar que el término radical alude a la aplicación de esta perspectiva en todos los niveles de la descripción de la realidad (Riegler 2005), a la que sólo se accede a través de la experiencia subjetiva, por lo que no existiría, de acuerdo con estos postulados, una realidad ontológica objetiva (Glasersfeld 1989, p. 1; Thompson 2010, p. 307) sino un conjunto de múltiples entornos constituidos a partir de constructos sociales. Como consecuencia de este planteamiento, dicha realidad sólo podría ser vista como el resultado de una construcción compartida elaborada mediante procesos de participación subjetiva, contribuyendo, de este modo, a la superación de posibles contradicciones entre las diferentes percepciones de la realidad (Freyer y Paxton 2012, p. 58, §23).

Desde este punto de vista, existe un relativismo en la construcción de la realidad, que ya no es una, sino que dependerá del conocimiento creado para interactuar con ella. Precisamente este relativismo capacita a la ciencia para utilizar cualquier tipo de tradición metodológica o prácticas que sean asumidas por una comunidad científica como herramienta para aproximarse a la realidad, lo que facilita la incorporación de métodos de investigación de carácter empírico y analítico, además de los hermenéuticos propios del constructivismo. Este es el motivo por el cual en la literatura de esta corriente de pensamiento se encuentran trabajos no sólo procedentes de las ciencias sociales, sino también de las naturales y disciplinas tecnológicas.

En segundo lugar, dentro del constructivismo, se han desarrollado corrientes epistemológicas con el objetivo de dotar de una nueva dimensión a la tradición fenomenológica hermenéutica que la abra las ciencias naturales y, de esta forma, contribuir a la superación de la restricción tradicional de esta filosofía a las ciencias sociales, como se ha comentado anteriormente. En esta línea, hay que destacar como referente *Ideas for a Hermeneutic Phenomenology of Natural Sciences* de Kockelmans (1993, 2002) que, en esencia, ofrece la construcción de una epistemología capaz de complementar la visión fenomenológica hermenéutica con una teoría de temática epistémica que articula varios tipos de objetos del conocimiento procedentes de las ciencias naturales. Los principales mecanismos de articulación de esta teoría son el lenguaje analítico-formal, en particular las matemáticas, y el ordinario, este último en coherencia con la tradición hermenéutica. Con este planteamiento, se pasa de una ontología hermenéutica (*Dasein* discursivo) a una epistemología “pertinente” con la hermenéutica, es decir, la ontología se construye a partir de la epistemología que, a su vez, integrará y dependerá de las teorías de temática epistémica (Ginev 2014). De esta forma, las ciencias naturales tienen cabida en el proyecto hermenéutico sin tener que renunciar al lenguaje analítico que es integrado mediante mecanismos formales y no formales.

En tercer lugar, se han desarrollado corrientes constructivistas directamente desde el campo de las ciencias naturales y disciplinas tecnológicas (principalmente cibernética e inteligencia artificial) cuyos postulados conectan, por un lado, con el programa fenomenológico hermenéutico de Kockelmans y, por otro, con los principios ontológicos del constructivismo radical, aunque con una influencia positivista limitada a la utilización de metodologías empíricas. En esta línea se encuentra el *constructivismo empírico*, que sostiene que la ciencia consiste en la elaboración de teorías sobre los aspectos observables de la realidad (empíricos), que son aproximaciones *literales* al mundo real, y que la aceptación de una teoría implica que la *creencia* de que ésta verdadera, si bien es necesario matizar que dicha *creencia* concierne sólo a la idea de que es *empíricamente adecuada* (van Fraassen 1980, 2001). Este enfoque se sustenta en una versión empirista del *estructuralismo metacientífico*³⁵ sobre la base, por un lado, de un pensamiento trascendental *neokantiano* y, por

³⁵ En realidad Bas van Fraassen (2008) utiliza en su obra la expresión de *filosofía estructuralista*, si bien es conveniente aclarar que estos términos no se refieren a la concepción de la *filosofía estructuralista* dominante en las ciencias sociales (la descripción del mundo a partir de estructuras sobre la base del lenguaje, la cultura y la sociedad) cuyo origen se encuentra en las ideas de Saussure (1916/2007), sino más bien en la conceptualización del estructuralismo *metacientífico*, que consiste en un programa de reconstrucción de las teorías en la que confluyen dos tendencias: la primera y dominante consiste en una

otro, de los efectos de la tecnología, el instrumental y las prácticas científicas en la construcción de las teorías científicas (van Fraassen 2008, p. vii). La diferencia entre esta corriente y el programa de Kokelmans es el énfasis de la primera en los aspectos empíricos más que en los analíticos, aunque también tienen cabida.

Bajo estas premisas, es probable que una epistemología, en función de los desarrollos y metodologías utilizadas, pueda asumir al mismo tiempo los principios de estas tres corrientes constructivistas, hecho que se refleja en las citas teóricas comunes que se observan en las publicaciones del constructivismo radical, la variante analítica del programa fenomenológico hermenéutico y el constructivismo empírico. Por este motivo, en el siguiente punto se aborda de forma conjunta los desarrollos teóricos que pueden ser enmarcados, en mayor o menor medida, en estas tres corrientes.

Principales epistemologías

El enfoque epistemológico que se adapta a estas corrientes es pluralista en el sentido que tienen cabida aproximaciones que abarcan disciplinas de ciencias sociales y naturales de dominios muy diversos. En este sentido, la influencia del constructivismo radical es especialmente relevante en los siguientes campos: en primer lugar, la cibernética (Foerster 1973, 1984), donde se profundiza en las relaciones causales, circulares y de retroalimentación que se manifiestan en los sistemas sociales y biológicos; en segundo lugar, las neurociencias, con aportaciones sobre el cierre de sistemas biológicos y relaciones neurofisiológicas (Llinás 2001); en tercer lugar, la psicología, Kelly (1955), que centró sus trabajos en el concepto de anticipación en los sujetos; y, en cuarto lugar, los sistemas sociales y la construcción del conocimiento como objeto epistémico (Knorr-Cetina 1981).

Por otra parte, la literatura del constructivismo radical suele hacer referencia a las aportaciones epistemológicas con un marcado carácter procedente de las ciencias naturales y de disciplinas tecnológicas, cuyas teorías comparten postulados, en diferente grado, como fue adelantado anteriormente, no sólo con el constructivismo radical, sino también con las otras dos corrientes, el programa fenomenológico hermenéutico para las ciencias sociales y constructivismo empírico. Asimismo, es conveniente aclarar que algunos de estos autores no se han definido como

síntesis de los lenguajes formales de la ciencia “en el sentido de que no sólo se hace uso de la lógica formal, sino también de los conceptos y métodos de la teoría de modelos *tarskiana* y de los medios de representación de la teoría de conjuntos elemental” (Moulines 1996, p. 96); la segunda tendencia actuaría de forma complementaria y subordinada a la anterior, y se refiere a la aplicación de métodos no formales (sintácticos y, por tanto, dentro de la tradición fenomenológica hermenéutica) que desempeñan una función pragmática de descripción de aquellos aspectos que el lenguaje formal no puede abordarlos desde su semántica (Moulines 1996, p. 97). Esta corriente de pensamiento científico muestra, por tanto, una necesidad de una síntesis de métodos formales de reconstrucción con análisis esencialmente no-formales que “no deben tomarse como alternativas ideológicas, subrayadas a efectos polémicos, sino como diversos componentes vinculados a un mismo sistema (meta-)conceptual” (Moulines 1996, p. 104). Por otra parte, hay que añadir que el programa filosófico del *estructuralismo metacientífico* se encuentra sistematizado en Stegmüller (1973/1983).

pertenecientes a una determinada escuela, sino que más bien son citados por los autores adscritos a estas líneas de pensamiento de filosofía de la ciencia.

En general, la mayoría de sus aportaciones científicas se han centrado en tratar la complejidad desde un punto de vista sistémico, es decir, como un organismo constituido por un conjunto de subsistemas y componentes que interactúan entre sí dando lugar a nuevas propiedades. Este aspecto ha sido tratado mediante la utilización de enfoques que integran varios campos del conocimiento procedentes de distintas disciplinas. Entre estos trabajos, cabe destacar los trabajos del físico Ilya Prigogine cuyo principal mérito es relacionar la termodinámica con la complejidad³⁶ (Prigogine y Stengers 1979/1984).

Asimismo, también hay que considerar otras contribuciones en materia de complejidad procedentes desde otras perspectivas que pueden ser situadas dentro del marco general constructivista en su versión empírico-analítica. Entre éstas es conveniente señalar a los trabajos de Hebert Simon por sus dos principales aportes, por un lado el estudio de las relaciones entre sistemas sociales, físicos y biológicos a través de la jerarquía de sistemas y los procesos evolutivos (Simon 1962), y, por otro, la adopción de un enfoque científico holístico en el que intervienen varias disciplinas (cibernética, ciencias cognitivas y disciplinas organizacionales) que rompe con la epistemología clásica positivista³⁷ (Simon 1981); Jean-Louis Le Moigne, por su teoría general de sistemas (Le Moigne 1977) y sus aportaciones a la epistemología constructivista (Le Moigne 2003, 2003a, 2003b); por último, Gregory Bateson, que desarrolló una *ecología antropológica sistémica* en el que cada sistema mantiene relaciones de competencia y dependencia, sobre la base de la comunicación (retroalimentación y homeostasis), en un continuo proceso evolutivo de adaptación al entorno (Bateson 1972). En la actualidad, el foco del estudio sistémico de la complejidad desde un punto de vista empírico se encuentra en el Instituto de Santa Fe de Nuevo México, donde se ha dado continuidad a los trabajos de Prigogine sobre complejidad y termodinámica y se han introducido nuevas perspectivas desde el campo de la tecnologías y de las ciencias biofísicas, entre otros enfoques³⁸.

1.2.4.3. Visión conjunta de las ontologías subyacentes en las epistemologías fenomenológicas hermenéuticas

A raíz de la exposición anterior, se puede concluir que las visiones constructivistas en sus versiones postmodernista, radical, analítica y empírica, a pesar de sus diferencias, comparten de forma

³⁶ Su trabajo se realiza sobre la base de las relaciones recíprocas en los procesos irreversibles de Onsager (1931), entre otros aspectos.

³⁷ Al no emplear el método tradicional experimental y la refutación como prueba de validez científica.

³⁸ Hay que remarcar que los autores citados son considerados referentes en las publicaciones del Instituto Santa Fe de Nuevo México (USA) sobre sistemas complejos en el campo de la física, computación, sistemas sociales (incluida la economía) y sistemas vivos. Por otra parte, también se pueden señalar los trabajos de Brian (2014), por su aproximación a la economía como sistema fuera del equilibrio (con contenidos de base analítica), Langton (1995) sobre vida artificial, así como el físico Ilya Prigogine, citado anteriormente, que participó de forma directa en varios trabajos en dicho instituto de investigación.

general, aunque con algunos matices, un elemento ontológico común, que es la **identificación del ser con el conocimiento del ser, es decir, la ontología con la epistemología**, lo que marca la diferencia con el positivismo (Bhaskar 2011). Sin embargo, también es necesario remarcar que existen algunas diferencias en las corrientes expuestas en relación al *conocimiento del ser*: en el caso del *episteme de Foucault*, se incide en la importancia de las relaciones sociales, y más concretamente en el equilibrio del poder como fuente de conocimiento, es decir, la epistemología es el propio sujeto; la *epistemología genética* incide en que la realidad es una construcción social del sujeto, que a su vez es el mismo objeto (*Dasein*); en el *constructivismo radical* se enfatiza que el sujeto y el objeto son la misma cosa, por lo que toda construcción de conocimiento es válida al ser elaborada por el sujeto; por último, el *programa fenomenológico hermenéutico de las ciencias naturales* de Kokelmans y el *constructivismo empírico* pueden ser concebidas como variantes del radical que aceptan lenguajes formales que se combinan con no formales para la construcción de la realidad. En general, todas estas diferencias pueden ser explicadas por los distintos objetos de conocimiento que abordan las epistemologías expuestas.

Por otra parte, fuera de la tradición fenomenológica hermenéutica existe otra corriente que no se considera constructivista porque obedece a otros principios ontológicos aunque mantiene elementos en común principalmente relacionados con la metodología hermenéutica. El interés en abordar esta corriente radica en que trata de forma conjunta cuestiones que no han sido consideradas por las epistemologías descritas y que están referidas a la importancia de los aspectos normativos en la interacción sociedad-naturaleza. En particular, se trata de la *teoría crítica de Habermas*, que se encuadra en el marco de la *escuela de Frankfurt*, de origen neomarxista, cuya comprensión es esencial para explicar el desarrollo de otras corrientes filosóficas que ofrecen un marco orientador para el estudio del vínculo naturaleza-sociedad. Su descripción se realiza en el siguiente epígrafe.

1.2.5. Teoría Crítica y ontología

Los defensores de la teoría crítica conciben a la ciencia como una institución social que, como cualquier otra organización social, obedece a unos objetivos políticos (Ihde 1999). Esta corriente se basa en los principios de la *escuela de Frankfurt*, de la que destacaron los trabajos de Horkheimer y Adorno (1947/1998), Horkheimer (1968/2002) y Marcuse (1954/1993), que son considerados los autores fundacionales o de primera generación. Una teoría “crítica” puede distinguirse en general de una “tradicional” en la medida en que busque la “emancipación humana” en el sentido de liberar a las personas de las circunstancias que les “esclavizan” (Bohman 2013, p. 1). Bajo este principio, este enfoque ofrece una visión integradora de diversas aproximaciones procedentes de las ciencias sociales (economía, sociología, antropología, historia y ciencias políticas, entre otras) para mejorar la comprensión de la sociedad, siempre que asuman la crítica social como objetivo principal.

Posteriormente, esta teoría adquiere con Habermas (1968/1972, 1971/1987, 1981/1999a, 1981/1999b, 1982/1988) una dimensión práctica al considerar primordial el tipo de relaciones que

la ciencia debe de establecer con la sociedad³⁹ e inicia una segunda generación de pensamiento en la *escuela de Frankfurt* que se va a caracterizar por el papel fundamental que las bases normativas y los valores van a desempeñar en esta relación (Bernstein 1995, p. 29). La idea subyacente es que cualquier sociedad, según Habermas (1968/1972), requiere dos acciones básicas. La primera sería la realización de un trabajo o actividad laboral, también denominada *acción instrumental*, que dispondría de unos medios para organizar y controlar los procesos de producción de los materiales y componentes necesarios para la actividad humana, lo que requiere la existencia de un *interés técnico* referido a los modos de acción que parten de una racionalidad eficiente, en relación a los recursos y medios de producción, e implica una *racionalidad cognitivo-instrumental*. La segunda alude a la *acción comunicativa*, por la que los actores coordinan sus comportamientos a través de la interacción social sobre la base de normas consensuadas que es llevada a cabo por un *interés práctico* y estaría orientada por una *racionalidad comunicativa*⁴⁰. A partir de esta distinción Habermas (1968/2009) realiza una crítica a la ciencia y tecnología como ideología en el sentido que interpreta que las élites la reducirían a meras cuestiones técnicas y objetivas, carentes de valores subjetivos y, por tanto, serían eliminadas de la esfera pública al considerarlas objetivas. Por el contrario, el interés del ser humano por el control de la naturaleza constituiría una ideología de profundas raíces antropológicas (necesidad de obtener alimento, abrigo, protección, etc.) cuya existencia no se debería a un sistema de organización económico concreto⁴¹, sino que se presentaría como un rasgo universal inherente a la especie humana (Edgar 2006; Bohman 2013; Bohman y Rehg 2014).

A partir de las ideas anteriores Habermas elabora una epistemología que se denomina *teoría de los intereses constitutivos del conocimiento*, los cuales están vinculados a la historia natural de la humanidad y a los imperativos socioculturales de las formas de vida, pero de una manera crítica tanto con la tradición positivista como hermenéutica al considerar que no son reducibles a ambas (Habermas 1968/1972, p. 196-197). En este sentido, concibe tres tipos de conocimiento, cada uno de ellos asociado a un interés humano y un tipo de ciencia. Los dos primeros serían los enunciados anteriormente: por una parte el **interés técnico**, que se relacionaría con un método de producción del conocimiento empírico y analítico, propio de las ciencias naturales, pero también las sociales cuando requieran ofrecer una explicación que sea sometida a prueba; por otra parte, el segundo sería el **interés práctico** concerniente a las ciencias hermenéuticas y fenomenológicas que asegurarían los modos de acción de comportamiento humano (subjetivo e intersubjetivo) que operan dentro de formas socioculturales, en los que también se incluiría el lenguaje ordinario: las

³⁹ Esto se plantearía en dos etapas, una primera en la que los investigadores utilizan las teorías comprensivas de la realidad y otra segunda en la que comunican de forma persuasiva a los participantes los resultados y las consecuencias críticas que puede conllevar una determinada situación de la realidad social (Edgar 2006; Bohman 2013).

⁴⁰ La *racionalidad comunicativa* actúa en tres dimensiones: la adecuación a las normas; la verdad teórica; y la veracidad subjetiva y expresiva.

⁴¹ Este es uno de los aspectos fundamentales que diferencia el enfoque de Habermas de la primera generación de la *escuela de Frankfurt*, en particular de Marcuse, quien consideraba que el interés por dominar el mundo mediante de un desarrollo tecnológico residía en el capitalismo como forma de organización económica (Feenberg 1996; Bohman y Rehg 2014).

sociedades dependerían de esta comprensión y de las capacidades interpretativas para dominar y controlar a la naturaleza. El tercer tipo que añade sería el **conocimiento emancipador**, que estaría relacionado con un proceso de reflexión de la sociedad para superar el dogmatismo y la dominación, y liberarse, de este modo, de los condicionantes sociales y naturales que determinan su comportamiento, punto en el que conecta con la tradición de la teoría crítica (Steinhoff 2009; Bohman y Rehg 2014).

Esta visión epistemológica conecta con la filosofía de Kant al ser concebida en relación a un sistema de facultades cognitivas que incluyen razones prácticas, un juicio reflexivo y una crítica hacia sí mismo, es decir, como una razón teórica que podría determinar de forma dialéctica (en el sentido *hegeliano*) no sólo sus límites sino también su propia idea. Asimismo, la filosofía *habermasiana* sería, en parte, una ciencia reconstruida, en el sentido del constructivismo, en el que los saberes previos (*preteóricos*) de los discursos y de las acciones de los sujetos compartirían características en común con otras corrientes de pensamiento que utilizan los argumentos transcendentales de Kant, pero con un interés especialmente práctico, motivo por el que podría ser contemplada como un *pragmatismo kantiano* (Baynes 2004, p. 194).

La visión epistemológica es completada por Habermas (1981/1999a, 1981/1999b) con una de las principales aportaciones de su obra, la *teoría de la acción comunicativa*, que proporciona el marco para una concepción de la agencia que no se centra en metodologías individualistas sino en una posición más holista sobre la base de acuerdos comunes de los sujetos, es decir, normas. Así, **se introduce la idea de normatividad**, la cual no dependerá de una noción voluntarista de la capacidad que tenga un agente para proponerse una norma que le oriente a sí mismo, más bien, al contrario, emanará del conjunto de las prácticas sociales que se reconocen recíprocamente mediante las cuales los individuos atribuyen, de forma mutua, un determinado estatus a la razón que opera entre estos, más que en la idea de que el agente sea su propio legislador (en el sentido de fuente normativa). En contraste con un enfoque subjetivista, la reflexión del agente, en su capacidad de pensar, no es lo que le transporta hacia la esfera de la razón. Más bien la práctica social de la razón dada, que instituiría el mundo de la lógica de la razón, presupone que los agentes poseen una capacidad de establecer fines que pueden ser modificados o anulados en función de una variedad de estados mentales y posiciones decisionales que estarían en relación con objetivos en sus acciones posteriores. En general, la racionalidad es un estado normativo que depende de las prácticas sociales y de las actitudes desarrolladas por los individuos en el contexto de dichas prácticas (Baynes 2004, p. 197). Habermas también mantiene que, el comportamiento de los individuos se puede interpretar con un determinado significado, que corresponde con una acción racional realizada bajo suposiciones idealizadas, que son las que le otorgan sentido e inteligibilidad (Baynes 2004, p. 199).

Esta idea está conectada en parte con una conceptualización constructivista de la razón, pues adquiere significado no por una propiedad independiente a su práctica, ni por una virtud que le es concedida por la aprobación o no de otro agente, sino precisamente por su uso (Baynes 2004, p. 201). Estos planteamientos se relacionan con el *idealismo trascendental* de Kant que postula que

la realidad sólo es conocida través de la experiencia y se obtiene como resultado de la interacción de los sujetos con ésta y de la influencia de los saberes previos (Rohlf 2014).

En definitiva, Habermas, mediante un ejercicio de pragmatismo, combina una visión de la sociedad, que es el resultado de un proceso puramente natural, con una concepción de la realidad constituida de forma antinómica (en el sentido *kantiano*) por la actividad humana. Esto conlleva al dilema de que, por un lado, si la naturaleza posee un estatus de objetividad trascendental dicha objetividad estaría en contradicción con la subjetividad del trasfondo histórico (esencialmente humano) que la constituye, y, por el contrario, si la naturaleza es el resultado del sustrato histórico subjetivo no puede contemplarse simplemente como constituida por la objetividad. La solución final que adopta este enfoque es que la naturaleza debe concebirse como un *ser en sí misma* y, por tanto, un posible objeto ontológico de conocimiento, lo que la diferencia de las corrientes constructivistas (Bhaskar 2011, p. 141).

De esta forma, la filosofía *habermasiana* trata de superar la tradicional separación entre naturaleza y sociedad mediante una reconciliación que parte de una ontología tácita conectada con la tradición hermenéutica y de una epistemología que combina planteamientos positivistas y hermenéuticos, los primeros de carácter *objetivista* en el marco de la *acción instrumental* que se desarrollaría en la esfera de la producción material y estaría dominada por las ciencias naturales, y, los segundos *subjetivistas*, a través del conocimiento de las sociedades humanas mediante el estudio de la *acción comunicativa*, que sería abordada mediante la metodología hermenéutica (Hartwig 2011, p. 493).

Finalmente, también conecta con las teorías críticas de la primera generación en el sentido que busca la emancipación del ser humano tanto de las instituciones que le oprimen como de la propia naturaleza que limita la libertad de las personas a través de **la constitución de una moral universal**⁴² que, de forma pragmática, **estaría implícita en la capacidad que tienen los seres humanos para alcanzar compromisos y consensos**. Esto se realizaría mediante un proceso de “autorreflexión” por el que cada sujeto incorporaría *al otro* en la sociedad como si fuera uno de *nosotros*, sobre la base de un principio universal de respeto mutuo y que sería puesto en práctica mediante la construcción del discurso común que lograría emancipar al hombre de todas las opresiones (Habermas 1996/1999; 1998).

En general las contribuciones epistemológicas de Habermas son consideradas de interés para el estudio de las sociedades humanas con la incorporación de un sistema de valores en el comportamiento humano que tendrá efectos tanto en las propias sociedades como en la naturaleza. Sin embargo, desde una perspectiva crítica, la visión *habermasiana* reduce la organización de la producción a meros aspectos técnicos (acción instrumental) objetivizados cuyo estudio relega al positivismo de las ciencias naturales mediante la utilización de modelos deductivos-descriptivos que excluirían, de este modo, los factores históricos (socioeconómicos)

⁴² La moral universal se relacionaría, en realidad, con la creación de un Estado de Derecho universal que tenga capacidad para integrar a todos los componentes, de una forma consensuada (Habermas 1993/1998).

característicos de las sociedades en las que se desarrollan las actividades productivas (Bhaskar 2011, p. 141).

El proyecto *habermasiano* de teoría crítica puede contemplarse como un intento de ofrecer una solución integradora del mundo natural y social en la que los aspectos técnicos y naturales del conocimiento (relación personas-naturaleza) se relegan al positivismo a través del reconocimiento de una *racionalidad cognitivo-instrumental*, mientras que la explicación de las relaciones sociales se circunscribe a la tradición hermenéutica y la *racionalidad comunicativa*. Sin embargo, este planteamiento sigue teniendo problemas para ser aceptado tanto por las corrientes postmodernas-constructivistas como por las positivistas, pues asumiría una doble ontología al considerar, por un lado, que la realidad social es una construcción de la sociedad y, por otro, que en la realidad natural existe una objetividad en el sentido positivista. De este modo, el nexo sociedad-naturaleza tendría dos dimensiones ontológicas, cada una de ellas rechazada por la corriente filosófica opuesta.

Finalmente, es necesario reconocer todas las aportaciones conceptuales y epistemológicas que han realizado las corrientes positivistas, postmodernas, constructivistas (en todas sus variantes) y la teoría crítica para el estudio de la relaciones naturaleza y sociedad. Sin embargo, **sus bases ontológicas han sido criticadas desde otros planteamientos de la filosofía de la ciencia sobre la base de que no ofrecen, desde su punto de vista, un esquema ontológico coherente que integre al mismo tiempo los distintos y complejos aspectos de la realidad del mundo, tanto naturales como sociales**. Sus principales críticas proceden de otra metateoría de la realidad, el *realismo crítico*, cuyos autores ofrecen una alternativa filosófica para solucionar los problemas ontológicos y, por consiguiente, epistemológicos que derivan de las distintas concepciones de la realidad de las corrientes expuestas anteriormente (Bhaskar 1975, 1979, 1986; Archer et al. 1998; Potter y López 2001; Danermark et al. 2002; Hartwig 2009, 2010).

1.3. Realismo crítico como respuesta ontológica

1.3.1. Introducción

El *realismo crítico* se desarrolló en el último cuarto del siglo XX en respuesta a la crítica filosófica sobre el realismo que procedía tanto del positivismo (crisis positivista) como del postmodernismo y otras corrientes constructivistas. La idea es restablecer una visión del *ser* en el dominio ontológico al mismo tiempo que se aceptan posiciones epistemológicas postmodernistas-constructivistas en la medida de considerar al conocimiento como una construcción social en un proceso histórico. Este proyecto fue iniciado en la década de los setenta por Roy Bhaskar con tres obras fundacionales que son consideradas como el núcleo principal, *primera ola* o *nivel*, del realismo crítico (Bhaskar y Hartwig 2010). La primera corresponde con *A Realistic Theory of Science* (Bhaskar 1975), en la que se desarrolla lo que originariamente denominó *realismo trascendental* en alusión a una redefinición del realismo sobre la base de una nueva dimensión que conecta, aunque dentro de unos límites, con el idealismo trascendental de Kant. En la

segunda obra, *The Possibility of Naturalism* (Bhaskar 1979) profundiza en las dicotomías tradicionales de las ciencias sociales, en particular el naturalismo/humanismo, individualismo/holismo y estructura/agencia con el objetivo de superarlas y establecer una visión más amplia del realismo trascendental que denominará *naturalismo crítico*. En este trabajo establece un marco general ontológico y epistemológico que es aplicable a las ciencias naturales y sociales, aunque con determinados matices en el sentido de que acepta que los objetos sociales tienen asociados juicios de valor que han de ser considerados en su estudio. Por otra parte, la tercera obra que compone el núcleo de esta corriente es *Scientific Realism and Human Emancipation* (Bhaskar 1986), en la que se reivindica la idea de que la ciencia ha de ser evaluativa y crítica en el sentido de que contribuya a la *emancipación* del hombre de las fuentes de determinación que limitan su libertad (Bhaskar 2011, p. 89-90), en línea con los objetivos de la teoría crítica de Habermas (Potter y López 2001, p. 14-15). Finalmente, se adopta la expresión de *realismo crítico* como contracción de los términos *realismo trascendental* y *naturalismo crítico* (Archer et al. 1998, p. ix), pero también para resaltar que la ciencia debe desempeñar una finalidad liberadora para el ser humano en el sentido de la *escuela de Frankfurt*.

La obra fundacional de Bhaskar ha sido posteriormente desarrollada y ampliada en la década de los noventa y los primeros años del presente siglo con otros trabajos que han contribuido a elaborar un realismo crítico de *segunda ola*, en el que se incorporan elementos relacionados con la dialéctica (Bhaskar 1993; 1994), y posteriormente de *tercera ola*, referida la metarrealidad (Bhaskar 2002; Vandenberghe 2014), con aportaciones sobre la interdisciplinariedad (Bhaskar y Danermark 2006; Bhaskar 2010). Además, otros autores también han realizado aportaciones y revisiones teóricas generales (Collier 1994, 1998a, 1999, 2003; Archer et al. 1998; López y Potter 2001; Archer y Outhwaite 2004; Fairclough et al. 2004; Elder-Vass 2005, 2007; Hartwig 2009, 2011), pero también específicas desde campos muy diversos como la sociología y ciencias sociales en general (Layder 1994; Archer 1995, 1996; 2002; Sayer 1997, 2000; Elder-Vass 2010; Gorski 2013); geografía (Pratt 1995; Cox 2013; Sayer 2013); ciencias políticas y relaciones internacionales (Jessop 2005, 2007; Kurki 2008); economía⁴³ (Collier 1989, 1998b; Fleetwood 1999, Lawson 1996, 1997, 2003, 2013; Ozël 2002; Hodgson 2004b; Davidson 2005; Mearman 2006; Spash 2012; Tyfield 2012); ecología política (Forsyth 1998, 2001, 2003, 2008; Neumann 2005; Walker 2005; Benjaminsen et al. 2010; Andersson et al. 2011); física (Norris 1998, 2000); sistemas complejos y disciplinas organizacionales (Reed y Harvey 1992; Byrne 1998; Reed 2001, Minger 2003, 2014; Jörg 2011; Byrne y Callaghan 2014), entre otros.

⁴³ Un conjunto de autores procedentes de un amplio espectro de corrientes de economía heterodoxa (y algunas ortodoxas, aunque no neoclásicas), que abarca el postkeynesianismo, neo-marxismo, escuela austriaca, economía neorricardiana, regulacionismo, institucionalismo y economía ecológica, han realizado aproximaciones a los postulados del realismo crítico. Sin embargo, Ozël (2002), Hodgson (2004b), y Mearman (2006) argumentan que no todas estas corrientes pueden ser consideradas, en sentido estricto, acordes con los principios de esta filosofía. Esto se debe a que uno de los pilares fundamentales que no todas estas corrientes asumen es la necesidad de concebir la economía como un sistema abierto (esto será explicado en profundidad en un apartado posterior), planteamiento al que se aproximan en mayor grado las escuelas institucionalista y ecológica. No obstante, es conveniente reconocer las aportaciones de otras escuelas heterodoxas en el marco del realismo crítico (Lawson 2006).

1.3.2. Principios fundamentales del realismo crítico

Las bases filosóficas del realismo crítico se sustentan en la asunción de la existencia de un dominio ontológico que se diferencia del epistemológico y es explicado a partir de tres principios: intransitividad, transfactualidad y estratificación de la realidad. Además de estos tres pilares, esta corriente utiliza el concepto de emergencia, el cual adquiere unas características específicas en el caso de la esfera social. De este modo, el contenido de este epígrafe se divide en cuatro puntos de los cuales los tres primeros corresponden a los principios básicos y el último se dedica a exponer la idea de emergencia en el ámbito social.

1.3.2.1. Principio de intransitividad

Existe una ontología de forma independiente al conocimiento que tenemos de él y que, a su vez, no es reducible a la epistemología. Para explicar esto se parte de la idea de que la ciencia es el resultado de una actividad humana, es decir, es un producto social, pero los mecanismos que trata de identificar operan y son independientes de su descubrimiento, lo que se denomina **intransitividad existencial** (Archer et al. 1998, xii). Los objetos del conocimiento deben tener, por tanto, **dos dimensiones, una transitiva y otra intransitiva**. La primera se refiere a las causas materiales aristotélicas y está conformada por el conocimiento científico actual en el que se incluyen hechos, teorías actuales y antecedentes, paradigmas, modelos, métodos y técnicas de investigación de las diferentes escuelas de pensamiento científico. La segunda concierne a la realidad del *ser* que existe de forma independiente del conocimiento de él, de la actividad del hombre e incluso de su propia existencia. Así, la dimensión transitiva corresponde con la epistemología mientras que la intransitiva alude a la ontología, separando de esta forma ambas dimensiones de la realidad (Bhaskar 1998a, p. 16).

La idea anterior puede ser explicada de forma más clara con el ejemplo de la *teoría de la selección natural* de Darwin, citado por Bhaskar (1998a, pp. 16-17), en el que la causa material que da lugar a la elaboración de la teorización serían los hechos de la variación natural y la teoría malthusiana de la población, entre otros aspectos. Sin embargo, el proceso de selección natural ha existido siempre y lo continuará haciendo de forma independiente a su descubrimiento y la manera en que Darwin redactó su teoría, de modo que su contenido no modifica ni anula dicho mecanismo de selección. Por este motivo, el realismo crítico concibe al mecanismo de selección natural como un objeto de conocimiento intransitivo, mientras que la redacción de teoría en sí (no el mecanismo), los hechos concretos que fueron observados y los experimentos llevados a cabo para su elaboración, junto con otros aspectos, serían los objetos transitivos. Los intransitivos pertenecen al dominio ontológico y son generalmente estructuras, mecanismos y procesos que han de distinguirse de sus manifestaciones en el mundo como eventos o hechos, a los que se puede acceder mediante aproximaciones científicas, como objeto de conocimiento, y que se materializan en objetos transitivos del conocimiento, es decir, en epistemología.

La distinción entre ontología y epistemología es el pilar fundamental del realismo crítico. Esta separación evita caer, según Bhaskar (1975, p. 26), en el reduccionismo de identificar el *ser* con el

conocimiento del ser a través de la experiencia humana, lo que denomina *falacia epistémica*. Para explicar este error se puede poner el ejemplo de las teorías de la *relatividad de general y especial* de Einstein⁴⁴ que, desde la visión postmodernista más extrema, sólo existen porque fueron elaboradas por el propio autor, es decir, el *conocimiento del ser* sería el propio *ser*. En relación a la visión positivista inicialmente no se podría demostrar desde el punto de vista positivo empirista al no poder ser observados los datos empírico observacionales⁴⁵, aunque sí fue posible desde los postulados del positivismo lógico preconizados por el Círculo de Viena⁴⁶. Desde el punto de vista realista crítico en ambos planteamientos se produce la *falacia epistémica*, pues, en el caso del postmodernismo, se confunde la existencia de los mecanismos que dan lugar a la teoría con el hecho de que haya sido elaborada por el hombre, mientras que desde el enfoque positivista se reduce su existencia a pruebas empíricas o lógico-matemáticas.

1.3.2.2. Principio de transfactualidad

Las leyes de la naturaleza, entendidas como mecanismos, tendencias y procesos, existen de forma independiente de los eventos y hechos que ellas causan, pero también de las experiencias observacionales empíricas que han sido generadas por los hechos. Los mecanismos de la naturaleza son *transfactuales*, es decir, actúan de forma permanente, invariable y continua, aunque muestren una variabilidad de hechos, efectos o resultados en los sistemas abiertos. La comprensión de este planteamiento requiere, por una parte, una profundización en lo que el realismo crítico entiende por ley de naturaleza y, por otra, y en relación con esto último, la diferenciación entre sistema abierto y cerrado.

En relación a lo primero, Bhaskar (1979, p.137) rechaza la idea de ley del positivismo que se elabora sobre la base de dos axiomas: el principio de invariancia empírica, es decir que las leyes son generalizaciones de las regularidades empíricas; y el de falsación/verificación por el que éstas son confirmadas o, en su caso, falsadas. Este planteamiento obedecería a la tradición *humeana* por la que las leyes causales se describirían a partir de los eventos en el sentido de que una misma causa produciría siempre el mismo efecto. De esta forma serían consideradas regularidades que se reducen a una conjunción de eventos y, a su vez, éstos a experiencias (observacionales/empíricas). Sin embargo, el realismo crítico se opone a esta idea (Bhaskar 1979, p. 138) sobre la base del segundo aspecto citado, la diferenciación de sistemas abiertos y cerrados, y sus implicaciones en el concepto empiricista de ley (Bhaskar 1979, p. 23; 2011, pp. 16, 82, 202). En este sentido, el sistema se considera cerrado cuando se observan regularidades de eventos que presentan un patrón determinado o conjunciones constantes, en el sentido de que siempre que ocurra X,

⁴⁴ Einstein (1916/1998) publicó una versión de la teoría de la relatividad especial y general adaptada a lectores científicos de filosofía sin tener que dominar el aparato matemático de la física teórica.

⁴⁵ Posteriormente, la primera verificación fue realizada por el propio Einstein analizando el perihelio de Mercurio. En la actualidad todos los satélites incluyen las correcciones espacio-temporales de sus trayectorias orbitales con la teoría de la relatividad.

⁴⁶ La teoría de la relatividad de Einstein contribuyó al desarrollo de los postulados positivistas lógicos (García Raffi 2011).

entonces acontecerá Y_1 , Y_2 , Y_3 , etc. Se puede citar, como ejemplo, el caso de un laboratorio en el que se realiza un experimento químico en condiciones aisladas de temperatura, energía y otros materiales⁴⁷.

Por el contrario, los sistemas abiertos no manifiestan ningún patrón de eventos regular, más bien se caracterizan por presentar la conjunción de una pluralidad y multiplicidad de causas y mecanismos generadores, muchos de ellos imprevisibles⁴⁸ (en contraste con el limitado y reducido número que se explica en los sistemas cerrados), siendo el tipo más usual que se manifiesta en la naturaleza⁴⁹. Además, el realismo crítico considera que, en el caso de las ciencias sociales, los fenómenos sociales sólo se presentan en sistemas abiertos, es decir, no se pueden concebir como cerrados, pues presentan características cualitativas diferentes a los sistemas naturales (creencias, valores, ideas, emergencia de nuevas estructuras, etc.) que los hacen irreducibles a objetos naturales (aunque en realidad emerjan de la naturaleza). En consecuencia, no pueden ser estudiados de la misma forma que los naturales (si bien están gobernados por los mismos principios que se describen en estos puntos) y, por tanto, experimentar con humanos, punto en el que esta corriente filosófica coincide con la tradición fenomenológica-hermenéutica (Bhaskar 1979, pp. 22, 95).

Las regularidades empíricas sólo pueden ocurrir en un sistema en el que el observador controla todos los efectos de otros mecanismos y procesos que pudieran inferir en los resultados mediante su intervención para eliminarlos y contrarrestarlos en condiciones de laboratorio a través del atomismo e individualismo metodológico. Por el contrario, en la naturaleza los sistemas son abiertos y el resto de las cosas que ocurren fuera del sistema en concreto (tendencias, mecanismos y procesos) no permanecen constantes sino que interfieren en todos los sistemas. La solución que se ofrece desde el positivismo es el cierre de los sistemas mediante el establecimiento de la cláusula *ceteris paribus* que serían articuladas en la naturaleza a través de la intervención humana para que se cumplan los requisitos iniciales establecidos como condición *sine qua non* para que se manifieste la regularidad y, por tanto, se verifique o falsacione la ley en el sentido positivista (Bhaskar 1975, p. 82). Sin embargo, el realismo crítico no comparte esta solución, pues considera que las leyes de la naturaleza, entendidas como mecanismos generadores, no son producidas por la experimentación y cierre de sistemas naturales con cláusulas *ceteris paribus*, sino que éstas pueden contribuir a identificar tendencias o procesos generadores que existen de forma independiente a su clausura. Asimismo, hay que remarcar que cuando se construyen estos condicionantes y cierres, se efectúan en términos de lo que “debería de ser” el

⁴⁷ Aunque existen otras formas de definir la apertura o cierre de un sistema (que serán abordadas en el capítulo siguiente), en este caso se ha optado por describirlo de modo en que se ha tratado en el realismo crítico.

⁴⁸ En esta línea, Bhaskar (1979, p. 95) señala como ejemplo que el hecho de que un mismo movimiento del cuerpo humano pueda ser utilizado para causar diferentes acciones y, a la vez, dicha acción pueda ser desarrollada por distintos movimientos del cuerpo.

⁴⁹ Aunque a veces es posible observar sistemas cerrados de forma puntual, local y parcial en física y química (como por ejemplo, una bolsa de petróleo en el subsuelo), y quasi-cerrados en biología (nunca se pueden cerrar del todo de forma permanente porque necesitan captar energía para las actividades biológicas).

sistema para que funcionase la ley, por lo que implican una carga normativa. El realismo crítico asevera que la aplicación de esta carga normativa a los sistemas sociales no está exenta de valores, motivo por el que rechaza la “objetividad” y la “neutralidad de valores” que preconiza el positivismo (y, en parte, la *teoría habermasiana* en el estudio de las relaciones ser humano-naturaleza) y, al mismo tiempo, asume que detrás de toda norma hay unos valores y una ideología de la cual no escapa la ciencia⁵⁰ (Bhaskar 1979, p. 58).

El realismo crítico no niega la utilización de las metodologías empiristas en la investigación, sino que las reduce al mundo de los sistemas cerrados restringiendo, de esta forma, su aplicabilidad al mundo social y, también, aunque en menor medida, al natural. El reconocimiento de las leyes como mecanismos transfactuales y no como argumentos empíricos y el predominio de los sistemas abiertos en el mundo hace relativizar el uso de las metodologías empiristas basadas en el atomismo y el individualismo, frente a otras más holísticas que permiten trabajar con sistemas abiertos como es el caso de las metodologías hermenéuticas, cuyo uso es preconizado especialmente para el estudio de los fenómenos sociales, facilitando, de esta forma, un acercamiento más próximo a la realidad que se trata de investigar (Potter y López 2001, pp. 12-13). Asimismo, el reconocimiento de la transfactualidad junto con la imposibilidad de aplicar las cláusulas *ceteris paribus* para el cierre de sistemas en el mundo real invalidaría el principio de Hume sobre causalidad y ley empírica, y, por consiguiente la argumentación positivista para la conceptualización ontológica y epistemológica del mundo (Bhaskar 1979, p. 95; Archer et al. 1998, xix; Bhaskar 1998a, p. 34). La principal consecuencia de este hecho es que se relativiza la capacidad de las teorías para realizar predicciones y enfatiza el potencial descriptivo, especialmente en el caso de las ciencias sociales, donde es imposible cerrar los sistemas objeto de conocimiento. Este aspecto habrá de ser tenido en cuenta a la hora de identificar epistemologías de una forma coherente con esta filosofía, en particular en el caso de la economía pues, como señalaba Naredo (1987/2003) en su revisión epistemológica de la economía expuesta en el apartado 1.2.1 *Antecedentes y bases ontológicas del positivismo*, las escuelas dominantes de pensamiento económico no asumen dichos postulados.

1.3.2.3. Principio de estratificación

La necesidad de distinguir, en primer lugar, los procesos, tendencias y mecanismos generadores de los eventos y hechos, en segundo lugar, los sistemas abiertos de los cerrados y, en tercer lugar, el dominio intransitivo (ontología) del transitivo (epistemología), implica el reconocimiento de categorías diferenciadas y jerarquizadas en distintos niveles o estratos. La multiplicidad de procesos que existen en la naturaleza se refleja en la pluralidad de epistemologías que los abordan (física termodinámica, teoría de la relatividad, geología, mecánica y biología cuántica, ecología, agroecología, etc.). Muchos mecanismos de la naturaleza pueden ser explicados a partir de otros,

⁵⁰ Un ejemplo de esto son los programas de investigación científica que dotan fondos para el desarrollo de proyectos de investigación en función de líneas de investigación que se prioriza en función de los valores de la sociedad a la cual va dirigido. El presupuesto y contenido de estos programas variarán en función de la ideología dominante en los diseñadores del programa.

pero no reducidos, porque, como se ha argumentado anteriormente, las estructuras y tendencias no emanan de los eventos (en el sentido *humeano*) sino que son generadas a partir de las propiedades de otros mecanismos y procesos, es decir, emergen en otro nivel. Si los procesos generadores son independientes de los eventos y hechos, y al mismo tiempo, no dependientes de la experiencia, al menos existirán tres estratos que corresponderán al dominio los mecanismos generadores, los eventos y la experiencia. Estos se muestran en la figura 1.1 y se describen en de la siguiente forma (Bhaskar 1975, pp. 46-48):

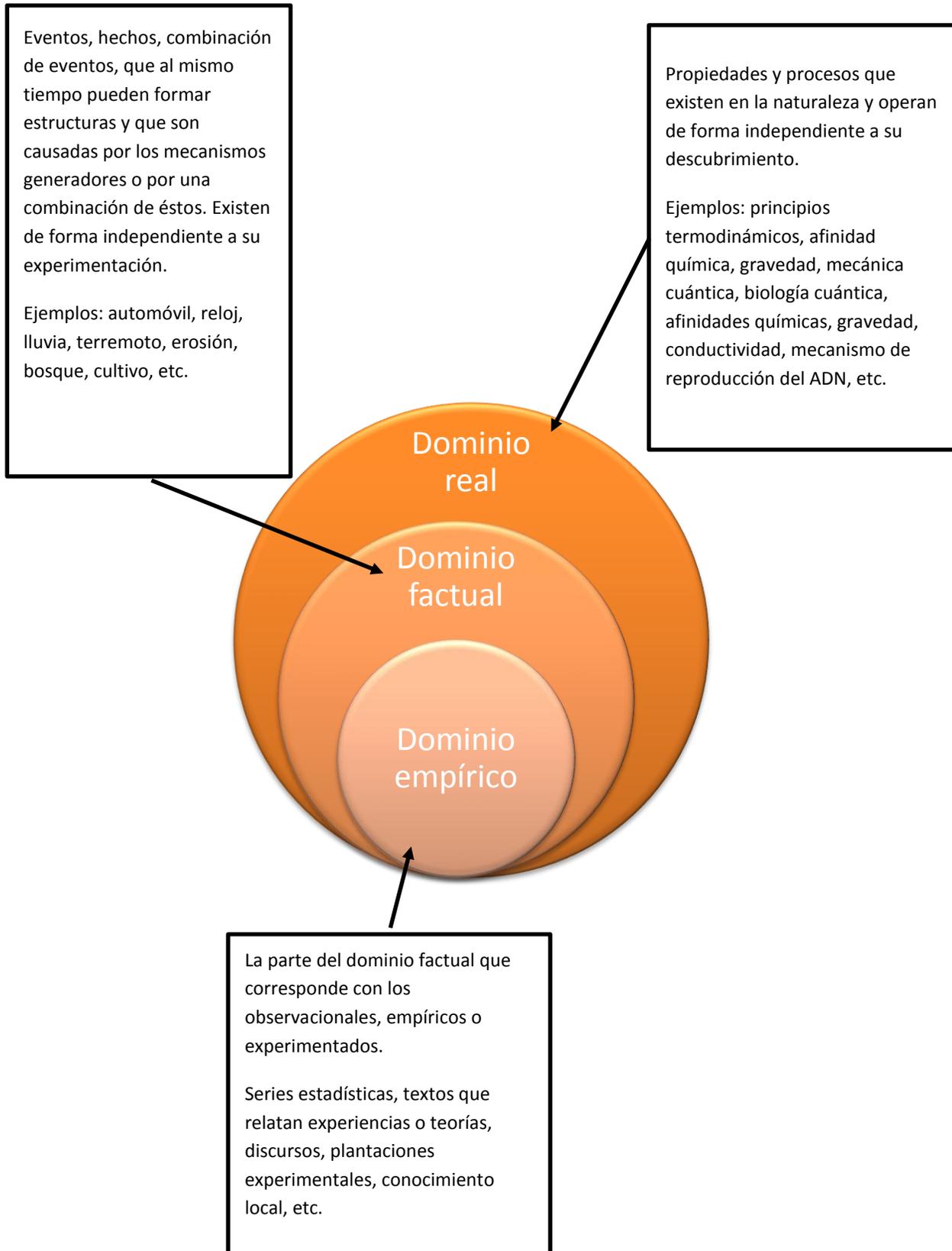
- 1) El dominio real, que concierne con las leyes causales y procesos y mecanismos generadores de tendencias. Como ejemplo, se podrían citar los principios de termodinámica, afinidad química, gravedad, mecánica cuántica, biología cuántica, mecanismos de reproducción de ADN, fotosíntesis, propiedades de los materiales (resistencia, maleabilidad, conductividad, etc.), entre otros. Estos procesos no poseen dimensión temporal, aunque los *efectos* que producen sí se manifiestan en el espacio-tiempo y emergen en el siguiente dominio de la realidad.
- 2) El dominio factual, que abarca a los hechos y eventos causados por los procesos y tendencias generativas, hayan ocurrido o no y sean o no experimentados. Como ejemplo se puede citar la lluvia, un terremoto, la erosión, un reloj, un automóvil, un bosque, un cultivo, etc. En este ámbito de la realidad se manifiestan todos los procesos de la naturaleza y los controlados o no por el hombre presentes en la esfera natural y antrópica del mundo.
- 3) El dominio empírico, que es el subconjunto de hechos observados u experimentados que pertenecen al dominio factual. En esta categoría se incluirían las series estadísticas, textos que relatan experiencias o teorías, narrativas, discursos, conocimiento local, plantaciones experimentales, pruebas de laboratorio, etc. Se trata, por tanto, de la esfera antropocéntrica de la realidad que es observada y experimentada por las personas (Bhaskar 1998, p. 26).

Por otra parte, en relación a las ciencias sociales y, más concretamente, a la sociedad es conveniente aclarar que Bhaskar (1979, pp. 41-42, 49) añade que existen tres limitaciones que afectan a las estructuras sociales como entidades reales que las hace diferir de las naturales en las dimensiones ontológicas: la primera se refiere a que las estructuras sociales no existen de forma independiente de las actividades que gobiernan; la segunda es que dependen de la concepción que tienen sus integrantes de las actividades que realizan; la tercera es que la duración de dichas estructuras no es absoluta, sino que es relativa en el espacio y tiempo. De esta forma, las estructuras sociales, aunque funcionan como las naturales en lo que concierne a la generación estratificada de eventos, actividades y mecanismos, sin embargo, a diferencia de éstas, presentan unos límites ontológicos que las hacen dependientes de las actividades, conceptos, espacio y tiempo en el que se desarrollan, y, por consiguiente, tanto de la dimensión transitiva como de la intransitiva. Estas tres limitaciones se materializan en un *principio relacional* por el que se supera la oposición holismo/individualismo en ciencias sociales contrastando, por una parte, con el

Capítulo 1. Bases ontológicas y epistemológicas para el estudio de la relación naturaleza-sociedad

individualismo *weberiano* y, por otra, con una concepción *durkheimiana* del grupo social de tipo “colectivista” (Bhaskar 1998, p. 211).

Figura 1.1. Estratificación de los dominios en el realismo crítico



1.3.2.4. Emergencia en la esfera social

En la realidad aparecen nuevos procesos y propiedades tanto en la esfera natural como humana. Bhaskar (1979/2005; 1998; 2011) argumenta que los sistemas vivos tienen la capacidad de determinar las condiciones de aplicabilidad de las leyes físicas a las que están sujetos y que dan lugar a nuevos procesos. La emergencia es un fenómeno que se manifiesta en el dominio físico y social aunque con ciertas diferencias entre ambos, pues los procesos que se conocen en la sociedad, aunque sean parcialmente análogos, no son reducibles a los identificados en el mundo natural. Esto se expresa en la siguiente cita:

“La emergencia de la sociedad es visible en la irreductibilidad de la causalidad de las formas sociales en la génesis de la acción humana (y el ser humano), y la emergencia de la mente, en la irreductibilidad de causalidad de las creencias en explicación de aquellos cambios en los estados del mundo físico que son el resultado de la intencionalidad de la agencia” (Bhaskar 2011, p. 91, traducción propia).

Por otra parte, aunque ambos aspectos están relacionados, los efectos que las causas naturales tienen en los seres humanos están mediados por la cultura, por lo que se materializan en productos culturales, mientras que los efectos que las acciones humanas tienen en la sociedad se manifiestan en instituciones. Para explicar el fenómeno de emergencia en la sociedad, Bhaskar (1979/2005) desarrolló el *modelo transformacional de la actividad social* o TMSA como se le conoce por sus siglas en inglés⁵¹. Parte de la idea de diferenciar lo social de las causas naturales o *materiales* en el sentido aristotélico⁵², debido a que, a pesar de que se necesita la existencia de unas propiedades previas para que surta efecto y una intencionalidad en cada acto, sólo existe en virtud de la agencia humana. La estructura social y la agencia son concebidas como interdependientes pero, a su vez, diferentes en esencia, lo que explica de la siguiente manera:

“la sociedad es tanto una *condición* omnipresente como un *resultado* continuo de la agencia humana: es la **dualidad de la estructura**. Y la agencia humana es tanto trabajo (concebido genéricamente), es decir, *producción* (normalmente consciente), como *reproducción* (generalmente inconsciente) de las condiciones de producción, incluida la sociedad: esta es la **dualidad de la praxis**” (Bhaskar 2011, p. 92, cursiva original, resaltado en negrita añadido, traducción propia).

De esta forma, los agentes reproducen de una forma no teleológica y recursiva en sus acciones motivadas y sustantivas las condiciones inmotivadas y necesarias para la obtención de su producción, de modo que la sociedad es el medio para conseguir el fin y al mismo tiempo el resultado de su actividad. En este modelo también existe una serie de límites naturales que

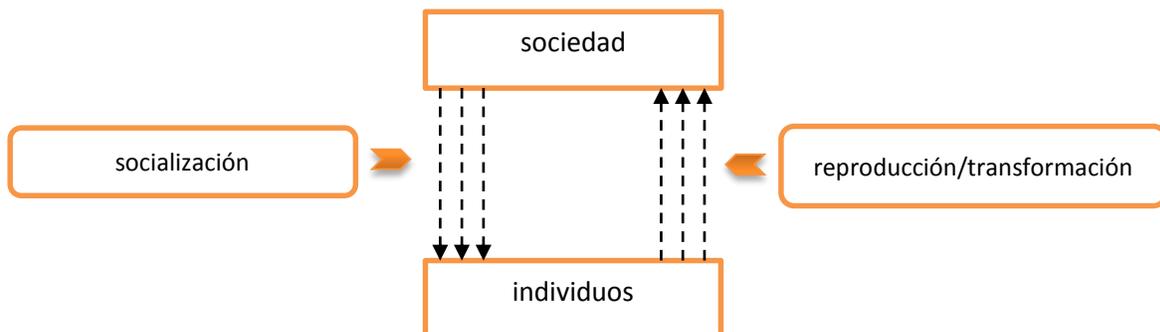
⁵¹ *Transformational Model of Social Activity*.

⁵² Aristóteles distingue cuatro causas para explicar el cambio: *causa material*, que refiere a la materia de la que surge algo; *causa formal*, específica a cada ser y determina la materia; *causa eficiente*, que actúa de estímulo o motor del proceso; *causa final*, la finalidad a la que el ser se dirige o *telos*. Las dos primeras son intrínsecas al ser, mientras que las dos últimas son extrínsecas (Russell 1946/2013).

condicionan el concepto y la actuación de las formas sociales a una dimensión del espacio y el tiempo. De ahí radica la necesidad de aplicar enfoques holísticos, históricos y hermenéuticos para explicar el funcionamiento de los fenómenos sociales (Bhaskar 2011, p. 93). El modelo transformacional de la actividad social permite salvar dos tipos de errores, uno ontológico relacionado con la reificación y voluntarismo, y, otro epistemológico, referido al determinismo social e individualismo metodológico. Pero también se superan las visiones parciales de las aproximaciones meramente estructuralistas, por un lado, e interpretativistas asociadas al postmodernismo, por otro (Bhaskar 1979/2005; 2011).

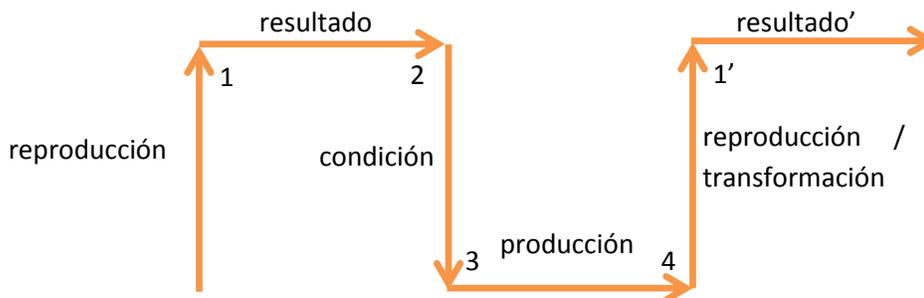
El enfoque del TMSA centra el estudio de la sociedad en el sistema de relaciones entre las posiciones y prácticas que los agentes reproducen y transforman (procesos sociales), pero también en las formas de interacción humana sobre la base de los procesos cognitivos. Todo este sistema de relaciones se ubica en el mundo físico mediante un vínculo relacional que es específico a un contexto espacial e histórico (Bhaskar 1979/2005; 1998; 2011). El nexo entre el modelo transformacional y la dualidad estructura/praxis se representa en los esquemas gráficos elaborados a partir de Bhaskar (2011) y que se exponen en las figuras 1.2 y 1.3.

Figura 1.2. Modelo transformacional de actividad social (TMSA)



Fuente: Bhaskar (2011, p. 94)

Figura 1.3. Estructura y praxis de la sociedad

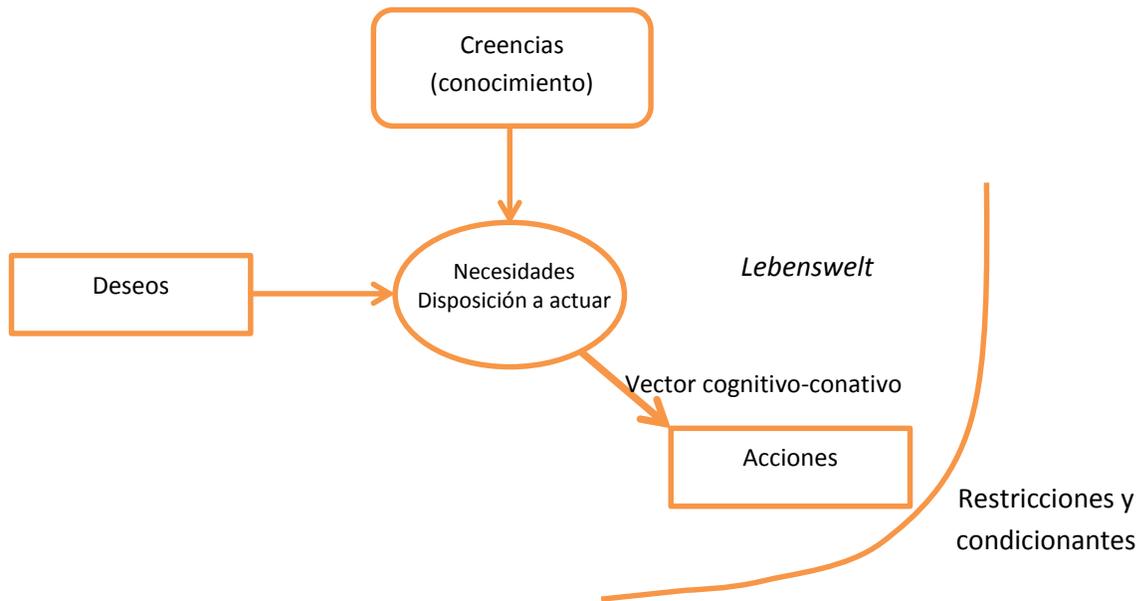


Fuente: Bhaskar (2011, p. 94)

El primero ilustra la doble relación del TMSA en la que, por una parte, la sociedad influye en los individuos mediante el proceso de socialización cultural (que abarca todos los ámbitos en los que el ser humano interactúa con otras personas) y, por otra, los individuos pueden modificar la sociedad a través los mecanismos de reproducción y transformación. En la figura segunda se muestran las conexiones entre la estructura social y la praxis. Por una parte, las consecuencias no intencionales y condiciones no reconocidas acotan la comprensión por parte de los actores del mundo social (posiciones 1 y 2, figura 1.3), mientras que las motivaciones no conocidas de forma inconsciente y las habilidades tácitas (situaciones 3 y 4, figura 1.3) restringen la interpretación de la realidad social dando lugar al resultado' e iniciando otro proceso cíclico en el punto 1'. En relación a estas limitaciones, el conocimiento desempeña una función *emancipadora* sobre los condicionantes en los puntos 2 y 3, por un lado, y sobre los efectos y características de la praxis en los puntos 1 y 4, por otro. De este modo, existe una conexión entre los objetivos de la teoría crítica *habermasiana* y el *realismo crítico*, aunque con diferencias respecto a la dimensión ontológica y epistemológica.

Por otra parte, el modelo transformacional también considera los procesos cognitivos que conciernen a la agencia humana. En este sentido, Bhaskar (2011, p. 94) argumenta que el discurso presupone una distinción entre las razones reales y las posibles sobre la base de su eficacia causal. El raciocinio es una propiedad de la conducta humana que es consustancial a un proceso de reflexión y evaluación de sus resultados. Si el raciocinio difiere o diverge de la motivación se abre una posibilidad para la *racionalización* (Habermas 1981/1999a), es decir, para el reemplazo de determinados valores, tradiciones y emociones como mecanismos de motivación para el comportamiento. Las razones reales que conducen a la acción se sustentan sobre las necesidades que crean las motivaciones inmediatas y los condicionantes del contexto que la restringen. Estas pueden ser concebidas como creencias eficaces, las cuales pueden ser conscientes o inconscientes, que forman un "vector cognitivo-conativo" que impulsa la acción (Bhaskar 2011, pp. 94-95). Desde esta visión, el mundo de la vida o *Lebenswelt* (Heidegger 1927/2005) es iniciado, condicionado y cerrado fuera de su propio mundo, a diferencia de la concepción de la tradición fenomenológica hermenéutica, lo que conduce a superar el *círculo hermenéutico* más allá de cual existe otra dimensión de la realidad que afecta a la sociedad y que trasciende a su existencia, como se observa en la siguiente figura.

Figura 1.4. Esquema de funcionamiento del vector cognitivo-conativo



Fuente: adaptación a partir de Bhaskar (2011, p. 95).

1.3.3. Implicaciones epistemológicas del realismo crítico

El realismo crítico, como cualquier metateoría, parte de unas suposiciones previas que han sido expuestas anteriormente y que se resumen principalmente en la distinción entre ontología y epistemología mediante la asunción de que la realidad está estratificada en dos dimensiones, una transitiva y otra intransitiva. Esto conlleva importantes diferencias a la hora de acceder al conocimiento en relación al positivismo, las corrientes postmodernistas-constructivistas y la teoría crítica, que se comentarán a continuación. Su comprensión permitirá establecer un criterio para discernir sobre la viabilidad de construir o no vínculos epistemológicos y metodológicos con las metateorías dominantes descritas en los primeros apartados, así como las posibles condiciones y supuestos de partida que deberían ser tenidos en cuenta.

La introducción de estas dos dimensiones supone dos consecuencias en relación con el postmodernismo y el positivismo. En particular, el realismo crítico conecta con el postmodernismo en la concepción de la dimensión transitiva al reconocer que el conocimiento científico es un *constructo social* que, además, debe de servir a la humanidad, por lo que su práctica no escapa de subjetividad de los juicios de valor, que son subjetivos y transitorios. La actividad científica supone el desarrollo de unas prácticas que siguen una determinada lógica de acuerdo con los valores, creencias y procesos concretos característicos de un determinado marco histórico-temporal fuera

del cual carecerían de sentido. Esta concepción es rechazada radicalmente por el positivismo, que considera al conocimiento libre de valores, aunque en su visión originaria modernista-ilustrada buscaba el progreso de la humanidad (Comte 1844/1987), lo que en el fondo supone la presencia tácita de valores asociados a dicho progreso. Por el contrario, el realismo crítico no sólo reconoce la existencia de la carga de valores, sino que además establece que la ciencia debe contribuir a la emancipación del hombre, que consiste en la transformación de una “fuente de determinación no deseada a otra deseada” (Bhaskar 2011, p. 90, traducción propia), idea que lo vincula con la teoría crítica de Habermas (Potter y López 2001; Hartwig 2011).

Por otra parte, la coexistencia de una variedad de creencias lleva implícito una pluralidad de formas de conocer el mundo, es decir, un *relativismo epistémico* (Bhaskar 1979, p. 62). Así, por un lado, en el caso del positivismo las formas de entender el mundo serían reducidas a una única epistemología (*absolutismo epistémico*⁵³) sobre la base de exclusión del campo científico de todas aquellas variedades de conocimiento que no se ajustasen a las normas establecidas sobre lo que debería de ser ciencia (verificacionismo/falsacionismo)⁵⁴. Por otro lado, en alusión al postmodernismo, el relativismo es compartido sólo en parte, pues existen diferencias significativas que se van a exponer a continuación con la descripción de las razones que justifican su adopción.

La aceptación del relativismo epistémico se explica por la necesidad de buscar formas de conocimiento que contribuyan a explicar un mundo natural y social caracterizado por presentar sistemas abiertos interconectados entre sí en los que se manifiesten los efectos de una multiplicidad de mecanismos, tendencias y procesos naturales y sociales que, a su vez, a partir de sus propiedades y de su interacción con otros, pueden dar lugar a la emergencia de nuevos mecanismos, tendencias y procesos con otras propiedades conocidas o desconocidas, latentes, ocultas o con efectos visibles que pueden activar, compensar o neutralizar los eventos causados por otras. Esta argumentación permite suponer que **un evento puede estar influenciado por una multiplicidad de causas**. En este sentido, la mayor parte de los fenómenos sociales, al igual que los eventos naturales, son determinados *coyunturalmente* y, como tal, deben de ser explicados en términos de dicha multiplicidad. Esto no significa que el comportamiento humano (y también el natural) esté determinado por las estructuras (sociales y naturales), sino que sólo está *limitado* por dichos mecanismos. Además, dada la contingencia de las relaciones que se presentan en dichos fenómenos, la explicación de lo que sucede requiere contemplar la *totalidad* de los aspectos que intervienen en su manifestación, incluidas las relaciones internas y externas al sistema (Bhaskar 1979, pp. 39 y 47, resaltado en cursiva original).

Para comprender la idea de totalidad se puede poner el ejemplo de cómo abordar el estudio de las relaciones de producción desde el enfoque del realismo crítico. Para ello, han de considerarse las condiciones externas e internas en relación a los aspectos sociales y materiales (artificiales y

⁵³ Este absolutismo epistémico también podría ser considerado un tipo de *idealismo*, si se parte de la idea de que toda práctica social lleva parejo juicios de valor (Bhaskar 1979, p. 62).

⁵⁴ Como se vio en el apartado del positivismo, en el caso de que no cumplan las reglas, estos conocimientos no serían científicos y quedarían relegados a la categoría de metafísica o de pseudociencia.

naturales) que afectan a la organización de la producción. Así, habría que tener en cuenta el funcionamiento, propiedades y características de las estructuras y procesos sociales, normas y valores que influyen, pero también las estructuras y procesos naturales que afectan a los medios de producción, las materias primas y energía necesaria para la actividad económica. Esto sólo puede ser abordado desde un enfoque epistemológico holista que sea capaz de identificar, analizar y extraer conclusiones sobre los procesos, mecanismos y tendencias subyacentes que afectan a los fenómenos que se tratan de estudiar. Por tanto, hay una libertad epistemológica para escoger los marcos teóricos y conceptuales que mejor se adapten a la cuestión a investigar, lo que confiere un amplio margen en la utilización de teorías y metodologías para explicar la realidad.

No obstante, es conveniente poner en relieve que la adopción de un *relativismo epistémico* tiene unas limitaciones importantes. En primer lugar, no implica la asunción de un *relativismo de juicio* por el que todos los valores o creencias serían igualmente válidos y, por consiguiente, carecieran de una justificación racional que impidiese al sujeto realizar una elección u otra⁵⁵. Por el contrario, si una persona opta por una creencia o valor, su decisión la habrá realizado en función de unos motivos racionales que pueden ser codificados en un sistema de normas, principios y valores que son seguidos bien de forma implícita o explícita (Bhaskar 1979, p.63; 1998b, p. 236; Collier 1998b, p. 450). Sin embargo, lo que en este aspecto distingue el realismo crítico del postmodernismo es el alcance de la racionalidad en función de las respectivas conceptualizaciones de la realidad. Así, el primero contempla, a diferencia del segundo, que los argumentos racionales para la preferencia de una teoría científica u otra van más allá de su mera justificación en la esfera humana al encuadrarlo en una perspectiva más amplia mediante la incorporación del dominio ontológico en la realidad a estudiar como objeto de conocimiento. De esta forma, se supera el antropocentrismo característico del postmodernismo y constructivismo, cuya verdad científica se justificaría a través de la construcción de una pluralidad de racionalidades que, al no contemplar una ontología (su existencia se niega al menos en la versión más radical constructivismo, o bien se considera *nouménica* en la tradición *kantiana* y, por tanto, sólo accesible a través de la metafísica) no obedecerían a una objetividad, sino que están asociadas a creencias, valores y prácticas humanas, y, por consiguiente, a una subjetividad. Pero también se distancia de la teoría crítica de Habermas debido a que sus seguidores construyen la realidad mediante un consenso en la sociedad en el que no se tiene por qué tener en cuenta la realidad de naturaleza, punto en el que el realismo crítico discrepa al considerar que la verdad está en la naturaleza de las cosas y que el consenso no tiene por qué implicar un acceso directo a ella (Potter y López 2001, p. 14; Hartwig 2011, p. 491). De esta forma, el reconocimiento de una lógica en la que prime lo natural sobre lo humano en el campo de la investigación científica, es decir, que acepte una jerarquía de lo natural sobre la actividad humana (por ejemplo, asumiendo que los principios de termodinámica condicionan los sistemas de producción industrial, y por tanto interiorizándolo en el proceso decisional de organización de la producción) va a depender en el postmodernismo, constructivismo y teoría crítica de un acto o reacción voluntarista (Bhaskar 1998a, p. 32) que en última instancia estará en

⁵⁵ En cuyo caso se caería un *irracionalismo* (Bhaskar 1979, p. 62).

función de lo que dicha corriente de pensamiento concibe como realidad, es decir, la experiencia humana y el discurso inserto el contexto del mundo en que vive, según la tradición fenomenológica-hermenéutica y sus principales variantes postmodernas y constructivistas.

En definitiva, la comprensión de la naturaleza por parte de las corrientes anteriores es antropocéntrica, por lo que toda argumentación o discurso sobre la relación hombre-naturaleza ha de ser forzosamente subjetiva y dependiente de los valores. Por el contrario, los autores del realismo crítico consideran que existe cierto grado de objetividad como resultado de la inclusión del dominio ontológico, aunque nunca será absoluta al considerar a la epistemología como un objeto de conocimiento transitivo (influida por los valores), pero se acercará a ella en la medida en que mejoren y perfeccionen las prácticas, procedimientos y métodos para la comprensión de cómo nos afectan las propiedades, mecanismos y procesos latentes y ocultos yacientes en el dominio ontológico (Potter y López 2001, p. 12; Collier 2003; Archer 2004; Archer y Outhwaite 2004).

Finalmente, la argumentación anterior se comprende mejor con el ejemplo del estudio de culturas que han colapsado, como es el caso del pueblo de la isla de Pascua, la civilización maya, o los indios anasazi (Nuevo México, EE.UU.), que fueron investigados por Diamond (2005/2006) desde un enfoque holista en el que se consideraron los mecanismos y procesos naturales, así como las estructuras sociales. Los resultados indicaron que estas culturas perecieron porque no fueron capaces de dar respuesta a los cambios y eventos producidos tanto por su propia organización y práctica social (en la que se incluyen las prácticas agrícolas) como por causa de los procesos naturales sobrevenidos, en concreto largos periodos de sequías en el caso anasazi⁵⁶ y maya⁵⁷, que además ocurrieron de modo independiente a sus prácticas y experiencias, o bien simplemente por no considerar los mecanismos naturales del ciclo de reposición de recursos en la isla de Pascua⁵⁸, lo que finalmente dio lugar a su desaparición como culturas. En resumen, el problema de fondo

⁵⁶ Los anasazi (siglos X-XIV) eran una cultura agrícola y vivían en lo que en la actualidad es parte del territorio de Nuevo México, con cierto grado de complejidad y estructuras sociales que se habían adaptado de forma eficiente a las condiciones naturales, pero con una población elevada para las características del medio de modo que vivían en el límite de la capacidad de reposición de los recursos. Una sequía sobrevenida y duradera supuso una disminución radical de los recursos, crisis alimentarias y guerras por el acaparamiento de recursos, así como su desaparición (Diamond 2005/2006).

⁵⁷ La civilización maya (1000 a. C – 900 d. C) presentaba una densidad de población alta, junto con unas prácticas agrícolas poco eficientes en comparación con otras culturas agrarias – un campesino de la cultura maya producía una cantidad para alimentar al doble de su familia, mientras que en el Antiguo Egipto, un agricultor era capaz de producir cinco veces más de la necesidades alimentarias del núcleo familiar (Diamond 2005/2006, p. 138) – y un consumo de recursos superior a la capacidad de reposición de la naturaleza. A esto hay que añadir el largo periodo de sequías que sobrevino y que no recibió la respuesta adecuada por parte de las estructuras sociales, las cuales no sólo no captaron los problemas de fondo, sino que además las élites agravaron las consecuencias de los procesos naturales extrayendo los escasos recursos disponibles para realización de grandes obras faraónicas no productivas.

⁵⁸ El pueblo de la Isla de Pascua (aprox. s. IX-XVIII) practicaba un consumo de recursos superior a la tasa de reposición de los procesos naturales que se vio agravado por un sistema natural relativamente aislado para los seres humanos que impedía obtener de forma artificial a través del comercio, intercambio o apropiación los recursos materiales necesarios para el mantenimiento de su cultura. Las estructuras sociales respondieron con guerras internas y prácticas canibalistas hasta su colapso definitivo (Diamond 2005/2006).

que tuvieron los habitantes de estas sociedades es que no fueron capaces de observar a través de su experiencia las características de los procesos estructurales y tendencias, tanto sociales como naturales que acabarían afectando negativamente a la viabilidad de su cultura como forma de vida. Aunque en el estudio de Jared Diamond (2005/2006) no hay un marco teórico explícito (por las características de la publicación) se utiliza de forma implícita una variedad de epistemologías y metodologías de investigación procedentes de las ciencias naturales y sociales con el objetivo de identificar las verdaderas y múltiples causas del colapso de pueblos desaparecidos. Asimismo, también hay implícito un modelo de jerarquización de los procesos naturales y mecanismos sociales de organización en función del grado de apertura sistémica de las sociedades y de los entornos naturales en que se desarrollan, lo que supone de forma tácita una estratificación de los objetos de estudio en varios niveles, en donde los procesos naturales ocupan el estrato principal en la jerarquía. Por estos motivos, este enfoque podría ser encuadrado en el marco del realismo crítico, tanto a nivel ontológico como epistemológico.

En conclusión, el realismo crítico establece unos principios ontológicos sobre la base del reconocimiento de la existencia de una jerarquía relacional que permite vincular las distintas realidades. Pero estas relaciones no son deterministas, sino que sólo condicionan a las distintas facetas del mundo, tanto en la esfera de los sistemas naturales como sociales en la medida en que estos son abiertos e interaccionan entre sí dando lugar, a su vez, a la emergencia de nuevas propiedades. De esta forma, el conocimiento del ser deberá ser abordado por una epistemología que asuma los postulados y principios del realismo crítico. En este sentido, las epistemologías de la complejidad y la transdisciplinariedad se presentan como los esquemas conceptuales más apropiados para el conocimiento de la realidad, pues conectan en el enfoque ontológico descrito en los puntos anteriores, aspecto que se trata en profundidad en el siguiente epígrafe.

1.4. Epistemologías de la complejidad y transdisciplinariedad

1.4.1. Epistemología de la complejidad

1.4.1.1. Distinción entre complejidad generalizada y sistémica

Edgar Morin fue uno de los autores pioneros en tratar la complejidad desde un enfoque epistemológico⁵⁹ con la intención de ofrecer un marco general para la comprensión de la realidad, que es concebida como un conjunto complejo de interacciones que sólo se puede afrontar desde una visión holística que superase el tradicional reduccionismo positivista⁶⁰ (Morin 1977/2001,

⁵⁹ Otro autor pionero en el enfoque de la complejidad fue el psicólogo y filósofo ruso Vygotsky (1932/1986).

⁶⁰ Morin (1986/1999) construye su *epistemología de la complejidad* a partir, por un lado, de los postulados de la *epistemología piagetiana* para articular el conocimiento desde un punto de vista biológico y cognoscitivo, y, por otro, de la epistemología de Bachelard (1940, 1953), para justificar que una única teoría no es capaz de explicar la compleja realidad por sí misma, sino que se necesita la conjunción de varias. Asimismo, considera que la visión y percepción que tenemos del mundo se realiza a través de procesos complejos que denomina *pensamiento complejo*, entendido como una forma de conocimiento a partir de la

1986/1999, 2002). Una de las principales aportaciones que realizó Morin (2007) es la distinción entre complejidad restringida y generalizada, correspondiendo la primera a una descripción de la realidad mediante métodos empíricos que la reducen a una modelización sistémica sobre la base de la utilización de lenguajes formales lógico-matemáticos⁶¹, mientras que la segunda concierne a la conceptualización más amplia en la que la separación entre objetos, disciplinas, nociones, y entre objeto y sujeto de conocimiento “debería ser sustituida por un principio que mantuviese la distinción, pero que intentase establecer las relaciones entre las partes” (p. 11, traducción propia). Asimismo, estos enfoques no se consideran contrapuestos, sino que la visión generalizada de la complejidad integra a la restringida, pero no al revés (pp. 27 y ss.), de acuerdo con su planteamiento inclusivo.

Sin embargo, la elección de una perspectiva generalizada entraña dificultades teóricas a la hora de aplicarla en la práctica, pues se podría caer en el error de “reducir” la descripción de la realidad al holismo (síntesis) eliminando toda posibilidad de reduccionismo (análisis) que ofrecen las corrientes sistémicas de la complejidad. Aunque Morin (1977/2001, p. 149; 1999, p. 120; 2007) defiende estos argumentos, el núcleo principal de su epistemología de la complejidad (*La Méthode*⁶²) fue elaborado en la década de los setenta, en cuyo contexto histórico había un predominio en las ciencias sociales de las corrientes de pensamiento postmodernista y constructivista que propugnaban una visión antipositivista de la epistemología que influyó en la primera etapa del desarrollo de su obra. Este hecho se observa en su crítica al reduccionismo referida tanto a las ciencias naturales, en mención a la simplificación del *todo* a la *physis* y lo mecánico, como a las sociales, en alusión a la concreción de la totalidad al dominio *antropo-social* (Morin 1977/2001, p. 312). La solución que propone es la sustitución del reduccionismo por un “bucle teórico” consistente en concebir lo físico como inseparable de lo social y viceversa, o como describe con sus propias palabras: “confrontar el enraizamiento antropo-social, no sólo de la máquina artificial⁶³, sino de todo concepto de máquina⁶⁴, y el enraizamiento físico de la máquina antropo-

incertidumbre, sin simplificaciones ni reducciones de la realidad, o como él lo describe con sus propias palabras: “el pensamiento complejo reconoce a la vez la imposibilidad y la necesidad de una totalización, de una unificación, de una síntesis. Por tanto debe tender trágicamente a la totalización, la unificación, la síntesis, al mismo tiempo que lucha contra la pretensión de esta totalidad, de esta unidad, de esta síntesis, con la consciencia plena e irremediable del inacabamiento de todo conocimiento, de todo pensamiento y de toda obra” (Morin 1986/1999, p. 38).

⁶¹ Morin (2007) asocia la complejidad sistémica a los planteamientos del Instituto de Santa Fe y los enfoques del *constructivismo radical*.

⁶² Morin (1977/2001).

⁶³ La noción de *máquina artificial* alude a la idea de artefacto mecánico creado por el hombre que contiene ciertas propiedades relacionadas con el automatismo (ingenios, motores, ordenadores, etc.) y que diferencia del concepto de *máquina viva* para representar el comportamiento de las relaciones mecánicas de los organismos vivos (Morin 1977/2001, pp. 198 y ss.). Así, de esta forma, expresa la diferencia entre mecanicismo creado por el hombre y mecanicismo de la naturaleza.

⁶⁴ Por *máquina* entiende una noción preindustrial consistente en conjunto de disposiciones complejas que funcionan desde una forma regular y regulada (Morin 1977/2001, p. 177).

social⁶⁵ (p. 312). De este modo, no sólo la idea social del mecanicismo debe referirse a lo físico, sino que también la noción física de la máquina debe vincularse a la realidad social (p. 313). Una vez expuesta esta argumentación se observa que el enfoque *moriniano* sustituye el reduccionismo por una abstracción de la realidad que sigue siendo marcadamente holista, lo cual no es óbice para reconocer su contribución a la superación de la diferenciación entre ambas perspectivas en un contexto histórico dominado por las corrientes antipositivistas en las ciencias sociales.

Esta crítica es compartida por Cilliers (2010, p. 4), Byrne (2010, pp. 63, 68; 2014, pp. 58-59), Preiser y Cilliers (2010, p. 274), Audouin et al. (2013) y Byrne y Callaghan (2014), quienes reconocen las aportaciones de Morin pero afirman que el dilema entre holismo y reduccionismo no puede resolverse eliminando el último de forma radical, pues argumentan que cualquier tipo de aproximación al mundo es una representación que se realiza sobre la base de una reducción que siempre dejará fuera elementos y relaciones, lo que se justifica por la imposibilidad de plasmar en cualquier descripción todos los elementos e interconexiones de la realidad (Cilliers 2005a, p. 258). Este tipo de descripción de la realidad en la que se asume holismo y reduccionismo se relaciona con el esquema conceptual de los **sistemas complejos**, cuya descripción se realiza en el siguiente punto.

1.4.1.2. Sistemas complejos

Introducción

Su desarrollo inicial estaba polarizado a finales de la década de los noventa en dos enfoques no excluyentes que tenían en común algunos principios ontológicos, aunque mostraban diferencias epistemológicas. En esta línea, la visión de Cilliers (1998) enfatiza la adopción de una combinación de influencias postmodernas y *deconstructivistas* procedentes de las ciencias cognitivas (redes neuronales) y del lenguaje que da lugar a una aproximación interpretativa (que no ha de ser entendida en términos relativistas, sino como una descripción de una realidad referida a una determinada escala) junto con la necesidad de poner límites a la realidad y, por tanto, la aceptación del reduccionismo. Por otra, la perspectiva de Byrne (1998) se centra, por un lado, en el papel que desempeñan los procesos disipativos de la energía en estado de no equilibrio (en los que tienen cabida ciertas metodologías positivistas) en la configuración de la complejidad y, por otro, en el reconocimiento de la existencia de jerarquías no deterministas que dan lugar a procesos de emergencia.

Sin embargo, a pesar de las diferencias iniciales, las dos corrientes han evolucionado a posiciones comunes sobre *complejidad generalizada* sobre la bases de una ontología que reconoce la existencia de una realidad que es imposible de abarcar y, por tanto, sólo puede ser accedido mediante métodos reduccionistas (Cilliers 2005a; 2005b). La descripción de este tipo de

⁶⁵ Por máquina antro-po-social se refiere a todos los “mecanismos” creados por el hombre, tanto los materiales (máquinas artificiales) como los inmateriales (entre otros, normas, mecanismos organizaciones y forma de regulación).

complejidad generalizada no puede ser captada mediante el uso de un lenguaje formal, sino que se ha de recurrir a una pluralidad de descripciones de la realidad articuladas mediante una visión transdisciplinar que abarca lenguajes no formales, especialmente para la explicación del funcionamiento de los sistemas sociales, pero también formales, en particular para ofrecer aproximaciones de la realidad desde la perspectiva de las ciencias naturales (Cilliers y Preiser 2010, p. vi). Finalmente hay que considerar dos aspectos importantes, uno que concierne a la articulación metodológica y otro que concierne a la interpretación del resultado: el primero se refiere a que la elección de los métodos se debe de realizar evitando, por una parte, el relativismo interpretativo y, por otra, el universalismo empirista; el segundo alude a que el discurso que resulta de la aproximación no está exento de valores, los cuales han de ser expuestos de forma explícita y transparente (Buijs et al. 2009; Cilliers y Preiser 2010; Byrne y Callaghan 2014; Minger 2014).

Con este planteamiento se supera definitivamente el dilema holismo/reduccionismo que había caracterizado a las primeras aproximaciones sobre la complejidad en el siglo XX. El desarrollo del marco ontológico del realismo crítico a finales del siglo XX y su consolidación a principios del XXI ha posibilitado la elaboración de un esquema ontológico y epistemológico que permite encuadrar y articular la conceptualización de los sistemas complejos de una forma coherente por la que se justifican las diferencias entre teorías de acuerdo con el reconocimiento de una realidad multicausal, multidimensional y transdisciplinar (Reed y Harvey 1992; Byrne 2011; Gerrits y Verweij 2013; Byrne y Callaghan 2014; Minger 2014).

Características de los sistemas complejos

Un sistema complejo está constituido por componentes que interactúan entre ellos de forma dinámica y dan lugar a propiedades que son diferentes de las que caracterizan a los elementos que las generan. Las interacciones pueden ser de naturaleza material y no material (como, por ejemplo, a través del intercambio de información), manifestar efectos *no lineales* (pequeñas causas inducen grandes cambios y viceversa), ocurrir en un rango restringido ocasionando efectos en rangos más amplios mediante la intervención de otros componentes (a través de su potenciación, modulación y eliminación), así como presentar bucles y círculos de retroalimentación, de modo que la actividad de un elemento puede tener consecuencias en el propio componente. Asimismo, el sistema complejo opera bajo condiciones de sistema abierto interactuando con su entorno en circunstancias fuera del equilibrio e influenciado, al mismo tiempo, por el contexto de su pasado (historia del sistema). Por último, cada elemento del sistema ignora el comportamiento del resto del sistema, incluso como unidad, respondiendo solamente a la información disponible a nivel local del componente (Cilliers 1998; de Villiers-Botha y Cilliers 2010, p. 27-28).

El hecho de que el sistema sea abierto y, por tanto, esté conectado con el exterior dificulta su representación en función de un determinado límite debido a que siempre se dejarán fuera relaciones y elementos cuyos efectos sobre el sistema serán omitidos. Sin embargo, esto no debe ser interpretado como un argumento por el que no se pueden construir representaciones

razonables, sino más bien que las limitaciones son ineludibles y deben de ser reconocidas (Cilliers 2005b, p. 608). Cualquier representación del límite del sistema y las relaciones entre los elementos es una reducción de la complejidad que comporta una distorsión. Este razonamiento implica que es necesario distinguir el conocimiento del sistema de su propia existencia, es decir, separar la epistemología de la ontología en el sentido del realismo crítico. En esta línea, Cilliers (2005b) expone que hay hechos que existen de forma independiente al observador del sistema (p. 609), pero estos necesitan ser interpretados para extraer un significado que para nosotros sólo tendrá sentido dentro del contexto del conocimiento humano, el cual, no es simétrico, perfecto, completo o ahistórico, al mismo tiempo que está influenciado por las relaciones de poder (p. 610). De este modo, la definición de límites del sistema requiere una atención especial y un análisis más profundo.

Una forma de tratar con el problema de la definición del límite o encuadre (*framing*) es realizar lo que se denomina una *clausura operativa* (Luhmann 1997/2006, p. 66), que consiste en que un sistema, para mantener su identidad, se reproduce internamente mediante la *autopoiesis* (Maturana y Valera 1972), que es un proceso por el que las interacciones y transformaciones internas del sistema regeneran la red de relaciones que lo han producido haciendo emerger el límite del sistema. Sin embargo, la principal crítica que se puede efectuar desde la perspectiva de la complejidad a esta visión es que no recoge la función que el entorno desempeña en el propio sistema (Cilliers 2005b, p. 610). En este sentido, la frontera no debe ser interpretada como una separación entre el sistema y entorno, sino como el nexo de unión entre ambos que, además, no tiene por qué estar concebido en términos espaciales, pues las partes del sistema pueden existir en diferentes lugares discontinuos e incluso virtuales que además pueden pertenecer a sistemas distintos (p. 611). Esto induce a pensar en una visión no organicista en la que caben componentes subjetivos e interobjetivos, aunque esto no quiere decir que sean arbitrarios, sino que la inclusión de unos tiene más significado que la incorporación de otros. Sin embargo, dada la naturaleza contingente e histórica de los sistemas complejos, el encuadre del sistema y la interpretación de su significado tendrá que ser revisada y adaptada a través de un proceso continuo en el tiempo (p. 612).

En relación a la idea de emergencia, Elder-Vass (2005, 2007, 2010) elaboró una conceptualización en el marco del realismo crítico que sirve para explicar la aparición del fenómeno tanto en la dimensión social como natural. Este autor se sustenta en la idea de Cilliers (1998) y Cunningham (2001) de que la emergencia consiste en nuevas propiedades que emanan de las partes que la conforman en un determinado contexto, y que, además, son distintas a las que corresponden a éstas, con el objetivo de mantener un conjunto estable de relaciones y dar lugar a un nuevo tipo de totalidad. El hecho de que una entidad surja a partir de un conjunto de procesos significa que sus relaciones tienen la capacidad de ejercitar una influencia causal, pero, para que emane la emergencia, se tienen que presentar dos factores que se explican a continuación.

El primero se refiere a que se manifiesten las circunstancias para la existencia de un determinado tipo de partes o elementos constitutivos que posean, asimismo, un conjunto concreto de interacciones *sincrónicas*. Estas originan las fuerzas causales que dan lugar a la nueva entidad, la

cual tendrá nuevas propiedades *diacrónicas* con respecto a nivel anterior de la realidad (Bhaskar 1979). Por otra parte, el segundo tipo de procesos alude a que la emergencia está condicionada a que las nuevas propiedades que configuran la entidad puedan ser mantenidas en el tiempo por sus constituyentes. A partir de esta explicación, el primer factor se relaciona con la *morfogénesis* o causas que originan la emergencia, mientras que el segundo concierne a la *morfostasis* o procesos que mantienen su estabilidad (Elder-Vass 2007, pp. 162-163). En ambos casos se incluyen tanto interacciones internas al sistema como externas relacionadas con el contexto.

Por otra parte, hay que señalar que el grado de complejidad no surge como respuesta al nivel de desorden del entorno, es decir, no emerge en el límite del orden y el caos o de la transformación del desorden y caos en orden, sino que depende del grado de libertad que manifiesta el conjunto de interrelaciones e intercambios del sistema, o lo que es lo mismo, su estructura. Si el sistema muestra un elevado **grado de complejidad** se debe a que su estructura restringe el comportamiento de las partes a formas más especializadas **sobre la base de una diferenciación** (Cilliers 2010, p.9). Esta diferenciación no tiene por qué significar oposición entre dos elementos o relaciones, sino que al menos existe algún tipo de diferencia, a pesar de los elementos que puedan tener en común y que, además, son necesarios para que estén vinculados al sistema. La presencia de una diferencia entre dos componentes supone una distinción del contenido entre ambos o, expresado de otra forma, que se manifiesta una relación de diferenciación entre ambos que implica la imposición de una restricción del significado y, por tanto, al componente del sistema. Cuanto mayor sea el número de relaciones que se presente entre los componentes, mayor será el grado de restricción de cada una de las relaciones y, por tanto, más elevado será el nivel de diferenciación, diversidad y riqueza de contenidos, o en otras palabras, el sistema será más complejo (Cilliers 2010, p. 10).

El número de restricciones o grado de complejidad sólo se puede explicar desde la perspectiva de una naturaleza multicausal. El hecho de que el sistema interactúe en un entorno abierto hace que emerjan nuevas limitaciones para dar respuesta a las contingencias del contexto histórico. Éstas favorecerán la aparición otros componentes y restricciones internas que, a su vez, también estarán influenciadas por las relaciones heredadas de contextos y situaciones pasadas (Byrne y Callaghan 2014, p. 51), de modo que la complejidad se puede contemplar como el resultado de un proceso adaptativo continuo (Holling y Gunderson 2002; Holland 2006). Este proceso adaptativo requiere la incorporación de flujos de energía y materiales que se disipan a través de los procesos de transformación que se llevan a cabo para el mantenimiento de la estructura y la emergencia de nuevas estructuras, lo que conduce a concebirlas como *sistemas disipativos* (Nicolis y Prigogine 1977, 1989; Prigogine y Stengers 1979/1984). La forma en que los materiales y energía se metabolizan dependerá de las características de la estructura que, al mismo tiempo, estará condicionada por los principios físicos de la segunda ley de la termodinámica (Ayres y Kneese 1969; Georgescu-Roegen 1971; Odum 1971, Fischer-Kowalski 1998; Fischer-Kowalski y Hüttler 1999; Fischer-Kowalski y Haberl 2007; Giampietro et al. 2013) y otros procesos naturales que se relacionan con la organización y mantenimiento de las estructuras en los ecosistemas (Ulanowicz 1986; Ulanowicz y Abarca-Arenas 1997; González de Molina y Toledo 2014). Todas estas relaciones

que se presentan en los sistemas complejos deben ser abordadas desde las diversas disciplinas que conciernen al estudio de una amplia gama de materias al mismo tiempo considerando a la totalidad y las partes que configuran el sistema. La epistemología de la transdisciplinariedad orienta sobre la forma de abordar el conocimiento del *ser* en relación con la complejidad, aspecto que se trata en el siguiente punto.

1.4.2. Epistemología de la transdisciplinariedad

En el punto anterior se ha planteado que existe una realidad compleja y multicausal en la que no se puede separar la visión de conjunto del objeto de conocimiento y de las partes que lo componen. De esto deriva la necesidad de llevar a cabo un enfoque que supere la división cartesiana tradicional del conocimiento en disciplinas separadas (Dickens 2003; Bhaskar y Danermark 2006, Høyer y Naes 2008), idea que se relaciona con la epistemología de la transdisciplinariedad (Nicolescu 1996; 2010; Max-Neef 2005).

El concepto de transdisciplinariedad alude a una forma de conocimiento que trata de superar la división parcelaria tradicional entre disciplinas. Pero antes de explicarlo, es necesario distinguirlo de otras formas de relacionar el conocimiento disciplinar, en particular, la multidisciplinariedad e interdisciplinariedad: la primera concierne al estudio de un tema mediante varias disciplinas simultáneamente de modo que el conocimiento puede ser enriquecido con las aportaciones de distintas perspectivas pero el marco conceptual permanece inalterado; la segunda se refiere a la transferencia de métodos desde una disciplina que, al igual que el caso anterior, se traspasan los límites de ésta pero el marco teórico no se modifica (Nicolescu 2010, p. 20).

Las formas de conceptualizar la transdisciplinariedad se pueden agrupar en dos tendencias. La primera se centra en solventar problemas de forma conjunta con la participación de los componentes de la tríada ciencia-tecnología-sociedad (Nicolescu 2010, p. 20) a través de un procedimiento resolutivo práctico en el que hay una coordinación organizativa (Max-Neef 2005, pp. 10 y 15). En esencia, se trata de un tipo de relación disciplinar orientada a la utilización de determinados procedimientos metodológicos que Max-Neef (2005, p. 10) denomina *transdisciplinariedad débil*. Corresponde con la empleada en la mayor parte de las publicaciones (Brandt et al. 2013), en particular las que hacen referencia a la incorporación de metodologías consistentes en la colaboración de personas, principalmente a través de procesos participativos (Gibbons et al. 1994, Nowotny et al. 2001; Kasemir 2003; Jahn et al. 2012; Lang et al. 2012).

En contraposición con la noción anterior se encuentra la conceptualización de *transdisciplinariedad fuerte*, o simplemente transdisciplinariedad (Max-Neef 2005, p. 10), que trasciende la visión metodológica y se centra en una perspectiva epistemológica desarrollada por el físico y filósofo Nicolescu (1996, 1998, 2004, 2008, 2010, 2012) a partir de los trabajos de Lupasco (1951), Apostel et al. (1972) y Piaget (1973). En concreto, Nicolescu (1996, 2010) concibe la *epistemología de la transdisciplinariedad* sobre la base de tres axiomas fundamentales:

- 1) **Axioma ontológico:** en la naturaleza y en la sociedad, así como en su conocimiento, existen distintos niveles de realidad en los que se manifiestan un conjunto de leyes (que han de ser interpretadas como propiedades, tendencias y procesos, y no en el sentido *humano* de ley). Por ejemplo, en el mundo microscópico rigen las leyes de la física cuántica, mientras que en nivel siguiente, el mundo macroscópico, se presentan las fuerzas gravitacionales, procesos biológicos, térmicos, etc. Cuando se pasa de un nivel a otro se produce una discontinuidad que se manifiesta en una ruptura en la aplicación de las leyes que los gobiernan y, por tanto de los principios fundamentales como el de la causalidad. La coexistencia de varios niveles asociados a una determinada dimensión (que podría ser, por ejemplo, espacio-temporal) implica la presencia de una realidad estructurada multidimensional y multirreferencial, en la que las leyes que gobiernan cada nivel son una parte de la totalidad de leyes que actúan en todos los niveles (Nicolescu 2010, pp. 22-23). Asimismo, los niveles de la realidad son *incompletos*, en la terminología de Nicolescu, debido a que constantemente se pueden manifestar nuevas leyes, lo que asocia con la presencia de sistemas abiertos, en el sentido argumentado por el *realismo crítico* (Bhaskar 1975).
- 2) **Axioma lógico:** el paso de un nivel a otro está asegurado por la lógica de la inclusión del *tercer término*. Este principio se relaciona con la existencia de la contradicción en la realidad que, en el caso del positivismo se resolvía negando su racionalidad a través de los postulados de lógica, y más concretamente con la exclusión del tercer término, de acuerdo con las leyes clásicas del pensamiento (Russell 1912, cap. 7, párr. 8). Sin embargo, estos postulados incapacitaban al positivismo para explicar la existencia del principio de superposición de física cuántica por el que un objeto puede manifestar simultáneamente dos o más valores observables (Nicolescu 2010, p. 26), pero también para revelar las contradicciones existentes en los sistemas sociales. Por el contrario, la inclusión del tercer término (T) permite justificar la existencia simultánea de (A) y su opuesto o contrario (-A) mediante una relación triangular en la que (T) se encuentra en el vértice que corresponde con un nivel de realidad distinto en el que se sitúan los términos (A) y (-A). La aplicación de esta lógica permite contemplar las relaciones de unidad en lo que aparentemente está desunido, de forma que lo que se observaba como contradictorio se percibe ahora como no incompatible (p. 26). Asimismo, también se puede establecer una similitud en el razonamiento expuesto y la *lógica dialéctica* de Hegel (1812-1816), si bien en esta última interviene un componente adicional de historicidad que está relacionado con los sistemas sociales. De esta forma, la inclusión del tercer término es una herramienta para integrar de una forma coherente distintos niveles de realidad, tanto del conocimiento como del ser (p. 27).
- 3) **Axioma de la complejidad.** La totalidad de los niveles de realidad y su percepción es concebida como una estructura compleja: la existencia de un nivel se explica por la presencia de otro. Asimismo, se distingue entre complejidad horizontal, que se refiere a un simple nivel de la realidad, y complejidad vertical, que alude a varios niveles de la

realidad. Esta visión conecta con el enfoque de complejidad generalizada de Morin (2007) que, tal como señala Nicolescu (2010, p. 27), supera un mero planteamiento sistémico en el sentido de que no se reduce a un lenguaje matemático (aunque no quedaría excluido), sino que más bien adopta un lenguaje simbólico que permite captar de un modo más comprensivo los elementos relacionados con determinados niveles de la realidad como, por ejemplo, las cuestiones asociadas al pensamiento humano, ideas, sensaciones y emociones. Todas éstas guían al comportamiento humano y, por tanto, tienen consecuencias indirectas en el resto de la totalidad.

La conceptualización descrita puede ser contemplada como una epistemología que ofrece una visión general de la realidad sistémica pero, sobre todo, holística, que contribuye, al mismo tiempo, a superar la visión antropocéntrica desde una perspectiva de la realidad biocéntrica, punto desde donde se pueden explicar las contradicciones que suceden en el nivel antrópico (Max-Neef 2005, p. 15). Asimismo, desde el esquema propuesto, **la transdisciplinariedad se concibe de modo consustancial a la complejidad**, pues ambas conceptualizaciones están unidas por el tercer axioma en una relación mutua y bidireccional que da lugar a una herramienta teórica esencial para abordar la relación sociedad-naturaleza. Esta idea de consustancialidad entre ambas es compartida por Morin (2008, p. 20, citado por Preiser y Cilliers 2010, p. 275), Jörg (2011, pp. 90, 137, 188), Cilliers y Nicolescu (2012) y Montuori (2013a, 2013b).

En resumen, el estudio de los sistemas complejos requiere una aproximación transdisciplinar que arroje información sobre la multiplicidad de causas que lo configuran y, dado que existen varias perspectivas para abordar su análisis, ésta se restringirá al objeto de estudio del presente trabajo. Como resultado, el análisis de la complejidad se abordará a través de la profundización en las relaciones entre la organización del sistema productivo y la energía incorporada para su transformación. Estas relaciones dan lugar a nuevos procesos y propiedades que se sitúan en un estrato de la realidad superior al anterior en el que aparecen nuevas relaciones causales, tendencias y propiedades. La descripción de todos estos procesos se realizará a partir del desarrollo de un marco teórico en el capítulo siguiente, aunque antes de finalizar este capítulo se procede a continuación a presentar unas conclusiones generales.

1.5. Conclusiones

En general, la principal aportación del *realismo crítico* es el desarrollo de una *ontología relacional estratificada* que lo diferencia de otras metateorías que explican el mundo a partir de una *ontología substancial*. La realidad descrita por esta última se basa en los postulados *leibnizianos* que afirman que las sustancias y sus propiedades son las que generan los fenómenos, relaciones y abstracciones en el mundo (Rescher 1981; Look 2014). Si todo está formado por sustancias el método para conocer la realidad consistiría en la descomposición de sus partes a través del atomismo hasta alcanzar los elementos constituyentes del mundo, lo que ha conducido al desarrollo del conocimiento disciplinar que ha permitido el progreso de la humanidad. Con este planteamiento, las sustancias constituyentes son atemporales, de modo que sus propiedades o

leyes físicas son universales y eternas, y los cambios serán vistos como una ilusión (Hume 1739) o bien como un movimiento (*kineseis*) impulsado por el *telos* y explicado por la *causación aristotélica* para alcanzar el equilibrio final que rige el orden universal de las cosas (Loux 2012; Seibt 2013). Desde esta perspectiva ontológica, que además ha sido dominante en la filosofía de la ciencia de la cultura occidental, se rechaza el cambio o proceso como forma de explicar la realidad, el cual siempre estará subordinado a la materia.

Por el contrario, la *ontología relacional*, a diferencia de la *substancial*, describe el mundo a través del cambio, el proceso y las relaciones. La realidad no se explica por el *ser* sino por el *devenir del ser*, las condiciones espacio-temporales de su existencia, el pluralismo de entidades dinámicas, la relación entre las ideas y el mundo, y la transformación de los valores en acción (Seibt 2013). Desde esta visión, se pueden establecer relaciones entre valores, comportamiento, personas, familia, cultura, sociedades, instituciones, Estado, mercado, moneda, tecnología, técnicas, cultivos, procesos biológicos, físicos, geológicos, reacciones moleculares y relaciones atómicas. La dialéctica *hegeliana*, inspirada en una variedad de idealismo trascendental *kantiano*, proporcionó los principios ontológicos y el esquema conceptual para explicar la realidad a través de los procesos de cambio en el mundo (Quadrio 2012). Ésta influenciaría posteriormente el desarrollo de la filosofía de Whitehead (1929), que consolida en el siglo XX esta forma de aproximarse a la realidad a través de una metafísica que ha servido de marco a ámbitos muy variados, como la lingüística, biología, física y economía (Prigogine y Stengers 1979/1984; Daly y Cobb 1989). En esta línea, el realismo crítico se contempla como una **ontología relacional estratificada que permite establecer vínculos entre diferentes dimensiones de la realidad** desde el mundo microscópico de la física cuántica (Norris 1998) hasta los fenómenos de cambio en las sociedades humanas (Elder-Vass 2010), superando los errores ontológicos de reificación y voluntarismo, así como las limitaciones metodológicas de aplicar enfoques restringidos a las divisiones tradicionales de holismo e individualismo o agencia y estructura.

Un aspecto clave del realismo crítico que se debe remarcar es su capacidad de relacionar epistemologías. Es conveniente recordar que Kuhn había planteado la necesidad de establecer un diálogo entre las ciencias naturales y la sociedad para superar la separación tradicional de ambas. Los marcos conceptuales y métodos que eran utilizados por cada teoría eran diferentes y sólo podían ser explicados a partir del contexto histórico y social en que se habían desarrollado. Asimismo, estos cambian y evolucionan con el tiempo, dando lugar a nuevos paradigmas que utilizan nuevas categorías que están relacionadas y ordenadas de una forma distinta, al mismo tiempo que aplican otras metodologías con la finalidad de resolver problemas distintos a los de circunstancias anteriores. Este hecho hacía imposible establecer una comunicación de las ciencias basadas sobre la base del diálogo entre paradigmas (Kuhn 1962/2004, pp. 230 y ss.; Feyerabend 1975/1986, p. 245) que conduciría a un relativismo epistemológico y metodológico, es decir, a un “todo sirve” (Feyerabend 1975/1986, p. 12).

El realismo crítico asume este pluralismo, aunque no en el mismo sentido de Feyerabend, sino en función de que las teorías que se apliquen sean coherentes con el marco metateórico por el cual se concibe un mundo de sistemas abiertos en los que coexisten dos dimensiones, una intransitiva

y otra transitiva. En relación a la metodología, se reconoce el valor de una aproximación multimetodológica y la aplicación tanto de métodos cuantitativos como cualitativos (su diferenciación no es relevante) en función de las necesidades y su adaptación a los dominios objeto de estudio, lo que es denominado por Danermark et al. (2002, p. 152) como *pluralismo metodológico crítico*.

La principal conclusión que se extrae de lo anterior es que el realismo crítico ofrece el marco ontológico que permite integrar las distintas visiones del conocimiento del ser de una forma coherente. El desarrollo de este esquema se ha efectuado a través de las epistemologías de la complejidad y transdisciplinariedad, ambas relacionadas de forma consustancial mediante un esquema relacional ontológico, lógico (inclusión del tercer término), y una concepción estratificada de la realidad (Morin 2008; Preiser y Cilliers 2010; Jörg 2011; Cilliers y Nicolescu 2012; Montuori 2013a, 2013b). Este planteamiento permite contemplar al mundo desde una posición *fronética*, en la que el conocimiento transdisciplinar contribuye a superar las visiones parciales de la relación ser humano-naturaleza desde una perspectiva *prudente* y holística no totalizante por la que se reconoce la existencia de una gran variedad relaciones complejas cuyos efectos pueden ser desconocidos y afectar a diversos ámbitos de la realidad (Gibbs 2015). De esta forma, los enfoques epistemológicos de la complejidad y transdisciplinariedad conectan con el esquema relacional jerárquico y multidimensional que asume la ontología del realismo crítico (Bhaskar 2011).

Sin embargo, la puesta en práctica de la epistemología de la complejidad y transdisciplinariedad requiere plantearse una cuestión clave que concierne a qué teorías y métodos son los que se adaptan mejor a las necesidades de investigación, es decir, cuáles van a aportar más información relevante sobre los factores naturales y sociales que van a contribuir a explicar las relaciones entre la naturaleza y la actividad del hombre. Hay que recordar que el objetivo es identificar un marco teórico que contribuya a explicar los procesos de producción en la agricultura a través de los vínculos entre la economía y el medio ambiente. Si se entiende por economía la forma en que se organiza la producción y se distribuyen los recursos, es obvio que su investigación implica tener en cuenta los componentes de la organización social y natural, así como la relación entre ambos, aspectos que son reconocidos por la *economía ecológica* (Naredo 1987/2003; Costanza 2009). En esta línea, desde el realismo crítico se asume la existencia de una relación de jerarquía entre el mundo natural y la esfera social en que se desarrollan las actividades humanas (Bhaskar 1979), de modo que los procesos físicos y biológicos condicionan a la sociedad, aunque no la determinan dado su carácter de sistema abierto. Bajo esta premisa y la asunción de la existencia de una realidad transitiva y otra intransitiva en la que actúan procesos y mecanismos que afectan a la forma en que se desarrolla la relación ser humano-naturaleza se identifican tres estratos de la realidad vinculados entre sí, los cuales se detallan a continuación:

- A) Nivel referido a los **procesos físicos y biológicos** que se ubican en la dimensión intransitiva de la realidad y van a condicionar los procesos naturales y sociales que se desarrollan en el siguiente nivel. Se trata de la capa más profunda que corresponde a las leyes de la naturaleza, entendidas en el sentido del realismo crítico, que van a restringir y limitar el desarrollo de nuevos procesos en el dominio factual de la realidad. Este estrato de la

realidad concierne principalmente a las **propiedades y leyes de transformación de la energía y materia** (propiedades atómicas y sub-atómicas, afinidades, oxidación, reducción, conductividad, campos de fuerza, procesos termodinámicos, etc.) que existen de forma independiente al ser humano. Otro aspecto relevante que hay que desatacar es que estas leyes son ahistóricas, aunque sus efectos sólo pueden ser conocidos en el espacio y tiempo.

- B) Nivel en el que **se manifiestan los procesos naturales (físicos y biológicos) y antrópicos**. Es conveniente remarcar que estos procesos también abarcan a las actividades humanas que tratan de controlar a los primeros y que dan lugar a otros nuevos mediante su combinación y transformación. Este estrato corresponde con la parte transitiva del dominio ontológico del realismo crítico, tanto la referida a la esfera natural como antrópica. Asimismo, dado su carácter factual, la manifestación de estos procesos estará vinculada al espacio y tiempo, y por consiguiente a la historia del territorio. En esta investigación este nivel estará referido, a su vez, a dos ámbitos específicos y relacionados entre sí: por una parte, **los ecosistemas que condicionan las transformaciones que el ser humano realiza** en interés propio con el objetivo de obtener alimento y bienes necesarios para el mantenimiento de su estilo de vida; por otra, **la organización de la sociedad que condiciona la forma en que el ser humano lleva a cabo los intercambios de producción**. Ambos ámbitos, el natural y el humano están interrelacionados, de forma que el segundo está condicionado por el primero al mismo tiempo que influye en él. A su vez, el comportamiento humano también está condicionado por otros procesos y mecanismos que ocurren en el siguiente estrato que se describe a continuación y que se ubica en un ámbito superior.
- C) Nivel que corresponde con los **valores, normas e instituciones sociales**⁶⁶ **que orientan y condicionan las relaciones entre las personas, y entre éstas y la naturaleza**. Hay que aclarar que estos componentes se sitúan en el **dominio intransitivo** al ser de naturaleza inmaterial, aunque sus efectos se manifiestan en el dominio transitivo en la medida que influyen en el comportamiento humano, y por tanto y de forma indirecta, pueden modificar y alterar los procesos biológicos y naturales mediante la acción humana. Por otra parte, hay que destacar dos características que diferencian este nivel del primer estrato, también de naturaleza intransitiva: por una parte, los valores, normas e instituciones deben su existencia a las sociedades humanas, a diferencia del primer estrato, que es independiente de dicha existencia; por otra, se pueden modificar, alterar, provocar rupturas o cambiar los valores, normas e instituciones (Bhaskar 1998, pp. 217-218), aunque no eliminar el poder de influencia que ejercen sobre las sociedades humanas, mientras que en el caso del primer estrato no se pueden alterar, pero sí modificar sus efectos en la dimensión transitiva mediante la introducción de otros procesos que compensen o modifiquen los resultados.

⁶⁶ Entendidas como mecanismos que ordenan el comportamiento de un grupo de personas.

Todos los estratos están unidos jerárquicamente mediante un vínculo *relacional*, cuya existencia se explica en el caso que nos ocupa, es decir, en referencia al nexo entre procesos sociales y biológicos al mundo natural, por la necesidad de consumo de materiales y energía para el mantenimiento y reproducción de las estructuras biológicas y sociales. La aproximación a la realidad se efectuará en cada estrato a partir de la utilización de teorías específicas. La relación jerárquica que ha sido descrita entre los distintos niveles permite relacionar las teorías que abordan los distintos aspectos que van a ser estudiados. En concreto, se tendrán en cuenta las siguientes conceptualizaciones teóricas (figura 1.5):

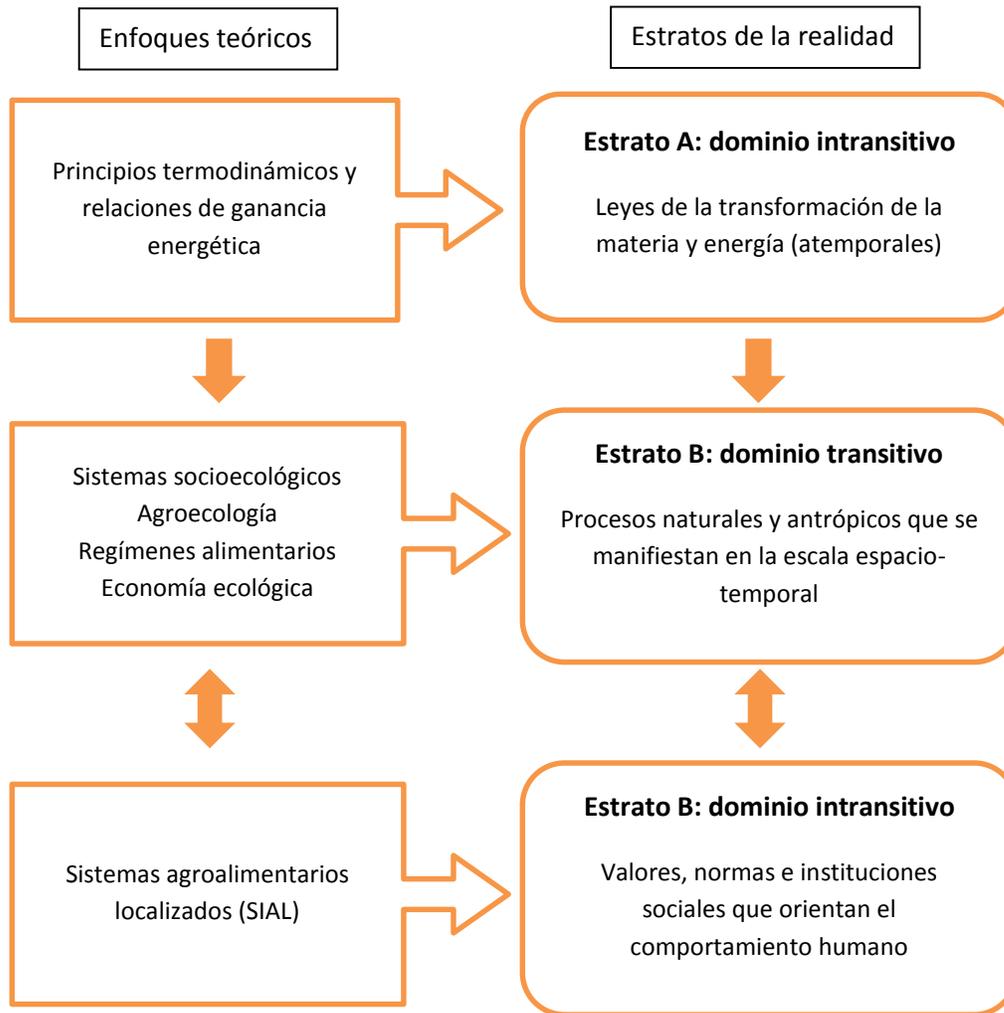
- 1) **Principios termodinámicos y relaciones de ganancia energética** que condicionan el flujo de energía y materiales. Se abordarán las principales propiedades que afectan a las formas de transferencia de la materia y energía (Georgescu-Roegen 1971; Odum 1971; Hall 1972; Ayres 1998; Murphy y Hall 2010; Aoki 2012; Giampietro et al. 2013). Los principios que determinan las relaciones termodinámicas y relaciones de ganancia energética se ubican en el estrato A, aunque sus efectos se observan en el estrato B.
- 2) **Sistemas socioecológicos**. Tratan el estudio de las relaciones entre los sistemas sociales y el sistema ecológico desde una perspectiva de la complejidad (Berkes y Folke 1998; Tainter 2006; Berker 2012; Glaser et al. 2012). Este enfoque conceptual describe procesos que ocurren en el estrato B, aunque estén condicionados por mecanismos que se ubican en los estratos A y C.
- 3) **Agroecología**. Aborda las relaciones entre los sistemas humanos y agrarios desde el punto de vista de los procesos naturales, físicos y biológicos, económicos y sociales (Altieri y Nicholls 2000; Francis et al. 2003; Gliessman 2007). Este campo del conocimiento será integrado en otro marco más general, la ecología política, que ofrece una perspectiva más genérica sobre una base normativa de las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza (Forsyth 2003). El enfoque agroecológico se centra en la explicación de procesos que se presentan en el estrato B, aunque estén influenciados por los que se ubican en los estratos A y C.
- 4) **Enfoque de los regímenes alimentarios**. Este esquema conceptual se centra en explicar las relaciones entre agricultura, industria y consumo de alimentos en el marco del sistema capitalista de producción industrial (Friedmann y McMichael 1988; McMichael 2013). El concepto de régimen alimentario vincula producción alimentaria a las formas dominantes de acumulación del capital en la dimensión espacial y temporal. Por tanto, los procesos que analiza se ubican en el estrato B, aunque condicionados por otros localizados en el A y C.
- 5) **Economía ecológica**. Aporta un marco para la aproximación a las relaciones sociedad-naturaleza desde un enfoque que es capaz de integrar la complejidad y transdisciplinariedad de una forma consustancial a su propia conceptualización que actuará como aglutinante de los enfoques anteriores. Aunque existen varias corrientes de economía ecológica, el enfoque que se va a seguir corresponde con el de *economía*

*ecológica socioecológica*⁶⁷ debido a su capacidad para integrar teorías de ciencias sociales y naturales (Douai et al. 2012; Spash 2011, 2013). Por otra parte, al igual que en el caso de la agroecología y sistemas socioecológicos, este marco conceptual describe relaciones y procesos característicos del estrato B y los vincula con mecanismos que se sitúan en los niveles A y C.

- 6) **Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL)**. Se centra en el estudio de los procesos sociales y económicos en relación a los actores, instituciones, aspectos culturales y normativos que intervienen en la construcción de un espacio territorial común vinculado a una o varias actividades agroalimentarias (Muchnik 1996, 2006; Torres Salcido et al. 2010). En este caso, este enfoque explica los procesos que ocurren en el estrato C en relación con eventos y acciones que se observan en el estrato B.

⁶⁷ El enfoque de la economía ecológica socioecológica es diferente del esquema conceptual de los sistemas socioecológicos.

Figura 1.5. Relación entre enfoques teóricos y estratos de la realidad en el estudio de las relaciones ser humano-naturaleza



Fuente: elaboración propia.

Capítulo 2. Bases teóricas para el estudio de las relaciones ser humano-naturaleza

2.1. Introducción

En este capítulo se desarrollan las bases teóricas de los enfoques conceptuales que han sido propuestos anteriormente para realizar una aproximación a las relaciones entre el ser humano y la naturaleza. Estas van a ser utilizadas en el presente trabajo para relacionar las actividades económicas de las sociedades objeto de investigación con el medio físico en el que se desarrollan. Asimismo, la exposición no se va a centrar sólo en la explicación del funcionamiento de los procesos que se manifiestan en las distintas dimensiones de la realidad, sino que también se establecerán relaciones entre los diversos enfoques conceptuales sobre la base de la existencia de un vínculo relacional entre los diferentes elementos y procesos que configuran la realidad. Esto se realiza a partir de una perspectiva más amplia que responde a las epistemologías de la complejidad y transdisciplinariedad detalladas en el capítulo anterior. De este modo, se superan las limitaciones del conocimiento disciplinar de una forma holista, al mismo tiempo que se considera la totalidad de los factores que influyen en la configuración de dicha relación sin la exclusión de los componentes individuales (Reed y Harvey 1992; Byrne 1998; Cilliers 1998; Rescher 1998; Morin 2007; Jörg 2011; Byrne y Callaghan 2014; Minger 2014), en coherencia con la metateoría del *realismo crítico* (Danermark 2002; Bhaskar 2010).

En los seis epígrafes siguientes se abordarán respectivamente los marcos teóricos que tratan los aspectos específicos de la realidad a estudiar. Así, en el primero se estudiarán las cuestiones más profundas de la realidad que condicionan los flujos de energía y materiales en las relaciones de los seres vivos (incluido los seres humanos) con el resto de la naturaleza. Para ello se exponen los principios que determinan las *relaciones termodinámicas* y de *ganancia energética*. Aunque sus fundamentos se desarrollan desde las ciencias físicas y químicas también se exponen sus implicaciones en las interacciones de los sistemas naturales y sociales, en particular en lo que se refiere a las transformaciones de los recursos naturales (Georgescu-Roegen 1971; Odum 1971; Hall 1972; Ayres 1998; Murphy y Hall 2010; Aoki 2012; Giampietro et al. 2013).

A continuación, en un segundo apartado, se analizan las formas en que los seres humanos se relacionan con la naturaleza a través del estudio de los patrones de transformación de los flujos energéticos y su redistribución en las sociedades, aspecto que se trata desde el enfoque de los *sistemas socioecológicos* (Berkes y Folke 1998; Tainter 2006; Berker 2012; Glaser et al. 2012). Sus bases teóricas se fundamentan principalmente en ramas del conocimiento que abarca la física, ecología, sociología, economía e historia, entre otras. Con respecto a esta última rama del saber, es conveniente remarcar que los factores espaciales y temporales van a desempeñar un papel relevante en la conceptualización de los sistemas socioecológicos.

En el tercer epígrafe se profundizan en las bases teóricas de los sistemas agrarios desde el punto de vista de los procesos naturales, físicos y biológicos. Esto se realizará desde el *enfoque agroecológico* (Altieri y Nicholls 2000; Francis et al. 2003; Gliessman 2007), que además de los procesos anteriores también incorpora las relaciones económicas y sociales en el contexto de los sistemas agrarios. Su esquema conceptual ha evolucionado con el tiempo y se elabora a partir de

campos variados que abarcan principalmente la ecología, sociología y economía política, motivo por el que se presentará desde una perspectiva histórica.

El cuarto apartado se dedica a profundizar en la teoría de los regímenes alimentarios (Friedmann y McMichael 1989; McMichael 2009a; 2013). Las bases teóricas de este enfoque contemplan las diferentes relaciones que se han manifestado entre capital, trabajo y Estado con la agricultura a lo largo de la historia. A diferencia de los anteriores, este marco se centra más en los procesos socioeconómicos que en los ecológicos, aunque estos últimos han ganado peso en las contribuciones conceptuales más recientes (McMichael 2014; 2015).

Posteriormente en el quinto epígrafe se presenta el esquema teórico de la *economía ecológica*. Este aporta un marco que integra al mismo tiempo elementos conceptuales de los principios termodinámicos y relaciones de ganancia energética, sistemas socioecológicos y agroecología, entre otros, desde la perspectiva de la complejidad y transdisciplinariedad con el objeto de explicar las relaciones entre el ser humano y la naturaleza (Naredo 1987/2003; Costanza 2009; Douai et al. 2012; Spash 2011, 2013). Este marco explica el funcionamiento y características de los procesos económicos en relación a los procesos sociales, ecológicos y físicos, en coherencia con los planteamientos teóricos, epistemológicos y ontológicos presentados anteriormente.

El último enfoque conceptual se presenta en el sexto apartado. Este se centra en el estudio de los procesos sociales y económicos en relación con los actores, instituciones sociales, normas y aspectos socioculturales que condicionan las relaciones de producción agraria. Esto se abordará desde el enfoque de los *sistemas agroalimentarios localizados-SIAL* (Muchnik 1996, 2006; Torres Salcido et al. 2010). Su introducción se justifica por la necesidad de considerar en este trabajo de investigación los elementos valóricos que condicionan el funcionamiento de las sociedades humanas, aunque sea de forma indirecta a través del estudio de las normas e instituciones sociales que afectan a las relaciones de producción (Bhaskar 2011), que, en este caso, se centrarán en los procesos relacionados con las actividades agrarias. Finalmente, este capítulo se cierra con un epígrafe que contiene unas conclusiones generales sobre los distintos marcos teóricos expuestos.

2.2. Principios termodinámicos y relación de ganancia energética

2.2.1. Introducción a los sistemas termodinámicos

La termodinámica es la rama de la física que concierne al estudio de los intercambios de calor. Pero antes de describir en qué consiste este tipo de relaciones es necesario recordar dos conceptos básicos: *sistema termodinámico* y *estado termodinámico*. En relación al primero, en física, un sistema se define por los límites que lo separan del entorno (resto del universo en términos físicos), y la naturaleza de la relación entre éste y el exterior determina su clasificación en tres modalidades: *sistema termodinámico aislado*, si no se produce intercambio de materia y energía; *cerrado*, si se manifiesta intercambio de calor y energía mecánica, pero no materia; y *abierto*, si se intercambia energía y materia con el exterior.

En segundo lugar, en termodinámica, el estado de un sistema se especifica en términos de las variables de estado macroscópicas volumen (V), presión (p), temperatura (T) y la cantidad de materia (n , número de moles de los constituyentes químicos en terminología del SI⁶⁸). Un sistema experimenta una transformación termodinámica cuando estas magnitudes varían. Esta transformación es *reversible* cuando el sistema termodinámico evoluciona de un estado inicial en equilibrio a otro estado final en equilibrio en el que las variables de estado del sistema y del entorno vuelven a tomar los mismos valores mediante cambios infinitesimales. Por el contrario, si estos cambios infinitesimales no restablecen en el equilibrio final las características iniciales de las variables de estado la transformación es *irreversible*. En la naturaleza se manifiestan procesos reversibles como, por ejemplo, los ciclos naturales de las estaciones y el agua, y también irreversibles como, por ejemplo, la fotosíntesis, las reacciones de combustión, oxidación, etc., y, dado que el mundo está compuesto por sistemas abiertos, ambos interfieren mutuamente. Por otra parte, los procesos se consideran adiabáticos si no hay intercambio de calor, isotérmico, si se mantiene la temperatura, isobáricos, si se conserva la presión, e isocóricos, si el volumen es constante. A partir de las variables descritas y el tipo de proceso se define el estado termodinámico de un sistema. Estos son los conceptos básicos a partir de los cuales se pueden definir las características de un *estado termodinámico* de un sistema.

Por otra parte, los principios termodinámicos se basan en los conceptos de energía y entropía, los cuales son funciones de las variables de estado que no dependen del proceso seguido, sino de la situación inicial y final del sistema. La primera ley de la termodinámica se desarrolla a partir del primero, mientras que la segunda se describe sobre el segundo. Tanto la interpretación de las leyes como el significado de los conceptos sobre los que se formulan presentan cierto grado de confusión derivado del contexto histórico en el cual se elaboraron. Estos aspectos serán abordados a continuación en los siguientes epígrafes.

2.2.2. Primera ley de la termodinámica

2.2.2.1. Conceptos básicos

Según Giampietro et al. (2013), el concepto de energía que tradicionalmente se enseña en los manuales de texto manifiesta en elevado grado de ambigüedad al definirse como la capacidad para producir trabajo (W) a partir de diversas formas: calor (energía térmica), luz (energía radiante), movimiento (energía cinética), eléctrica, química, nuclear y gravitacional. Cada una de estas formas de energía es cualitativamente distinta a las otras debido a que contienen propiedades diferentes referidas a sus características físico-químicas y a una escala de tiempo y espacio no equivalente, a pesar de que todas ellas utilizan la misma magnitud para su medición (Julios).

Este hecho implica que las cantidades relativas a formas de energía diferentes no se pueden sumar. Así, por ejemplo, la energía calorífica contenida en los enlaces químicos del petróleo es de

⁶⁸ Sistema Internacional.

distinta naturaleza que la energía calorífica contenida en un trozo de madera, lo que se explica por las diferencias de escala asociadas a ellas. En concreto, el petróleo se ha generado mediante la transformación de grandes cantidades de fitoplancton y zooplancton depositadas en el fondo del mar y zonas lacustres que se sedimentaron en el subsuelo por procesos naturales y que fueron transformadas durante millones de años por un proceso de *diagénesis* en el interior de la corteza terrestre, que consiste en producir cambios en la composición química de los restos orgánicos (enlaces de los hidrocarburos) mediante un aumento de la presión y temperatura.

Por otra parte, la energía calorífica de un trozo de madera está referida a la energía contenida en los enlaces de las moléculas de carbono del árbol. Éstas han sido transformadas a partir de moléculas de agua, CO₂ y otros compuestos mediante procesos químicos asociados a la fotosíntesis a lo largo de un periodo de tiempo que corresponde con su periodo vital, normalmente varias decenas de años. Es evidente que la escala material y temporal de ambos tipos de energía no son comparables, pues en el primer caso, la escala abarca varios millones de años y la conjunción de otros procesos naturales de la tierra (*diagénesis*), mientras que en el segundo caso, la escala temporal puede ser de varios millones de veces menor y los mecanismos naturales que intervienen son distintos, a pesar de que en el proceso de formación del petróleo también se incluyeran mecanismos fotosintéticos asociados al ciclo vital del fitoplancton. Como se observa, ambos tipos de energía poseen una naturaleza cualitativamente distinta, a pesar de que en los dos casos se puede cuantificar en las mismas unidades. La reducción de un tipo de energía a otra sólo tiene sentido si comparten la escala temporal y un mismo uso final como, por ejemplo, el desarrollo de un trabajo (Giampietro et al. 2013, p. 304).

La noción de trabajo W tampoco aclara esta confusión, al menos cuando se recurre a la definición procedente de la mecánica clásica: es la aplicación de una fuerza a un cuerpo cuando modifica su estado de movimiento y equivale a la energía para producir la diferencia de movimiento. De esta forma, el trabajo se asocia a la energía cinética y , más concretamente, a su variación (ΔE_c o bien ΔE_k) que, además, se expresa en julios (SI) y es de tipo escalar (la cantidad es independiente de la unidad de medida, pero no el número). Sin embargo, es necesario aclarar dos cuestiones relativas al W en los sistemas termodinámicos: en primer lugar que su origen no tiene por qué ser de naturaleza mecánica, sino que puede ser calórica, química o de otro tipo de fuerza y , en segundo, que suele estar referido al cambio de volumen que experimenta el sistema a presión constante ($W = p\Delta V$). Este es uno de los principios fundamentales de la física sobre los que se han desarrollado las máquinas que dieron lugar a la revolución industrial. La aplicación de energía térmica en un sistema controlado por el hombre de forma que se reproduce el proceso de expansión de un volumen de modo continuo mediante ciclos termodinámicos (ciclo de Rankine) es la base para el funcionamiento de los motores y generadores térmicos, y , por consiguiente, para el desarrollo industrial experimentado en el mundo a partir de la combustión de las energías fósiles, principalmente carbón y petróleo (Giampietro et al. 2013).

Las primeras aproximaciones a los principios termodinámicos fueron elaboradas por Hess (1840), Clausius (1850), Joule (1850), Thomson (Lord Kelvin) (1851), entre otros⁶⁹, en un contexto en el que predominaba un interés mecanicista con el objetivo de transformar un determinado tipo de energía en trabajo mecánico. Las leyes de la termodinámica fueron descritas a partir de la experimentación con máquinas, que son sistemas que se cierran y abren de forma controlada para reproducir determinadas propiedades de la naturaleza y utilizarlas para mover pistones, turbinas y otros mecanismos en beneficio de la sociedad. La búsqueda de la eficiencia en su funcionamiento dio lugar a un desarrollo teórico de ciclos ideales en los que se maximizaba la transformación de la energía térmica en mecánica. La validez de los principios termodinámicos que hacían trabajar a las máquinas se formuló con definiciones muy concretas y unas condiciones rigurosas para su aplicación que se relacionaban con un tipo específico de energía, la térmica, y un sistema cerrado en el que se controlan las variables de estado. Esta es una reducción del mundo real donde, por el contrario, predominan los sistemas abiertos y la energía no sólo se manifiesta en la forma termodinámica, sino también en otras formas aprovechables por los seres vivos como, por ejemplo, radiante, magnética, eléctrica, etc. (Giampietro et al. 2013).

La introducción de una dimensión escalar mediante la noción de potencia (W realizado en una unidad de tiempo) ha posibilitado el reduccionismo en la cuantificación de los conceptos de energía y trabajo mediante el desarrollo de conversores que son aplicados en los procesos de transformación de energía térmica a energía cinética, así como a otras modalidades. De esta forma, la energía se puede considerar como una *variable de fondo* si concierne a su capacidad potencial para el desarrollo de un trabajo, y *variable de flujo* si, por el contrario, se refiere a la fuerza aplicada en un determinado espacio de tiempo. La diferencia entre estos dos tipos de variable solo se puede establecer en función de la escala temporal que Giampietro et al. (2013, p. 304-305) define, de acuerdo con Georgescu-Roegen (1971), a partir de dos dimensiones: por un lado, el diferencial de tiempo utilizado para describir cambios en los flujos energéticos, y, por otro, el tiempo que las variables de fondo conservan sus características. Para aclarar esta idea, Giampietro et al. (2013, p. 305) cita el ejemplo de un tractor que puede ser concebido en función de la escala en las dos modalidades: si se considera un diferencial de una hora en una escala de un año, un tractor es la variable fondo y el combustible es la variable flujo; por el contrario, si se establece un diferencial de un año en una escala de 100 años, el tractor sería considerado flujo. En conclusión, la escala es fundamental para la reducción de la energía a cantidades equivalentes que tengan significado y puedan ser comparadas, especialmente en el caso de sumar magnitudes, pues no se pueden adicionar las referidas a variables de flujo con las relacionadas con las de fondo (Giampietro et al. 2013, p. 305). Una vez realizadas estas consideraciones, se pasa a la descripción de la primera ley de la termodinámica.

⁶⁹ También contribuyeron Sadi Carnot, William Rankine, Julius Robert von Mayer.

2.2.2.2. Principio de conservación de la energía

La primera ley de la termodinámica, o *principio de conservación de la energía*, establece que la energía no se puede crear ni destruir, solo puede cambiar de forma. Su descripción en relación a los sistemas termodinámicos es la siguiente:

“Para todos los procesos adiabáticos entre dos estados especificados en un sistema cerrado, el trabajo neto realizado es el mismo sin importar la naturaleza del sistema cerrado ni los detalles del proceso” (Çengel y Boles 2009, p. 70).

Si se considera que el trabajo neto es el mismo para todos los procesos en un sistema cerrado sin intercambio de calor entre dos estados concretos, el valor del trabajo neto dependerá únicamente del estado final del sistema. Este cambio se debe a la existencia de una propiedad del sistema que corresponde con la *energía total* (E). De acuerdo con esto, el principio de conservación se puede expresar en relación a la energía de la siguiente forma:

“El cambio neto (incremento o disminución) en la energía total del sistema durante un proceso es igual a la diferencia entre la energía total que entra y la energía total que sale del sistema durante un proceso” (Çengel y Boles 2009, p. 72).

La relación anterior corresponde con el balance de energía, el cual se aplica a todas las modalidades de sistemas y procesos termodinámicos, tanto reversibles como irreversibles. De esta forma, los análisis de balance energético se fundamentan a partir de la cuantificación de los flujos de energía que entra y salen en el sistema. En la medida que se identifique de forma correcta las entradas y salidas de energía, así como los límites del sistema, de la expresión siguiente.

$$\Delta E_{\text{sistema}} = E_{\text{entrada}} - E_{\text{salida}}$$

Si el estado del sistema no se modifica durante el proceso no se experimentará variación de energía. No obstante, para calcular el valor de la energía se han de considerar todas las formas posibles de energía que actúan en el proceso: interna, cinética, potencial, eléctrica y magnética. En el caso de que no se presenten efectos eléctricos ni magnéticos, el cambio de la energía total se puede describir mediante la siguiente relación (Çengel y Boles 2009, p. 72):

$$\Delta E = \Delta U + \Delta E_c + \Delta E_p$$

Donde la variación total de energía ΔE corresponde a la suma de las variaciones totales de la energía interna ΔU , energía cinética ΔE_c y energía potencial ΔE_p . Por otra parte, la energía se puede transferir en forma de calor Q , trabajo W y flujo másico m a un sistema termodinámico abierto. Si el sistema es cerrado, al no existir intercambio de materia, solo intervienen los dos primeros tipos de transmisión. Para un sistema abierto, el balance de energía se expresa de la siguiente ecuación (Çengel y Boles, 2009):

$$\Delta E_{\text{sistema}} = E_{\text{entrada}} - E_{\text{salida}} = (Q_{\text{entrada}} - Q_{\text{salida}}) + (W_{\text{entrada}} - W_{\text{salida}}) + (E_{\text{masa.entrada}} - E_{\text{masa.salida}})$$

En el caso de un sistema adiabático, la transferencia de calor Q es cero, si no interviene trabajo W , la transferencia de energía por W será cero, y si no se produce intercambio de materiales, la transmisión de energía correspondiente al flujo másico será cero. En los sistemas naturales, al ser abiertos, se manifiestan los tres mecanismos de transmisión de energía, por lo que, en teoría, deberían ser cuantificados para calcular de forma rigurosa el balance de energía. La no contabilización de un flujo conduciría de forma inevitable a un cálculo erróneo del balance energético.

2.2.3. Segunda ley de la termodinámica

2.2.3.1. La entropía en la termodinámica clásica y mecánica estadística

La primera versión de la segunda ley de la termodinámica fue elaborada por Rudolf Clausius a partir del estudio de las relaciones de transferencia de calor en las máquinas:

“Es imposible construir un dispositivo que opere en un ciclo sin que se produzca ningún otro efecto de la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura” (Clausius 1850, traducción tomada de Çengel y Boles 2009, p. 294).

Posteriormente Clausius expresó esta idea a través de la aplicación de relaciones matemáticas. Para ello desarrolló el concepto de entropía, el cual quedó asociado a la segunda ley de la termodinámica. No obstante, esta noción entraña cierto grado de confusión que ha dado lugar a aplicaciones e interpretaciones erróneas. El término fue acuñado en 1865 en sus trabajos sobre termodinámica para representar la idea de la existencia de un trabajo interno en todo proceso de transformación de térmica (Clausius 1865, 1867). Su descripción matemática, de acuerdo con los principios de la *termodinámica clásica*, muestra que el cociente entre el calor transferido Q (energía cinética) y la temperatura T en un proceso reversible e isotérmico por un sistema termodinámico cerrado y su entorno corresponde a la variación de una función de estado que denominó entropía S y se expresa de la siguiente forma⁷⁰:

$$\Delta S = \frac{Q_{rev}}{T}$$

La ecuación anterior expresa que a nivel macroscópico la variación de entropía ΔS se calcula como el calor transferido en el proceso reversible Q_{rev} a la temperatura T que se produce. Lo que Clausius quería transmitir es que siempre se produce una pérdida de calor en todo proceso de transformación termodinámica. De esta relación matemática no se deduce el concepto que tradicionalmente se ha asociado a la entropía por el cual se concebía como un indicador de orden

⁷⁰ La formulación de la ecuación de Clausius en su forma integral es la siguiente:

$$\oint \frac{dQ}{T}$$

y desorden de un sistema. Para buscar el origen de esta idea es necesario introducir la noción de entropía a escala microscópica que fue desarrollado por Ludwig Boltzmann a finales del siglo XIX en el marco de sus trabajos fundacionales de la *mecánica estadística*, también denominada *física estadística*, que analiza el comportamiento de los sistemas macroscópicos a partir de la elaboración de hipótesis probabilísticas sobre el comportamiento de los elementos atómicos y subatómicos que contienen (Uffink 2014). A partir de su aplicación al estudio de los gases obtuvo los resultados que se expresan en la siguiente relación matemática también mencionada como *teorema-H* (Boltzmann 1872):

$$H = k \ln(\Omega)$$

La ecuación anterior refleja existe una relación entre estados microscópicos⁷¹ y macroscópicos⁷², H , donde Ω es el número de microestados compatibles con un macroestado determinado por un nivel de energía, volumen y número de partículas concreto, y k es la constante física que relaciona energía y temperatura absoluta (*constante de Boltzmann*⁷³). Su interpretación se refiere a que en un sistema cerrado que contiene un gas en una situación de no equilibrio, la cantidad H siempre decrece en el tiempo como resultado de las colisiones de las moléculas del gas hasta que alcanza un estado estacionario. Boltzmann postuló que se podía establecer una analogía entre H y la entropía S de la termodinámica clásica de forma que, sobre la base las colisiones moleculares, cualquier sistema que contiene partículas de gas con una velocidad inicial arbitraria en condiciones de desequilibrio manifiesta un aumento de su entropía de forma monótona hasta que alcanza el equilibrio (Parker 2009; Uffink 2014). Para un mismo volumen, este equilibrio variaría en una sola dirección: al aumentar la temperatura del gas la velocidad de las partículas se incrementaría a medida que ascendía la temperatura. Esto indujo a Boltzmann a emplear el término de “mixed-up-ness”⁷⁴ para describir la entropía (Boltzmann 1896-1898/1964, citado por Denbigh 1989, p. 327, y por Lambert 2002, p. 187), cuya traducción al castellano equivaldría, de forma aproximada, a confuso, perturbado, enmarañado y sin equilibrio, lo que no contribuye a aclarar el significado real de la entropía.

Por otra parte, J. Willard Gibbs, a partir de esta ecuación y de los trabajos previos que había desarrollado sobre los principios básicos de la termodinámica química (Gibbs 1874-1878) y su

⁷¹ De acuerdo con la *mecánica clásica*, un estado microscópico de un sistema se especifica cuando se conocen las coordenadas y velocidades de todas las partículas que lo componen (se necesitan $6N$ variables, siendo N el número de partículas). Es preciso aclarar que existe otra conceptualización de estados microscópicos desarrollada de forma posterior a los trabajos de Boltzmann en el marco de la *mecánica cuántica* que se expondrá posteriormente a partir de Lambert (2002).

⁷² El estado macroscópico de un sistema o macroestado se define por los valores de las variables macroscópicas que corresponden con la función de estado, y, por consiguiente, no dependen de la historia del sistema. Si un sistema está constituido por una única sustancia pura, su macroestado puede ser definido por solo tres variables, por ejemplo, número de moles, presión y temperatura, siendo el resto de variables (por ejemplo, volumen) deducibles a través de las ecuaciones termodinámicas.

⁷³ $k = 1,38065 \times 10^{-23}$ J/K

⁷⁴ Boltzmann no detalló su significado exacto porque correspondía a un fragmento de un artículo inacabado.

aportación a la mecánica estadística con el concepto de *ensambles estadísticos*⁷⁵ por el que se define una serie de conjuntos hipotéticos de sistemas termodinámicos (Gibbs 1902), denominó al término Ω como “probabilidad termodinámica”, lo que condujo a asociar la noción de entropía con probabilidad y, de forma consiguiente, su relación con los fenómenos de aleatoriedad (Michaelides 2008, p. 8). Este hecho, junto con la difusión del término “mixed-up-ness” empleado Boltzmann para describir a la entropía, contribuyó a que otros físicos relacionaran la idea de un mayor número de colisiones y movimiento molecular (*Stosszahlansatz*) que se manifestaba al aumentar la entropía del gas contenido en un sistema cerrado con la noción de “desorden” y “caos”⁷⁶, lo que ha dado lugar a una concepción errónea del concepto como medida del desorden de un sistema. Es evidente que en la naturaleza también existen procesos físicos donde un incremento de entropía se asocia al orden, es decir, a la idea opuesta (Denbigh 1989; Lambert 2002; Michaelides 2008), como se mostrará en el siguiente punto, en el que además se profundizará en las razones por las que se considera que esta visión tradicional de la entropía es errónea y, al mismo tiempo, se presentará una interpretación del concepto desde una perspectiva de la física moderna.

2.2.3.2. Interpretación del segundo principio de la termodinámica en la física moderna

En la literatura se encuentran revisiones del concepto de la entropía desde una perspectiva histórica y de acuerdo con un enfoque más moderno de la física que aportan interpretaciones más coherentes con la realidad de los fenómenos físico-químicos que ocurren en la naturaleza (Denbigh 1989; H.S. Leff 1996, 2007; Lambert 2002, 2007, 2012; Müller 2007; Michaelides 2008; Ben-Naim 2011) y que se aplican al ámbito de los ecosistemas y sistemas vivos en general (Aoki 2012). Previamente a la descripción del significado de este concepto es necesario realizar tres consideraciones que ayudarán a comprenderlo:

- 1) La entropía es una propiedad extensiva. Una forma simple de aumentar la entropía es cambiando los límites teóricos del sistema termodinámico. Para explicar esta idea, Michaelides (2008, p. 9) cita el ejemplo de un aula: “la entropía del aire contenido en un aula es el doble que la entropía del aire de la mitad de su espacio”. Esto no significa que el “desorden” del aire de la clase entera sea el doble que el desorden de las moléculas de aire de la mitad de la clase. Lo que realmente se deduce es que el desorden u orden, entendido exclusivamente como velocidad y número de colisiones de las moléculas (*mecánica estadística*), no puede ser referido a la noción de entropía, sino que se ha de asociar a la entropía contenida por unidad de masa, mol o volumen.
- 2) El desorden macroscópico no puede ser “reducido” al desorden microscópico. En este sentido, hay que recalcar que la aleatoriedad de movimiento o desorden de las moléculas

⁷⁵ También conocidos como *colectividades estadísticas* o *ensambles*.

⁷⁶ Los autores que más han contribuido a difundir el concepto de caos asociado a la entropía fueron Prigogine y Stengers (1979/1984). Eso se debe a la influencia de la obra de Boltzmann en los primeros años de estudios termodinámicos de Ilya Prigogine. No obstante, esto no es óbice para reconocer su contribución en materia de sistemas termodinámicos alejados del equilibrio.

sólo puede ser observado a nivel microscópico. Por el contrario, en el ámbito macroscópico no se observa ningún aumento del desorden al aumentar la entropía en una expansión isotérmica de un gas. En otros casos un incremento entrópico a nivel macro puede estar asociado a una disminución de la entropía a nivel micro. Este sería el ejemplo de un sistema compuesto por varios subsistemas separados por barreras adiabáticas, cada uno de ellos con distintas temperaturas. Si estas barreras se retiran se produce una transferencia de energía hasta que se alcanza un equilibrio homogéneo y, por tanto, menos aleatorio y más “ordenado” pero con mayor entropía a nivel macro (Michaelides 2008, p. 9).

- 3) Desde la perspectiva de la *mecánica cuántica*⁷⁷ la entropía de un sistema depende del número de los estados cuánticos microscópicos que sean consistentes con el estado macroscópico del sistema⁷⁸. Una definición de la entropía coherente desde el punto de vista molecular sería la siguiente: “la entropía mide la dispersión de la energía entre las moléculas en los microestados. Un incremento de la entropía en un sistema implica una dispersión mayor de la energía en los microestados del estado final que en su estado inicial” (Lambert 2002, p. 188).

La interpretación correcta de la entropía es asociarla a la idea de **dispersión del flujo de energía**, en lugar de relacionarla con el nivel de desorden (Lambert 2002, p. 187). Esta idea es la que se acepta comúnmente desde un planteamiento físico moderno en el que se superan las visiones reduccionistas tradicionales de la termodinámica clásica y mecánica estadística (Denbigh 1989; H.S. Leff 1996, 2007; Lambert 2002, 2007, 2012; Müller 2007; Michaelides 2008; Glucina y Mayumi 2010; Ben-Naim 2011; Aoki 2012). La disipación de la energía es una propiedad cualitativa que se relaciona con el cambio entrópico de un sistema. En el caso de que se trate de un sistema aislado, la variación de la entropía siempre será mayor en los procesos termodinámicos irreversibles que en los reversibles, y se expresa de la siguiente forma:

$$\Delta S_{irrev} > \Delta S_{rev} = 0$$

Sin embargo, la relación anterior no se puede aplicar directamente a la naturaleza porque está referida solamente a los sistemas cerrados donde no se producen intercambios de energía y materia. El desarrollo de la segunda ley de la termodinámica aplicada al caso de los sistemas abiertos se debe a los trabajos de Nicolis y Prigogine (1977) sobre los procesos termodinámicos que no están en equilibrio. La variación de entropía contenida en un sistema abierto es la suma,

⁷⁷ Conviene recordar que los principios teóricos de la *mecánica cuántica* son diferentes a las bases conceptuales de la *mecánica estadística*.

⁷⁸ En *mecánica cuántica*, el estado de un sistema se define por una función de onda. Un macroestado es compatible con una infinidad de microestados cuánticos que, además, no son distinguibles experimentalmente. Cada estado macroscópico sólo se define por magnitudes macroscópicas y no por la infinidad de estados microscópicos que son compatibles con él. En física cuántica, es posible que una partícula se encuentre en una posición pero con distintas velocidades, y que una velocidad determinada se pueda dar en cualquier posición. Los observables de un sistema cuántico están ligados de tal forma que su medida no es independiente del sistema (Cámara et al. 2006; de la Torre 2008).

por una parte, del flujo de entropía $\Delta_e S$, o balance neto de los flujos de entrada y salida del sistema, y, por otra de la producción de entropía $\Delta_i S$, que corresponde con la producida por los procesos irreversibles en el interior del sistema. De este modo, la segunda ley de la termodinámica para sistemas abiertos cercanos al equilibrio se puede expresar como se muestra a continuación:

$$\Delta S = \Delta_e S + \Delta_i S$$

Donde la producción de entropía cumple la siguiente relación:

$$\frac{d}{dt} \Delta_i S_{irrev} < 0$$

El cálculo de la entropía en los sistemas vivos es una tarea extremadamente difícil, incluso para el caso de organismos de reducido tamaño como por ejemplo una bacteria, pues contienen un número muy variado de sistemas y procesos internos que presentan una enorme diversidad de estructuras moleculares y reacciones químicas específicas. Sin embargo, los flujos de energía y producción entrópica pueden ser estimados mediante procedimientos de cálculo que dependerán de las características del sistema vivo a estudiar. La producción entrópica es un fenómeno que ocurre en la naturaleza de forma natural cuando se manifiestan procesos irreversibles. En este sentido, la producción de entropía puede ser considerada como una medida de la intensidad de los procesos irreversibles y puesto que casi toda la actividad biológica se basa en procesos irreversibles, también se puede considerar como un indicador de la actividad de los procesos biológicos, incluida la actividad humana (Aoki 2012, p. 4).

En esta línea, la segunda ley de la termodinámica puede aplicarse en el estudio en las sociedades humanas. Ayres y Kneese (1969), Georgescu-Roegen (1971), Odum (1971) y, en la literatura en castellano, Naredo (1987/2003), fueron pioneros en la aplicación de las leyes termodinámicas para explicar el funcionamiento de las relaciones de producción en las sociedades humanas. Sus contribuciones permitieron establecer el nexo entre la economía y los principios que gobiernan la actividad de la naturaleza, pero antes de abordar este tema, es preciso describir otro principio que condiciona el funcionamiento de las relaciones de entrada y transformación de la energía entre un sistema y su entorno, aspecto que se trata a continuación en el siguiente epígrafe.

2.2.4. Relación de ganancia energética

Los sistemas vivos necesitan captar energía del exterior en diversas formas (energía química, térmica, lumínica, etc.) para mantener el funcionamiento de su estructura vital. La obtención de energía se realiza mediante mecanismos y estrategias de captación y transformación que también consumen energía a través de los procesos físico-químicos asociados. La energía invertida en la captación de energía externa deberá proporcionar una ganancia que compense el esfuerzo efectuado en términos energéticos. La idea de ganancia energética en los sistemas vivos fue desarrollada inicialmente por Hall (1972) en ecología para explicar el comportamiento de los peces en relación a las migraciones y su balance energético.

Esta idea fue aplicada por Odum (1973) y Georgescu-Roegen (1975) para estudiar las ganancias netas de energía en los balances energéticos de los procesos económicos. En la década de los ochenta Hall y Cleveland (1981), Cleveland et al. (1984) y Hall (1986) se elaboraron la formulación de básica del concepto más usual para todo tipo de sistemas y la denominaron *tasa de retorno energético* o EROI (*energy return on investment*), como se le conoce por sus siglas en inglés. Esta tasa se define de forma general a través del siguiente ratio (Murphy y Hall 2010, p. 103):

$$EROI = \frac{E_{output}}{E_{input}} > 1$$

Donde E_{output} es la cantidad de energía extraída o transformada y E_{input} es la cantidad de energía invertida en las mismas unidades de energía y, por tanto, el resultado de la relación es un número adimensional (se puede expresar en forma de relación fraccionaria, por ejemplo, EROI=2:1, o bien numérica, EROI=2). El significado de esta ecuación es que sólo será rentable la extracción o transformación de energía para un sistema por cada unidad de energía invertida obtiene una cantidad superior. Se trata de un principio físico que rige todo tipo de extracción y transformación energética que se realice en cualquier sistema, de forma que el numerador siempre deberá ser mayor que el denominador para obtener una ganancia. Como todos los sistemas vivos necesitan un consumo energético, eso consumo sólo será posible si el ratio es mayor que 1. Esto también se aplica en los sistemas humanos. Así, la extracción de petróleo, carbón, gas o cualquier otro tipo de energía solo es viable si la cantidad obtenida en unidades energéticas es superior a la invertida. A partir de esta expresión se han elaborado formulaciones específicas del ratio para una gran variedad de procesos de transformación y extracción de combustibles fósiles, biocombustibles, energía nuclear, renovables, procesos metabólicos en los seres vivos y sociedades, entre otras muchas aplicaciones (Hall et al. 2009, 2011; Murphy y Hall 2010; Cleveland y O'Connor 2011; Gupta y Hall 2011; Hall 2011; Murphy 2014).

Cada transformación energética tiene asociada un EROI que dependerá de las características del proceso de extracción de modo que si existe una gran disponibilidad de una fuente, su EROI asociado será elevado, lo que significará que con una reducida inversión energética se obtendrá un gran rendimiento. Esto explica que los seres vivos presenten una tendencia al consumo de la energía más fácilmente accesible, es decir, la que requiere un menor esfuerzo energético de acuerdo con sus posibilidades de captación y transformación. Por otra parte, a medida que se agota una fuente energética, la tasa de retorno energético disminuye. En el caso del petróleo los primeros pozos que explotó el hombre presentaban un EROI alto debido a la poca profundidad y otras características geológicas (Murphy y Hall 2010; Murphy 2014). En el caso de EE.UU, el EROI del petróleo era en algunas explotaciones en 1930 superior a 100, en 1970 el ratio descendió a una media de 30 y las estimaciones para 2005 lo redujeron finalmente a un intervalo comprendido entre 8 y 11 (Murphy y Hall 2010, p. 109, a partir de Cleveland et al. 1984, Hall et al. 1986 y Cleveland 2005). En la medida que el EROI sea más elevado habrá más energía disponible para el sistema mientras que, por el contrario, si la tasa es muy reducida, el sistema tendrá que dedicar un elevada proporción de los recursos a obtener más energía que deberá ser detráido de otras funciones. Esto tiene unas implicaciones importantes para la sociedad, pues en la medida que

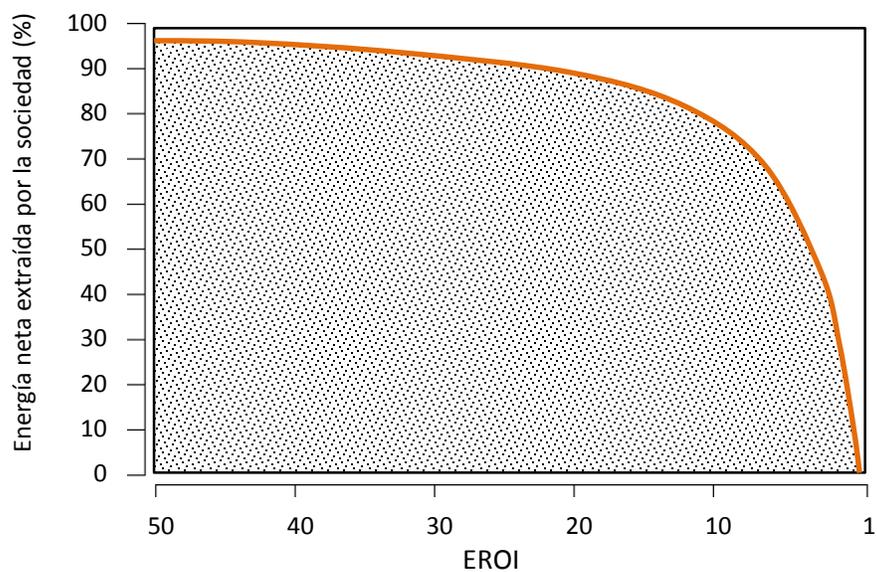
aumente el EROI, la energía deberá ser redistribuida a la extracción y dejará de estar disponible para otras actividades.

Por otra parte, la relación que existe entre energía neta y energía bruta a medida que desciende el ratio no es lineal. En este sentido, se suelen manifestar grandes descensos a partir de un EROI=10. Esto se explica a partir de la siguiente expresión que explica la relación entre estas variables (Murphy 2014, p. 7, a partir de Murphy y Hall 2011):

$$\text{Energía neta} = \text{Energía bruta} \left(1 - \frac{1}{\text{EROI}} \right)$$

La ecuación anterior se utiliza para estimar la energía neta proporcionada a la sociedad a partir de la energía bruta necesaria para obtener una determinada cantidad de energía. De esta expresión se deduce que la relación entre energía bruta y neta es exponencial, como se muestra en el gráfico 2.1. Tasas superiores a 10 no presentan grandes diferencias entre energía bruta y neta, mientras que entre 10 y 5 se manifiesta una diferencia sustancial. Esta gráfica se ha denominado “precipicio de la energía neta”, o *net energy cliff* en inglés (Mearns 2008, citado por Murphy y Hall 2010, p. 107 y Murphy 2014, p. 8), y explica los cambios drásticos en la redistribución de la energía que se producen en un momento dado cuando las tasas de retorno energético disminuyen por debajo de 10. Un sistema que esté diversificado a partir de la utilización de varios tipos de recursos energéticos o bien, que realice una extracción energética a partir de fuentes con una enorme disponibilidad energética tendrá menos posibilidades de que aparezcan cambios repentinos en la redistribución energética y, por lo tanto, tendrá que destinar menos recursos adicionales a la extracción y transformación energética.

Gráfico 2.1. Relación entre EROI, energía bruta y energía neta



Fuente: Murphy y Hall (2010, p. 107) y Murphy (2014, p. 8).

2.3. Sistemas socioecológicos

2.3.1. Esquema conceptual

El término de sistema socioecológico (Gallopín 1991; Berkes y Folke 1998; Turner et al. 2003) fue desarrollado con el objetivo de ofrecer una conceptualización teórica que ofreciese una visión sistémica y holística que fuera capaz de integrar las relaciones entre la sociedad humana y la naturaleza mediante un enfoque transdisciplinar. En la literatura existen varias definiciones que recogen una amplitud de temas cuyos límites son difusos y abarcan tanto aspectos ecológicos como cuestiones de carácter más social (Gunderson y Holling 2002; Berkes et al. 2002; Young et al. 2006; Becker y Breckling 2010; Becker 2012; Boyd y Folke 2012; Glaser et al. 2012; Binder et al. 2013; McGinnis y Ostrom 2014). En este sentido, Glaser et al. (2012, p. 4) aportan un esquema conceptual en el que presentan una definición de la noción del sistema socioecológico y cuatro propiedades asociadas, *resiliencia*, *vulnerabilidad*, *capacidad de adaptación* y *emergencia*, que se expone a continuación:

“Un *sistema socioecológico* es un sistema complejo y adaptativo que consiste en una unidad biogeofísica y sus actores e instituciones asociadas. Las fronteras espaciales o funcionales delimitan un ecosistema particular y los problemas de su contexto.

Resiliencia: es la capacidad del sistema de afrontar el futuro sin ser alterado en una forma no deseable y, además, es necesaria para un futuro sostenible sobre la base del fortalecimiento de la propia dinámica de los sistemas naturales para evitar cambios hacia direcciones no deseadas⁷⁹.

Vulnerabilidad: se refiere al grado de exposición del sistema a cambios cuyas consecuencias no son deseadas.

Capacidad de adaptación y transformabilidad: alude a la habilidad del sistema para cambiar con el objeto de mantener sus características deseables, en el primer caso, y, a la eliminación de las no deseables, en el segundo.

Emergencia: es la capacidad del sistema para autoorganizarse sin el condicionamiento de una dirección externa” (Glaser et al. 2012, p. 4, traducción propia, cursivas originales, nota añadida).

Antes de continuar, hay que aclarar que posteriormente se volverán a tratar dos de los conceptos anteriores, en concreto, por un lado, el referido a resiliencia, para diferenciarlo de otras ideas que pueden estar implícitas en su contenido y que van a ser utilizadas más adelante, y, por otro lado, la noción de capacidad de adaptación, aspecto que se relacionará con otras ideas que serán tratadas. El hecho de enunciar la definición literal (aunque traducida al castellano) de Glaser et al. (2012) se debe a que este esquema conceptual se ha elaborado a partir de un consenso entre los

⁷⁹ El concepto de resiliencia será retomado más adelante para diferenciarlo de la idea de sostenibilidad.

principales autores de los sistemas socioecológicos y, por tanto, es ilustrativo de los principales desarrollos teóricos.

El esquema conceptual de los sistemas socioecológicos ha sido elaborado sobre la base de los trabajos de Holling (1973) sobre resiliencia y estabilidad de sistemas ecológicos y está influenciado por varias corrientes y desarrollos teóricos (Glaser et al. 2008) entre los que cabe destacar, por un lado, los relacionados con la ecología evolutiva, que se centran en ciclos adaptativos que se adoptan varias escalas y formas estructurales *panárquicas*, en las que el comportamiento de un sistema depende de la influencia y estados de los sistemas jerárquicos superiores e inferiores (Holling et al. 2002; Berkes et al. 2002; Walker et al. 2004; Petrosillo et al. 2010), y, por otro lado, la *nueva escuela de Frankfurt*, una versión de la *teoría crítica* que identifica las dinámicas socioecológicas para la satisfacción de las necesidades humanas a partir de la idea de *relaciones sociales con la naturaleza*, las cuales se refieren a la forma en la que la sociedad regula su vínculos materiales y culturales con los sistemas naturales de acuerdo con unos patrones del contexto histórico-cultural en que se desarrollan (Becker y Jahn 2003/2005, 2006; Becker 2012). Ambas tendencias no han de ser interpretadas como posiciones antagónicas, sino más bien como complementarias que se enriquecen mutuamente entre sí y con otras que se han desarrollado en la literatura⁸⁰.

Por otra parte, la profundización en la relación entre sistema socioecológico y complejidad puede arrojar información sobre los factores que condicionan la forma en la energía se distribuye por el sistema. En este sentido, los sistemas socioecológicos han sido estudiados desde una perspectiva evolutiva en la que se pueden establecer vínculos entre su complejidad, resiliencia y disipación de la energía (Tainter 2006, 2011; Tainter et al. 2006, 2014). Esta idea conecta con la concepción de los sistemas complejos como *estructuras termodinámicas disipativas* (Prigogine y Stengers 1984; Adams 1988; O'Neill 1989; Nielsen 2000; Mayumi y Giampietro 2004; Schilling y Straussfagel 2009) que distribuyen y dispersan la energía en sus componentes a través de la jerarquías de relaciones que resultan de las restricciones impuestas en las distintas escalas temporales y espaciales (O'Neill et al. 1989). En el punto siguiente se abordan las relaciones ente complejidad y energía en el marco de los sistemas socioecológicos.

2.3.2. Sistema socioecológico, complejidad y energía

Las principales contribuciones teóricas que relacionan la sostenibilidad de los sistemas socioecológicos con el consumo y redistribución de la energía, y las sociedades complejas fueron realizadas por Tainter (1988, 2006), motivo que justifica que este epígrafe se centre en la aportaciones de este autor. Este sugiere que, aunque es posible comparar los sistemas ecológicos y sociales en algunas dimensiones, el origen de la complejidad y la relación su y evolución y la

⁸⁰ Otras influencias citadas por Glaser et al. (2008) se refieren a los siguientes temas: aproximaciones cuantitativas que se centran en análisis funcionales y de indicadores Bossel (2003); el estudio del comportamiento de los sistemas complejos centrados en fluctuaciones y dinámicas no lineales (Ratter y Treiling 2008; Ratter 2013); y, por último, estarían las aproximaciones a escala intermedia para la construcción de bloques socioecológicos (Eisenack et al. 2006, citado por Glaser et al. 2008, p. 78).

disipación de la energía son diferentes en ambos. En este sentido, en relación a los primeros argumenta que “la diversidad y complejidad emergen en un sistema ecológico a partir de la energía y agua disponible, y de la *competición* que estimula la especiación y contribuye a la inmigración” (*ibídem*, p. 92, a partir de Schneider y Kay 1994; Allen et al. 2003, pp. 331, 335, 341; Jørgensen y Fath, 2004; traducción propia, énfasis en cursiva añadido). En este razonamiento es conveniente realizar una matización con el objeto de aclarar un aspecto de la afirmación que no es del todo correcto aunque no invalida su conclusión final. En concreto, Tainter utiliza un planteamiento de ecología evolutiva *darwiniano* por el que la evolución se reduce sólo a las estrategias de *competición* que existen en el reino natural. Sin embargo, desde una perspectiva más amplia, la *ecología evolutiva* debe de incluir enfoques que sean capaces de explicar la aparición y evolución de un tipo de comportamiento con elevado nivel de complejidad no contemplado en la corriente darwiniana y que, en particular, se relaciona con la cooperación (Gardner y Foster 2008; Wenseleers et al. 2010). La explicación de este concepto requiere efectuar a continuación una breve profundización que permita comprender las relaciones básicas entre cooperación y complejidad.

Las estrategias de cooperación son comportamientos que pueden presentarse interespecies en la que adquieren forma de simbiosis, en particular el mutualismo como modo de interacción que beneficia a dos especies⁸¹ (Stachowicz 2001). Pero también se manifiestan intraespecies dando lugar a la aparición de las sociedades, las cuales son consideradas las formas más complejas de comportamiento, lo que es evidente en el caso de los grupos humanos. La sociobiología es la rama de la biología evolutiva que estudia las bases biológicas del comportamiento animal que amplía la selección natural darwiniana a la emergencia de las sociedades y conducta animal, entre la que se incluye al *homo sapiens*, y que se sustenta en un enfoque inclusivo y explicativo de todos los hábitos de conducta que existen en la naturaleza, tanto los cooperativos como los competitivos. Las bases teóricas fueron desarrolladas por E.O. Wilson (1975) en *Sociobiology: The New Synthesis*, a partir de los trabajos previos de Hamilton (1963, 1964, 1971), donde presenta un esquema conceptual holista que incorpora los aspectos no resueltos por las corrientes darwinistas tradicionales. Por otra parte, y en relación con la idea de diversidad, hay que señalar que una de las principales contribuciones de E.O. Wilson fue la conceptualización de la *biodiversidad*, que asocia a la existencia de un sistema complejo que surge como resultado de la dinámica de los sistemas vivos y de la interacción de estos sistemas con sus soportes físicos y químicos a lo largo del tiempo y en distintos contextos geográficos, históricos y culturales (Wilson 1988a).

Una vez realizada esta aclaración, el argumento de Tainter (1996, p. 92) que relaciona diversidad y complejidad se puede reformular de la siguiente manera: “en los sistemas ecológicos las especies aprovechan la energía de un ecosistema susceptible de ser aprovechada para desarrollarse o inmigrar desde otros ecosistemas que presentan menor capacidad energética estimulando la aparición de especies y *nuevas formas de comportamiento social*, y esto favorece la estabilidad y funcionamiento de las procesos biológicos, así como la emergencia de la diversidad, creándose de

⁸¹ Otras dos formas de simbiosis serían en *comensalismo* y el *parasitismo*, aunque no se consideran en sentido estricto cooperación.

este modo nuevas estructuras diferenciadas y especializadas y, por consiguiente, aumentando el nivel de complejidad”.

La principal idea que se extrae de la argumentación anterior es que en los sistemas ecológicos, la complejidad se asocia a la diversidad biológica y del comportamiento, o biodiversidad en términos de Wilson (1988a), y, ésta a la disponibilidad energética. De este modo, se explica, por tanto, la relación entre complejidad y energía en la naturaleza. Sin embargo, Tainter señala que esta correspondencia no se manifiesta de la misma manera en los sistemas sociales al indicar que la relación de complejidad con la estabilidad y diversidad del sistema no es simple y presenta matices que es necesario aclarar. En el caso de los humanos, los sistemas complejos no son el resultado de una abundancia energética, sino más bien son estos los que impulsan la producción energética. La complejidad social está vinculada a la estabilidad a largo plazo, pero no de la misma forma que los sistemas ecológicos, sino a través de una relación que no es lineal, directa o constante y que depende de un conjunto de factores que, según su evolución, pueden fortalecerla o, por el contrario, debilitarla (Tainter 2006, p. 92).

Antes de exponer los factores que afectan a la complejidad de las sociedades humanas, es preciso puntualizar que este autor asocia estabilidad a largo plazo a la idea de sostenibilidad. En este sentido, conviene aclarar que Tainter (2006, p. 92) concibe el concepto como la capacidad de un sistema para proveer el soporte que satisfaga las necesidades que se requieren para el mantenimiento de su vida a largo plazo. Este soporte corresponde con los recursos naturales que sostienen a la sociedad humana y su aprovechamiento puede variar de una comunidad rural a una sociedad urbana, o de una local a otra global en función de la cultura, y dado que la cultura es el conocimiento, sólo se valorarán los soportes que se conocen, que son los que mantienen a un sistema social concreto. Esta visión de la sostenibilidad conecta con los planteamientos de *ecología política crítica* en los que se explica la existencia de conflictos entre las sociedades humanas para la apropiación de los recursos que mantienen sus formas de vida (Forsyth 2003, 2011).

Por otra parte, es necesario distinguir sostenibilidad de la noción de resiliencia, aclarando y complementando la definición de Glaser et al. (2012) expuesta al principio del epígrafe. En particular, la resiliencia alude a la capacidad de continuar un proceso o estado deseado social o ecológico, mientras que la sostenibilidad se refiere a la habilidad para ajustar la configuración de su estructura y funcionamiento frente a cambios del entorno. En los sistemas sociales, el primer concepto significa la puesta en práctica de cambios en la estructura que solo se pueden dar si se debilitan o incluso abandonan los valores que fundamentan su construcción. Los valores son los pilares que van a sostener la identidad del sistema, y si este cambia, también será necesario modificar o eliminar determinados valores. La mayor parte de las personas prefieren seguir manteniendo sus valores y estilo de vida, con la continuidad de los flujos materiales y energéticos asociados, antes que modificarlos con el objeto de emprender cambios orientados a otras formas de enfrentarse a la realidad que van a suponer un esfuerzo adicional de aprendizaje de un nuevo conocimiento y de interiorización de los valores vinculados a éste. Por estos motivos, sobre la base de conservar los valores, los grupos sociales prefieren mantener su estructura social, o sostenibilidad del sistema, antes que cambiarla para adaptarse, o resiliencia. Según Tainter (2006)

una sociedad muy resiliente es una sociedad con pocos valores, de modo que en el caso extremo de que sólo presentase resiliencia la sociedad no podría existir porque no tendría valores. Sin embargo, la historia muestra que las sociedades han cambiado para adaptarse a nuevos contextos y, por consiguiente, sus valores.

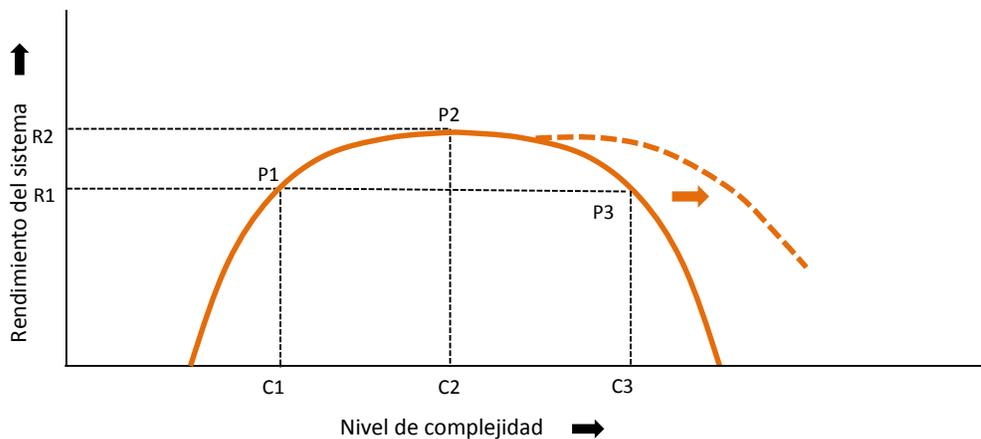
La relación entre las condiciones ecológicas y la sostenibilidad social no es directa, sino que depende principalmente de un factor: la capacidad humana de resolver problemas. Esto quiere decir que no estriba en el hecho de que aumente o disminuya el nivel de consumo de materiales y energía, sino más bien en la disponibilidad de los materiales y energía necesarios para la existencia de la sociedad. La sostenibilidad de los sistemas humanos se basa en su habilidad para resolver los problemas que afectan a la obtención de los recursos materiales y energéticos para el mantenimiento de su identidad como sistema (Tainter 2006, p. 93). De este modo, la sostenibilidad humana no depende directamente del nivel de degradación ambiental antrópica y natural, aunque sí de forma indirecta cuando este deterioro afecta de forma negativa a la disponibilidad de los recursos que mantienen el sistema (Tainter 1995). Como ejemplo se puede poner el caso del desarrollo de la agricultura en los valles y depresiones, los cuales se caracterizan por presentar un tipo de suelo más profundo, más rico en nutrientes y materia orgánica que el que se suele presentar en zonas montañosas. Los procesos naturales de erosión en las zonas altas favorecen la deposición de materiales orgánicos en los valles agrícolas, y, por tanto, mejora la fertilidad del suelos y productividad económica. Estos procesos pueden ser potenciados por las actividades antrópicas mediante el pastoreo dando lugar a un aumento de la degradación del suelo en las zonas de pendiente, pero también a un incremento de la estabilidad y rendimiento de los sistemas agrícolas de los valles.

Cada vez que la sociedad resuelve un problema se produce una especialización y diferenciación y, por tanto, aumenta el grado de complejidad. Las sociedades complejas poseen un nivel avanzado de conocimiento tecnológico, un número elevado de población, funciones sociales muy especializadas, diferenciadas e institucionalizadas, escalas grandes de integración y un enorme flujo de información para controlar su funcionamiento y estabilidad de una cantidad significativa de componentes que configuran su estructura. Sin embargo, un mayor estado de complejidad supone un coste más elevado de recursos para el mantenimiento de los nuevos componentes y relaciones. Así, las sociedades industriales son más complejas que las preindustriales, y dedican más recursos humanos y económicos para el funcionamiento y estabilidad de sus componentes: agricultura, industria, infraestructuras de transporte de materiales y energía, comunicación e información, sistema sanitario, sistema educativo, sistema de defensa, así como todo el entramado institucional que coordina su funcionamiento. Todo este esfuerzo de mano de obra, flujos monetarios y recursos naturales que se asocia a un aumento de la complejidad implica un mayor consumo de materiales para alimentar y satisfacer las necesidades básicas de la población que se dedica a las nuevas especializaciones que hay que añadir al de mantener los componentes del resto de la sociedad. De esta forma, **un aumento de la complejidad en el sistema social conduce a un mayor coste energético**, que es necesario para realizar las nuevas transformaciones materiales, según los principios de la termodinámica. Un sistema socioecológico se puede

concebir, por tanto, como un sistema complejo disipativo que distribuye la energía entre sus componentes y que al aumentar el grado de complejidad también incrementa el consumo energético (Tainter 2005, 2006; Tainter et al. 2014).

Desde este punto de vista, a medida que crece el nivel de complejidad habrá que captar más energía del entorno debido a que el flujo energético para el mantenimiento de la estructura será mayor. Si un aumento de la complejidad repercute en un rendimiento en el sistema que se transforma en una mejora de la estabilidad y productividad, el sistema tenderá a aumentar la complejidad. Este incremento requerirá un consumo energético adicional a la situación previa que será mayor según se eleve el grado de complejidad. El consumo energético irá subiendo paulatinamente de forma que cada unidad marginal será mayor que la anterior. Las restricciones energéticas del entorno y la eficiencia del sistema en la redistribución de la energía marcarán un punto límite a partir del cual cada aumento marginal de la complejidad disminuirá el rendimiento del propio sistema. Por consiguiente, la complejidad del sistema evolucionará en función del rendimiento y beneficio (energético) que sea capaz de transmitir a los componentes del sistema de forma que alcanzado un determinado punto el sistema solo podrá sobrevivir si reduce el nivel de complejidad (Tainter 1988, p. 119; 2005, p. 400; Tainter et al. 2006, p. 48). Esto se refleja en el gráfico 2.2, donde se presenta la relación entre incremento de complejidad y unidad marginal de rendimiento del sistema. Tainter (1988, 2006) explica esta relación a través del estudio de los factores que motivaron el auge y caída de civilizaciones complejas, que, en particular, aplica al caso del imperio romano y bizantino, y extrae unas conclusiones que pueden ser extendidas a los sistemas socioecológicos en general. A continuación se describe estas conexiones con mayor profundidad.

Gráfico 2.2. Relación entre nivel de complejidad y rendimiento del sistema



Fuente: Tainter (1988, p. 119; 2005, p. 400; Tainter et al. 2006, p. 48).

Si se observa la representación gráfica se aprecia en la curva que existe un periodo en el sistema en el que se consigue un mayor aumento del rendimiento con un incremento de la complejidad proporcionalmente menor hasta que se alcanza el punto P1. Esta fase corresponde con una fuerte

expansión del sistema debido a una abundancia energética y un sistema eficiente que transforma y dispersa la energía en el crecimiento del sistema con más conexiones y desarrollo de componentes y que se puede asociar al descubrimiento de nuevos recursos energéticos con más potencial de transformación, colonización de nuevos territorios, construcción de nuevas infraestructuras que mejoran la eficiencia en la extracción de la energía. Un ejemplo de esto es la expansión del Imperio romano en la fase de conquista del territorio que presentaba más capacidad para transformar la energía solar en recursos para el mantenimiento del sistema: alimentos para sustentar a la población que trabajaba en las zonas de producción alimentaria y la que se ocupaba del resto de actividades necesarias como, por ejemplo, la extracción y transformación de minerales y acuño de moneda, distribución de los recursos, mantenimiento, organización y protección del sistema (instituciones y ejército) (Tainter 2006). Estas zonas coinciden con las de mayor productividad agrícola en aquella época y están ubicadas en la región de clima mediterráneo (Grecia, Asia Menor, Cartago, Hispania y Galia). La complejidad que suponía la creación de la mayor organización militar de la época (a la que había que alimentar y dotar de un aparato logístico) supuso el retorno de grandes rendimientos que se materializaron en una gran disponibilidad de recursos de mano de obra esclava y alimentos que eran extraídos de las colonias para dispersarlos en la metrópoli y en todo el entramado institucional y la infraestructura necesaria para la estabilidad del sistema (Tainter 1995, 2011).

Por otra parte, si se vuelve a observar la representación gráfica a partir del punto P1, los aumentos de complejidad del sistema redundan en una variación proporcionalmente menor de su rendimiento. Este periodo coincide en el caso del Imperio romano con la conquista de tierras con una productividad menor que las mediterráneas para la transformación de la energía solar en biomasa. En aquella época se destinó una cantidad ingente de recursos humanos (ejército e instituciones de control) y materiales (construcción de muros de contención, infraestructuras y fortificación del limes) en la conquista y mantenimiento de los últimos territorios incorporados como Britania y Germania y otras zonas de escasa producción agrícola. El esfuerzo que se realizó con la incorporación de estos territorios supuso un aumento del gasto energético que produjo rendimientos adicionales menores que los referidos a la fase anterior de expansión del imperio (Tainter 2006).

A partir del momento en que fueron anexionadas todas las tierras susceptibles de transformar de una forma óptima la energía solar en recursos para el sistema y que coincide en el gráfico con el punto P2, cualquier aumento de complejidad tenía que ser suplido con una detracción de energía de otras partes del interior del sistema. En esta nueva fase, cada incremento de complejidad necesitaba una unidad adicional de energía mayor que solo se podía conseguir si era extraída del propio interior del sistema. Esto supuso una redistribución energética de una parte de los componentes del sistema para satisfacer los nuevos requerimientos, lo que condujo a tensiones y desequilibrios en la organización del imperio al detraer de las zonas de producción del imperio cada vez más alimentos y materiales que no sólo no eran compensados con mejores servicios del sistema, sino que suponían un empobrecimiento generalizado de la población de dichas territorios. A medida que el Imperio romano fue aumentando la complejidad y extrayendo energía

de su interior comenzó el declive del funcionamiento de los componentes del sistema (ejército ineficaz, desaparición paulatina de la moneda, falta de mantenimiento de infraestructuras, sistema de recaudación ineficiente). El imperio fue dividido en el año 395 en dos: el de Occidente con sede en Roma y el de Oriente, o Imperio bizantino, con sede en Constantinopla, y siguieron evoluciones distintas. El sistema de Occidente comenzó a reducir la complejidad de una forma no controlada que lo condujo a su colapso y desaparición en el siglo V con el último emperador⁸². De forma paralela, emergió otro sistema socioecológico, el feudalismo, con otras conexiones mucho más simples, reducidas y, sobre todo, con un consumo de recursos materiales mucho menor y adaptado, de una forma sostenible en el tiempo, al flujo de la principal fuente energética, la solar (Tainter 1995, 2006).

Sin embargo, el Imperio bizantino, perduró diez siglos más que el occidental, en concreto hasta el año 1453 que fue invadido por los otomanos. Tainter (2006, p. 97) argumenta que la mayor pervivencia en el tiempo se puede relacionar con su evolución a otras formas menos costosas desde el punto de vista energético para la resolución de problemas. En este sentido, a diferencia del imperio romano, los emperadores de Bizancio pusieron en marcha un mecanismo para la reducción del flujo de recursos de recursos que el aparato institucional extraía del campesinado para el mantenimiento del entramado institucional, y, en particular, del ejército (años 616 y 659 d. C.), que fue compensado con programas de autosuficiencia alimentaria para mantener su efectividad militar en la época. La progresiva simplificación de la complejidad mediante estrategias voluntarias supuso un ahorro en costes energéticos que pudieron ser destinados a la alimentación de la población agraria que había sido diezmada por enfermedades y guerras, y, por consiguiente, posibilitó la continuidad del último sistema de tradición greco-romana, aunque con cambios culturales significativos⁸³, hasta su caída en el siglo XV (Tainter 1995, 2006, 2011). La evolución de la complejidad en la civilización bizantina se puede representar con una gráfica que se expande a la derecha mediante mejoras en la eficiencia del sistema, pero que, al mismo tiempo. En el gráfico anterior, la evolución de este sistema socioecológico corresponde, por un lado, a la disminución de la complejidad que experimenta la curva entre el punto P3 al P2 y, por otro, a una mejora del rendimiento, de R1 a R2, y, por consiguiente, de su sostenibilidad. Por otra parte, cada vez que se produce una mejora tecnológica o aparecen nuevas fuentes recursos energéticos la curva se desplaza a derecha (que corresponden con la gráfica intermitente en la representación anterior), lo que aumenta el potencial para el incremento de la complejidad. Sin embargo, podría ocurrir lo contrario si el flujo de recursos energéticos se reduce por agotamiento, de modo que la curva se desplazaría a la izquierda y los sistemas socioecológicos tendrían de reducir sus niveles de consumo energético y complejidad para el mantenimiento de la sostenibilidad (Tainter et al. 2006).

La conclusión que se extrae de la exposición anterior es que los factores que influyen en la sostenibilidad de los sistemas humanos presentan una dimensión diferente a los que conciernen a

⁸² El último emperador romano fue Rómulo Augusto, que fue destituido en el año 476 por un invasor bárbaro.

⁸³ La tradición cultural experimentó un retroceso al destinar menos recursos a esta función de la sociedad.

la que manifiestan los sistemas ecológicos, aspecto que es necesario tener en cuenta en la aproximación de los sistemas socioecológicos. En este sentido, en la naturaleza, diferenciación y diversidad emergen a partir de la disponibilidad de recursos y de las estrategias de cooperación y competición inter e intraespecies. Los sistemas humanos también presentan ocasionalmente casos de diferenciación del comportamiento (diversidad cultural) en respuesta a la disponibilidad de un flujo mayor de energía. Sin embargo, la inmensa mayoría de los fenómenos de complejización en las sociedades no se explican por la aparición repentina de una nueva fuente energética, sino que son debidos a las etapas de transición que se inician con el objetivo de buscar soluciones a los nuevos problemas que aparecen por la falta de recursos para mantener el funcionamiento del sistema (Tainter 2006, p. 100; Tainter 2011, p. 94). De este modo, la complejidad aumenta antes del desarrollo de otras fuentes energéticas adicionales que pudieran sustentar dicho incremento de complejidad. Por otra parte, **la solución de los problemas a través del aumento de la complejidad puede dar lugar a tres situaciones** distintas en la historia del sistema socioecológico en relación con su sostenibilidad: un **aumento de la estabilidad** del sistema (ganancias positivas de rendimiento que corresponden con P1 en la gráfica), **una disminución de la estabilidad del sistema** (pérdidas de rendimiento, P3), y, por último, el **mantenimiento del mismo nivel de estabilidad** sin variación (P2). De esta forma, una sociedad será más sostenible en la medida que sus instituciones sean capaces de afrontar los cambios manteniendo o aumentando la estabilidad de los componentes del sistema. Estos conciernen a las personas y las relaciones que mantienen entre ellas y con la naturaleza con el objetivo de vivir de acuerdo con un estilo de vida sustentado en un conjunto de valores culturales.

Existe una amplia variedad de combinaciones de formas de extracción, transformación y disipación de la energía en los sistemas socioecológicos, tantas como variedades culturales que se han manifestado a lo largo de la historia y que continúan haciéndolo en la actualidad, a pesar de la reducción de su número e hibridación por la tendencia a globalización cultural de las sociedades actuales. Las distintas formas de combinación se relacionan con la noción de *metabolismo social*. En el siguiente epígrafe se explica y se detallan los aspectos fundamentales de este concepto para abordar el análisis de los sistemas socioecológicos desde el punto de vista de su sostenibilidad.

2.3.3. Sistemas socioecológicos y metabolismo social

El *metabolismo social* se define como el patrón que sigue la captación de los flujos de energía y materiales que realiza el sistema socioecológico a través de su interacción con el entorno, así como su dispersión a través de sus componentes y las relaciones con el exterior (Fisher-Kowalski y Haberl 1997; González de Molina 2014). En general, cada sistema socioecológico presenta un *perfil metabólico* específico que se puede asociar a un tipo de *régimen metabólico* que se caracteriza por manifestar un patrón en la relación sociedad-naturaleza sobre la base del predominio de un determinado tipo de intercambio de energía y materiales (Sieferle 2001; Fischer-Kowalski y Haberl 2007; Krausmann et al. 2009).

En la historia de la humanidad se han identificado tres *regímenes metabólicos*: cazador-recolector, agrario e industrial (Sieferle 2001). En el primero los grupos sociales presentan un consumo

energético muy reducido y comparable al de otras especies, aunque superior por el desarrollo de herramientas técnicas muy rudimentarias que permitían realizar algún tipo de transformación sobre la base de una aplicación de fuerza manual. La revolución neolítica que sucedió hace 10.000 años dio lugar gradualmente a la aparición del segundo modelo, el régimen agrario, que se caracteriza por el control de los flujos energéticos de origen solar por parte de la sociedad para transformarlos en biomasa como principal fuente energética, alcanzando el 95% de la energía primaria. El tercero surge con la revolución industrial y manifiesta una demanda energética primaria eminentemente de origen fósil, abundante y de gran capacidad de producir trabajo, que explica todo el desarrollo material y tecnológico que caracteriza el estilo de vida de las sociedades modernas. El proceso de transición de un modelo a otro no ha sido homogéneo en tiempo y territorio, tanto a nivel global como local, al coexistir en la actualidad países industrializados que siguen el patrón de producción y consumo industrial con otras zonas del mundo en las que subsiste el modelo agrícola (Krausmann et al. 2009; Fischer-Kowalski 2011). En relación a la situación actual, Fischer-Kowalski (2011) y Wiedenhofer et al. (2013) sugieren que el régimen industrial en los países más desarrollados presenta signos de estancamiento, crecimiento muy reducido o bien descensos del consumo energético a partir de la crisis del petróleo del 1973 que induce a pensar en una posible transición hacia otro modelo, aunque todavía se necesita seguir avanzando en las investigaciones para confirmar esta hipótesis.

Las transiciones de un modelo a otro se explican por el agotamiento estructural de las formas de extracción de la energía y la emergencia de nuevas formas de obtención y transformación energética. En el caso de que se acaben las fuentes y energéticas de un determinado régimen sin que hayan aparecido nuevas posibilidades alternativas y viables a los patrones de extracción, producción y consumo, el sistema socioecológico asociado a dicho régimen podría colapsar. Asimismo, también se presentan situaciones de transición en las que coexisten ambos modelos debido a que todavía existe una disponibilidad de los mecanismos tradicionales a la vez que se presentan nuevos patrones de extracción y transformación. Esta situación es inestable y no dependerá sólo de la disponibilidad física del recurso, sino también del equilibrio entre los grupos sociales asociados a distintas formas de producción (Fischer-Kowalski 2011, p. 155). De esta forma, las relaciones y equilibrios de poder (Foucault 1980) podrían conducir a la configuración de un determinado tipo de sistema socioecológico que puede llevar incluso al colapso en el caso de que desaparezcan los condicionantes naturales que habían posibilitado su existencia (Diamond 2005), o bien, por el contrario, favorecer la transición hacia el nuevo modelo. Una vez expuesto el esquema conceptual y las bases teóricas que sustentan los sistemas socioecológicos, en el siguiente punto se expondrá un esquema para estudiar la forma en la que las personas realizan la principal transformación energética necesaria para el sustento de la vida humana: la producción de alimentos a partir de la modificación y control de los procesos naturales, aspecto que será abordado a partir del enfoque conceptual de la agroecología.

2.4. Agroecología

2.4.1. Desarrollo del concepto y características generales

En líneas generales la agroecología aborda las relaciones entre los sistemas agrarios desde el punto de vista de los procesos naturales, físicos y biológicos (Altieri y Nicholls 2000; Gliessman 2007). Este concepto puede ser interpretado como una disciplina, un movimiento y una práctica (Wezel et al. 2009). Una aproximación a su evolución como disciplina también contribuye a explicar su desarrollo como práctica y opción política. En este sentido, Wezel y Soldat (2009), a partir de un análisis bibliométrico en el que se examina los principales enfoques aplicados en su uso como disciplina, identifican cuatro etapas históricas.

La primera es la fase de desarrollo y su origen se remonta a finales de la década de los años treinta del siglo XX con la introducción por primera vez del término por un agrónomo ruso, Bensin (1928, 1930, citado por Wezel y Soldat 2009, p. 9) para explicar la aplicación de métodos ecológicos en la producción agrícola destinada al mercado. Posteriormente, en la década de los sesenta, un zoólogo y ecólogo alemán, Tischler (1965, citado por Wezel y Soldat 2009, p. 9) publicó el primer manual sobre agroecología centrado en la combinación del análisis de las interacciones entre los elementos biológicos y las prácticas agrícolas. En este periodo, el enfoque que se aplicaba se centraba en el manejo de plagas y enfermedades y la función de los hábitats naturales en su control (Wezel et al. 2009).

La segunda etapa corresponde con su expansión como ciencia a partir de la década de los ochenta (Gliessman et al. 1981; Altieri et al. 1983; Conway 1987; Altieri 1987, 1989; Henricksen 1986), en la que se difunde para el estudio, diseño y gestión de la producción agraria sobre la base de un marco teórico fundamentado en el concepto de *agroecosistema*. Este consiste en una concepción de la agricultura y ganadería como un sistema ecológico domesticado en el que se debe primar las prácticas orientadas a la reducción del impacto ambiental y el mantenimiento de los procesos naturales. Otras aportaciones que se realizaron en este periodo fueron la incorporación del conocimiento local en las prácticas agrícolas, así como la introducción de la dimensión política (justicia social y equidad en el uso de recursos), económica y energética en el estudio de las relaciones de los sistemas agrarios (Wezel y Soldat 2009). En esta fase, la agroecología comienza a desarrollarse como conjunto de prácticas agrícolas para mejorar las técnicas tradicionales que utilizaban los campesinos indígenas en Latinoamérica y ofrecer, de esta manera, una alternativa al sistema de insumos intensivos de la agricultura industrializada (Wezel et al. 2009).

La tercera etapa coincide con los noventa y corresponde con la fase de institucionalización y consolidación como disciplina. Se elaboran los principales referentes conceptuales (Altieri 1995, Gliessman 1990, 1997; Norgaard y Sikor 1999), se mejoran las técnicas para el estudio de los sistemas agrarios con la introducción de metodologías procedentes de otros campos del conocimiento como, por ejemplo, los *sistemas de información geográfica*, se refuerza el enfoque ecológico con la introducción de conceptos como la biodiversidad y, por último, se amplía la dimensión política con la introducción de la agroecología en la agenda de las políticas públicas

orientadas al desarrollo, entre los que destaca la Cumbre de la Tierra de Naciones Unidas organizada en 1992 (Wezel y Soldat 2009). En este periodo, se desarrolla como un movimiento que se manifiesta en tres tendencias (Wezel et al. 2009): el movimiento ecologista, que aunque existía desde la década de los sesenta, se vincula a la agroecología a partir de los noventa como una forma de relación sociedad-naturaleza alternativa al modelo industrial; un modelo de desarrollo rural sostenible, centrado en la aplicación de una aproximación participativa con campesinos y pequeños agricultores en el medio rural (Sevilla Guzmán 1997); y, por último un movimiento de agricultura sostenible como opción política diferente a la agricultura convencional en la que se contempla no sólo lo relativo a las prácticas y ciclos biológicos sino también a cuestiones relacionadas con temas sociales. Desde esta perspectiva, la agroecología puede ser concebida como una opción de *ecología política* por la cual se plantean las bases normativas para orientar las relaciones sociedad-naturaleza en el ámbito de las producciones agrarias (Forsyth 2003; 2011).

Por último, la cuarta etapa comienza en 2000 y se caracteriza por la ampliación de la escala de estudio desde la explotación agraria y el agroecosistema a dimensión mayor en la que las relaciones del agroecosistema se extienden a las interacciones entre distintos tipos de agricultura y los recursos naturales en un ámbito local y regional (Wezel y David 2012). Acorde con esta tendencia está la propuesta de consenso⁸⁴ elaborada por Francis et al. (2003), quienes definen la agroecología como:

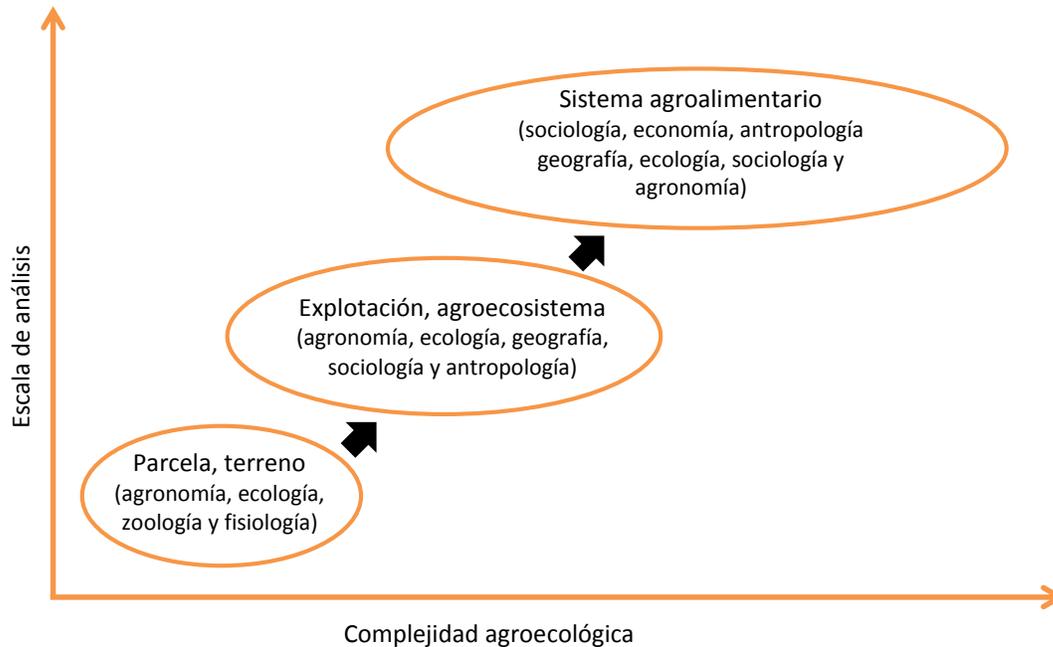
“[...] el estudio integrado de la ecología de todo el sistema alimentario que abarca las dimensiones ecológicas, económicas y sociales. Esta definición conducirá a una aproximación práctica que anima al investigador, educador y estudiante a integrar la totalidad y conectividad de los sistemas, y a centrarse en la singularidad de cada lugar y adopción de soluciones adecuadas a los recursos y limitaciones” (Francis et al. 2003, p. 100, traducción propia).

La idea que subyace en el enunciado anterior es **concebir la agroecología como la *ecología del sistema alimentario*** (Francis et al. 2003, p. 100), es decir, **la extensión del estudio del sistema a las relaciones de producción (agricultura), transformación (industria agroalimentaria) y distribución (comercialización) desde la perspectiva de los procesos naturales y sociales**. El carácter holístico y sistémico de la *concepción agroecológica del sistema alimentario* conduce a la necesidad de aplicar un enfoque que conecte la agroecología con diferentes campos del conocimiento, escalas de estudio y el análisis de las relaciones de los agentes involucrados. Las disciplinas deberán de ser seleccionadas a partir de la definición de los límites de sistema objeto de estudio. Esta aproximación supone la integración de perspectivas procedentes de la agronomía, ecología, geografía, sociología, economía y antropología, así como de otros dominios que sean necesarios para abordar las cuestiones a investigar, las cuales, en combinación con los distintos niveles de escalas, darán lugar a un modelo de análisis agroecológico sistémico cuya complejidad

⁸⁴ Se trata de una definición firmada por 16 autores entre los que se encuentran Altieri y Gliessman.

aumentará en función de la amplitud del análisis, aspecto que Wazel y David (2012, pp. 28-29) denominan *complejidad agroecológica* (figura 2.1).

Figura 2.1. Complejidad agroecológica



Fuente: Adaptación a partir de Wazel y David, 2012, pp. 28-29.

Como consecuencia del planteamiento expuesto, la aproximación agroecológica del sistema agroalimentario ha de ser llevada a cabo de forma simultánea en diferentes escalas y, al mismo tiempo, debe de integrar a las diversas disciplinas y redes de actores involucrados en el sistema (Wezel y David 2012, a partir de Francis y Rickerl, 2004a, y Robertson et al. 2004), lo que conecta con el enfoque teórico de la complejidad y transdisciplinariedad, cuya aplicación aporta coherencia y consistencia al diseño conceptual descrito. En esta línea, Gliessman (2011a, p. 823; 2013, p. 1) confirma el giro hacia el sistema agroalimentario por el cual la agroecología se convierte en un “proceso de información” para rediseñar los flujos y componentes del sistema de tal forma que la diversificación, las interacciones entre las partes y la resiliencia puedan ser combinadas desde la complejidad y transdisciplinariedad para crear la “cualidad emergente de la sostenibilidad”. Sin embargo, en este punto hay dos cuestiones implícitas que es preciso aclarar:

- 1) ¿Cómo se debe abordar la aproximación al sistema agroalimentario?
- 2) ¿Qué tipo de procesos y componentes contribuyen a la sostenibilidad del sistema?

En relación a la pregunta primera es conveniente precisar que la agroecología ofrece limitadas respuestas teóricas al respecto debido a que el giro agroalimentario se ha producido recientemente y todavía no se ha elaborado una literatura un marco teórico común y consistente en la disciplina (Wezel y David 2012; Wezel et al. 2015). No obstante, la forma de proceder debe ser a través de una aproximación multiescalar, multidimensional y transdisciplinar y que tenga capacidad para ofrecer una explicación holística y, asimismo, de los elementos que intervienen en la compleja realidad del sistema (Rickerl y Francis 2004b; Gliessman 2013). En el caso de esta investigación, la respuesta para abordar el sistema agroalimentario se centra en la aplicación del enfoque de los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL). Esto se justifica porque a pesar de que sus bases teóricas proceden de otra tradición éstas son compatibles con el esquema integrador y transdisciplinar expuesto. La descripción de los principios generales será presentada posteriormente en otro apartado debido precisamente al hecho de que su desarrollo se ha originado en el marco de otra escuela de pensamiento.

Una vez resuelta esta pregunta se procede a abordar la segunda cuestión. Antes de comenzar a explicar los procesos que contribuyen a la sostenibilidad de un sistema es preciso recordar, por una parte, que ésta se refería a la capacidad de un sistema para mantener su producción en el tiempo, y, por otra, que en la explicación de los sistemas socioecológicos Tainter (2006) había argumentado que a pesar de que las dimensiones de la sostenibilidad eran comunes a los sistemas ecológicos y los humanos existían diferencias que era necesario tener en cuenta y que se relacionaban con el grado de complejidad y el consumo de energía. En los sistemas naturales la diversidad biológica se asociaba a estabilidad y, por tanto, a su sostenibilidad, mientras que en el caso de las sociedades humanas, la relación entre esta última y diversidad no era lineal y directa, sino que dependía del consumo y disponibilidad energética. Una vez matizado este aspecto la sostenibilidad de un sistema agrario se explica a partir de la descripción de los conceptos básicos del análisis agroecológico que se expone en el siguiente punto.

2.4.2. Conceptos y principios básicos del análisis agroecológico

La agroecología se basa en dos ideas clave, la jerarquía del sistema y la aplicación de principios ecológicos al agroecosistema que se explican en general en relación al funcionamiento de los ecosistemas. Todos los componentes e interacciones de un sistema vivo están unidos mediante un entramado de relaciones jerárquicas que abarca elementos y procesos bióticos (gen, célula, reacciones bioquímicas, fotosíntesis, órganos, organismos y microorganismos, poblaciones de individuos, etc.) y abióticos (agua, nitrógeno, oxígeno, energía radiante, estaciones y ciclos de la naturaleza, etc.) que se combinan para dar lugar a un ecosistema local (Hart 1985; Conway 1990; Shiyomi y Koizumi 2001; Sevilla Guzmán 2006; Gliessman 2007; Bohlen y House 2009).

Un ecosistema es un sistema abierto que transforma las entradas de flujos de materiales y energía procedentes del nivel jerárquico superior o ecosistema general, que sería el entorno o exterior y que forma la biosfera (Vernadsky 1926/1997), con el objetivo de mantener su estabilidad. Los procesos de funcionamiento dan lugar a dos tipos de ciclos, uno en relación con el exterior y otro con el interior. A través del primero el ecosistema capta un flujo de materiales y energía del

ecosistema general que transforma en su interior mediante sucesivos procesos térmicos, físicos y químicos, cuyos residuos materiales y energéticos son devueltos al exterior. Por otra parte, mediante el segundo, se produce un reciclaje interno de flujos de materiales y energía susceptibles de ser reutilizados por distintos elementos que configuran el sistema. En ambos se produce una redistribución y disipación de la energía entre los componentes que a medida que se realiza pierde cualidades y necesita ser repuesta para el mantenimiento de los sistemas. Toda la energía que consumen los sistemas proviene de dos fuentes: por una parte, la energía contenida en los materiales que componen la Tierra y el calor interno; y, por otra, la procedente de la radiación solar. Ambas fuentes son necesarias para la existencia de los procesos biológicos que se presentan en el mundo, si bien manifiestan importantes diferencias, pues el proceso de renovación de la primera es distinto en escala y tiempo en la segunda. Este aspecto habrá que tenerlo en cuenta a la hora de estudiar los flujos en los agrosistemas (Gliessman 2007).

Los ecosistemas son modificados por las personas en agroecosistemas a través de la introducción de nuevas interacciones bióticas y abióticas con el objetivo de producir alimentos y fibras, de modo que emerge un nuevo sistema híbrido, el agrario, con conexiones, por un parte, en la jerarquía ecológica y, por otra, en la jerarquía de los sistemas sociales. La transformación del ecosistema implica la aparición de cambios en los componentes bióticos y abióticos que no sólo incuben las conexiones ecológicas, sino también a la aparición de nuevos componentes bióticos y abióticos que dan lugar a nuevas propiedades (Conway 1990; Gliessman 2007).

Todo agroecosistema consta de una estructura y un flujo de energía y materiales que la mantiene. La estructura está formada por un componente biótico, constituido por los cultivos, otras especies vegetales, animales, insectos y microorganismos con el cultivo, y otro abiótico, principalmente compuesto por los elementos donde se localiza, principalmente el suelo, clima y atmósfera. La estabilidad de la estructura se consigue con la interacción de los elementos físicos y bióticos mediante flujos de materiales y energía que se regulan a través de la jerarquía del sistema con la finalidad de dar estabilidad a la estructura agroecosistema (Hart 1985; Conway 1990). Esta interacción estará condicionada por las propiedades del agroecosistema como sistema socioecológico: resiliencia, vulnerabilidad, capacidad de adaptación y emergencia. A su vez, estas propiedades varían en función de los componentes e interrelaciones asociadas, las cuales se describen en el siguiente punto.

2.4.3. Funciones del agroecosistema

Los componentes y relaciones del agroecosistema se pueden agrupar en tres tipos de funciones: ecológica, económica y social. Cada una de ellas vinculada a un nivel distinto de la realidad y sus elementos están conectados a las partes de otras funciones mediante relaciones jerárquicas que repercuten en el establecimiento de un orden.

- 1) *Función ecológica del agroecosistema.* Se refiere a los procesos biológicos de transformación de materiales y energía que existen en la naturaleza y que emergen de la combinación de procesos y componentes bióticos y abióticos que existen en la naturaleza

(por ejemplo, una determinada especie vegetal que coexiste en un ecosistema con otras especies animales y vegetales). Estos son alterados por el hombre con la eliminación de otros procesos y componentes (por ejemplo, excluyendo las especies no deseadas, tanto animales como vegetales) y la introducción de otros componentes naturales (por ejemplo, incluyendo a otras especies, como por ejemplo abejas para la polinización) y artificiales. Asimismo, estos últimos son modificaciones o transformaciones sucesivas de otros elementos materiales bióticos o abióticos que tienen determinadas propiedades que alteran las características iniciales del ecosistema que se quiere transformar. En concreto, se relacionan con la introducción de flujos de materiales y energía de forma directa (abonado, fertilización, agua para el riego, etc.) o indirecta (por ejemplo, el trabajo realizado por una máquina agrícola), o la modificación de otros existentes (construcción de un invernadero para el control de los procesos térmicos en las plantas, poda con una motosierra para modificar la cantidad de luz solar transformada). Por otra parte, es conveniente aclarar que la escala espacio-temporal del flujo de energía y materiales se modifica en función del régimen metabólico en el que se sitúan los patrones de intercambio de materiales y energía del agrosistema. Los agroecosistemas que siguen el patrón del régimen metabólico agrario se denominan *sistemas agrarios tradicionales* (Toledo 1993). Estos se caracterizan por el empleo fuentes energéticas y de materiales cuya escala es similar a la que corresponde a los ecosistemas naturales, principalmente fuentes energéticas de origen solar y el intercambio de flujos seguía los ciclos de la naturaleza y, por tanto, los equilibrios ecológicos internos y externos del ecosistema que implicaban un mantenimiento de la biodiversidad o *racionalidad ecológica* (E. Leff 1993). Por el contrario, la escala temporal predominante en el régimen metabólico industrial está referida a la que corresponde con la formación de la energía fósil⁸⁵, mientras que la espacial abarca al territorio global⁸⁶ de donde proceden los flujos de materiales. En la actualidad, casi todos los agroecosistemas en los países desarrollados siguen el patrón industrial (Toledo 1995). Finalmente, todas las alteraciones que realiza el hombre en el marco de la función ecológica tienen como objetivo la extracción de un flujo de biomasa que utilizará en interés propio. Este interés vincula al agrosistema a la siguiente dimensión de la realidad.

- 2) *Función económica del agroecosistema*. La función económica tiene como objetivo directo el mantenimiento del agricultor. Esto se efectúa mediante el intercambio del rendimiento productivo o flujo de biomasa por otro monetario que es de naturaleza virtual. El valor económico del flujo monetario es lo que permite al agricultor mantenerse, aunque también es preciso matizar que este flujo se puede complementar con los procedentes de otras actividades no agrícolas y *estrategias multiactividad* (Toledo 1993) que han de ser tenidas en cuenta en el análisis de los agroecosistemas. Originariamente los

⁸⁵ Por tanto, abarca a la *época geológica* y abarca a varios millones de años.

⁸⁶ Hay que considerar los territorios donde se ubican los principales yacimientos de energías fósiles en la Tierra, que pueden estar a miles de kilómetros de distancia de las zonas donde se consumen. Asimismo, se puede localizar en capas profundas bajo la corteza terrestre.

agroecosistemas tradicionales proveían de alimentos a los campesinos, no existía o era muy reducido el intercambio monetario y la función económica se centraba en el autoconsumo (Toledo 1993; Toledo y Barrera-Bassols 2008). En la actualidad, la práctica totalidad de la producción agrícola de los países industrializados se destina al mercado a través del sistema agroalimentario, encontrándose la forma en que se realiza el intercambio condicionada por las normas e instituciones que lo configuran.

- 3) *Función social del agroecosistema.* Los agrosistemas están insertos en las sociedades humanas. Su integración puede explicarse a partir del enfoque socioecológico (Wilson 1975, Berkes y Folke, 1998, Tainter 2006) y las relaciones ontológicas del realismo crítico. La sociedad es un estado característico del ser humano como especie que ha emergido a lo largo del proceso evolutivo a través de las interacciones entre las personas y el resto de la naturaleza (Wilson 1975). Según Bhaskar (1979, 2011) las sociedades son sistemas abiertos que presentan cualidades distintas a las de las personas que los componen. Ambos sistemas se necesitan mutuamente para su existencia aunque no a través de una relación simétrica sino de tipo jerárquico en la cual la sociedad se ubica en un nivel superior al que se sitúan los individuos. Los componentes que están en la cúspide de la relación jerárquica son los valores, a partir de los cuales las personas crean normas que regulan su comportamiento y, por tanto, las relaciones entre los seres humanos y entre estos y la naturaleza (Tainter 2006). Las sociedades experimentan transformaciones con el objetivo de mantenerse y reproducirse, y éstas se efectúan a través de los cambios en los valores e instituciones. En éstas también emerge el conocimiento, cuya misión es reproducir a la sociedad (Foucault 1980), y a partir del conocimiento el ser humano crea las tecnologías que utiliza para transformar los recursos físicos y energéticos necesarios para su patrón de vida. Los valores, normas y conocimiento de la sociedad influyen en el comportamiento del agricultor (incluida la utilización de máquinas e incorporación de insumos) en relación al control del agroecosistema. De esta forma, la función social del agrosistema consiste en reproducir a la sociedad de modo indirecto a través de la jerarquía de relaciones establecida desde los valores e instituciones hasta las prácticas agrarias para el control de las interacciones de los componentes naturales y artificiales que intervienen en la producción de biomasa.

Los componentes e interacciones del agroecosistema que intervienen en las tres dimensiones de la realidad están vinculados jerárquicamente de la siguiente forma: en la cúspide la función social, después la económica y en tercer lugar la ecológica. No obstante, a pesar de esta relación jerárquica, el agroecosistema en conjunto está unido en todas las dimensiones al resto de los sistemas de la tierra a través de la biosfera, o ecosistema general. Este hecho implica la existencia de una jerarquía superior que condiciona las relaciones en todos los sistemas en dimensiones y escalas espacio-temporales distintas. Por ejemplo, el ciclo de generación de los enlaces químicos del petróleo requiere varios millones de años y depende de la energía interna de la Tierra, mientras que los enlaces contenidos en la madera se crean en una escala espacio-temporal no comparable con la anterior y que se relaciona con el crecimiento de un árbol y la energía irradiada

por el Sol. La biosfera impone restricciones en ambas escalas que condicionan las características espacio-temporales de los sistemas (Vernadsky 1926/1997). La consecuencia de esta relación jerárquica con la biosfera es la superación de la visión antropocéntrica de agrosistema por un enfoque biocéntrico que manifiesta diferentes escalas espacio-temporales⁸⁷. Esta diferencia de escala implica que las características de un nivel no pueden ser reducidas a las de otro nivel, aunque ambos estén conectados y se influyan mutuamente. Para comprender esto es necesario explicar la forma en que los distintos componentes interactúan. Esto se realiza en el siguiente punto con la introducción del concepto de *coevolución*.

2.4.4. Coevolución

La idea fue desarrollada inicialmente por Norgaard (1981, 1984) para explicar la evolución conjunta de las interrelaciones hombre-naturaleza en el marco de los sistemas agrarios. Según Norgaard (1994), los *sistemas socioecológicos* están compuestos por cinco subsistemas que corresponden a los valores, conocimiento, organización de la sociedad, tecnología y medio ambiente que están interrelacionados y se influyen mutuamente. Este concepto es uno de los elementos básicos del enfoque agroecológico (Toledo 1985; Altieri 1985, 1987, 1995; Norgaard y Sikor 1999; Gliessman 1990, 2007; Guzmán Casado et al. 2000).

Por otra parte, hay que añadir que esta noción ha experimentado un amplio desarrollo en el estudio de las relaciones ser humano-naturaleza en los sistemas socioecológicos (Kallis 2007, 2010; Saifi y Drake 2008; Gual y Norgaard 2010; Kallis y Norgaard 2010; Moreno-Peñaranda y Kallis 2010; Worden 2010; Norgaard y Kallis 2011; Ríos-Núñez et al. 2013; Broto 2013; Zia et al. 2014). Las principales aproximaciones sobre *coevolución* se han centrado en el análisis de influencia de los elementos ecológicos y sociales que intervienen en los sistemas. Kallis y Norgaard (2010) aportan una revisión del concepto en la que identifican varios procesos y propiedades en la interacción de los elementos entre las que cabe destacar las siguientes:

- 1) Multiniveles de coevolución. Se pueden presentar varios modelos de selección natural por competencia y cooperación de forma simultánea en los distintos niveles de la jerarquía del sistema. En este sentido, en los niveles más bajos se suelen manifestar comportamientos competitivos mientras que en los más elevados aparecen con más frecuencia los cooperativos. En este sentido, la cooperación entre especies puede emerger en los niveles más elevados de la biosfera. Por otra parte, la secuencia de la selección a lo largo de la jerarquía es un proceso en el que las estructuras inviables dan lugar a organizaciones

⁸⁷ A escala humana (referida al periodo temporal que corresponde con la vida de un agricultor y el espacio físico que ocupa la explotación agraria), en la parte superior de la jerarquía está el ser humano que controla la producción agraria (mediante la alteración de procesos naturales). Sin embargo, a medida que va aumentando la escala temporal los procesos naturales se sitúan en un nivel jerárquico superior y son estos los que condicionan a los seres vivos, entre ellos los humanos. Así, en escalas amplias se utilizan las unidades geocronológicas, cuya unidad básica es la *edad geológica*, que abarca varios millones de años (en función del *piso* que representa). Asimismo, en escalas grandes el ámbito espacial no es comparable ni asimilable a las dimensiones territoriales que se utilizan en la geografía humana (Gradstein et al. 2004).

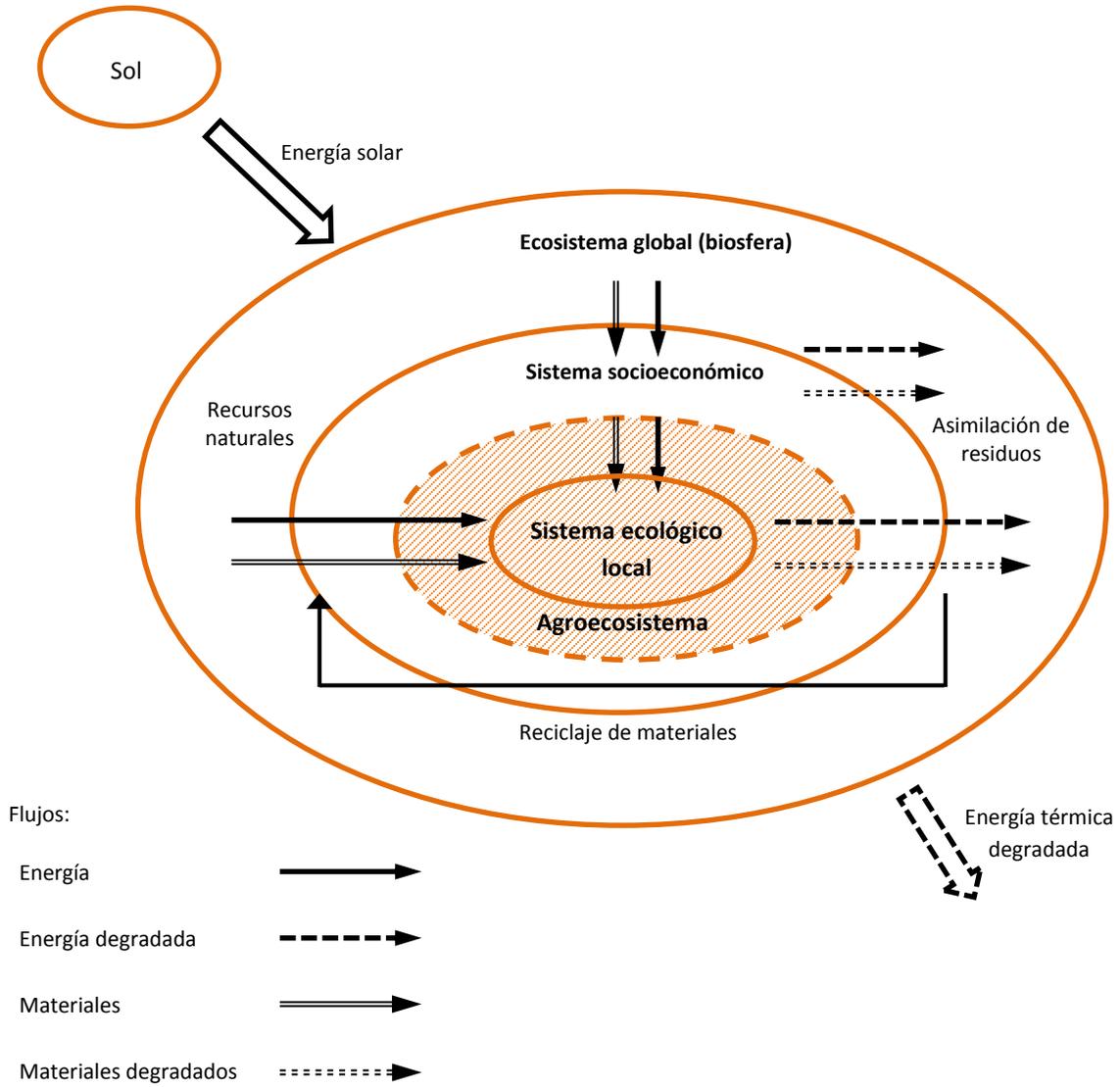
viables, de modo que cuando una comunidad de especies pierde el control de su entorno y entra en crisis. En este caso, las opciones para la coevolución son la extinción u otros cambios estructurales que pueden modificar o eliminar su capacidad de autorregulación (Worden 2010).

- 2) Relaciones de poder y desigualdades. Las diferencias económicas y sociales son fuentes de cambio en la sociedad (Foucault 1980) y, por tanto, en el esquema coevolutivo. Los procesos de cambio social implican la modificación de valores y una reestructuración de las relaciones humanas que se hace visible en la creación de nuevas instituciones que orientarán la organización de las interacciones entre las personas y la naturaleza. Estos patrones también se aplican en ecología para los cambios inducidos en los ecosistemas por las diferencias de poder en el consumo de recursos (Worden 2010; Safarzynska y van den Bergh 2010).

Una vez explicados los conceptos básicos, en la figura 2.2 se muestran los flujos de energía y materiales constituyen las entradas y salidas del agroecosistema. Los flujos monetarios son virtuales y están representados de forma indirecta en los intercambios de flujos de materiales y energía entre el sistema socioeconómico y el resto de sistemas (a través de su “regulación” económica). Las entradas incluyen la radicación solar, precipitaciones, nutrientes, fauna y flora acompañante, microorganismos en el suelo y otras formas de energía y materiales controladas por el agricultor con el objetivo de obtener un rendimiento de la cosecha. Las salidas corresponden a la biomasa, tanto la directamente aprovechable por el agricultor para su venta o consumo como los restos de poda o pérdidas de cosecha, así como el resto de deposiciones naturales de todos los organismos que forman parte del sistema. Asimismo, los flujos de materiales y energía que entran en el agrosistema, al igual que en los demás sistemas naturales y socioeconómicos, se rigen por los principios termodinámicos y de ganancia energética (Georgescu-Roegen 1971, 1975; HT Odum 1971, 1973, 1983; Cleveland y Ruth 1997; EP Odum y Barrett 2005). Esto implica que todos los flujos circulares que se manifiestan en el agroecosistema son sostenidos por un flujo unidireccional de energía procedente de la naturaleza, de forma similar al resto de sistemas.

Es conveniente aclarar que los flujos de materiales y energéticos que introduce el ser humano en los agrosistemas pueden ser de dos tipos. Por un lado estarían los que pueden ser autorrenovados a través de los procesos naturales en la misma escala temporal que son utilizados. Este sería el caso de la biomasa procedente de otros seres vivos como los restos de cosecha, poda y estiércol, o la energía aplicada por el esfuerzo muscular humano o animal. Por otro, los flujos que no pueden ser renovados por el ecosistema global en la misma escala temporal que son consumidos se consideran no renovables. Esta distinción deberá ser tenida en cuenta para evaluar la sostenibilidad en las diferentes dimensiones espacio-temporales (Pimentel et al. 1973; Gliessman 1990, 2007; Pimentel y Pimentel 2008; Giampietro et al. 2013).

Figura 2.2. Flujo de materiales y energía en los agroecosistemas



Fuente: adaptado a partir de Cleveland et al. (1997).

2.4.5. Conclusiones: condicionantes naturales y socioeconómicos

El análisis de las características de la estructura biofísica del sistema vivo del agroecosistema y de los flujos que intervienen es fundamental para comprender su funcionamiento. El estudio de su sostenibilidad debe tener en cuenta la jerarquía de la función social, económica y ecológica del cultivo. Su viabilidad dependerá, en primer lugar, de las características cualitativas y cuantitativas de la producción de biomasa o función ecológica del cultivo, la cual estará condicionada por los principios físicos y biológicos que rigen su funcionamiento. Pero, por otra parte, también dependerá de la diferencia del valor de la producción y de los costes de las actividades que realiza y de los insumos que introduce, así como de la influencia que tengan otros flujos monetarios procedentes de otras actividades que el agricultor realiza en la actividad. La función social condiciona y establece las normas que regulan las actividades de intercambio económico. En la actualidad, la producción agrícola se orienta en su práctica totalidad al mercado para intercambiar valor con el resto de las actividades que se llevan a cabo el sistema socioeconómico. De este modo, no se puede desvincular el estudio del sistema productivo del olivar de la realidad socioeconómica que otorga el valor a la cosecha, actividades agrícolas e insumos en el agrosistema. Por este motivo, la función económica y social del agroecosistema será denominada función socioeconómica. Todas las actividades que se realizan en la función socioeconómica son controladas por la sociedad a través de la interacción entre las personas. A su vez, las personas se relacionan mediante una acción comunicativa Habermas (1981/1999a) por la que intercambian información en el sistema institucional, el cual está regido por unas normas, y éstas por unos valores. La aproximación al sistema institucional se realizará a través de estudio del sistema agroalimentario localizado (Muchnik et al. 2008; Fourchade et al. 2010), lo que permitirá identificar a los actores, normas e instituciones que condicionan las relaciones de producción agraria.

La principal conclusión que se extrae es que la viabilidad del cultivo depende de unos elementos e interacciones ecológicas que van a restringir el desarrollo del sistema biológico del agroecosistema. El estudio de estos componentes y procesos ecológicos, o **condicionantes naturales**, deberá de ser uno de los puntos clave para el estudio de su sostenibilidad. Pero también, en última instancia, la viabilidad del agroecosistema depende de la función socioeconómica, y, por tanto, de las características de los **condicionantes socioeconómicos**. Su análisis es fundamental para comprender y evaluar la sostenibilidad del agrosistema en la sociedad. Desde una perspectiva socioecológica, ambas cuestiones deben ser abordadas de forma holística y, al mismo tiempo, en relación a sus componentes e interacciones individuales, sin los cuales no podría existir.

2.5. Teoría de los regímenes alimentarios

2.5.1. Conceptos básicos

La escuela de los *regímenes alimentarios* se centra en explicar las relaciones entre agricultura, industria y consumo de alimentos en el marco del sistema capitalista de producción industrial. Esta corriente surgió en las universidades norteamericanas en los años ochenta a partir de los trabajos de Friedmann (1982, 1987, 1991 y 1993), McMichael (1987, 1991, 1992, 1999, 2004, 2005, 2009a, 2012a, 2012b, 2013), Friedmann y McMichael (1989), y Buttel y Goodman (1989). El concepto de régimen alimentario vincula producción alimentaria a las formas dominantes de acumulación del capital a lo largo del tiempo. Las bases teóricas de este enfoque contemplan las relaciones entre capital, trabajo y Estado con la agricultura a partir de las siguientes premisas o componentes básicos que están presentes en cada régimen alimentario (McMichael 1991; 2009a):

- El Estado-nación⁸⁸, que ha desempeñado un papel esencial en la regulación de los procesos de acumulación de capital que influyen en la agricultura. Por lo tanto, la acumulación del capital en la agricultura es indisoluble de la actividad estatal que condiciona el marco para que dicho proceso tenga efectivamente lugar.
- La importancia de las relaciones Estado-Estado es fundamental en la determinación de los vínculos entre agricultura y economía. Estas relaciones han influido en la agricultura en función de las diferentes formas de regulación de la economía manifestadas a lo largo de la historia: colonialismo, proteccionismo, liberalismo, etc.
- La función alimentaria también está relacionada con el proceso de internacionalización del capital. En este sentido, el papel de los procesos económicos transnacionales, tales como el intercambio de productos y los movimientos de capital en el ámbito internacional, es considerado por los representantes de este enfoque como un elemento indispensable para la comprensión de las estructuras que determinan los regímenes alimentarios.

La interacción entre estos componentes es compleja y determina la coherencia sistémica global del régimen alimentario que se trate de analizar. Las tensiones entre los componentes modificarán las características internas de cada elemento e influirán en el equilibrio general del régimen alimentario. Inicialmente, las estructuras internas de cada Estado-nación contribuirán a la constitución de un determinado orden o régimen alimentario que producirá diferentes efectos tanto en la realidad agraria nacional, y por tanto en el ámbito local, como en otros Estados-nación. El desarrollo de las relaciones entre los distintos Estados-nación y los procesos económicos transnacionales influirán, asimismo, en el funcionamiento del régimen alimentario globalmente considerado. De esta forma, pueden cambiar las relaciones que originalmente lo constituyeron,

⁸⁸ La noción de Estado-nación alude a una entidad política definida, según algunas escuelas de la ciencia política, que tiene un territorio claramente delimitado, una población constante, si bien no fija, y un gobierno. Durante el siglo XIX se consolida el concepto a través de los movimientos nacionales que configuran los primeros Estados-nación, idea que es adoptada por el enfoque de los regímenes alimentarios (McMichael y Myhre 1991).

tanto en el ámbito nacional como el internacional y alterar su coherencia interna, de modo que se genere una crisis que da lugar a una crisis que abre un periodo de transición hacia otro régimen (McMichael 2009a). En general, la teoría de los regímenes alimentarios identifica tres periodos históricos, cada uno de ellos con una forma de regulación específica de las relaciones agrarias que se explican a continuación.

2.5.2. Primer régimen alimentario (1870-1930's)

El *primer régimen alimentario* estuvo basado en una forma de producción alimentaria extensiva dirigida a la reducción de los costes salariales de los países metropolitanos (Reino Unido, Francia, Alemania, Holanda, Bélgica, etc.) sobre la base un sistema de comercio internacional sustentado en las exportaciones agrarias baratas desde las colonias de África, el Sudeste Asiático, Australia y las repúblicas sudamericanas, que ofrecían alimentos y materias primas no procesados o semielaborados a las metrópolis europeas⁸⁹ a bajo precio (McMichael 1992). Este tipo de relaciones de producción se sitúa en un contexto en el que las relaciones de intercambio se basaban, por una parte, en el liberalismo económico entre estados-nación, y, por otra, en el colonialismo entre la metrópoli y las dependencias de ultramar.

Al mismo tiempo, el sistema de transformación industrial se sustentaba en una organización *taylorista* cuya fuente de energía principal era el carbón, lo que supuso un aumento de la productividad económica con respecto a las fuentes energéticas de origen renovable, principalmente leña. En este contexto de industrialización se introducen en la década de 1880 los barcos refrigerados para el transporte marítimo de las mercancías, lo que amplió la gama de productos que podían ser ofrecidos por las colonias, así como la distancia a la que los alimentos perecederos como la mantequilla, la carne y los productos tropicales podían ser transportados a las metrópolis. En esta época se crearon las condiciones para el desarrollo de las primeras grandes empresas transnacionales en la rama alimentaria como, por ejemplo, la United Fruit Company creada en 1899. Estas formas de organización empresarial se caracterizaban por dirigir sus inversiones hacia el área de influencia sociopolítica de los países colonizadores para el abastecimiento del mercado de las metrópolis (Friedmann 1982; Cantwell 1987; Bonano y Constance 2001).

Las relaciones de intercambio capitalista del *primer régimen alimentario* representaron un auge de los estados-nación que regulaban los flujos internos entre las colonias y la metrópoli imponiendo unas normas que favorecían la importación de alimentos baratos (*wage-foods*), principalmente trigo, carne, frutas tropicales, café y cacao, y las exportaciones a sus dependencias y terceros países de mano de obra y productos manufacturados (McMichael 1991, 1999, 2009a). Con este modelo surgió una *división internacional del trabajo*, en la que las colonias y ex-colonias se especializaron en la agricultura, mientras que los países europeos lo hicieron en la industria sobre una base más eficiente en términos de costes (Friedmann 1982).

⁸⁹ El papel de los Estados Unidos se centraba en la exportación de cereales y en la importación de frutas.

Este régimen trajo consigo una primera industrialización de la agricultura con el desarrollo de las máquinas agrícolas a finales del siglo XIX, especialmente en Inglaterra⁹⁰ y los Estados Unidos, debido, en este último caso, a la escasez de braceros y a sus exigencias salariales. Esta industrialización también se difundió en otros países centrales de Europa como Francia o el Imperio Alemán. Se puede citar como ejemplo de avances técnicos las sembradoras y aventadoras mecánicas, los arados y trilladoras a vapor⁹¹, así como los abonos artificiales (guano y abonos inorgánicos). También hay que añadir que a finales del XIX se extendieron las primeras industrias agroalimentarias de gran capacidad de producción, como las destilerías, plantas de procesamiento de azúcar de remolacha, fábricas de almidón y cerveza, entre otras, cuya fuerza motriz eran los ingenios de vapor (Kautsky 1899/1970).

Esta industrialización trajo consigo importantes relaciones entre los sectores industriales y la actividad agrícola. **Desde el punto de vista económico, se produjo una subordinación creciente de la agricultura al conjunto de la economía a finales del siglo XIX.** Inicialmente, la agricultura y la industria eran sectores económicos separados aunque a medida que se intensificaron las relaciones comerciales mundiales, se produjo una concentración del capital y una industrialización de los alimentos que acabaron unificándose en lo que se denominó complejos agroindustriales (McMichael 1991, 2013). No obstante, hay que matizar que estos complejos no aparecieron masivamente hasta el siguiente *régimen alimentario*.

Finalmente, el *primer régimen alimentario* sucumbió por la recesión económica mundial de finales de los años 20 y principios de los 30, aunque determinados aspectos característicos sobreviven en la actualidad como, por ejemplo, el comercio internacional de la producción de lácteos, carnes y cereales, y las granjas extensivas de amplias zonas de los Estados Unidos, el Sudeste Asiático y Australia. Otros vestigios comprenden la producción de azúcar, cultivos leñosos tropicales (cacao, cocos, caucho, aceite de palma o plátanos) y productos como el té o el café cultivados en grandes plantaciones, es decir, producciones a gran escala, monocultivos y granjas agrarias que emplean mano de obra asalariada. La gestión y supervisión de estas plantaciones es realizada todavía, en buena medida, por descendientes de los emigrantes de las metrópolis bajo el control de las corporaciones agrarias (Atkins y Bowler 2001).

2.5.3. Segundo régimen alimentario (1945-1970's)

Como resultado de la crisis de los años treinta se modifican las normas que regulan las relaciones de intercambio dando lugar al segundo régimen alimentario al finalizar la II Guerra Mundial. En general, se fortalecieron las economías nacionales que regían el desarrollo de los Estados-nación (Bonanno 1991) al mismo tiempo que se debilitó la capacidad de las transnacionales de modificar

⁹⁰ Las primeras máquinas agrícolas se fabricaron en Inglaterra con el desarrollo de la Primera Revolución Industrial.

⁹¹ En el Imperio Alemán se había pasado de 75.690 trilladoras a vapor a 259.060 máquinas en 1895, mientras que en Francia, en el año 1862, existían 18.349 segadoras mecánicas que aumentaron hasta la cifra de 62.185 en 1892 (Kautsky 1899/1970).

los sistemas de intervención estatal⁹² en el marco de un proceso que no sólo afectaba a los intercambios agrícolas, sino más bien a todos los intercambios de la actividad económica (Hirst y Thompson 1996). La nueva regulación de los intercambios económicos en los países desarrollados se sustentaba, por un lado, en las políticas *keynesianas* (Amin 1994), que dominarán el mundo occidental hasta la crisis de los setenta⁹³, y, por otro, en el sistema de organización industrial *fordista* (Boyer 1986/1992), que implicó un notable aumento de la productividad sobre la base de las economías de escala y la utilización masiva del petróleo, fuente energética con un poder calorífico superior al carbón. Todo esto dio como resultado la producción en masa y un incremento del poder de compra de los trabajadores que generó el consiguiente aumento de la demanda, lo que configuró un nuevo régimen de acumulación más estable desde el punto de vista macroeconómico (bajos tipos de interés, elevada tasa de crecimiento, reducido nivel de desempleo, etc.).

Otro aspecto fundamental del *segundo régimen alimentario* fue el cambio de un modelo de producción de trabajo extensivo hacia otro de capital intensivo, primero en los Estados Unidos y, posteriormente, en Europa. La intensificación del capital agrícola supuso un segundo proceso de modernización agrícola⁹⁴ que incrementó la productividad de la tierra y del trabajo que, por consiguiente, se tradujo en un abaratamiento del consumo y un aumento de la producción (McMichael 1991, 1992). El aumento de la producción en los Estados Unidos fue resuelto inicialmente con exportaciones a la Europa de postguerra a través del Plan Marshall, y, posteriormente, en los cincuenta y sesenta por las ayudas de productos agrarios para la Guerra de Corea y los planes de asistencia alimentaria para el Tercer Mundo (Friedmann 1982; McMichael 2013).

La intensificación de la producción agrícola ocasionó una modificación sustancial en la naturaleza de los bienes producidos. En concreto, la masificación de la producción implicó un proceso “descualificación” de los productos alimentarios que se manifestó en una reducción de la diversidad de los productos agrícolas, en la pérdida de sus atributos, así como en una nueva

⁹² En realidad, se reduce la importancia del comercio internacional. Sin embargo, los insumos y los alimentos son suministrados por las grandes empresas nacionales, a pesar de la importancia que otorgan a las transnacionales algunos autores de la literatura de este enfoque conceptual como, por ejemplo, Friedmann (1982), McMichael (1991), McMichael y Myhre (1991). Este peso gravitatorio sólo se ha justificado en el caso de los Estados Unidos, país en el que los representantes de este enfoque han centrado sus investigaciones.

⁹³ Aunque todavía siguen ejerciendo influencia en el diseño de las políticas económicas de los países.

⁹⁴ El primer proceso de modernización de la agricultura aconteció a finales del siglo XIX (Kautsky 1899/1970) durante el *primer régimen alimentario*, principalmente en Inglaterra, Estados Unidos, Francia, Alemania y Holanda. Este proceso de modernización se había sustentado en el desarrollo de fuerzas motoras basadas en el carbón. Sin embargo, la segunda modernización agrícola del nuevo *régimen alimentario* se apoyó en otra fuente energética con un mayor poder calorífico, el petróleo. Las máquinas agrícolas del *segundo régimen alimentario* como, por ejemplo, los tractores, segadoras, trilladoras, disponían de motores de gasóleo mucho más eficientes que los de carbón y que, por tanto, incrementaban notablemente la productividad agrícola. No obstante, hay que añadir que no todos los países habían experimentado la primera industrialización del campo, al menos de forma significativa, como es el caso de España y otros países que estaban apartados de la centralidad de Europa.

concepción de los productos agrarios como *commodity* o “materia prima” en los procesos de transformación agroindustrial⁹⁵. Esta dinámica de industrialización subordinó las explotaciones agrarias a la industria, de modo que la función de la agricultura cambió de proveedora de productos alimentarios finales a suministradora de productos intermedios sobre la base de los requerimientos de productos agrícolas estandarizados que sirvieran de insumos para una de producción de masas de productos duraderos (Hennis 2001, 2002).

El nuevo modelo implicó una creciente utilización de insumos industriales en la agricultura, en particular fertilizantes de síntesis, plaguicidas, variedades de semillas mejoradas y maquinaria agrícola de forma intensiva, entre otros, dando lugar a lo que se ha denominado Revolución Verde⁹⁶. Por otra parte, existen diferencias entre los actores sobre los que debía gravitar el peso del control de los suministros. Así, en los países anglosajones dicho control recayó en las grandes corporaciones agroalimentarias, aunque, a nivel mundial, fue muy minoritario. Por el contrario, en la Europa continental, desde el Estado se coordinó el control de los suministros a través del sistema de precios máximos y mínimos. En todo caso, se asistió a una fuerte caída de los precios agrarios (Hennis 2001, 2002).

Este proceso creó una gran homogeneidad de la producción, tanto en Europa como en los Estados Unidos. Esto se explica porque la disminución de los precios finales de los alimentos se compensó con un incremento de la producción originado por un conjunto de innovaciones tecnológicas. Asociado a este enfoque productivista se encontraba el sistema institucional de precios máximos y mínimos. Como consecuencia, el conjunto de innovaciones tecnológicas provocó una reducción del número de variedades que disminuyó las posibilidades de diversificación de los agricultores, a la vez que implicó una nivelación de las especificidades locales y regionales en beneficio de una especialización de las regiones mejor situadas en materia de costes (Hennis 2001, 2002).

No obstante, estos cambios no se presentaron al mismo tiempo en los Estados Unidos y Europa. Mientras que en Norteamérica se inició en los años veinte y concluyó a finales de los setenta, en el continente europeo comenzó varias décadas después. Sin embargo, las características del proceso fueron similares en ambas zonas. Se creó, por consiguiente, un sistema de producción de masas basado en la utilización de métodos mecanizados e intensivos de producción de tipo *fordista* que aumentó la productividad agrícola, impulsado por un sistema financiero comercial y, especialmente, por las políticas agrarias de los Estados-nación (Hennis 2001, 2002).

Las políticas agrarias de los Estados Unidos y Europa contribuyeron a la consolidación del modelo de producción del *segundo régimen agroalimentario* a través de un sistema de regulación de los mercados y precios agrícolas que fue diseñado para sostener los ingresos de los agricultores y

⁹⁵ Los procesos de transformación industrial se originaron en el *primer régimen alimentario*, si bien fue en el *segundo régimen* donde se intensificaron de forma notable.

⁹⁶ El término de *Revolución Verde* fue acuñado por en 1968 por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) para describir el progreso en la producción de alimentos originado por la introducción y la rápida difusión de nuevas variedades de trigo y arroz inicialmente en Asia y posteriormente en el resto de continentes (Goldman y Smith 1995).

asegurar la oferta alimentaria. En los Estados Unidos, la regulación comenzó en 1933 con la creación de las instituciones de la AAA y del CCC, como se ha comentado en los apartados anteriores. Sus principales efectos fueron la modernización de la agricultura, el incremento de la productividad y la concentración de explotaciones⁹⁷. Si inicialmente estas instituciones contribuyeron al mantenimiento de los agricultores a través de las subvenciones a la producción y la concesión de créditos, en los años cincuenta se redujeron gradualmente los fondos y préstamos por la influencia de las corporaciones agroindustriales (Friedmann 1982; McMichael y Myhre 1991; Hennis 2002).

En Europa se creó la Política Agraria Común (PAC) mediante un acuerdo entre Francia, Alemania y Holanda a similitud de las instituciones de regulación norteamericanas, con el objetivo de mantener la autosuficiencia alimentaria del Mercado Común Europeo. Las políticas agrarias de los Estados Unidos y de Europa desarrollaron unos sistemas de regulación basados en un mecanismo de precios y un sistema de protección que provocaron la separación de sus mercados nacionales del resto de los mercados mundiales, con unos precios internos superiores a los del exterior. El *segundo régimen alimentario* representó el máximo desarrollo de los sistemas nacionales de protección de la agricultura, lo que se conoce como el *estado de bienestar de la agricultura* (Sheingate 2001).

En Europa, la política de regulación tuvo como consecuencia un enorme gasto presupuestario y un incremento de la productividad que generó un problema de excedentes agrarios. En este sentido, la PAC incentivó un incremento del tamaño medio de las explotaciones agrícolas que favoreciera el uso del capital aprovechando las economías de escala. Al aumentar de tamaño, las granjas tuvieron mayores rendimientos por hectárea, lo que redujo el coste de acceso a los créditos y, por tanto, el coste de las explotaciones. No obstante, hay que matizar que este proceso de aumento de tamaño medio no se produjo igual en los países europeos, sino que se concentró en los del Norte de Europa y Francia. Los principales productos subsidiados como los cereales y la carne superaron pronto el nivel de autosuficiencia, por lo que el Viejo Continente pasó de ser un importador de productos agrarios a un exportador neto de productos alimentarios básicos (Hennis 2002).

Hay que añadir que los modelos norteamericano y europeo mantuvieron importantes diferencias en la medida en que los actores involucrados reaccionaron de forma diferente a los cambios descritos. Así, mientras en los Estados Unidos fue evidente que el peso de las corporaciones transnacionales era superior al de los productores agrícolas, en el caso europeo los agricultores tuvieron una mayor importancia política en la regulación que se tradujo en un modelo agrícola más proteccionista.

La crisis del *segundo régimen alimentario* puede ser relacionada con la crisis del capitalismo a principios de los setenta que se caracterizó por los siguientes aspectos: recesión global; problemas

⁹⁷ Este proceso de reestructuración aumentó las dimensiones de las explotaciones agrícolas a lo largo del *segundo régimen alimentario*. Así, en los Estados Unidos, se pasó de un tamaño medio de explotación de 62,8 hectáreas en 1935 a 194 hectáreas en 1997 (Hennis 2002).

de sobreproducción de productos agrarios favorecida por las políticas nacionales de regulación; excesivos costes de los programas de política agrícola; antagonismo entre la regulación nacional de la agricultura y el aumento del poder comercial de las grandes corporaciones mundiales; y, por último, el alza de los precios de los insumos agrícolas, al mismo tiempo que se producía un descenso de los precios agrícolas⁹⁸ (Goodman y Redclift 1989; Goodman 1991; Friedmann 1994). Asimismo, las políticas económicas keynesianas no fueron capaces de dar respuesta a la situación de crisis socioeconómica global, de modo que éstas empezaron a ser sustituidas por el *neoliberalismo*⁹⁹ como forma de regulación de las relaciones de producción (Harvey 2005), modelo que impera en la actualidad en las relaciones económicas mundiales (Jessop 2010; Cahill 2014).

2.5.4. Tercer régimen alimentario (1980-actualidad)

En los años setenta el *fordismo* entró en crisis y aparecieron otros principios para regular los procesos de acumulación. La base era una organización del trabajo que ha sido definida como un *proceso de producción flexible* que se basaría tanto en máquinas programables y adaptables a la demanda, capaces de cambiar los ritmos y características del trabajo, como en una fuerza de trabajo flexible organizada en pequeños grupos y autónoma. Asimismo, esta forma de organización del trabajo incorporaría las nuevas tecnologías de la información (microelectrónica, sistemas autómatas de producción, ordenadores, sistemas de control numérico computerizado, etc.). En general, este modo de organizar la producción ha sido denominado por algunos autores como *postfordista* (Jessop 1994), si bien hay que añadir que no existe un consenso al respecto en la literatura (Jessop y Sum 2006; Gambino 2007).

⁹⁸ A mediados de los ochenta, la sobreproducción agrícola, fomentada por las políticas públicas que se materializaron a través de las instituciones de extensión agraria, originó problemas financieros a los gobiernos occidentales. Los precios agrícolas cayeron mientras que los insumos se encarecieron de forma notable. Como ejemplo, en Canadá descendieron los precios de los productos agrícolas un 10% entre 1981 y 1987, mientras que los insumos aumentaron un 65% (Winson 1992).

⁹⁹ Las bases fundacionales del neoliberalismo se definieron en la década de los treinta en los debates organizados en el *Walter Lippman Colloquium* en 1938 en París (Plehwe 2009). En el marco de este encuentro, los economistas Walter Eucken, Alexander Rüstow y Wilhelm Röpke emplearon el término “nuevo” liberalismo o neoliberalismo para diferenciarlo de liberalismo clásico que se asociaba a la crisis de la Gran Depresión. Aunque comparte los principios esenciales del liberalismo (libre empresa, libre mercado y protección de los derechos de propiedad), las escuelas neoliberales se diferencian de éste en el papel que debe desempeñar el Estado en la sociedad. Así, mientras el liberalismo clásico postulaba que el papel del Estado debía ser el *laissez-faire* y no intervenir en la economía, el neoliberalismo va más allá y otorga al Estado una posición activa. Sin embargo, inicialmente no hubo consenso en el *Walter Lippman Colloquium* respecto al papel de Estado, de forma que se presentaron dos tendencias. Por una parte, estaba la línea de pensamiento de Rüstow y Lippman que proponían que el Estado debía asumir un papel importante y guiar a la actividad económica y, por otra, estaba el grupo de Hayek y Ludwig von Mises que propugnaban que el Estado debía favorecer el funcionamiento del mercado (Plehwe 2009). Este último planteamiento es el dominante en las corrientes de pensamiento neoliberal en la actualidad, de modo que se preconiza que la función del Estado ha de reducirse exclusivamente a garantizar los derechos de propiedad, de forma que los servicios públicos (sanidad, educación, seguridad social, servicios de agua y electricidad, etc.) deben de ser privatizados (de ahí en papel activo) para que sea el mercado quien asigne los recursos en la sociedad (Harvey 2005).

Los *procesos de producción flexible* fueron desarrollados por las empresas para superar la rigidez y estancamiento de la producción de masas *fordista*, solventar la relativa saturación de los mercados de los productos estandarizados y diferenciar la producción. El *régimen de acumulación postfordista* se caracterizó, además de por una producción flexible, por un incremento de la productividad basado en las economías de alcance (producción diversificada en vez de productos estandarizados), el desarrollo de innovaciones, la polivalencia de los trabajadores, así como por una demanda mundial de nuevos productos y servicios diferenciados (Jessop 1994).

Asimismo, el *postfordismo* segmentó los mercados tradicionales y abrió otros nuevos, lo que rompió el círculo de la demanda saturada propia del régimen *fordista*. Esto supuso una reestructuración empresarial, en particular en las grandes empresas que externalizaron las fases más intensivas en mano de obra a las pequeñas y medianas empresas, muchas de ellas ubicadas en terceros países con menor coste laboral sin dejar de dominar los puntos clave, como el marketing y las finanzas, y tratando de orientar, al mismo tiempo, las tendencias de la demanda (Jessop 2004; Jessop y Sum 2006), dentro de un orden económico mundial en el que prevalece el neoliberalismo.

Este nuevo contexto supuso la transición del segundo régimen alimentario al tercero, caracterizado por nuevas normas de regulación del mercado que se asocian a la hegemonía de las grandes empresas transnacionales y el desarrollo de la deuda como mecanismo de disciplina para favorecer el comercio mundial y la aplicación de políticas públicas orientadas a la reducción del papel del Estado en las relaciones económicas mundiales¹⁰⁰ (Cutler 2001, citado por McMichael 2013, p. 44). De esta forma, el mercado se sitúa por encima del Estado, a diferencia del segundo régimen alimentario, cuya relación era la inversa y su difusión y extensión a nivel mundial es favorecida por una arquitectura financiera institucional situada jerárquicamente por encima de los Estados-nación, que está representada por el Banco Mundial, el FMI, el BIS y los principales bancos centrales de los países desarrollados, entre otros (McMichael 2013, p. 45).

Este nuevo marco de regulación de las relaciones alimentarias es denominado por McMichael (2004, 2005) como *régimen alimentario corporativo*, en el que surgen contradicciones entre una agricultura global, o “alimentos de ningún lugar”, y unas formas de producción arraigadas al territorio, o “alimentos de algún lugar” (McMichael 2009a, p. 147). Desde un punto de vista más amplio, la agricultura industrial que había comenzado en el primer régimen alimentario y se consolidó en el segundo, alcanza en el tercer régimen una situación de crisis como resultado de las tensiones entre la tendencia globalizadora de la agricultura industrial moderna asociada a las grandes empresas transnacionales y la emergencia de un movimiento de pequeños agricultores que reivindican la importancia de la biodiversidad y la agricultura sostenible para la pervivencia a largo plazo de la especie humana. De esta forma, McMichael (2009a, p. 148) señala que el régimen alimentario corporativo tiene que hacer frente a dos tipos de resistencias que surgen de estas

¹⁰⁰ A través de las privatizaciones de los servicios públicos que serán licitados en los mercados mundiales, la reducción de aranceles y barreras normativas que protegían a las industrias nacionales frente a las empresas extranjeras.

tensiones: por una parte la protección al medio ambiente y ecologismo, y, por otra, la *soberanía alimentaria*¹⁰¹, factores que sientan las bases para construir un modelo de agricultura alternativo.

Por otra parte, McMichael (2009a, p. 152) añade que otros autores contemplan las dos tendencias anteriores desde otra perspectiva. En este sentido señala que Friedmann (2005) sugiere que el movimiento de contestación a la agricultura industrializada es incorporado en parte por las grandes corporaciones al introducir como estrategia comercial la producción de alimentos de acuerdo con estándares relacionados con la calidad, la protección al medio ambiente, y más concretamente con certificaciones que reflejarían las ideas de los nuevos movimientos sociales y medioambientales. No obstante, estas estrategias son minoritarias y están enfocadas a segmentos de consumidores con un poder adquisitivo mayor, mientras que la producción de alimentos “industriales” del tercer régimen alimentario se dirige a las grandes masas de población a menor precio.

En general, el régimen alimentario corporativo ha implicado una serie de cambios y la aparición de elementos que influyen en la configuración de las relaciones de producción agraria (McMichael 2009a): sustitución de alimentos tradicionales en los países tropicales (azúcar, aceite de palma) por productos bioindustriales (margarina, productos alimentarios enriquecidos, alimentos biotecnológicos, etc.) que se importan de los países desarrollados; la integración de pequeños agricultores en las grandes redes de transformación y distribución alimentaria mundiales, lo que ha supuesto, en muchos casos, la pérdida de tierras para los campesinos¹⁰²; introducción de los cultivos agroenergéticos, que compiten por el uso de la tierra con la función tradicional de la agricultura de producir alimentos. Respecto a esto último, McMichael (2010) argumenta que el origen de la expansión de este tipo de cultivo se debe a la crisis energética de la primera década del siglo XXI, que ha favorecido la búsqueda de sustitutos a los combustibles fósiles en la producción agraria con fines energéticos. Este hecho ha supuesto que parte de la producción de cereales con fines alimentarios haya sido reemplazada por el cultivo de biocombustible, lo que ha implicado una disminución de los primeros con el consiguiente **aumento del precio de los alimentos básicos** en el mercado global, especialmente en la primera década del siglo XXI¹⁰³ (Moore 2014). De este modo, en el tercer régimen alimentario se rompe la tendencia de reducción de los precios de los alimentos que había caracterizado a los dos regímenes anteriores dentro de un contexto general más amplio que McMichael (2012a, pp. 684-688; 2013, pp. 131 y ss.; 2014, pp. 937-941) sitúa en

¹⁰¹ Según McMichael (2009a), la idea de soberanía alimentaria se contrapone al planteamiento de seguridad alimentaria. En el primer caso, los campesinos y los Estados-nación defienden el derecho a la autosuficiencia alimentaria por encima de otros objetivos de la producción agraria, en concreto su exportación, lo que supone su protección frente al mercado. En el segundo caso, la seguridad alimentaria es defendida por las grandes corporaciones transnacionales para alimentar vía mercado a aquellas zonas del mundo que no son autosuficientes.

¹⁰² McMichael (2009a, p. 154) señala que, según la FAO, 30 millones de campesinos fueron desplazados de sus tierras por proyectos agroindustriales desde el comienzo del tercer régimen alimentario.

¹⁰³ McMichael (2009b) indica que en los años 2007 y 2008 se produjeron protestas sociales en varios países del mundo por la subida de los precios de los alimentos, entre los que se citan Italia, Uzbekistán, Marruecos, Guinea, Mauritania, Senegal, India, Indonesia, Zimbabue, Burkina Faso, Camerún, Yemen, Jordania, Arabia Saudita, Egipto, México, Argentina, Haití, entre otros.

una crisis ecológica y energética. Ésta sólo puede ser afrontada mediante un replanteamiento de las relaciones sociedad-naturaleza sobre la base de una “reterritorialización” de la producción agraria¹⁰⁴ (McMichael 2014, p. 938-939), la *soberanía alimentaria*, entendida como la recuperación de la capacidad de producción para alimentación por parte de los agricultores y Estados (McMichael 2013, p. 147-148), así como el redimensionamiento de las relaciones de intercambio a una escala espacio-temporal adecuada referida, por una parte, a una proximidad espacial de la producción y el consumo (McMichael 2014, p. 937), y, por otra, a una adaptación de los sistemas de producción agraria a los procesos biológicos (McMichael 2013, p. 135).

2.5.5. Relación entre los regímenes alimentarios y la naturaleza

La teoría de los regímenes alimentarios reconoce de forma implícita el papel de las crisis ecológicas en el colapso de cada régimen, aunque según Campbell (2009, p. 317) no le otorga la importancia suficiente. En este sentido, el citado autor argumenta que Friedmann (2005) indica que el primer régimen alimentario implicó una serie de cambios que afectaron a la estabilidad de los ecosistemas en los que se ubicaban los cultivos que abastecían los centros de consumo que se localizaban a grandes distancias (*ecologías a distancia*). Un ejemplo de la estas consecuencias ecológicas fueron las tormentas de polvo (*Dust Bowl*) que se produjeron en la década de los treinta en el centro de Estados Unidos. Aunque se trata de fenómenos naturales que ocurrían de forma periódica en una determinada zona del medio oeste americano, estos fueron potenciados de manera antrópica por el primer régimen alimentario al sustituir las praderas naturales de gramíneas en las grandes llanuras americanas por roturaciones de tierra para el cultivo de granos con unas prácticas de manejo que desprotegieron el suelo y contribuyeron a la expansión de las tormentas de polvo hasta zonas lejanas por buena parte de los Estados Unidos y Canadá (Cook et al. 2009; Baveye et al. 2011). Según Campbell (2009, p. 313), las consecuencias ecológicas (degradación del suelo) y sociales (abandono de los territorios devastados por las tormentas) contribuyeron a desestabilizar el régimen alimentario, pero no fueron determinantes en su colapso, pues la legitimación del régimen no estaba vinculada a los efectos ecológicos y sociales que se manifestaban en las *ecologías a distancia*, sino en el núcleo central donde se localizaba el consumo y el sector industrial necesario para funcionamiento del sistema.

Por otra parte, el *segundo régimen alimentario* supuso a largo plazo la aparición de nuevos problemas ecológicos que, a diferencia del caso anterior, afectaron a uno de los componentes centrales: los consumidores. En concreto, los procesos de intensificación industrial dieron lugar a un aumento de la contaminación tanto en los ecosistemas como en los alimentos que ocasionaron problemas de salud en los consumidores cuyos efectos se extendieron por amplias zonas geográficas como, por ejemplo, la crisis de las vacas locas¹⁰⁵ (Leiss y Powell 2004). Esto implicó una

¹⁰⁴ Esta reterritorialización se realizaría sobre la base de un vínculo biorregional de la producción agraria con el territorio (McMichael 2014).

¹⁰⁵ En este caso, aunque las prácticas que ocasionaron el problema ecológico/sanitario se localizaron principalmente en Reino Unido, los efectos sobre la salud de los consumidores traspasaron sus fronteras en

respuesta por parte de la sociedad que puso en evidencia las prácticas agrarias del segundo régimen y que, a su vez, conllevó la emergencia de nuevas tendencias en la relación sociedad naturaleza que se materializaron en el régimen de los “alimentos de algún lugar” (McMichael 2009a). De este modo se planteó, aunque de forma minoritaria, la necesidad de cambiar un modelo de relación ser humano-naturaleza basado en las ecologías a distancia, la industrialización e intensificación de la agricultura, y, por tanto, con un elevado consumo de energía fósil para la producción y distribución de alimento, hacia otro centrado en ecologías de proximidad y, de forma consiguiente, en relaciones más cercanas entre productores y consumidores, menos intensificado, con menor consumo energético y con especies alimentarias variadas y arraigadas en las culturas tradicionales de los territorios donde se producen.

La relación entre el sistema socioecológico y los regímenes alimentarios es contemplada por Campbell (2009) como la capacidad de adaptación del régimen a los problemas ecológicos y sociales. Esto se realizaría mediante mecanismos de retroalimentación que permitiesen desarrollar nuevas estrategias que evitasen las crisis del sistema y, por tanto, el colapso de los procesos de producción y redistribución de alimentos. En este sentido, el *régimen de alimentos de algún lugar* manifiesta, según Campbell (2009, p. 317), una mejora de la dinámica de las relaciones entre ecología y producción alimentaria en comparación los dos regímenes anteriores y el corporativo. Asimismo, el citado autor también añade que aunque se manifieste cierta mejora en la relaciones con la naturaleza, ésta no siempre se extiende a los sistemas sociales, de modo que muchos grupos sociales pueden quedar excluidos de estas nuevas dinámicas de relación naturaleza-sociedad y, por tanto, las desigualdades sociales e injusticias sociales continuarían existiendo¹⁰⁶. Finalmente McMichael (2015, p. 108) reconoce que el análisis de los regímenes alimentario no puede ignorar las implicaciones ecológicas de las relaciones de producción agrarias de la sociedad. En este sentido, las implicaciones ecológicas y sociales del régimen alimentario corporativo, en concreto, la sustitución de la función alimentaria por la energética (cultivo de biocombustibles en lugar de alimentos), el final de los alimentos baratos y los efectos de la intensificación industrial sobre el medio ambiente (contaminación, problemas de salud, agotamiento de combustibles fósiles) son el reflejo de la crisis del régimen alimentario dominante.

Se puede establecer un paralelismo entre régimen socioecológico y régimen alimentario a partir del reconocimiento de la importancia de los patrones de consumo de energía y redistribución, que, a su vez, son necesarios para el funcionamiento de la sociedad moderna. En este sentido, la necesidad de buscar energías que suplan a las de origen fósil para mantener los niveles de transformación de recursos materiales y energéticos, tanto alimentarios como de otros productos que requieren para el mantenimiento del sistema social y su reproducción refleja la transmisión de

la medida que los circuitos de comercialización distribuían la producción por el resto del continente europeo.

¹⁰⁶ Campbell (2009) se refiere a que las certificaciones sobre procesos y lugares que garantizan que el sistema de producción alimentario sigue las pautas del régimen de *alimentos de algún lugar* pueden manifestarse solamente en los países centrales (Europa o Norteamérica) y excluir a buena parte de los productores del tercer mundo que quedarían excluidos de estas dinámicas y, por tanto, continuarían vinculados a los procesos del régimen de *alimentos de ningún lugar*.

la crisis del régimen socioecológico al régimen alimentario. De este modo, la combinación de ambos enfoques teóricos contribuye a comprender las interrelaciones entre las formas de organización de la sociedad y los procesos ecológicos (Campbell 2009, p. 314). Estas conexiones son de naturaleza jerárquica y en su cúspide se encontrarían los procesos naturales (físicos y biológicos) que el ser humano trata de dominar con el objetivo de establecer un modelo de sociedad, sobre la base de un determinado consumo de materiales y energía. A continuación en el siguiente epígrafe se va a exponer el esquema conceptual de la economía ecológica, que condiciona las actividades de producción económica a los sistemas naturales de los que se extraen y transforman los materiales necesarios para el mantenimiento de las actividades humanas.

2.6. Economía ecológica

La economía ecológica es una escuela heterogénea en la que confluyen varias corrientes de pensamiento económico que tratan de ofrecer una visión de las actividades de producción mediante el estudio de los vínculos entre la economía y la naturaleza. El desarrollo de esta escuela se enmarca en la creciente tendencia entre los científicos por conocer la relación que existe entre la vida humana y la Tierra, interés que Naredo (1987/2004, p. 473) denomina “sentimiento geocéntrico”. Esto se debe a la necesidad de conocer el medio ambiente en el que las personas desarrollan su actividad, y, de esta forma, avanzar en el conocimiento de los procesos ecológicos que condicionan y limitan las relaciones entre la naturaleza y el ser humano. A medida que la ciencia proporciona una mayor comprensión de los procesos en los que se sustenta la interacción entre la sociedad moderna y el planeta, se constata que las relaciones de producción están condicionadas por la existencia de una *escasez objetiva* (p. 448), que se explica por el hecho de que las cantidades disponibles de materiales y energía en el mundo están *limitados* en el tiempo (Voss 2006; Mediavilla 2013; Capellán-Perez 2014).

Pero también, a medida que el ser humano intensifica los procesos de extracción y transformación de materiales y energía se alteran los procesos naturales y emergen otros que, a su vez, provocan modificaciones en la biosfera que acaban a afectando a los procesos de transformación antrópica que sostienen a las sociedades humanas. En este sentido, existen evidencias científicas de que las actividades del ser humano han cambiado sustancialmente la biosfera desde la revolución neolítica y, en particular, a partir de la revolución industrial en los últimos 200 años hasta la actualidad. Esto se ha materializado en la pérdida de biodiversidad, la alteración de la composición química de la atmósfera y de los océanos, así como en la expansión de los ecosistemas muy antropizados (agricultura y urbanización del territorio) al mismo tiempo que se reducen los escasamente antropizados (disminución de los bosques, selva tropical, etc.), lo que ha dado lugar a que la época actual sea denominada como *Antropoceno* (Crutzen 2006; Zalasiewicz et al. 2010, 2011; Steffen et al. 2011, Barnosky et al. 2012).

Los cambios que acontecen en la biosfera afectan a la forma en que se extraen los recursos naturales, así como a su transformación e incorporación en las sociedades humanas para el mantenimiento del estilo de vida actual. En este sentido, el agotamiento de los recursos y las

alteraciones del medio ambiente (modificaciones climáticas, pérdida de suelo, contaminación de ecosistemas, etc.) van a tener efectos en la economía. La necesidad de tener en cuenta estos procesos en las relaciones de producción implica el desarrollo de marcos teóricos que superen la tradicional separación de esta rama del conocimiento de los procesos físicos y biológicos que acontecen en la naturaleza. Uno de estos esquemas conceptuales que tratan de aproximar la economía a la naturaleza es el *enfoque ecointegrador* de Naredo (1987/2004; 1999), cuyo objeto de estudio comprende de forma explícita a “los materiales y energía relacionados con el territorio de referencia y los procesos vitales que en él se desenvuelven” (Naredo 1987/2004, p. 506). Desde este enfoque se define el sistema económico como un “sistema abierto y desequilibrado que busca, sin embargo, mantenerse establemente en determinado estado tratando de compensar los factores que inducen a su degradación, mediante un continuo flujo e intercambio de materiales y energía con su medio ambiente” (p. 512). Este planteamiento significa el reconocimiento de que la economía no puede estar separada de los procesos ecológicos en los que se sustentan las actividades productivas humanas, la necesidad de superar el enfoque “análisis-parcelario” (p. 501) y la asunción del enfoque de la complejidad (p. 502). Esto constituye las bases del pensamiento de la economía ecológica, que es definida por Costanza (2009) de la siguiente forma:

“Un campo transdisciplinar que busca integrar el estudio de la humanidad y el resto de la naturaleza sobre la base de la creación de un futuro deseable y sostenible. Asimismo, busca disolver las barreras entre las disciplinas tradicionales y alcanzar una verdadera *consiliencia*¹⁰⁷ entre todas las ciencias y humanidades. Esta ciencia de carácter consiliente y transdisciplinar representa un equilibrio entre análisis y síntesis; reconoce el papel central que desempeña la adopción de diferentes puntos de vista¹⁰⁸ en ciencia; una filosofía pragmática construida sobre la teoría de los sistemas complejos, la termodinámica y la modelización¹⁰⁹; una aproximación multiescalar¹¹⁰; y una integración consistente de la coevolución cultural y biológica. Esto nos permitirá construir un mundo sostenible y deseable a la vez que se reconoce nuestro vínculo fundamental con el resto de la naturaleza” (p. 358, cursiva original, traducción del inglés propia, notación añadida).

¹⁰⁷ El concepto de *consiliencia* es una idea inicialmente elaborada por Wilson (1998b) por la que plantea que debería de haber una confluencia de todas las disciplinas para crear una base común que ayude a la explicación de los objetos del conocimiento, a partir de un positivismo reduccionista. Sin embargo, Costanza (2003, p. 653; 2009, p. 359) reelabora el concepto señalando que debe hacer una aportación equitativa entre las ciencias naturales, sociales y humanidades, superando de este modo las visiones clásicas de holismo/individualismo.

¹⁰⁸ El término original en inglés corresponde con “envisoning”. Alude a la idea de concebir, visualizar e imaginar en función del punto de vista, motivo por el que la traducción ha sido referida a este aspecto.

¹⁰⁹ La idea de modelización debe ser interpretada en un sentido amplio, que recoge tanto los enfoques más centrados en las cuestiones sistémicas relacionadas con la concepción reducida de la complejidad, como también en un sentido descriptivo más general, vinculado con la visión generalista de la complejidad de Morin (2007).

¹¹⁰ Se refiere a que es necesario tener en cuenta al mismo tiempo varias dimensiones de la realidad.

La definición anterior entraña el reconocimiento de los principios epistemológicos de complejidad y transdisciplinariedad, así como los postulados del marco ontológico expuesto anteriormente. En este sentido, Baumgärtner et al. (2008), Høyer y Naes (2008), Douai et al. (2012) y Spash (2012 y 2013) argumentan que el realismo crítico ofrece el marco más adecuado para la perspectiva de economía ecológica al asumir la existencia de unas relaciones jerárquicas entre la naturaleza y la humanidad, sobre la base del reconocimiento de que los principios termodinámicos y ciclos físicos y biológicos que gobiernan los intercambios de flujos de materiales y energía que condicionan las actividades productivas humanas (Ayres y Kneese 1969; Georgescu-Roegen 1971; Odum 1971; Daly 1977; Costanza y Daly 1987; Martínez-Alier 1987; Naredo 1999), aunque no las determinan. Esto se explica, por una parte, porque las actividades antrópicas desarrollan fundamentalmente en sistemas abiertos, como por ejemplo sociedades y ecosistemas, lo que implica, en función de su apertura, una amplia capacidad de acción, y, por otra, y en contraposición con lo anterior, por el hecho de que estos sistemas están insertados jerárquicamente dentro de un sistema superior, la Tierra, que es concebida como un sistema cerrado¹¹¹ de cual dependen todas las actividades productivas (Boulding 1966).

Por otra parte, antes de proceder a detallar el contenido que se incluiría dentro del marco de economía ecológica, es necesario explicar algunos aspectos de esta corriente que tienen diferentes consecuencias en función del tipo del enfoque que se adopte. En este sentido, hay que remarcar que la economía ecológica no es una disciplina homogénea, sino que más bien se trata de un esquema general en el que confluyen una diversidad de tendencias principalmente procedentes del pensamiento económico heterodoxo¹¹² pero que comparten y utilizan, en mayor o menor medida, enfoques procedentes otras disciplinas, particularmente de las ciencias naturales (física, geología, biología, ecología, etc.) y de otras sociales (psicología, sociología, antropología, geografía, historia, etc.). Las principales corrientes se pueden aglutinar en función de si la orientación predominante está más próxima a las ciencias naturales o, al contrario, a las sociales. A partir de esta idea Özkaynak et al. (2012, p. 1124) agrupa a las principales en dos tendencias:

- 1) Las que se centran en la representación de modelos que recojan las interrelaciones entre los sistemas ecológicos y económicos desde un punto de vista naturalista y ecológico sobre la base de la importancia de dichas relaciones para la actividad económica.
- 2) Las que adoptan una aproximación de carácter más socioeconómico y consideran que la economía como disciplina debe de cambiar radicalmente hacia un enfoque más abierto que incluya el análisis de los aspectos sociales de las políticas públicas, así como una cooperación que no se circunscriba solamente al diálogo entre ecólogos y economistas,

¹¹¹ Es cerrado en el sentido de que la Tierra sólo intercambia con el exterior energía, no materia.

¹¹² Es conveniente aclarar que también existen aproximaciones de economía ecológica desde corrientes económicas ortodoxas de base neoclásica (véase nota siguiente), principalmente a partir de la economía medioambiental y de los recursos naturales (Røpke 2005; Douai et al. 2012). Por otra parte, también hay que añadir la confluencia en la economía ecológica de otras corrientes que no tienen su origen en la economía, sino en otras ramas del conocimiento como, por ejemplo, la sociología ambiental (Redclift y Woodgate 1997), o la ecología industrial (Ayres y Ayres 2002), entre otras.

sino que también se integren científicos procedentes de otras materias como, por ejemplo, la sociología, antropología y filosofía.

Los autores del primer grupo (Ayres, Berkes, Costanza, Daly, Folke, Funtowicz, Giampietro, Gowdy, Mayumi, Ostrom, Perrings, Ravetz, Stern y Walker, entre otros) utilizan teorías y metodologías cuantitativas con el objetivo de extraer información sobre los umbrales necesarios para el mantenimiento de los ecosistemas su nivel de carga, de modo que los resultados puedan contribuir a la elaboración de políticas públicas que tengan por finalidad la mejorar la sostenibilidad de las actividades humanas. Pero también es conveniente resaltar que estos autores rechazan la aplicación de métodos de evaluación económica procedentes de la economía neoclásica que se basan en la agregación de los valores individuales en relación a la naturaleza (Özkaynak et al. 2012, p. 1125). Por el contrario, se basan en los principios termodinámicos y biofísicos para estimar los intercambios entre los procesos ecológicos y económicos, y calcular indicadores que permitan establecer un seguimiento de los ecosistemas. Esto supone una diferencia sustancial en relación a los postulados de la economía neoclásica consistentes, principalmente, en la asunción de una única racionalidad económica y la aplicación de una metodología individualista (Özkaynak et al. 2012, p. 1125). No obstante, a pesar de esta diferenciación, hay que señalar la coexistencia en el seno de la economía ecológica de corrientes de pensamiento próximas a la economía neoclásica que han originado importantes debates y tensiones que todavía no se han resuelto¹¹³ (Gowdy y Olsen 1994; Gowdy y Erickson 2005; Spash y Ryan 2010; Douai et al. 2012).

En relación al segundo grupo (Douai, Forsyth, Martínez-Alier, Norgaard, Özkaynak, Paavola, Söderbaum, Spash y Vatn, entre otros) hay que señalar que conceden una gran importancia a la adopción de un enfoque holístico que integra el contexto económico, histórico y cultural de la sociedad en el medio natural que la sustenta a través de las relaciones entre ambos. Se trata de una visión pluralista que reconoce el papel esencial que desempeñan los valores de la sociedad en su relación con la naturaleza (Özkaynak et al. 2012, p. 1132), motivo por el que sus seguidores abogan por incluir herramientas teóricas y metodológicas que incluyan de forma preferente la cuestión normativa. De esta forma se promueve la conexión de la economía ecológica con planteamientos de ecología política (Forsyth 2003), pero también con otras corrientes heterodoxas de economía política como el institucionalismo (Paavola 2007; Hodgson 2012 p. 214), la escuela de la regulación y las convenciones (Boisvert y Vivien 2012; Douai et al. 2012, p. 2028).

Las corrientes de la segunda tendencia pueden ser agrupadas bajo la denominación de *economía socioecológica*¹¹⁴ (Douai et al. 2012, p. 1022; Spash 2011, 2013, pp. 357-358) que se caracteriza por compartir una epistemología que contiene los siguientes rasgos: aceptar que las teorías de las ciencias sociales y naturales pueden emplearse para explicar y describir el mundo, pero no para

¹¹³ Este tipo de debates también se han manifestado en las discusiones conceptuales entre las distintas corrientes de economía heterodoxa que han confluído en el marco filosófico del realismo crítico.

¹¹⁴ Se debe diferenciar la noción de economía socioecológica del concepto de sistema socioecológico, aunque comparten algunos aspectos en común. Los sistemas socioecológicos serán tratados en profundidad más adelante en un apartado específico.

predecir su futuro; asumir que los problemas ambientales poseen perspectivas múltiples que han de ser afrontadas desde la convicción de la existencia de una pluralidad de valores y la utilización de métodos cuantitativos y cualitativos para abordar el conocimiento. En relación a esta multiplicidad de valores, Spash (2013) añade:

“[...] significa ser consciente de que el utilitarismo es un sistema ético muy específico¹¹⁵, que el instrumentalismo es, de forma similar, una posición muy restringida¹¹⁶ y que podríamos esperar como algo normal el conflicto entre valores. Este es el motivo por el que se requieren aproximaciones institucionales críticas que aborden las relaciones de poder y consideren de forma directa una base ética para la economía y las políticas públicas” (Spash 2013, p. 358, traducción propia).

La necesidad de adoptar una aproximación crítica que sea capaz de superar los enfoques disciplinares tradicionales al mismo tiempo que integre de forma coherente la pluralidad de los valores de la sociedad conduce a planteamientos epistemológicos que converjan en la idea de complejidad y transdisciplinariedad de la realidad, pero también que sean capaces de superar la visión antropocéntrica del conocimiento reconociendo la existencia de un mundo natural que no es ajeno a nuestras acciones, pero que también condiciona, aunque no determina, el hecho de nuestra existencia y, por ende, las actividades productivas. El planteamiento descrito de *economía socioecológica* es el que se seguirá en este trabajo, pues ofrece un marco general que engloba a otras visiones de tipo sistémico de la economía ecológica, más concretamente a los *sistemas socioecológicos* (Berkes y Folke 1998) que aluden a la idea de una interacción entre la sociedad y la naturaleza sobre la base de una perspectiva sistémica, sin abandonar el holismo.

2.7. Sistema agroalimentario localizado (SIAL)

Anteriormente, en la exposición del marco de la agroecología se había señalado la necesidad de extender el estudio del sistema agrario más allá las relaciones de producción, en concreto a las actividades de transformación y distribución alimentaria desde la perspectiva de los procesos naturales y sociales (Francis et al. 2003). En este sentido, el enfoque conceptual de los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) ofrece un esquema conceptual que responde a los planteamientos anteriores de introducir en el análisis de las relaciones de producción agraria a los actores e instituciones que las condicionan. Por otra parte, también se puede establecer una conexión entre el enfoque SIAL y el *régimen alimentario de algún lugar* (McMichael

¹¹⁵ El autor se refiere al utilitarismo preferencial (Spash 2008, p. 266), que es el utilizado en la economía neoclásica a partir de la teoría racional del comportamiento que se sustenta en la teoría bayesiana de la decisión. Según Harsanyi (1977) el utilitarismo preferencial es consistente con el principio de autonomía de preferencia por el que los individuos toman sus decisiones en función de sus deseos y preferencias.

¹¹⁶ El instrumentalismo considera que las proposiciones sobre las cosas no observables no tienen significado, por lo que las teorías del conocimiento solo tienen un sentido instrumental para predecir fenómenos observables o sistematizar observaciones y no para representarlo, lo que implica una posición antirrealista (Chakravartty 2014).

2009a) debido a que se centra la producción alimentaria a pequeña escala y arraigada al territorio, aspectos que serán abordados en la descripción de su esquema conceptual.

El marco teórico del SIAL fue desarrollado en la década de los noventa en Francia por Muchnik (1996) para explicar la emergencia de relaciones específicas entre los componentes socioeconómicos de un sistema agrario en un espacio territorial concreto. Antes de proceder a la descripción del esquema conceptual del SIAL se va a profundizar en la noción de *sistema agroalimentario*, la cual había sido introducida en la descripción de los principios agroecológicos para aludir a las relaciones entre producción, transformación, distribución y comercialización de los productos alimentarios. La exposición detallada de este concepto se justifica porque es necesario descender a un nivel más profundo para comprender los vínculos que se presentan entre sistema agroalimentario, agroecología y enfoque SIAL.

2.7.1. Concepto de sistema agroalimentario

El concepto de sistema agroalimentario tiene su origen en la idea de *agribusiness* desarrollada por Davis y Goldberg (1957) para referirse a las operaciones necesarias para la producción de alimentos. Estas abarcan a las actividades de producción agraria, almacenamiento y distribución de los productos básicos agrícolas y sus transformados en el mercado. Goldberg (1968) amplía la definición a los actores involucrados en la producción, transformación y comercialización de un determinado producto agrícola, y la denomina *complejo agrícola o agribusiness commodity system*.

Otra idea clave que contribuyó a desarrollar el concepto de sistema agroalimentario fue la *filière* de Malassis (1973 y 1979) para definir los itinerarios seguidos por un producto o grupo de productos en el interior del sistema constituido por las relaciones entre los sectores agrícola, transformación y distribución para satisfacer las necesidades alimentarias de una sociedad determinada. Los itinerarios comprenderían a las operaciones y actores involucrados desde las fases iniciales de producción hasta que el alimento es consumido en la etapa final. Esta definición tiene la ventaja con respecto a la anterior de Davis y Goldberg (1957) que aporta una dimensión física al flujo que transcurre a lo largo del itinerario, de modo que su aplicación permite realizar aproximaciones a los aspectos cualitativos y cuantitativos en las transformaciones materiales que se suceden en las distintas partes del sistema.

A partir de la idea de *filière*, Malassis (1973, 1979) introduce el concepto de *sistema agroalimentario* para referirse al conjunto de actividades relacionadas con la producción y distribución de alimentos. Estas relaciones comprenden al sector agrario, las industrias agrícolas de transformación (industria agroalimentaria) y las actividades distribución (Rodríguez-Zúñiga y Soria 1986; Sanz-Cañada 1990, 1997; Caldentey 1993, 1998). A través de estas relaciones, el *producto agrario* se transforma en *producto alimentario* y llega al consumidor final a través del mercado (Sanz-Cañada 2002). Asimismo, otro tipo de conexiones que también han de ser consideradas son las que mantiene el sector agroalimentario con el auxiliar que le provee los bienes y servicios necesarios para su funcionamiento (Whatmore 1995).

En la figura 2.3 se representa un esquema en el que se muestra el funcionamiento de los componentes básicos del sistema agroalimentario: el sector agrario, que produce alimentos que pueden ser consumidos a través del sector de comercialización, o bien insumos agrarios para ser tratados posteriormente en el siguiente nivel; el sector de transformación, que transforma las entradas de productos agrarios en productos alimentarios a través de procesos industriales; el tercer componente, el sector de distribución, tiene la función de suministrar los alimentos a la sociedad. Por otra parte, se puede establecer una jerarquía entre el sistema agroalimentario y el resto de sistemas con los que interactúa en función de una escala espacio-temporal concreta (Giampietro 2003; Giampietro et al. 2013) y de los niveles de estratificación de la realidad de Bhaskar (1975). En este sentido, si se considera un periodo que abarca la vida laboral de un agricultor o incluso más de una generación en un espacio limitado a una explotación agraria o un conjunto de ellas en una comarca o territorio de dimensión local o regional, se puede establecer un orden jerárquico en cuya cúspide se ubica el sistema socioeconómico, el cual controla los flujos de materiales y energía del sistema agroalimentario, y éste, a su vez, los del sistema ecológico con la finalidad de que provea alimentos para el sustento y reproducción de la sociedad. Esto se realiza a través de un sistema de información y control que se extiende a través de todos los componentes del sistema en el que los flujos monetarios desempeñan un papel importante en la regulación de los intercambios físicos y energéticos, junto con otros mecanismos de control de actividades sociales instituidos por normas, las cuales están subordinadas a los valores de la sociedad. Al mismo tiempo, todos los intercambios físicos y energéticos están condicionados por las leyes termodinámicas y otras propiedades conocidas y desconocidas de los procesos físicos y biológicos de la naturaleza (Bhaskar 2011).

Sin embargo, el orden jerárquico actúa de forma inversa si se amplía la escala espacio-temporal a la duración de los ciclos de reposición de los flujos de energía y materiales utilizados por el hombre en el conjunto del sistema agroalimentario (materiales fósiles, extracción de minerales, reposición de suelos, etc.), así como a los periodos geológicos referidos a las regiones bioclimáticas que permiten el desarrollo de las especies vegetales y animales necesarios para su transformación antrópica (Gradstein et al. 2012). Los mecanismos de control jerárquico actúan en los intercambios entre la naturaleza y las personas, es decir, en las tendencias que experimentan los flujos físicos y energéticos en la escala espacio-temporal que sigue la lógica de la biosfera y que dependerá de los ciclos de cada material y tipo de fuente energética que es utilizado. Asimismo, no existe una única escala espacio-temporal para los intercambios sino que se presentan varios niveles en los cuales la biosfera manifiesta un comportamiento diferente como, por ejemplo, los procesos de erosión, la alteración de un hábitat natural para una especie cultivable, los cambios en los modelos de precipitaciones, el cambio climático o el agotamiento de un recurso energético. La emergencia de nuevos procesos que tienen su origen en la biosfera afecta al sistema agroalimentario, y éste a la organización del sistema socioeconómico. Los cambios en el sistema implicarán modificaciones en los valores de la sociedad que deberá dar respuesta mediante la modificación de éstos para adaptarse a los nuevos procesos que impone la jerarquía de la biosfera. De esta forma, en cada nivel del sistema podrán emerger procesos específicos que tienen su

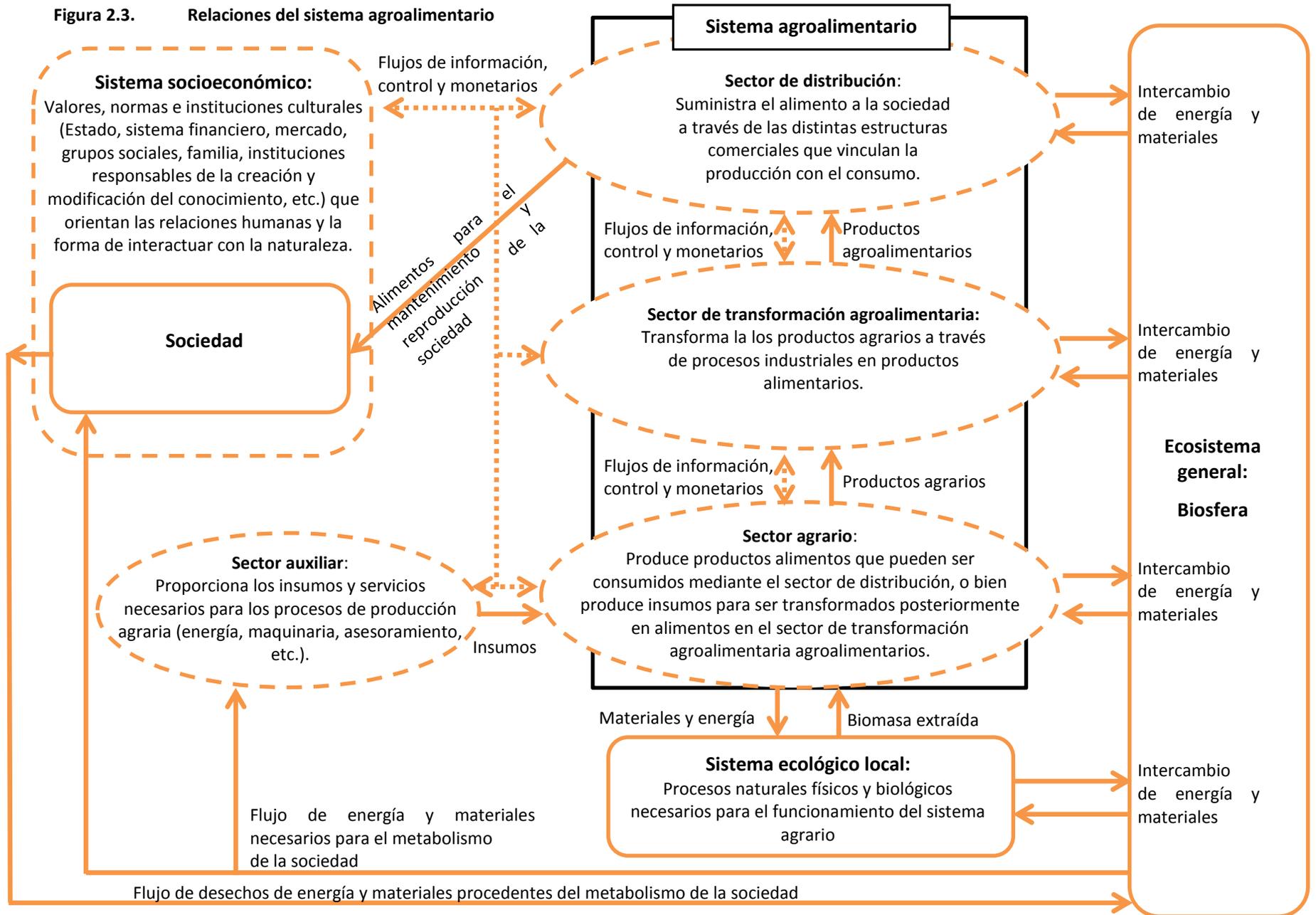
origen en otras dimensiones escalo-temporales y que siguen pautas no lineales (Cilliers 2010, Byrne y Callaghan 2014, Minger 2014).

Las dos jerarquías del sistema agroalimentario pueden parecer *a priori* incompatibles y contradictorias. Sin embargo, el hecho de que los procesos de control antrópico y de la naturaleza se manifiesten a escalas espacio-temporales distintas que, a su vez, varían en función del tipo de intercambio explica que ambos puedan coexistir, aunque su coevolución (Kallis y Norgaard 2010; Worden 2010) dependerá de las características de los procesos naturales y de las relaciones de poder que propiciarán la evolución de los valores hacia una determinada trayectoria en la sociedad. Asimismo, el conocimiento de los efectos de los procesos naturales en los sistemas agroalimentarios es condición necesaria, aunque no suficiente, para que la trayectoria del proceso coevolutivo sea exitosa y no conduzca a su colapso (Worden 2010).

Además de las dos jerarquías espacio-temporales que conectan el sistema agroalimentario con el ecosistema local y la sociedad, existe otra de la naturaleza interna que vincula a los componentes entre las distintas fases de producción, transformación y distribución de alimentos. Los procesos históricos en que se han desarrollado ejercen una influencia que se manifiesta en la intensidad de un determinado tipo de interacción. En este sentido, si los procesos que dominan son globales y prima el consumo de masas, los vínculos del sistema agroalimentario serán de largo alcance y el poder de decisión se concentrará en las fases de transformación y distribución¹¹⁷, mientras que si prevalecen dinámicas focalizadas en el ámbito local, la extensión del sistema será mucho más reducida y se concentrará en la fase de producción agraria (Goodman 1997). En el punto siguiente se muestran brevemente los rasgos de las tres de las principales aproximaciones que explican el funcionamiento del sistema agroalimentario de las cuales las dos primeras se relacionan con la escala, mientras que en el tercer caso se incorpora otro elemento teórico. La introducción de estas aproximaciones es necesario para sirven para explicar algunas de las características de una cuarta, el enfoque conceptual del SIAL, que será explicado en un epígrafe posterior.

¹¹⁷ Este tipo de estructura agroalimentaria se asocia a modelos de producción *fordista* y el peso gravitatorio en la toma de decisiones está focalizado en la gran distribución (Sanz Cañada 1997).

Figura 2.3. Relaciones del sistema agroalimentario



2.7.2. Principales aproximaciones para el análisis del sistema agroalimentario

El análisis de los sistemas agroalimentario en función de su alcance y del tipo de interacción dominante ha dado lugar a dos formas de aproximación. Si la perspectiva es mundial, el sistema agroalimentario se estudia a través de las *cadena productivas globales*, definidas por Gereffi et al. (1994) como un conjunto de redes internacionales agrupadas alrededor de un determinado producto (o grupos de productos) y, al mismo tiempo, vinculadas a la economía mundial a través de empresas, instituciones y Estados. La visión de la *cadena productiva global*¹¹⁸ enfatiza no sólo la necesidad de observar la expansión geográfica de los acuerdos para la producción internacional, sino también sus alcances organizacionales como, por ejemplo, los acuerdos entre varios actores económicos (proveedores de materias primas, fabricantes, comerciantes, etc.) con el fin de entender el origen de sus cambios y equilibrios (Gereffi 1994). Asimismo, a partir de este concepto, Bair (2005) desarrolla la noción de *cadena de valor globales* para referirse al conjunto de vínculos intrasectoriales entre empresas y otros actores mediante los que se organiza la producción global y se distribuye por la geografía. Entre los elementos que se estudian cabe citar el contexto histórico, las condiciones de la división internacional del trabajo en relación a la intensidad del capital, los niveles de especialización y la diferenciación de la producción.

Por otra parte, las aproximaciones de la *escuela anglosajona de geografía agrícola*¹¹⁹ aplican una escala local utilizan el concepto de *cadena agroalimentarias cortas* (en inglés, *short food supply chain*) para identificar y definir categorías de relaciones entre los productores y consumidores¹²⁰

¹¹⁸ El análisis de la cadena productiva global fue desarrollado por Gereffi et al. (1994), a partir de los trabajos de Wallerstein (1974/1979, 1980/1984) y Hopkins y Wallerstein (1986, 1994) sobre las cadenas productivas (*commodity chain*) y la cadena de valor de Porter (1985). Estos autores se centraron en la emergencia de un nuevo sistema global de producción, en el que la integración económica se extendía más allá del comercio internacional de materias primas y productos transformados. El sistema global de producción abarcaba la coordinación de la producción dispersa a nivel mundial a lo largo de las cadenas de producción, tanto de productos básicos como terminados. Esta organización de la producción surgió como resultado de la reestructuración postfordista que implicó una serie de procesos que iban a crear las bases para la aparición de las cadenas productivas globales (Gereffi 1994, 2005; Gereffi y Kaplinsky 2001).

¹¹⁹ Desde finales de los noventa, los aspectos centrales de la *geografía agrícola* se centran en lo local, así como las estructuras políticas que definen al mercado, lo que la sitúa dentro de la corriente principal de estudio de la *geografía humana* contemporánea. La mayor parte de los autores de la *geografía agrícola* están relacionados con las universidades británicas, aunque también se incluyen los norteamericanos (*geografía rural americana*), por lo que se la puede considerar como aproximación anglosajona. Entre los principales autores cabe destacar a Goodman, Marsden, Munton, Ilbery, Kneafsey, Murdoch, Page, Lowe, Miele, Whatmore, Ward, Wilson y Banks, entre otros.

¹²⁰ Los procesos de acercamiento entre producción alimentaria y consumo surgen en Europa Occidental en la década de los ochenta en un contexto en el que intervienen tres factores (Marsden et al. 2000; Renting et al. 2003): el primero se refiere al incremento de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente de la agricultura productivista con el continuo incremento de uso de productos fitosanitarios, fertilizantes de síntesis, modos de producción intensivos, etc. (Feenstra et al. 2003); el segundo se debe a la necesidad de mejorar el nivel de vida en las comunidades rurales que había experimentado un descenso con la agricultura industrializada, objetivo que fue impulsado por las estrategias de desarrollo territorial de las instituciones que regulaban las políticas agrarias (Holloway y Kneafsey 2000); por último, en tercer lugar, también influyó

(Marsden et al. 2000). La idea subyacente de este enfoque es que los pequeños productores desarrollaron procesos por los se vinculaba un producto con un determinado lugar o modo de producción respetuoso con el medio ambiente, la cultura o determinados grupos sociales (denominaciones de origen, geográficas, tradicionales, producción ecológica, tradicional, artesanal, comercio justo, etc.), que se asociaba una imagen de calidad. De este modo los productores locales podían obtener una ventaja competitiva a través de la interacción directa con los consumidores que se materializó en la puesta en marcha de *procesos de territorialización y socialización alimentaria* que aumentaron el valor añadido de la producción y, por tanto, de las rentas de los agricultores (Marsden et al. 2000; Renting et al. 2003; Ilbery et al. 2005).

Este mismo proceso es contemplado desde la *escuela francesa de calidad territorial*¹²¹ (Bérard y Marchenay 1995; Valceschini y Nicolas 1995; Barjole y Sylvander 2003) con una óptica distinta al centrar el foco de análisis en la idea territorio como elemento cohesionador de las relaciones en el interior del sistema agroalimentario, así como entre éste, el agrosistema y el sistema socioeconómico. Esta perspectiva puede ser aplicada a una variedad de sistemas agroalimentarios independientemente de su escala (número elevado o reducido de productores, conexiones próximas o distantes entre consumo y producción) siempre y cuando exista un atributo territorial que funcione como nexo entre las etapas iniciales y finales del itinerario de la *filière* (Sauvée y Valceschini 2003; Benkahla et al. 2005).

Por otra parte, a finales de los años noventa, un grupo de investigadores de una institución francesa de cooperación internacional para el desarrollo rural, el CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement), elaboran el enfoque SIAL en el contexto de formulación de políticas desarrollo agrario en zonas desfavorecidas de Latinoamérica debido a la necesidad de disponer de un marco teórico sobre la base de una perspectiva territorial que ofreciera una respuesta para analizar y comprender la organización y funcionamiento de un conjunto de actividades productivas, sociales y culturales desde una visión sistémica que superase la linealidad del concepto de *filière* (Muchnik y Sautier 1998; Fourcade et al. 2010). Aunque esta perspectiva comparte varios elementos conceptuales con la escuela francesa calidad territorial, presenta elementos teóricos específicos que se exponen de forma detallada en el siguiente epígrafe.

la desconfianza en las grandes empresas agroalimentarias que controlaban la distribución de los alimentos a escala nacional.

¹²¹ Esta escuela tiene su origen en la tradición francesa de la *filière*. Además de la literatura que se cita en el texto, cabe destacar entre otros los trabajos siguientes: Perrier Cornet (1990), Montigaud (1992), Bérard y Marchenay (2004), Sylvander (1995), Valceschini (1995, 1999, 2000), Lagrange (1999), Perrier-Cornet y Sylvander (1999, 2000), Allaire et al. (2005), Lagrange y Valceschini (2007), Sylvander et al. (2007) y Hirczak et al. (2013).

2.7.3. Enfoque SIAL

A lo largo del tiempo el enfoque SIAL (sistemas agroalimentarios localizados) ha estado influenciado por varias corrientes teóricas de ciencias sociales de forma que ha evolucionado desde su origen en los años noventa hasta la primera década del presente siglo. Desde una visión de *economía política*, Boucher y Poméon (2010) identifican tres etapas en su conceptualización que relacionan con distintos contextos institucionales de las políticas territoriales de apoyo a la industria agroalimentaria rural en Latinoamérica y Europa: en la primera se contempla el SIAL como sistema productivo local; en la segunda se concibe como mecanismo de activación institucional; y, en la tercera se consolida en un esquema conceptual más amplio de economía y ecología política. En los párrafos siguientes se describen los elementos teóricos característicos en cada una de las etapas.

2.7.3.1. Primera etapa: SIAL como sistema productivo local (1996-2000)

El concepto SIAL surge en un contexto de políticas de desarrollo territorial en países en vías de desarrollo¹²² en la década de los noventa en el que se planteaban dos objetivos: por una parte, aumentar el nivel de renta de pequeños agricultores locales a través de la transformación de la producción de los *sistemas agrarios tradicionales* y, por otra, asegurar la alimentación de las poblaciones urbanas a través de la puesta en valor de los recursos locales (Fourcade et al. 2010, p. 7). La necesidad de articular estrategias territoriales en los sistemas agrarios tradicionales de zonas desfavorecidas hizo replantear algunos conceptos básicos que se utilizaban en el análisis de los sistemas agroalimentarios, entre los que destacan los siguientes (p. 8):

- Se cuestionó la noción de *filière* como herramienta teórica de análisis debido a su “linealidad” en la descripción de las relaciones que limitaba su aplicación en el territorio.
- Se requerían conceptos que permitiesen captar las relaciones de proximidad entre consumo final y productores de una forma mucho más cualitativa (relaciones sociales, valores comunes, comportamiento) que el esquema de los itinerarios físicos de los encadenamientos productivos de la hilera agroalimentaria.
- Era preciso incorporar en el análisis las actividades no agroalimentarias que contribuían a la identificación del territorio como entidad compleja en la que existen múltiples interacciones y componentes, en particular, aprovechamientos no agroalimentarios como, por ejemplo, turismo, otras actividades de ocio, festividades y tradiciones culturales, así como elementos naturales del paisaje que aportan al territorio una visión multidimensional al mismo tiempo que sus interrelaciones contribuyen a reforzar la imagen de unidad cultural.
- Se necesitaba introducir enfoques multidisciplinares procedentes no sólo de la agronomía y economía, sino también de otras disciplinas de las ciencias sociales como la geografía

¹²² Aunque el concepto aparece en el marco de proyectos de desarrollo agrario en zonas rurales de Latinoamérica, es conveniente señalar que también se habían puesto en marcha otras experiencias en varios países de África Occidental que contribuyeron a su desarrollo (Fourcade et al. 2010).

humana, sociología o antropología que permitieran percibir el territorio como un espacio socializado y un símbolo identitario de las personas que lo habitan y viven de él.

Estos cuestionamientos condujeron a la elaboración de un concepto de sistema agroalimentario que integraba desde una perspectiva sistémica las distintas dimensiones de la realidad socioeconómica que había que tener en cuenta para abordar una aproximación a los sistemas agroalimentarios rurales. El objetivo era la construcción de estrategias de desarrollo rural en espacios desfavorecidos que incidieran en una mejora de los ingresos económicos de los pequeños productores y, a su vez, contribuyeran a reforzar la función alimentaria del territorio mediante el refuerzo y establecimiento de nuevas conexiones de proximidad entre el consumo urbano y la producción en el campo. Desde este enfoque, el concepto de sistema agroalimentario debía superar una visión centrada meramente en los flujos físicos y económicos del sistema y vincularse en esencia a las distintas dimensiones del territorio donde se ubica. Esto último se refleja en el añadido al enunciado de “sistema agroalimentario” del calificativo “localizado”, cuya denominación completa en su versión original en francés es *système agroalimentaire localisé* (SYAL), mientras que el término equivalente en inglés sería *localized agri-food systems* (LAFS). Una de las primeras definiciones del concepto la aportan Muchnik y Sautier (1998), por la cual se concibe el SIAL como:

“sistemas constituidos por organizaciones de producción y de servicio (unidades agrícolas, empresas agroalimentarias, empresas comerciales, restaurantes, etc.) asociadas, mediante sus características y su funcionamiento, a un territorio específico. El medio, los productos, las personas, sus instituciones, su saber-hacer, sus comportamientos alimentarios, sus redes de relaciones, se combinan en un territorio para producir una forma de organización agroalimentaria en una escala espacial dada” (Muchnik y Sautier 1998, p. 4, versión en castellano tomada de Boucher y Poméon 2010, p. 6).

La descripción anterior contempla al SIAL como un sistema complejo en el que no sólo intervienen las relaciones de producción, transformación y consumo del sistema agroalimentario, sino también las interacciones entre otros componentes del territorio, culturales y naturales, sin los cuales el sistema agroalimentario no existiría. Esta definición es coherente con el marco teórico de la complejidad y transdisciplinariedad utilizado en este trabajo de investigación, lo que justifica su utilización para analizar los vínculos que condicionan el funcionamiento del sistema agroalimentario.

Desde la perspectiva SIAL, los vínculos que se tratan de describir tienen un marcado carácter socioeconómico y su estudio está influenciado en sus inicios por los marcos teóricos de economía territorial más utilizados en el contexto en el que se elabora su definición. En este sentido, se identifican dos corrientes de conceptuales: en primer lugar el *enfoque neomarshalliano* de distrito industrial (Becattini 1979), en segundo, los *sistemas productivos locales* (Pecqueur y Courlet 1996). Ambos fueron utilizados ampliamente en Europa como instrumentos de política industrial en el

diseño de las estrategias de desarrollo territorial durante la década de los años noventa (Sforzi y Mancini 2012).

2.7.3.2. Segunda etapa: SIAL como mecanismo de activación institucional (2000-2006)

El SIAL evoluciona en los primeros años del siglo XXI hacia un esquema conceptual que se centra en abordar las relaciones que el sistema agroalimentario y la sociedad desarrollan en un contexto territorial determinado a partir del estudio de los valores, normas e instituciones y la función que éstos desempeñan en su configuración (Torres Salcido et al. 2010; Torres Salcido 2013). La cohesión entre las interacciones se explica a través de dos conceptos clave y relacionados al mismo tiempo: por una parte, la **diferenciación de los productos alimentarios** y, por otra, el **territorio** en el que se desarrollan las actividades que dan lugar a su emergencia. Antes de explicar la función que estos dos conceptos desempeñan en la conceptualización del SIAL es necesario realizar una pequeña introducción en la que se exponen las ideas básicas de estas nociones en relación al contexto histórico de los sistemas agroalimentarios y que dan lugar a su aparición. Esto se efectúa en los párrafos siguientes a partir de los enfoques de *geografía agraria anglosajona* y de la *escuela francesa de calidad territorial*.

Introducción a la diferenciación alimentaria y el territorio

En los años ochenta los procesos de industrialización *fordista*, que habían caracterizado a la industria agroalimentaria desde la década de los sesenta, se intensificaron e impulsaron la concentración del sistema agroalimentario en grandes complejos controlados por las grandes cadenas de distribución alimentaria (Sanz-Cañada 1997; 2002). En este contexto, algunos procesos de intensificación industrial implicaron la aparición de efectos negativos sobre los ecosistemas y la salud como, por ejemplo, la *enfermedad de las vacas locas* (Leiss y Powell 2004), lo que se tradujo en una mayor concienciación por parte de los consumidores sobre la necesidad de emplear prácticas agrícolas en el campo respetuosas con la naturaleza y consumir productos alimentarios de calidad (Raynolds 2000; Tilman et al. 2002; Feenstra et al., 2003). Esto favoreció la aparición de un nuevo movimiento de consumo o tendencia hacia lo “alternativo” o “local” que cuestionaba las grandes cadenas productivas agroalimentarias a través del consumo de productos locales proporcionando una oportunidad a las pequeñas explotaciones para desarrollar estrategias independientes del control de las grandes cadenas agroalimentarias (Belliveau 2005). El desarrollo de estas estrategias supuso la aparición en los países industrializados de formas de consumo alternativas, aunque minoritarias, como, por ejemplo, los productos artesanales, tradicionales, ecológicos o el comercio justo, eran minoritarias en el conjunto del sistema agroalimentario en los países industrializados (Marsden et al. 2000; Renting et al. 2003; Ilbery et al. 2005). Desde la perspectiva de la *geografía agraria anglosajona* se explica que los pequeños productores se habían especializado en productos alimenticios locales basados en modos de producción tradicionales y artesanales que se dirigían a una nueva categoría de consumidores con más interés en la ética de la producción y la ecología que en los precios de los productos (Holt 2005).

Por otra parte, las grandes empresas agroalimentarias operaban con una producción de masas estandarizada en ramas de productos a escala nacional y, en el caso de ciertos productos, internacional. El tamaño y los modos de producción de estas empresas permitían la captura de un mercado homogéneo de amplias dimensiones, aunque, por el contrario, restringían las posibilidades de dirigirse a mercados más pequeños y diferenciados. Asimismo, presentaban una dificultad para adaptarse a los rápidos cambios de la demanda debido a que la reorientación de las actividades productivas en la cadena agroalimentaria suponía un proceso lento. Desde la *escuela francesa de calidad territorial* se explica que estas debilidades proporcionaron a los productores una oportunidad para la creación de nichos de mercado específicos centrados en alimentos de calidad y productos diferenciados (Valceschini 1995; Sanz-Cañada 2002, 2009).

Esta diferenciación comenzó a principios de la década de los noventa en los países del Sur de Europa a centrarse en la identificación de determinados alimentos con los valores del lugar donde se elaboraban. De esta forma se crearon los *productos del territorio*, o su expresión en francés, *produits du terroir*, con unas características físicas y culturales específicas, o *tipicidad*, determinadas por un componente geográfico y otro cultural-histórico (Berger y Rouzier 1995; Bérard y Marchenay 1995, 2004). Estos fueron concebidos como el eje central en las estrategias de marketing agroalimentario y territorial (Lagrange et al. 1997) que consistían en su valorización mediante la creación de una marca de calidad territorial (Valceschini 1995, 1999, 2000; Sanz-Cañada 2009).

El proceso de creación de una marca de calidad territorial se realiza a través de una acción colectiva por la que se instituye de un actor central que interviene para acordar normas comunes sobre los referentes de la calidad que deben de cumplir los productos, así como las formas de control y coordinación (Valceschini y Nicolas 1995). La construcción de la calidad mediante una institución se sustenta en dos mecanismos fundamentales (Valceschini 2000): por una parte, la red de actores locales, que permite la circulación de la información y el acceso al mercado, y, por otra parte, la confianza, que asegura el mantenimiento de la institución y la consolidación de sus relaciones (Karpik 1989 y 1996). Los ejemplos más representativos son las indicaciones geográficas protegidas y las denominaciones de origen desarrolladas a partir de la década de los noventa en Europa en el marco de las políticas públicas de desarrollo territorial¹²³.

Activación institucional en el SIAL

El enfoque SIAL refuerza la conexión entre territorio y diferenciación agroalimentaria mediante la puesta en marcha de un proceso de *activación institucional* (Boucher 2004, 2007; Correa et al. 2006; Boucher et al. 2010; Fournier y Muchnik 2012). Este consiste en dos etapas, una primera denominada *acción colectiva estructural* por la cual se crea un grupo social (asociación,

¹²³ No obstante, hay que señalar que no fue un fenómeno nuevo, pues las primeras fueron constituídas en el primer tercio del siglo XX en Francia, España e Italia. En particular, la primera denominación de origen se creó en Francia en 1919 en el sector vinícola. Posteriormente se extendieron en 1933 hacia el sector de aguas minerales; en España, las primeras denominaciones de origen se remontan a los años 30 al sector vitivinícola (Valdepeñas, Rioja, Jerez, etc.).

cooperativa y otras formas de organización), y una segunda, *acción colectiva funcional*, que se realiza con la construcción de un recurso territorializado en relación con la calidad, la cual puede adquirir la forma de marca colectiva, indicaciones geográficas, denominación de origen o cualquier otro que suponga el reconocimiento de una institucionalidad.

Desde la perspectiva de la complejidad, la idea que subyace en la activación institucional es la existencia de unas interacciones que entre los actores y el territorio que dan lugar a la emergencia de un nuevo componente. Este componente es una institución o un conjunto de ellas a partir de las que se articula un comportamiento que tiene como objetivo el mantenimiento y refuerzo del sistema a través de una mejora productiva que repercute en sus miembros, los pequeños agricultores. El recurso que activa adquiere una especificidad, es decir, una diferencia con respecto a otros sistemas que lo identifica con el territorio. Este vínculo territorial alude a elementos relacionados con una dimensión material del territorio como, por ejemplo, un producto elaborado a partir de los recursos naturales de la zona, o bien, aspectos simbólicos relativos a la dimensión social de las personas que viven en el territorio pero que se vinculan a éste. En relación a esto último se puede poner el ejemplo de una comunidad local que transforma un producto natural que procede de otro territorio, pero lo hace de acuerdo a unas tradiciones que imprimen el carácter de singularidad al producto (Boucher y Poméon 2010).

En la medida que el enfoque SIAL promueve las interacciones entre el sistema agroalimentario, sistema socioeconómico y sistema ecológico, se plantea la necesidad de adoptar una perspectiva amplia en que se integran disciplinas del ámbito de la economía, sociología, antropología, geografía, agronomía y ecología. Esto requiere adoptar un esquema para trabajar con la complejidad de las relaciones y la transdisciplinariedad de los contenidos. Esto ha abierto una discusión teórica a partir de 2006 que ha hecho evolucionar al concepto a postulados relacionados con la idea de sostenibilidad.

2.7.3.3. Tercera etapa: consolidación del concepto SIAL a partir de 2006

A partir de 2006, el concepto SIAL evoluciona con la integración de varios elementos que son percibidos como consustanciales al territorio. En relación a este último concepto, Muchnik et al. (2008, p. 514), siguiendo a López y Muchnik (1997), lo consideran como “un espacio elaborado, construido socialmente, marcado culturalmente y regulado institucionalmente”. El reconocimiento de la influencia de los diversos componentes e interacciones que existen en el espacio está implícito en el SIAL que adquiere un carácter normativo al concebirse como una estrategia de desarrollo. En esta línea, José Muchnik considera al SIAL como:

“modelos de desarrollo agroalimentario sustentados en la puesta en valor de los recursos naturales, más respetuosos con el medio ambiente, que prestan atención a la diversidad y a la calidad de los productos agroalimentarios, e interesados por las dinámicas locales de desarrollo y los nuevos desafíos del mundo rural” (Muchnik 2006, citado en Fourcade et al. 2010, p. 13, traducción propia).

Uno de los elementos clave en la descripción anterior es la relación entre actividad agroalimentaria y naturaleza. En este sentido, el sistema agroalimentario interactúa con un sistema ecológico en el que hay unos componentes vivos, las especies vegetales y animales que son transformadas en alimentos, para introducirlos en el sistema socioeconómico y, de esta forma, obtener a cambio unas rentas que permiten a la sociedad mantenerse y reproducirse. Desde el punto de vista del enfoque SIAL, las relaciones que el sistema agroalimentario deben contribuir al mantenimiento de la biodiversidad del territorio a través de la valoración de la especificidad de las especies vivas que intervienen en la transformación agroalimentaria como, por ejemplo, variedades locales de especies animales y vegetales características del territorio, razas autóctonas, etc. (Requier-Desjardins 2010). Al mismo tiempo, el sostenimiento de la biodiversidad ecológica debe relacionarse con la existencia de un conocimiento local, unas tradiciones culturales vinculadas a un territorio que interactúan con el ecosistema y da lugar a un paisaje, a una territorialidad que crea un sentido de pertenencia a las personas que lo habitan (Muchnik et al. 2008; Sanz-Cañada y Muchnik 2011). Estos planteamientos aproximan al SIAL a los principios de la *agroecología* en la medida que los mecanismos de activación institucional deben contribuir al mantenimiento un biodiversidad en los agroecosistemas tradicionales, o *racionalidad ecológica* (Toledo 1993) así como al refuerzo del saber-hacer local y la cultura tradicional (E. Leff 1993; Escobar 2005) como elementos fundamentales que están vinculados entre sí a través los actores, instituciones y los valores que orientan su comportamiento en el territorio a través de una “racionalidad social”.

Por otra parte, los procesos de transformación deben de tener en cuenta que un aumento de la producción de un recurso puede conllevar la aparición de efectos negativos sobre el resto de las especies que, a su vez, podrían repercutir negativamente en la sostenibilidad ecológica del sistema (Requier-Desjardins y Rodríguez-Borray 2004; Requier-Desjardins 2010). Una forma de evitar esto es la aplicación de *estrategias multiactividad* que consisten en la realización de un conjunto de actividades por parte de la unidad familiar de la explotación, tanto de carácter agrario como no agrario, desempeñadas por una unidad familiar en el medio rural (Etxezarreta 1988; Ilbery 1991; Evans e Ilbery 1993). Un concepto relacionado con la multiactividad, aunque diferente, es la noción de multifuncionalidad¹²⁴ que se refiere a la idea de que la actividad agraria genera procesos de producción conjunta con los que se obtienen los productos relativos a la función tradicional junto con otros para los que no existe mercado¹²⁵, pero sí una demanda social, que son considerados como externalidades positivas que han de ser internalizadas por la sociedad (Ramos 2003; Sepúlveda et al. 2003).

¹²⁴ Este concepto surge en Europa en los noventa a partir de una nueva asignación de funciones a la agricultura con la finalidad de superar la crisis del modelo de agricultura intensiva, a su vez, por el fracaso de las políticas agrarias, la reducción del empleo agrario originada por los procesos de intensificación tecnológica (Ramos 2003).

¹²⁵ Los bienes o servicio de *no-mercado* variarán en función de los países y la cultura. Así, en Europa, estos servicios serían el mantenimiento de la población rural y la conservación del medio ambiente, mientras que en Japón sería la preservación de la cultural local tradicional.

El enfoque SIAL considera la multiactividad como un estrategia de diversificación al considerar que las actividades extra-agrarias están vinculadas con el sistema agroalimentario a través del reconocimiento de la dimensión territorial (Fourcade et al. 2010). Pero también la multifuncionalidad es interiorizada en el SIAL a través de los procesos institucionales de cualificación del territorio y su valoración por parte del sistema socioeconómico (Rodríguez-Borray 2006; Requier-Desjardins 2010; Sanz-Cañada et al. 2010; Sanz-Cañada 2014). Desde este planteamiento, se puede concebir la multifuncionalidad del SIAL como un reconocimiento de la función ecológica del agroecosistema a través de la construcción de nuevas relaciones en la dimensión socioeconómica de la realidad. Estas nuevas conexiones inciden en el agroecosistema mediante el refuerzo de las interacciones de los flujos de energía y materiales que no entran en el conjunto de relaciones que se intercambian directamente entre el sistema ecológico y el sistema socioeconómico, pero que son necesarias para el mantenimiento de las actividad del agroecosistema, y, por tanto, para todos los sistemas situados en la cúspide de las relaciones jerárquicas.

De esta forma, el concepto del SIAL muestra su capacidad teórica para integrar la complejidad y transdisciplinariedad que caracterizan la realidad de la dimensión socioeconómica y ecológica que se manifiesta en el sistema agroalimentario. La descripción de los principios en que se sustenta permite concluir que este enfoque ha evolucionado hacia una posición en la comparte principios de la agroecología. Aunque estas dos aproximaciones centran su atención en distintos aspectos, las relaciones sistémicas y la doble jerarquía del agroecosistema no sólo hace viable la conexión entre ambas, sino que además es necesario para comprender la realidad de los sistemas agroalimentarios desde una perspectiva holística que integre todas las dimensiones de su complejidad. Finalmente, sólo queda un aspecto por abordar para comprender el funcionamiento de todas las relaciones que se manifiestan en el sistema agroalimentario. Este se refiere a los valores que condicionan al comportamiento humano y, por tanto, a la emergencia de instituciones en el sistema agroalimentario y las interacciones que realizan los productores para la transformación de los recursos naturales en alimentos.

2.8. Conclusiones

Los enfoques teóricos expuestos en los epígrafes anteriores tienen la capacidad de explorar y explicar distintas dimensiones de la realidad. En este sentido, el enfoque SIAL contribuye a explicar el desarrollo y funcionamiento de estas interacciones sobre la base del estudio de las instituciones que emanan de la relación entre los elementos naturales del contexto espacial y la acción colectiva y de los agentes individuales que dan lugar a instituciones arraigadas al territorio con el objetivo de realizar un intercambio entre la producción agroalimentaria y el sistema socioeconómico a través del mercado para obtener un flujo monetario (Requier-Desjardins 2010; Sanz-Cañada et al. 2010). Este flujo económico actúa como un factor de sostenibilidad del sistema agroalimentario sin el que no podría existir en el modelo socioeconómico de los países industrializados. Pero al mismo tiempo, este sistema podría entrar en declive si las relaciones ecológicas y culturales en la que se sustenta se degradaran o incluso desapareciesen por la acción antrópica directa en el

ecosistema local, así como por la acción indirecta de otros procesos antrópicos, relacionados o no con SIAL, que ejercen sus efectos alterando el funcionamiento de los ciclos y procesos de otras relaciones ecológicas de ámbito superior (biosfera) que afectan al aprovechamiento de los flujos físicos que aporta el sistema (Vernadsky 1926/1997; E. Leff 1993; Gliessman 2007). La aplicación del enfoque agroecológico permite obtener información sobre el grado de equilibrio entre los procesos naturales y antrópicos desde una perspectiva ecosistémica. La combinación de la visión agroecológica con el SIAL facilita la comprensión de estas interacciones desde un punto de vista que integra la función económica, social y ecológica del sistema agroalimentario (Francis et al. 2003).

Asimismo, todas las interacciones entre el sistema ecológico, sistema agroalimentario y el resto de componente del sistema socioeconómico pueden ser contempladas conjuntamente desde la conceptualización de los sistemas socioecológicos (Tainter 2006) y observar la presencia de un determinado patrón de comportamiento definido por un *régimen metabólico* (Fischer-Kowalski y Haberl 2007). Los sistemas socioecológicos que se presentan en los países desarrollados se caracterizan por tener un régimen metabólico de tipo industrial sobre la base de un consumo de energía procedente principalmente de fuentes no renovables y recursos materiales que se obtienen a través de procesos de transformación industrial. El patrón de consumo y dispersión de los flujos de energía y materiales en el interior del sistema socioecológico son aspectos clave para el estudio de su sostenibilidad (Pimentel y Pimentel 2008; Giampietro et al. 2013).

Por otra parte, los flujos de energía y los procesos físicos y biológicos que se manifiestan en el ámbito del sistema socioecológico son alterados de una forma intencional y no intencional por la acción humana y por otros procesos naturales nuevos que surgen esta interacción. Sin embargo, todas estas relaciones están condicionadas por otros procesos naturales conocidos y desconocidos que existen de forma independiente a la actividad humana (Bhaskar 1975, 1979, 2011). En relación a esto, se argumentó en el marco teórico que la forma en que la energía es captada, transformada a través de interacciones físico-químicas en todos los procesos de los sistemas naturales y artificiales obedecen unas causas que no pueden ser eliminadas. En concreto, la entropía (Aoki 2012) y la tasa de ganancia energética (Hall 2011) actúan restringiendo el comportamiento de todas las actividades de transformación energética que se manifiestan en el sistema socioecológico (Ayres y Kneese 1969; Georgescu-Roegen 1971; Odum 1971; Fischer-Kowalski y Haberl 2007; Giampietro et al. 2013), el cual puede ser contemplado como un *sistema termodinámico disipativo* (Prigogine y Stengers 1984; O'Neill 1989; Mayumi y Giampietro 2004; Schilling y Straussfagel 2009) que distribuye y dispersa la energía en sus componentes a través de la jerarquías de relaciones que resultan de las restricciones impuestas en las distintas escalas temporales y espaciales (O'Neill et al. 1989).

También se expuso la existencia de restricciones de procesos físicos y biológicos en relación a la energía y materia que se transforma y consume en los sistemas socioecológico y que pone límites a la actividad económica que se desarrolla tanto el sistema agroecológico como en el resto de los sistemas de transformación que contribuyen al mantenimiento y reproducción de las sociedades. La *economía ecológica* (Costanza 2009), y más concretamente las corrientes que se agrupan en el

concepto de economía socioecológica (Douai et al. 2012; Spash 2011, 2013), han mostrado su capacidad para integrar este tipo de relaciones.

La integración de una forma práctica y coherente de todas las conceptualizaciones y marcos teóricos expuestos requiere la aplicación de una perspectiva epistemológica que contemple la riqueza de relaciones y componentes que son objeto de estudio en los distintos ámbitos de la realidad. El enfoque de la complejidad y la transdisciplinariedad (Morin 2008; Preiser y Cilliers 2010; Cilliers y Nicolescu 2012) ha mostrado la capacidad para integrar aspectos de la realidad aparentemente contradictorios, los cuales pueden ser solventados con la inclusión de un *axioma lógico* por el que se contempla la existencia de un *tercer término* que actúa de vínculo intermedio y situado en un nivel jerárquico superior entre dos situaciones contrapuestas (Nicolescu 2010). De esta forma, se pueden utilizar marcos teóricos y conceptos basados en postulados axiomáticos y metodológicos pertenecientes a corrientes científicas opuestas como, por ejemplo, el positivismo y la tradición fenomenológica hermenéutica.

Sin embargo, la coherencia general sólo puede ser lograda si se parte de unos postulados ontológicos sobre los que se pueda cimentar de una forma lógica la aproximación a la realidad. En este sentido, el *realismo crítico* ha aportado los principios en los que se sustenta la conceptualización del mundo en todas sus dimensiones. Sus supuestos de partida consideran la existencia de *vínculo relacional* entre todos los aspectos de la realidad, su estratificación en varios niveles unidos de modo jerárquico, y la distinción entre ontología y epistemología a través del principio de intransitividad (Bhaskar 1975, 2011). La identificación de un *vínculo relacional* entre el enfoque SIAL, economía ecológica, regímenes alimentarios, agroecología, sistemas socioecológicos, principios termodinámicos y relación de ganancia energética ha permitido integrarlas de forma coherente desde la perspectiva de la complejidad y transdisciplinariedad. La aplicación de la estratificación jerárquica y el principio de intransitividad permite observar una serie de conclusiones que se explican a continuación sobre el sistema socioecológico que también se pueden extender a los sistemas agroalimentarios.

Un sistema socioecológico presenta un conjunto de interacciones complejas entre sus elementos que se pueden ser identificadas en tres dimensiones de la realidad que, a su vez, están interconectadas a través de los tres estratos propuestos en las conclusiones del capítulo primero.

- 1) Una *dimensión intransitiva de la realidad* que está referida a la existencia de procesos y tendencias naturales existen y de forma independiente a los siguientes niveles. Esta dimensión corresponde con el estrato A que se había propuesto en las conclusiones sobre el marco ontológico para abordar las relaciones sociedad-naturaleza. Este ámbito corresponde a los principios físicos y biológicos que condicionan a la naturaleza, incluida la humana y que concierne principalmente a los procesos de transformación de materia y energía. Otra característica que hay que resaltar es que los procesos que pertenecen a esta dimensión son independientes de las escalas espacio-temporales. Asimismo, se puede contemplar como una relación óptica que se refleja en la apertura termodinámica

de los ecosistemas, su direccionalidad, conectividad, crecimiento, desarrollo y declive (Jørgensen y Fath 2004; Jørgensen et al. 2007).

- 2) Una *dimensión transitiva de la realidad* en la que emergen los procesos naturales y antrópicos que el ser humano puede modificar en beneficio propio, que corresponde con el estrato B del marco ontológico de estudio. En este lugar aparece el ecosistema y las transformaciones de materiales y energía que las personas realizan para obtener los recursos necesarios para su modo de vida y, en particular el sistema agroalimentario. Por otra parte, dentro de esta dimensión se pueden establecer dos subniveles: uno *ecológico*, referido a los procesos naturales que emergen en esta dimensión y que son necesarios para la vida, y otro *antrópico*, que corresponde con las interacciones del hombre en la naturaleza para el aprovechamiento de los recursos (cultivos, herramientas, construcciones, etc.). Ambos subniveles presentan una relación jerárquica entre sí que actúa en las dos direcciones al mismo tiempo, pero que se pueden diferenciar con la inclusión de una escala espacio-temporal (Giampietro et al. 2013). El orden jerárquico de las interacciones dependerá de la escala a la que se visualizan los procesos. Así, la cúspide de la jerarquía se sitúa en el nivel antrópica en una dimensión referida a una explotación agrícola y a un periodo temporal de una cosecha. Por el contrario, si la escala se refiere a la biorregión en que se encuentra y la duración temporal equivale al periodo de renovación de la energía fósil, la jerarquía opera en sentido contrario.
- 3) Una *dimensión intransitiva antrópica* referida al dominio de los valores de la sociedad y que corresponde con el estrato C del marco ontológico para aproximarse a la relación ser humano-naturaleza. Este ámbito coincide con un dominio intransitivo inherente a la propia existencia de las sociedades humanas, el cual ejerce un poder de influencia sobre el comportamiento de los miembros de la sociedad (Bhaskar 2011). Abarca al conjunto de los valores que guían el comportamiento de los humanos. Están situados jerárquicamente por encima de la sociedad a la que condicionan en su comportamiento para el mantenimiento y reproducción del sistema socioecológico, aunque no lo determinan, debido a la pluralidad de valores (Tainter 2006). Asimismo, estos pueden ser modificados por las personas cuando ejercen su dimensión social a través de una acción colectiva que, en el caso del SIAL, se denomina *activación institucional* (Boucher et al. 2010; Fournier y Muchnik 2012).

Estas tres dimensiones presentan un *vínculo relacional* que las conecta entre sí de modo jerárquico. En el nivel superior se ubica la *dimensión intransitiva de la realidad* que opera de forma independiente a cualquier escala espacio-temporal. En nivel inmediatamente inferior se sitúa la dimensión transitiva de la realidad y la dimensión intransitiva antrópica. La relación entre ambas varía en función de la escala espacio-temporal, de modo que en los procesos a “escala humana” como, por ejemplo, un ciclo de cosecha o el periodo laboral de un agricultor, el orden jerárquico se establece en primer lugar en la dimensión intransitiva antrópica, a continuación en el subnivel antrópico de la dimensión transitiva de la realidad y, en último término, en el subnivel ecológico de la dimensión transitiva. Sin embargo, este orden es inverso en el caso de adoptar una

dimensión espacio-temporal más amplia que abarque ciclos naturales que se presentan en la biosfera. De esta forma, la *coevolución* (Kallis y Norgaard 2010; Worden 2010) de un agroecosistema se puede contemplar con un proceso unidireccional a una escala espacio-temporal concreta y, al mismo tiempo, como un proceso multidireccional en dimensiones multiescalares. En ambas visiones hay unos elementos clave, los *valores* humanos, que deben ser considerados no sólo para el estudio de la sostenibilidad de un sistema socioeconómico a escala local en un territorio concreto cuyas relaciones hombre-naturaleza se basen en patrones tradicionales como por ejemplo, en una comunidad local en Nepal con escaso grado de inserción en el sistema socioeconómico global (Forsyth 2003; Metz 2010). También han de considerarse en escalas espacio-temporales superiores como, por ejemplo, el sistema socioecológico actual que presenta unas interacciones ecológicas con la biosfera cuya comprensión es vital para establecer estrategias de sostenibilidad que le permita mantenerse con vida en el futuro. En los dos casos, la interrelación humana está condicionada por los valores, los cuales serán diferentes porque afectan a interacciones de escalas diferentes que dan lugar a identidades distintas y, por tanto, a sistemas de relaciones hombre–naturaleza diferenciados (Ives y Kendal 2014). Al mismo tiempo, se deberá tener una **ética común que oriente al ser humano hacia un comportamiento que permita que los procesos biofísicos que hacen posible su existencia tengan una continuidad en el futuro**. Esto justifica la existencia de una *ética de la complejidad* vinculada al conocimiento de las interacciones del sistema (epistemología de la complejidad y transdisciplinariedad) y, a su vez, unida al sistema a través las conexiones ontológicas (Preiser y Cilliers 2010; Bhaskar 2011). La integración del análisis de los valores éticos y sus implicaciones en la sostenibilidad de las interacciones multidimensionales y multiescalares entre los sistemas sociales, ecológicos y la biosfera forma parte de la nueva etapa que abrió Kuhn (1962/2004) para establecer un diálogo entre disciplinas y paradigmas con el objetivo de superar las limitaciones de ciencia *normal* para la comprensión de la realidad. La contribución de este trabajo al debate filosófico y teórico de la nueva etapa se centra en relacionar los valores con la economía, sociedad y naturaleza en el marco de una perspectiva de *economía ecológica* (Costanza 2009) que se aplica desde el enfoque de la complejidad y la transdisciplinariedad, cuyo resultado es un paso más en la construcción de la ciencia *postnormal* (Funtowicz y Ravetz 2003).

Capítulo 3. Objetivos y metodología

3.1. Introducción

En este capítulo se presenta el objetivo general, los objetivos específicos, la hipótesis de partida, el enfoque teórico-metodológico y las fuentes que se utilizan en la investigación. Los tres primeros aspectos se describen respectivamente en los tres epígrafes que se exponen a continuación. El enfoque teórico-metodológico se desarrolla en cuatro puntos: el primero ofrece una visión general de este; el segundo contiene la delimitación de los sistemas objeto de estudio en relación con los objetivos específicos, las teorías y las metodologías empleadas; en el tercero se detallan las metodologías generales y, por último, en el cuarto se muestran las metodologías específicas utilizadas. Finalmente, este capítulo se cierra con un apartado en el que se aborda la descripción de las fuentes de información utilizadas en el desarrollo de esta investigación.

3.2. Objetivo general

El objetivo general de este trabajo de investigación es analizar las relaciones sociedad-naturaleza a través del estudio de las interacciones entre los flujos económicos, energéticos y de materiales en el sistema agrario del olivar de la comarca de Estepa y su contribución a los procesos de sostenibilidad económica, social y ecológica, en el marco de los procesos de cambio que experimentan los sistemas agroalimentarios impulsados por las instituciones involucradas en el desarrollo del territorio rural en Andalucía que, a su vez, están condicionados por las características naturales del territorio.

3.3. Objetivos específicos

Los objetivos específicos que contribuyen a alcanzar el objetivo general de la presente investigación son los siguientes:

- **Objetivo específico 1:** Analizar los procesos naturales y antrópicos que han dado lugar a la emergencia del olivar de la comarca de Estepa como sistema agrario, y que, por tanto, condicionan su desarrollo. Para ello, se profundizará, en primer lugar, en el conocimiento de los condicionantes naturales, en particular los bioclimáticos y geomorfológicos que han dado lugar al olivar. En segundo lugar se examinarán las interacciones que el ser humano ha mantenido con la naturaleza a lo largo de la historia en la comarca de Estepa para modificar los procesos naturales con el objetivo de obtener un rendimiento productivo en forma de energía alimentaria. También se tendrán en cuenta las interacciones sociales que influyen en los distintos procesos de transformación y redistribución de la producción agraria.
- **Objetivo específico 2:** Analizar los flujos de materiales, energía y monetarios en el olivar de Estepa como forma de aproximarse a los patrones de consumo de recursos y energía en las explotaciones agrarias. Estos patrones de consumo serán estudiados desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo en las distintas formas que se identifiquen de producción

agraria con el objeto de establecer comparaciones y elaborar conclusiones sobre los niveles de consumo de materiales y energía, así como la eficiencia de estos en relación con el rendimiento de las explotaciones agrarias. Al mismo tiempo, se analizarán los flujos monetarios que posibilitan y condicionan a los flujos de entrada y salida de materiales y energía en las explotaciones agrarias. La visión integrada de los tres tipos de flujos posibilitará extraer conclusiones en relación a la sostenibilidad social (referida al nivel de ingresos de los productores) y ecológica (concerniente al consumo de materiales y energía) de los sistemas de producción agraria.

- **Objetivo específico 3:** Analizar los procesos socioeconómicos que condicionan la organización de los flujos de materiales y energía en las explotaciones de olivar de Estepa. El examen de estos procesos se centrará en el estudio de los actores, normas e instituciones que intervienen en la organización de la producción de olivar de Estepa. Es conveniente señalar que uno de los elementos esenciales del análisis es la identificación de los vínculos relacionales entre el territorio, los actores y las instituciones involucradas en las actividades agrarias.

3.4. Hipótesis de partida

Los procesos de modernización industrial que se manifestaron en España, en general, y en Andalucía, en particular, desde mediados del siglo XX y que, a su vez, estaban insertos en unas dinámicas socioeconómica de ámbito mundial, supusieron la transición desde el sistema tradicional de cultivo basado de la utilización de fuentes de energía orgánicas y bajas intensidades de capital a otro moderno dominado por una agricultura con un fuerte componente químico y una elevada intensidad de utilización de máquinas, insumos y costes monetarios que disminuyó los márgenes de beneficios de las explotaciones agrarias olivareras en un nuevo marco social, económico y tecnológico (Naredo 1983, 2004; Abad y Naredo 1997; Zambrana 2005).

Por otra parte, se generaron una serie de efectos negativos como resultado de los procesos de intensificación productiva en el medio ambiente. Además, la necesidad de mejorar los ingresos de los agricultores condujo a partir de los noventa a la aparición de nuevas tendencias enfocadas al consumo de productos tradicionales, ecológicos y con arraigo en el territorio (Marsden et al. 2000; Feenstra et al. 2003; Renting et al. 2003; Ilbery et al. 2005). En este contexto, se desarrollaron estrategias institucionales de desarrollo territorial relacionadas con las marcas de calidad territorial y procesos de producción más respetuosos con el medio ambiente, entre los que cabe destacar la producción integrada y denominaciones de origen, que impulsaron cambios entre las relaciones entre los sistemas de explotación agrarias y trataban de mejorar las rentas de los agricultores (Valceschini 1995; Bérard y Marchenay 1995, 2004; Sanz-Cañada y Muchnik 2011).

Estas estrategias institucionales se tradujeron en un cambio en las relaciones naturaleza-sociedad y, en concreto, supusieron la aparición de patrones de explotación agrarios con menores efectos sobre el medio ambiente. En concreto, han consistido en una disminución de la intensidad energética y de materiales, al mismo tiempo que se han mantenido o mejorado las rentas agrarias.

Estos procesos de cambio se manifiestan, en términos socioecológicos, en la transición desde un régimen metabólico industrial hacia otro modelo menos intensivo en la utilización de energías de origen no renovable.

3.5. Visión general de la metodología

El enfoque metodológico que se aplicará será de carácter pluralista de acuerdo con la epistemología de la *complejidad y transdisciplinariedad*, de modo que se pueda adaptar a la complejidad de los múltiples aspectos de la realidad del sistema del olivar de Estepa que están relacionados con los objetivos específicos propuestos. Al mismo tiempo, las herramientas metodológicas a emplear han de ser coherentes con el planteamiento del marco teórico general, así como con el *pluralismo metodológico crítico* (Danermark et al. 2002). En este sentido, las teorías a aplicar en cada ámbito de estudio coincidirán con los marcos conceptuales que corresponden a la dimensión de la realidad donde emergen los procesos a analizar, según el esquema presentado en las conclusiones del capítulo 2. De esta forma, se utilizarán metodologías positivistas y otras de carácter hermenéutico que podrán ser integradas a través del *vínculo relacional* (Bhaskar 2011) que conecta la realidad en sus distintas dimensiones. Por último, antes de proceder a explicar las metodologías y fuentes de información que se usarán, es necesario delimitar los sistemas en que se aplicarán en cada caso y, al mismo tiempo, visualizarlos desde la perspectiva general de la investigación de modo que se pueda observar su coherencia epistemológica y ontológica. Esto se expone en el siguiente apartado en relación a los objetivos y teorías en que se sustenta, así como la metodología y tipo de fuente utilizada, si bien hay que matizar que estos dos últimos aspectos se presentan en profundidad en otros dos epígrafes posteriores debido a su complejidad e importancia.

3.6. Delimitación de los sistemas objeto de estudio y visión general del esquema de la investigación en relación con los objetivos específicos

De acuerdo con el objetivo general, el sistema agrario de olivar de Estepa se va a definir como el ámbito territorial de análisis para el estudio de las relaciones de los flujos económicos, de materiales y energía. El límite temporal para la evaluación de dichos flujos corresponde con el año agrícola, mientras que el espacial coincide con el olivar que se extiende por la comarca natural de Estepa. Por otra parte, la escala espacio-temporal de las interconexiones que serán estudiadas varían en función de los objetivos específicos y las teorías que explican la dinámica de estas relaciones, aspecto que se detalla en los siguientes párrafos, junto con la naturaleza de las metodologías y fuentes de información empleadas.

3.6.1. Objetivo específico 1

En relación al primer objetivo, los fundamentos teóricos empleados se relacionan principalmente con la conceptualización de los sistemas socioecológicos (Berkes y Folke 1998; Tainter 2006;

Glaser et al. 2012), el enfoque agroecológico (Altieri y Nicholls 2000; Francis et al. 2003; Gliessman 2007) y los regímenes alimentarios (McMichael 2013). Su elección se justifica porque explican las interacciones antrópicas y naturales que a lo largo del proceso histórico han dado lugar a la emergencia del sistema socioecológico y el sistema del olivar que se le asocia. Estas se caracterizan por presentar una escala espacio-temporal amplia que, en el caso de las relaciones de origen humano, corresponde con los procesos de transformación socioeconómica que pueden durar una o más generaciones y extenderse por amplias regiones del territorio (Sur de la Península Ibérica) que se insertan, al mismo tiempo, en dinámicas de ámbito espacial superior. Asimismo, la escala de los ciclos naturales estará referida a la que corresponde con los procesos bioclimáticos y geomorfológicos que permiten la emergencia de los agroecosistemas. Los ámbitos espaciales y temporales de estos procesos se miden en escalas geológicas y, por tanto, de dimensión superior a la escala de los procesos de transformación socioeconómicos. Ambas escalas están relacionadas entre sí a través del *vínculo relacional* de la jerarquía de sistemas y el proceso de coevolución (Kallis y Norgaard 2010; Worden 2010) que se manifiesta en un ámbito multidimensional y multiescalar.

Los aspectos relacionados con las interacciones naturales y antrópicas que han dado lugar a la emergencia del sistema agrario del olivar de Estepa se exponen en el capítulo 4, *El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas oliveros en la comarca de Estepa*, mientras que los distintos patrones que se presentan en el sistema como resultado del proceso histórico se describen en el capítulo 5, que se titula *Características agroecológicas estructurales del sistema agrario del olivar de Estepa*. El contenido de ambos se ha desarrollado a partir de la combinación de datos procedentes de fuentes secundarias (documentales, estadísticas y cartográficas) y primarias. En relación a las primeras, se ha empleado una herramienta informática SIG (Sistemas de Información Geográfica) para la representación cartográfica que será descrita posteriormente en el apartado metodológico. A las segundas se ha accedido a través del uso de una metodología de naturaleza hermenéutica referida al desarrollo de entrevistas semiestructuradas en profundidad a actores conocedores de la realidad del SIAL del olivar de Estepa. La forma en que se ha desarrollado estas dos técnicas de investigación, así como los conceptos en los que se sustenta, se detallan en el apartado 3.7.

3.6.2. Objetivo específico 2

El segundo objetivo específico, el estudio de flujos de materiales y energía también se apoyará en el enfoque agroecológico (Altieri y Nicholls 2000; Gliessman 2007) y los sistemas socioecológicos (Berkes y Folke 1998; Tainter 2006). No obstante, en ambos casos se asumen que los principios termodinámicos y las relaciones de ganancia energética condicionan la forma en que la energía se capta, transforma y dispersa en los sistemas vivos en general y en los agroecosistemas en particular (Georgescu-Roegen 1971; Murphy y Hall 2010; Aoki 2012; Giampietro et al. 2013). Asimismo, también se analizarán los flujos monetarios a partir de criterios de asignación de costes y medición del valor que se utilizan la contabilidad. El análisis de todos estos intercambios se realizará en una escala de análisis espacio-temporal común (Giampietro et al. 2013) que permita la

comparación del valor de los flujos a pesar de estar cuantificados en sistemas de representación de energía, materia y unidades monetarias que son válidos pero no equivalentes. El límite del sistema coincidirá con el lugar en el que se desarrollan las interrelaciones y procesos que dan lugar a la obtención de un flujo físico, la cosecha, que coincide con la **explotación agraria**, y, por tanto, la valoración de los flujos físicos, energéticos y monetarios se restringirá a las interacciones que se manifiestan en ésta. Por otra parte, en relación a esto último y para evitar confusiones en el análisis e interpretación de resultados, es conveniente aclarar dos cuestiones fundamentales:

- 1) Los patrones metabólicos que se identifiquen caracterizarán a las explotaciones del sistema agrario de la comarca. Estos sólo son representativos del ámbito agrario del cultivo del olivar y no deben ser confundidos con el patrón metabólico socioeconómico de la comarca que contiene, además de las pautas de intercambio agrario, el resto de actividades económicas y sociales necesarias para el mantenimiento de la población en el territorio. La propia complejidad de las interrelaciones que se presentan en el ámbito de la explotación agraria, junto con la enorme diversidad del resto de relaciones socioeconómicas (población, modelos urbanos y rurales, sistema de transporte, comunicaciones y telecomunicaciones, sistema educativo, sistema sanitario, actividades agrarias no relacionadas con el olivar, actividades industriales, mineras y de servicios, etc.) justifican que esta investigación se centre sólo en los intercambios que se producen en el sistema agrario del olivar.
- 2) Es necesario realizar una distinción entre los sistemas de valoración del flujo físico de materiales, energético y económico, pues representan sistemas de medición de magnitudes *no equivalentes* entre sí (Giampietro et al. 2013):
 - a. El flujo físico de materiales se refiere a los insumos físicos que incorporan directamente a la explotación y su valor se asigna en relación a las magnitudes físicas (volumen y masa) asociadas a las propiedades físicas de la materia. Estas se refieren a kilogramos o litros de abonos, fertilizantes orgánicos y de síntesis, tratamientos químicos, agua de riego y otros materiales incorporados directamente o indirectamente por el agricultor.
 - b. El flujo de energía está contenido, por una parte, en los materiales que el agricultor incorpora a la explotación y, por otra, en los procesos mecánicos que consumen energía que se desarrollan en la finca para el control de los ciclos naturales del ecosistema que soporta la explotación. Este flujo no está valorado directamente por el agricultor al estar contenido en los insumos, por lo que es necesario aplicar una metodología concreta que facilite su medición (Pimentel et al. 1973; Fluck 1992; Giampietro et al. 2013). Dada la complejidad metodológica de este aspecto, su descripción se realiza un apartado específico.
 - c. El flujo monetario directo está determinado por dos aspectos: por una parte, por los costes asociados a los insumos y el desarrollo de las tareas y actividades

necesarias para la obtención de un rendimiento productivo en la explotación del olivar; por otra, por los ingresos que recibe por la venta de su producción en el sistema socioeconómico. Por otra parte, existen otros flujos monetarios indirectos (subvenciones y otras actividades económicas) que complementan la renta del agricultor y pueden contribuir al mantenimiento económico de la explotación. La medición del flujo directo e indirecto se debe acotar a la explotación, motivo por el cual se emplearán los procedimientos contables que se utilizan para valorar la actividad económica de una explotación agraria. Se excluye, por tanto, la contabilización de todos los componentes e interrelaciones del sistema socioeconómico desarrolladas en la comarca (otras actividades económicas, sistema educativo, sanidad, servicios sociales, infraestructuras de comunicaciones, etc.) que son necesarias para la existencia del flujo monetario de la explotación. La valoración económica de estos componentes se realiza a través de los procedimientos de contabilidad nacional y regional cuyo ámbito inferior de uso corresponde con la provincia¹²⁶, por lo que su aplicación en la comarca de Estepa implicaría el desarrollo de un proyecto de investigación diferenciado que supera la dimensión y objetivos de este trabajo. Los resultados de los análisis de los flujos permitirán identificar los patrones metabólicos de las explotaciones.

- 3) Para que los flujos sean comparables y tengan un significado con respecto a la explotación, han de estar referenciados a una misma escala espacio-temporal (Giampietro et al 2013). En este sentido, la unidad espacial de referencia corresponderá a **una hectárea** de la superficie representativa de las explotaciones de olivar que son características del sistema agrario de la comarca de Estepa. La dimensión temporal será de **un año**, periodo en que se produce un ciclo de producción completo y que en este trabajo de investigación coincide con la campaña agrícola 2011/2012.

El análisis de los flujos se realizará a partir del estudio previo de las interacciones entre los procesos naturales y artificiales que se manifiestan en la explotación del olivar. Esto se abordará en el capítulo 6 *Aproximación a los sistemas de explotación de olivar* a partir de la descripción de las prácticas tradicionales y modernas que procederán de fuentes de información secundarias de carácter bibliográfico, en el marco general de la complejidad, transdisciplinariedad, y los principios de jerarquía de sistemas (O'Neill et al. 1989; Cilliers 1998).

Por otra parte, un tema relevante con el contenido del objetivo específico es la evaluación de la pérdida de suelo por erosión. Este aspecto, aunque no interviene directamente en el intercambio de flujos entre el sistema socioeconómico y ecológico representa una salida de materiales importantes de la explotación y es percibido por los agricultores como el principal problema ecológico (Sanz-Cañada et al. 2010). Su estudio se abordará en el capítulo 7, *Análisis de la erosión*

¹²⁶ La institución que se encarga de realizar la contabilidad regional en Andalucía es el Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía de acuerdo con los principios contables y sistema de cuentas SEC-2010.

como *principal problema ambiental en el olivar de Estepa*, con la utilización de un método específico de corte positivista.

En los cuatro capítulos que van del 8 al 11 se aborda el análisis de los flujos de explotación a partir del estudio previo del funcionamiento del proceso productivo del sistema agrario de Estepa, sobre la base de las prácticas descritas en el capítulo 6. Para ello se utilizarán los datos primarios obtenidos de la encuesta a agricultores y las entrevistas en profundidad. Así, en el capítulo 8, *Análisis de los flujos de materiales*, se profundiza en la descripción del sistema de explotación con el objetivo de evaluar las salidas y entradas de materiales en la explotación atendiendo a la jerarquía de sistemas (O'Neill et al. 1989) y la aplicación de un método positivista que está integrado en el esquema metodológico del análisis de flujos energéticos. Asimismo, también se utiliza la información hermenéutica elaborada a partir de las entrevistas en profundidad a informantes clave.

En el capítulo 9, *Análisis de los flujos de energía*, se evalúa el balance de inputs y outputs energéticos mediante la utilización metodología citada en el párrafo anterior y, por tanto, sobre la base de los mismos principios teóricos. Sus relaciones conceptuales serán presentadas en profundidad el apartado de metodología específica. Para evitar interpretaciones erróneas, hay que remarcar que la información obtenida no reflejará el metabolismo energético socioeconómico de la comarca, sino que es un componente más de este. El estudio de los flujos energéticos a nivel socioeconómico excede el objeto de este estudio, como se justificó anteriormente.

El capítulo 10, *Análisis de los flujos económicos*, contiene una estimación de la estructura de costes e ingresos de la explotación con la ayuda de una metodología contable para la asignación del valor que hunde sus raíces en los principios positivistas y, de nuevo, presenta un esquema conceptual fundamentado en los principios de jerarquía de sistemas. No obstante, el carácter positivista de esta metodología se restringirá y subordinará a la aplicación de criterios de asignación que sean coherentes con la *racionalidad del agricultor* en la medición del valor monetario de los costes e ingresos de la explotación (Mattesisch 1995a, 1995b, 2003, 2007). De esta forma, la representación contable de la realidad tratará de aproximarse, en la medida de lo posible, a la esfera de la explotación.

Finalmente, en el capítulo 11, *Análisis conjunto de los flujos de materiales, energéticos y económicos*, se presenta una visión holística de las interacciones estudiadas. Para la construcción de esta perspectiva de conjunto es necesario tener en cuenta que las metodologías empleadas corresponden con sistemas de representación no equivalentes que utilizan métodos de asignación de valor diferentes y están referidos a magnitudes distintas, es decir, a propiedades o cualidades medibles de un sistema no similares (masa y/o volumen, energía y unidades monetarias). Sin embargo, los resultados obtenidos por la aplicación de estos sistemas de representación no equivalentes pueden ser comparados si están referidos a la misma escala espacio-temporal (Giampietro et al. 2013). En este caso, anteriormente se delimitó una escala de análisis referenciada para todos los flujos a una hectárea representativa de las explotaciones de olivar en

la comarca de Estepa en el periodo de un año, lo que justifica la comparación entre los resultados de cada tipo de flujo y, por tanto, la validez de su interpretación.

3.6.3. Objetivo específico 3

En relación al tercer objetivo, el estudio de los procesos socioeconómicos que se desarrollan en el sistema agroalimentario del olivar de Estepa y condicionan la sostenibilidad en el sistema agrario se ha realizado a partir del enfoque SIAL (Muchnik 1996, 2006; Torres Salcido et al. 2010). Su marco teórico establece como eje central de análisis a las instituciones que interaccionan y configuran el sistema agroalimentario local a través de un vínculo territorial. Los componentes institucionales y actores están cohesionados entre sí mediante unos flujos de información que regulan su comportamiento y que dependen, en última instancia, de los valores que predominan en los distintos ámbitos de actuación humana. Por consiguiente, el límite del sistema engloba a las instituciones características del SIAL y sus interrelaciones: agricultores, almazaras independientes, órganos colectivos de transformación y distribución (cooperativas de primer y segundo grado), instituciones que regulan la marca territorial, así como las que controlan y asesoran sobre las relaciones de producción agraria. Por otra parte, la necesidad de vincular el SIAL con los flujos que se analizan en relación al objetivo específico segundo conduce a aplicar una escala temporal equivalente al periodo anual contemplado en el objetivo 2. No obstante, esta dimensión escalar se amplía a la que concierne a las relaciones antrópicas de los sistemas socioecológicos del objetivo primero para explicar los procesos que originan las instituciones y valores característicos del SIAL. Todos estos aspectos han sido abordados en el capítulo 12, *Análisis del sistema socioeconómico: el SIAL de Estepa*, cuyos resultados permitirán explicar la configuración de las explotaciones agrarias en relación con los valores dominantes en los distintos ámbitos de la dimensión socioeconómica del *sistema agroalimentario localizado*. Las fuentes de análisis han sido de carácter secundario (estadísticas y bibliográficas) y primario, referidas, en este último caso, a la información obtenida a partir de las entrevistas en profundidad. Asimismo, también se ha realizado un análisis cruzado de estos resultados y las conclusiones sobre los flujos de materiales, energéticos y monetarios de las explotaciones del sistema agrario.

3.7. Descripción de las metodologías generales utilizadas en la investigación

En este apartado se describen las metodologías que se aplican de forma general en el desarrollo de los diferentes objetivos de investigación y permiten extraer datos directos e indirectos de la realidad que se trata explicar. Para ello se desarrollarán tres puntos en los que se detallan las técnicas metodológicas empleadas. Así, el primer punto se centra en la exposición de las entrevistas en profundidad, el segundo en la encuesta y el tercero en el análisis espacial de datos a través del uso de herramientas SIG.

3.7.1. Entrevistas en profundidad semiestructuradas

Las entrevistas en profundidad semiestructuradas son un método de investigación cualitativa de tipo hermenéutico-interpretativo que se basa en extraer información de los participantes a través de una conversación presencial siguiendo un guion con preguntas semiabiertas (Minichiello et al. 1992). En el caso del presente trabajo se han realizado 21 entrevistas a actores locales referidas a los aspectos relacionados con el SIAL de Estepa. Estas entrevistas se realizaron en el marco de un proyecto de investigación del Plan Nacional de I+D+i denominado “Externalidades territoriales en Sistemas Agroalimentarios Locales: Desarrollo rural, Paisajes y Bienes públicos en Denominaciones de Origen de Aceite de Oliva”, de número de referencia CSO2009-08154, que parte de un esquema más amplio de investigación, motivo por el cual abarca una temática extensa. Las entrevistas fueron llevadas a cabo en el periodo 2010/2011. Los bloques del guion de la entrevista contienen los siguientes aspectos¹²⁷:

- A) Eficacia y eficiencia organizativa de las instituciones.
 - A1) Características generales de las organizaciones (tipos de organización).
 - A2) Calidad y tipología de los servicios prestados y bienes producidos.
 - A3) Relaciones en el interior de las instituciones.
- B) Relaciones institucionales e identificación de redes.
 - B1) Relaciones de carácter general.
 - B2) Relaciones de difusión de innovaciones y conocimiento tácito.
- C) Sistemas de difusión de innovaciones y conocimientos.
 - C.1) Innovación y conocimiento técnico.
 - C.2) Innovación y conocimiento organizativos y comerciales. Organización de la cadena local de comercialización del aceite.

La selección los participantes de forma se ha efectuado de forma que cubriese la diversidad de agentes que intervienen en la producción agraria (agricultores, almazaras cooperativas, almazara privada), distribución (cooperativa de segundo grado), y en otros procesos institucionales relacionados el SIAL (Consejo Regulador de la Denominación de Origen, representantes de instituciones asesoramiento agrario y de organizaciones profesionales). Una de las principales características de las personas entrevistadas es que son informantes clave que conocen en profundidad realidad del sistema agroalimentario localizado. Algunos de ellos compatibilizan varias actividades, de modo que ejercen actividades agrarias al mismo tiempo que participan en el entramado institucional a través de la acción colectiva o bien como responsables de que se lleve a

¹²⁷ En el documento Anexo se incluye la descripción completa.

Capítulo 3. Objetivos, hipótesis y metodología

cabo dicha acción, por lo que disponen de una visión amplia de todo el sistema. De las 24 entrevistas que se realizaron, cuatro correspondieron a agricultores representativos de la zona y el resto a actores locales que representaban a estas instituciones:

- Almazaras cooperativas de primer grado:
 - Puricon SCA
 - Arbequisur SCA
 - Olivarera Sor Ángela de la Cruz SCA
 - Cooperativa de Badolatosa SCA
 - Olivarera San José SCA
- Cooperativa de segundo grado Oleoestepa, SCA.
- Almazara con forma jurídica de empresa Sierra del Aguila S.L. (Hacienda Ípora)
- Consejo Regulador de la Denominación de Origen de Estepa
- API de la Cooperativa de Sor Ángela de la Cruz
- ASAJA-Sevilla
- GDR de Estepa-Sierra Sur
- Oficina Comarcal Agraria de la Campiña-Sierra Sur
- Concejalía de Agricultura del Ayuntamiento de Estepa

3.7.2. Encuesta

La encuesta es un método de investigación cuantitativa que se utiliza para obtener datos de una población a través de un cuestionario cerrado y codificado con el objetivo de extraer información mediante su análisis estadístico. Se trata de una herramienta metodológica empirista positivista que permite representar la realidad de la población objeto de estudio (Groves et al. 2009; Andres 2012).

En el caso de este trabajo de investigación, la población objeto de investigación está compuesta por las explotaciones de olivar de Estepa. Por otra parte, es conveniente aclarar que al igual que en el caso de las entrevistas en profundidad, la encuesta se ha diseñado en el marco del proyecto EXTERSIAL citado anteriormente. Su contenido ha consistido en un listado de preguntas cerradas sobre las características generales de la explotación: información sobre los titulares y personas que trabajan en la explotación (edad, actividad principal, régimen jurídico y personas empleadas); datos relativos a la dimensión, número de parcelas, marco de plantación, variedades, antigüedad, producción, sistema de regadío/secano, estrategia de riego, modalidad de cultivo (convencional/producción integrada), etc.; datos referidos al sistema de manejo de la explotación, en concreto el manejo del suelo (laboreo convencional, suelo desnudo, uso de cubiertas), fertilización inorgánica y orgánica, tratamientos contra plagas y enfermedades, poda y desvareto, sistema de recolección y tipo de maquinaria agrícola utilizada en las operaciones agrarias¹²⁸.

Dado que se trata de obtener información territorializada de los sistemas de explotación agrarios del olivar de Estepa la representatividad de las explotaciones no vendrá dada sólo por su número, sino también por su peso relativo en hectáreas, lo que conduce a realizar un ajuste en la muestra en función de su extensión de cada explotación encuestada. Pero, por otra parte, pueden existir varias tipologías de explotación cuya distribución territorial no tiene por qué ser equitativa de forma que algunos modelos pueden estar más extendidos que otros. Para evitar este sesgo por tipología se ha procedido a ajustar su tamaño en función del peso territorial de cada uno de los tipos de olivar existentes.

De esta forma, se ha podido obtener datos diferenciados para cada tipo de olivar previamente definido. Esto se ha llevado a cabo a partir de la información elaborada por la Unidad SIG del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC en el marco del proyecto EXTERSIAL sobre la distribución del olivar de Estepa. Esta consistía en una clasificación agronómica de 10 tipos de explotaciones identificadas a partir de fuentes cartográficas de 2010 sobre parcelas catastrales procedentes del SIGPAC¹²⁹ de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, y del MDT del Instituto Geográfico Nacional¹³⁰. Las variables básicas contempladas fueron la pendiente,

¹²⁸ En el documento Anexo se muestra la plantilla del cuestionario.

¹²⁹ El SIGPAC es el Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas. Tiene rango de registro público.

¹³⁰ El MDT son los Modelos Digitales de Terreno a nivel de suelo elaborado por el Instituto Geográfico Nacional en el marco del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) que se actualiza cada dos o tres años según la zona.

Capítulo 3. Objetivos, hipótesis y metodología

el régimen de cultivo (regadío/secano) y el marco de plantación, las cuales fueron territorializadas en función del número de parcelas y extensión en hectáreas de las explotaciones de olivar (tabla 3.1).

Tabla 3.1. Información cartográfica previa sobre el cultivo del olivar, 2012

Tipos	Pendiente	Riego	Densidad (*) olivos ha ⁻¹	Porcentaje de parcelas %	Porcentajes de hectáreas %
1	≥15%	No	<=100	1,94	1,93
2	<15%	No	<=100	11,25	16,99
3	<15%	No	>100<200	36,57	41,66
4	<15%	Si	>100<200	4,93	8,71
5	<15%	Si	>200	4,10	6,67
6	<15%	No	>200	14,88	14,23
7	≥15%	Si		0,68	1,26
8	≥15%	No	>100<200	4,60	3,72
9	<15%	Si	<=100	1,19	2,17
10	≥15%	No	>200	1,48	0,66
Olivar sin olivos digitalizados	-	-	-	18,39	2,01
Totales				100	100

(*): es conveniente indicar que no se identificaron explotaciones de olivar de densidades elevadas (superiores a 500 o más olivos por hectárea).

Fuente: Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012.

En total se efectuaron 67 encuestas a agricultores, en el marco del proyecto EXTERSIAL. Antes de proceder a explicar las características de la muestra es necesario realizar dos puntualizaciones relacionadas con su representatividad. En primer lugar, es conveniente aclarar que una finca puede estar explotada por varios agricultores, normalmente unidos por un vínculo familiar que puede abarcar desde un núcleo familiar de primer grado (padres e hijos) a otros más extensos que pueden llegar hasta el tercer grado (sobrinos y primos), situación que se explica porque el principal mecanismo en la transmisión de la tierra es la herencia (en el capítulo 4 se aborda este tema). Así, una explotación puede pertenecer a varios titulares (los herederos), pero también puede tener adscritos, además del titular, a los familiares que trabajan en la explotación hasta tercer grado, que no tengan la condición de trabajador por cuenta ajena, tal y como reconoce la normativa estatal vigente¹³¹. Este hecho significa que el número de agricultores siempre será

¹³¹ La Ley 18/2007, de 4 de Julio, crea el Sistema Especial para trabajadores por Cuenta Propia Agrarios, con efectos de 1 de enero de 2008, que se integra dentro del Régimen Especial Agrario, de ámbito estatal. Este Sistema está regulado por la Ley 39/2010, de 22 de diciembre, Ley 26/2009, de 23 de diciembre, y Ley 2/2008, de 23 de diciembre, por las que se obliga a los trabajadores de hasta tercer grado y mayores de

superior al número de explotaciones aunque, a efectos prácticos, la información obtenida del agricultor se asignará a la explotación como unidad debido a que el encuestado es conocedor de las tareas que las personas contratadas, sus familiares y él realizan en la finca. Por los motivos expuestos, y puesto que el objetivo es conocer la realidad de los flujos físicos y económicos vinculados a la explotación, se ha asimilado el número de agricultores encuestados a explotaciones. De este modo, según el Censo de Agrario de 2009¹³², el territorio objeto de estudio presentaba 1.269 explotaciones.

El segundo punto que es necesario aclarar concierne a una serie de problemas técnicos que surgieron en el desarrollo del trabajo de campo relacionados con la selección de los encuestados. El acceso a los agricultores resultó una tarea ardua y compleja debido a su aversión a acceder a la realización de la encuesta, lo que supuso una limitación que en la práctica impedía llevar a cabo una preselección de en función de los estratos identificados. En este sentido, se optó por la solución de estratificar la muestra *a posteriori* a través de la ponderación de los datos de cada finca en función de los dos factores comentados anteriormente, lo que mejora la representatividad de la muestra (Grande y Abascal 2005). En relación a los estratos, fue necesario reducir su número de diez a cuatro por tres motivos prácticos que se explican a continuación.

En primer lugar, había siete estratos que representaban porcentajes muy reducidos de la superficie (ha) total, inferiores a al 10% cada uno, que podrían sobreestimar la representatividad de las tipologías minoritarias al presentarse grandes diferencias de superficie entre grupos finales; en segundo, la asignación de pesos en las explotaciones sólo era posible llevarla cabo a través de variables en común, motivo por el que no se consideraron las pendientes ni las parcelas, por lo cual se redujo el número de estratos de 10 a 6; y, por último, en tercer lugar, los estratos debían de representar a las tipologías para caracterizar al olivar en el análisis de los sistemas de explotación de acuerdo con la literatura en la materia. En este sentido, en el capítulo 5 han sido identificados cuatro tipos de explotación, en coherencia con la literatura¹³³, que representan grupos homogéneos en función de las variables comunes régimen de cultivo (secano/regadío) y densidad de árboles, a partir de los cuales se han agrupado los 10 estratos iniciales en 4 tipos de explotación (tradicional de secano, semi-intensivo de secano, intensivo de secano, y regadío).

Una vez reducido el número de estratos, se procedió a ponderar cada explotación encuestada en función de dos factores: por una parte, el peso de la finca se puntuó en función de la proporción que su superficie representaba en cada estrato, y por otra, por el porcentaje de cada estrato en relación al total del olivar en el territorio objeto de estudio. De esta forma, se ha construido una *muestra estratificada a posteriori* (Grande y Abascal 2005), lo que ha permitido aumentar la precisión de su representatividad al pasar de un error inicial de 11,66%, referido a una muestra

edad, que no tengan la consideración de trabajador por cuenta ajena y que realicen actividades en la explotación familiar, a darse de alta.

¹³² Se trata del último censo disponible.

¹³³ Véase el epígrafe 5.4 *Clasificación de la tipología del olivar de Estepa* del capítulo 5.

Capítulo 3. Objetivos, hipótesis y metodología

aleatoria simple de 67 explotaciones, a un error final de 4,57% para una muestra de 2.853 ha de un universo muestral de 30.266 ha (tabla 3.2).

Tabla 3.2. Características de la muestra

Muestra inicial bruta		Muestra final tratada	
Muestreo aleatorio simple		Muestreo estratificado	
Universo muestral: explotaciones	1.269 (1)	Universo muestral: superficie total del olivar de molino en la comarca (ha)	30.266 (2)
Unidades de muestreo: explotaciones (*)	67	Unidades de muestreo: Número de hectáreas (**)	2.853
		Número de estratos (***)	4
Error de muestreo (e)	11,66%	Error de muestreo (e)	4,57%
Intervalo de confianza	95,5% (k=2)	Intervalo de confianza	95,5% (k=2)
$e = k \sqrt{\frac{N - n}{N} \frac{S^2}{n}}$		$e = k \sqrt{W_h^2 \frac{N_h - n_h}{N_h} \frac{S_h^2}{n_h}}$	

Fuentes:

(1) Censo Agrario de 2009.

(2) Instituto de Cartografía de Andalucía. Datos correspondientes al olivar de molino de 2012 elaborados por la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía.

Notas:

(*) Se supone que un agricultor encuestado representa la información referida a una explotación.

(**) Cada hectárea tiene que ser homogénea en relación al tipo de explotación, caracterizada por la densidad y el régimen de cultivo. La cantidad indicada representa el número total de hectáreas de las explotaciones encuestadas.

(***) En el capítulo cinco se exponen las características de cada estrato en relación con la tipología que se ha identificado a partir de la literatura y en coherencia con las características del olivar de Estepa.

Por otra parte, el contenido de las preguntas del cuestionario está referido a los datos generales de la explotación y sus propietarios (dimensión de la finca, antigüedad, régimen de tenencia, actividades complementarias, personas empleadas, trabajo familiar), volumen de producción, densidad de plantación, variedades, régimen de cultivo (secano/regadío), sistemas y estrategias de riego en su caso, manejo del suelo, abonado, tratamientos contra plagas y enfermedades, poda, recolección, maquinaria utilizada y servicios de asesoramiento utilizados.

3.7.3. Herramienta informática SIG

La introducción de herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica) permite estudiar las conexiones entre los procesos ecológicos y socioeconómicos que se manifiestan en el espacio. En este sentido, el SIG facilita la representación espacial que facilita el análisis de la localización, distribución de los elementos y relaciones que se desarrollan en el territorio. Esto último es de especial interés, pues los SIG asistidos por ordenador permiten el estudio de las interacciones y asociaciones de elementos en el espacio, tanto de forma estática como dinámica, desde una perspectiva sistémica que proporciona la elaboración de nuevas categorizaciones y reclasificaciones de variables y datos (Longley et al. 2009; Madden 2009). El tratamiento de la información espacial favorece el estudio de la realidad desde un enfoque multidimensional e integrado de las interrelaciones entre las personas y los procesos naturales que emergen en el territorio en una determinada escala espacio-temporal (Del Bosque 2012).

La herramienta SIG empleada ha sido la aplicación informática Quantum GIS 1.8.1 (QGIS) de código abierto con licencia GNU-General Public License. Esta aplicación es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) que soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vectoriales, ráster y bases de datos. También permite el acceso a los servicios Web Map Service (WMS) definidos por el OGC (Open Geospatial Consortium) para la elaboración de mapas a partir de datos referenciados espacialmente. En el presente trabajo, se ha conectado con los servicios WMS de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM)¹³⁴, que siguen los estándares del Open Geospatial Consortium (OGC), para la obtención de metadatos e información cartografiada.

3.8. Metodologías específicas: teorías intermedias

En este epígrafe se describen las metodologías utilizadas para la estimación de los flujos de materiales, energéticos y económicos. Estos procedimientos presentan un elemento diferenciador respecto a las metodologías expuestas anteriormente consistente en un mayor grado de abstracción que las aproxima al nivel de teoría, aunque, al mismo tiempo, también contienen unos procedimientos metódicos y unos objetivos analíticos que las aproximan al ámbito metodológico, motivo por el que se van a denominar *teorías intermedias*. En concreto, éstas se refieren al modelo teórico para la estimación de pérdida de suelo, el método para la cuantificación de los balances energéticos y, por último, el modelo de asignación de costes para el cálculo de los flujos económicos. En los puntos que vienen a continuación se detallan sus contenidos.

¹³⁴ El catálogo estructurado del servicio WMS de la REDIAM de la Junta de Andalucía se puede consultar en la URL: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/informacionambiental>.

3.8.1. Método teórico para la estimación de pérdida de suelo

3.8.1.1. Aproximación para la estimación de la pérdida de suelo

Existen modelos teóricos que permiten incorporar los factores anteriores en las estimaciones de pérdida de suelo. Estos se basan principalmente en la aplicación del método de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE)¹³⁵ de McCool et al. (1995) y Renard et al. (1991, 1997), que fue adaptada por Gómez et al. (2003) para el cultivo del olivar en Andalucía. La utilización de este método requiere el conocimiento de datos específicos del territorio relacionados con el tipo de suelo, la topografía o el clima que son específicos del territorio. En general, la forma de proceder del método RUSLE se centra en la aplicación de la siguiente ecuación:

$$A = R K L S C P \quad [1]$$

Esta relación matemática explica la disminución de suelo en función de la erosividad de la lluvia¹³⁶ (R); la erodabilidad del suelo¹³⁷ (K); el factor topográfico que considera la longitud de la pendiente (L); su inclinación (S); el factor de prácticas de manejo o cubierta (C), y por último, un factor que incluye el efecto de prácticas de conservación de suelo, que en caso de no aplicarse toma el valor de 1. Las unidades que se utilizan para medir estas magnitudes son MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ año⁻¹ para el factor R, t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹ para K, m m⁻¹ para S, mientras que las dos últimas, C y P son adimensionales (tabla 3.3).

Tabla 3.3. Unidades de medida empleadas en los factores de RUSLE

Factor	Unidades
R	MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ año ⁻¹
K	t ha h ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹
S	m m ⁻¹
L	m
C	Adimensional
P	Adimensional (en caso de no aplicarse toma el valor de 1).

Fuentes: Renard et al. (1997) y Gómez et al. (2003).

¹³⁵ Este modelo se basa, a su vez de los trabajos originales de Wischmeier y Smith (1958, 1965, 1978). Asimismo, cabe destacar las aportaciones de McCool et al. (1989) y su aplicación en el caso de la península Ibérica realizada por González del Tánego (1991). Por otra parte, Kinnell (2010) elaboró una aproximación a los distintos modelos que puede tomar la ecuación y, por último, en USDA (2013a) se presenta una revisión general de la metodología utilizada.

¹³⁶ La erosividad mide la capacidad potencial de la lluvia para provocar erosión, por lo que está en función de sus características físicas.

¹³⁷ La erodabilidad es la vulnerabilidad del suelo frente a la erosión, por lo que dependerá de las características físicas de éste.

Los trabajos de Gómez et al. (2003) aportan los parámetros para la aplicación de los factores de la ecuación en función del sistema de manejo del suelo (suelo desnudo y cubiertas) en el olivar. También hay que señalar que inicialmente las estimaciones realizadas con estos métodos sobrevaloraban el impacto de la erosión del suelo, aspecto que se ha ido reduciendo con la mejora de los métodos en las mediciones de los valores específicos para el territorio (Liu et al. 1994, Gómez et al. 2005). Posteriormente, sobre la base de estos resultados, Gómez y Giráldez (2009) ajustaron los parámetros del modelo a las características de las comarcas olivareras, de modo que obtuvieron los valores de los factores RKLS que, para el caso de Estepa, se exponen en la tabla 3.4. Asimismo, hay que indicar, que el valor original del factor S se ha sustituido por el dato de pendiente media que se ha obtenido en este trabajo en el análisis de las características estructurales¹³⁸. Respecto al factor C, se elaboró una serie de opciones para aplicarlo según el tipo de manejo del suelo y otras características del terreno¹³⁹ cuyos resultados se muestran en la tabla para el agrosistema estudiado (tabla 3.5). Finalmente, el factor P no fue aplicado, por lo que tomó el valor de 1.

Tabla 3.4. Valores parametrizados de los factores RKLS de la Ecuación de RUSLE revisada para la comarca de Estepa

Factor	Valores
R	1220
K	0,03
S	6,98
L	189

Fuente: valores estimados por Gómez y Giráldez (2009) para R, K y L. En el caso de S se ha optado por sustituir el valor calculado inicialmente por Gómez y Giráldez (7,1) por una estimación propia (6,98) de la pendiente media a partir de datos cartográficos de la Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012 (tabla 3.1) y Guzmán Álvarez (2004a). En el epígrafe 5.5.2 *La pendiente* se describe con detalle la forma en que se ha estimado dicho valor.

¹³⁸ En los trabajos de Gómez y Giráldez (2009) se estimó un valor de 7,1 para el factor S.

¹³⁹ Para el cálculo de C se consideró el efecto pedregosidad y estimación para la cobertura del suelo por la copa de 35 (Gómez y Giráldez 2009).

Tabla 3.5. Valores parametrizados del factor C la Ecuación de RUSLE revisada para la comarca de Estepa

Factor C	Valor	Características para su aplicación
C1	0,23	Olivar labrado con suelo desnudo con laboreo periódico (4 veces al año)
C2	0,15	Olivares por encima del 15% de pendiente manejados con una cubierta vegetal bien implantada en un 25 % de su superficie. Esta cubierta crece en otoño y se siega a la salida de invierno. Por debajo del 15% de pendiente se labran en paralelo a las curvas de nivel
C3	0,13	Olivares por debajo del 10% de pendiente manejados mediante laboreo paralelo a las curvas de nivel. Olivares entre el 10 y el 30% de pendiente manejados como en C2 pero la cubierta cubre el 33% de la superficie y está colocada paralela a las curvas de nivel. Olivares por encima del 30% de pendiente manejados con cubiertas como en C2 pero cubriendo el 50% de la superficie
C4	0,11	Olivares por debajo del 10% de pendiente manejados mediante laboreo paralelo a las curvas de nivel. Olivares entre el 10 y el 30% de pendiente manejados como en C2 pero la cubierta cubre el 33% de la superficie, está colocada paralela a las curvas de nivel. Además, todo el tráfico se hace de manera paralela a las curvas de nivel. Olivares entre 30 y 50% de pendiente manejados con cubiertas como en C2 pero éstas, además de ser paralelas a las curvas de nivel, cubren el 50% de la superficie. Olivares por encima del 50% de pendiente con cubiertas como en C2 pero cubriendo el 90% de su superficie y segadas a partir de mediados de primavera
C5	0,09	Olivares por debajo del 5% de pendiente manejados mediante laboreo paralelo a las curvas de nivel. Olivares entre el 5 y el 20% de pendiente manejados como en C2 pero la cubierta cubre el 33% de la superficie, está colocada paralela a las curvas de nivel, y todo el tráfico se hace de manera paralela a las curvas de nivel. Olivares entre 20 y 30% de pendiente manejados con cubiertas como en C2 pero éstas además de ser paralelas a las curvas de nivel cubren el 50% de la superficie, con el todo el tráfico también paralelo a las curvas de nivel. Olivares por encima del 30% de pendiente con cubiertas como en C2 pero cubriendo el 90% de su superficie

Fuente: Gómez y Giráldez (2009).

La elección del factor C de forma correcta requiere el conocimiento previo de la distribución de las prácticas de sistema de manejo del suelo de cubiertas y suelo desnudo en la superficie del agrosistema, así como las pendientes medias que presentan cada una. Para ello, serán tenidos en cuenta los resultados de la encuesta a agricultores sobre prácticas de manejo y las pendientes medias obtenidas a partir de la información cartográfica de la Unidad SIG del CSIC-CCHS y Guzmán Álvarez (2004a). La estimación final se realizará en función del reparto del sistema de manejo en la superficie en combinación con las pendientes medias estimadas para cada uno de los niveles de intensificación y, de modo general, para el agrosistema. Los datos que se obtengan determinarán

la selección de los valores del factor C que correspondan con la distribución final de las características estructurales (pendiente) y funcionales (sistema de manejo) del sistema agrario objeto de estudio.

El último paso para estimar de la pérdida de suelo se realizará con la aplicación de los parámetros obtenidos para cada uno de los factores descritos anteriormente en la fórmula de la ecuación de RUSLE [1]. No obstante, antes de finalizar la descripción del proceso de cuantificación es conveniente matizar que para el cálculo del producto de los factores LS se utilizará la expresión matemática [2], que es el resultado de una adaptación elaborada por Arnoldus (1977) para su cuantificación en función de componentes geográficos, en la que γ representa la longitud de la ladera de la pendiente en metros y S equivale al porcentaje de la inclinación.

$$LS = \left(\frac{\gamma}{22,1} \right)^{0,6} * \left(\frac{S}{9} \right)^{1,4} \quad [2]$$

Finalmente, una vez que se cuantifique la pérdida de suelo en el agrosistema, será necesario proceder a contrastar los datos obtenidos con referentes en materia de sostenibilidad del olivar. De esta forma, se podrá conocer el grado de estabilidad del agrosistema, en general, y de cada uno de los sistemas de explotación que conforman su estructura. Por este motivo, en el siguiente apartado se procede a realizar una aproximación a la relación entre nivel del flujo de salida de este material y sostenibilidad del sistema. Los umbrales de pérdida de suelo que se obtengan serán utilizados para evaluar la medida en el funcionamiento del sistema de explotación puede afectar o no a la estabilidad del sistema.

3.8.1.2. Umbrales de pérdida de suelo y estabilidad del agrosistema

El flujo de pérdida de suelo afectará a la estabilidad del agrosistema en la medida que alcance un nivel que implique su irreversibilidad en el tiempo. El indicador que se utiliza para conocer si la salida de este material es o no reversible a largo plazo en un sistema agrario se denomina tolerancia (T) y está referida a la tasa máxima de erosión que un suelo puede tolerar para su sostenibilidad. Los valores de T de cada suelo han de definirse en función de las propiedades físicas y químicas de sus horizontes (Wischmeier y Smith 1978; Almorox et al. 2010; De Alba et al. 2011). Este parámetro ha sido estimado con distintos resultados por investigadores e instituciones relacionadas con la agricultura. En este sentido, los datos publicados por el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos establecen umbrales de tolerancia entre 2,47 y 12,36 t ha⁻¹ año⁻¹ (USDA 2013b). En Andalucía, para el caso del valle del Guadalquivir, Moreira (1991) indicó un rango más reducido, entre 0,2 y 7,1 t ha⁻¹ año⁻¹, en función del tipo y grosor del suelo. Asimismo, la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de Andalucía (CAPMA, 2012) calculó cuatro niveles de pérdida de suelos en función de la intensidad: baja (0 a 12 t ha⁻¹ año⁻¹), moderada (12 a 50 t ha⁻¹ año⁻¹), alta (50 a 100 t ha⁻¹ año⁻¹) y muy alta (superior a 100 t ha⁻¹ año⁻¹). En los trabajos de Alba et al. (2011) sobre

Capítulo 3. Objetivos, hipótesis y metodología

erosión y agricultura en el paisaje mediterráneo se propuso una cantidad de $11,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ como límite máximo de tolerancia de erosión sobre la base de la investigación de Schmidt et al. (1982).

En lo que respecta a la erosión del suelo en el cultivo del olivar, los autores que han estudiado el tema consideran otras escalas y referentes. Así, Alcántara et al. (2006), en una investigación sobre las prácticas de manejo en producción integrada cita a Schertz (1983) para establecer un umbral de erosión leve para un intervalo de 9 a $12 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Por otra parte, Gómez y Giráldez (2009) contemplan los umbrales de modelo de FAO (1980) que asume que las pérdidas son ligeras si son menores a $5 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y elevadas para cantidades superiores a las de $15 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. En general, una visión conjunta de los datos anteriores nos indica un amplia divergencia en los niveles de tolerancia, que pueden tomar valores de un intervalo comprendido entre $0,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y $15 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, en función de las características del suelo y del nivel de irreversibilidad. Estas diferencias se pueden apreciar en la tabla 3.6, en la que se recogen los umbrales descritos de T. Finalmente, en vista del rango expuesto anteriormente, se adoptará como tolerancia moderada de pérdida de suelo (T) un intervalo comprendido entre 10 y $12 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, pues estas cantidades quedan dentro del límite considerado como bajo, moderado o tolerable por la mayor parte de los autores que citados.

Tabla 3.6. Niveles de tolerancia de la erosión del suelo (T)

Autores	T ($\text{t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$)			
Servicio de Conservación de los Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de USA (USDA 2013b)	En función del tipo de suelo y grosor: 2,47 - 12,36			
Moreira (1991)	En función del tipo de suelo y grosor: 0,2 - 7,1			
Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (CAPMA, 2012)	Baja	Moderada	Alta	Muy alta
	0 - 12	12 - 50	50 - 100	> 100
Fao (1980), citado por Gómez y Giráldez (2009)	Ligera	Moderada	Elevada	Muy elevada
	< 5	5 - 10	10 - 15	> 15
Schmitd (1982), citado por Alba et al. (2011)	Tolerable: 11,2			
Schertz (1983), citado por Alcántara et al. (2006)	Tolerable: 9 - 12			

Fuentes: Moreira (1991), Alcántara et al. (2006), Gómez y Giráldez (2009), Alba et al. (2011), CAPMA (2012) y USDA (2013b).

3.8.2. Método para la cuantificación del flujo de materiales y energía

3.8.2.1. Consideraciones generales

En la actualidad, los sistemas agrarios presentan un consumo elevado de energía en forma de insumos, en comparación con los sistemas agrarios tradicionales. Asimismo, esos insumos se caracterizan por manifiestan un alto nivel de dependencia de las energías fósiles, bien en forma de consumo de diésel para las maquinaria agrícola utilizada, o en otras formas energéticas (petróleo, carbón, gas natural) para la elaboración de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, así como para el mantenimiento y fabricación de la tractores y otras máquinas empleadas en las explotaciones agrícolas (Conforti y Gampietro 1997; Carpintero y Naredo 2006; Pimentel y Pimentel 2008; Pimentel 2009).

La necesidad de reducir el consumo energético y mejorar la sostenibilidad de los agrosistemas, ha favorecido el desarrollo de metodologías para el análisis energético. Los balances energéticos se centran en la medición de entradas y salidas de energía de los sistemas productivos y, en el caso que nos ocupa, de los agroecosistemas. La idea principal es evaluar la cantidad de energía exosomática (Lotka 1926; Georgescu-Roegen 1971), es decir, la que ha sido introducida por con el control del ser humano de forma artificial en el sistema con el objetivo de maximizar la producción de cosecha o biomasa útil para el agricultor.

Las bases para la medición de los flujos de energía en los agroecosistemas fueron establecidas en los trabajos de Odum (1968) aunque es en el contexto de la crisis del petróleo de los setenta cuando emerge un gran número de investigaciones orientadas a medir los balances energéticos en la agricultura (Rappaport 1971; Pimentel et al. 1973; Slessor 1973, 1978; Stanhill 1974, 1984; Williams et al. 1975; Leach 1976; Slessor et al. 1977, Fluck 1981; Fluck y Baird 1982). Al mismo tiempo que aparecen estos trabajos, surgen problemas metodológicos que aún no han sido resueltos (Giampietro et al. 2013, p. 38) y que se refieren, en general, a tres puntos básicos. El primero es la coexistencia de múltiples escalas de análisis, tanto en el ámbito espacial (local, regional y global) como en el temporal (horas, años, siglos, etc.). Éstas implican representaciones válidas del mismo proceso que no son equivalentes entre sí, de modo que dan como resultado una ambigüedad y arbitrariedad en la delimitación de las fronteras del sistema a estudiar (Chapman 1974; Pimentel 1980, 1984, 2006, 2009; Jones 1989; Refsgaard et al. 1998; Hülsbergent al. 2001, Pimentel et al. 2005, 2008; Giampietro et al. 2013).

Los otros tipos de problemas metodológicos están relacionados con el anterior. Así, el segundo tiene que ver con la dificultad de agregar formas de energía de diferentes tipos, por ejemplo, entre electricidad y petróleo, lo que añade un obstáculo a la cuantificación de los insumos. La solución dependerá de las finalidades de uso de cada tipo de energía que presenta el sistema de forma global. Por último, el tercero corresponde a la dificultad de simplificar la enorme complejidad de las transformaciones energéticas de un sistema socioeconómico en un análisis input-output. Aquí se incluyen los aspectos inherentes a la propia capacidad que tienen algunos sistemas de autoorganización para influir por sí mismos en el nivel de entradas y salidas y de

energía (Levin 2000; Hansen 2003). En la agricultura y, más concretamente, en el caso del olivar, el nivel de insumos energéticos transformados por el agrosistema varía a lo largo del tiempo, de manera que la capacidad de absorber energía, por ejemplo, en forma de fertilizantes como puede ser el nitrógeno, depende de las características concretas de este momento del metabolismo del agroecosistema que irá cambiando a lo largo del tiempo.

Una vez tenido en cuenta lo anterior, la cuantificación de entradas y salidas de energía en un sistema dependerá de la definición de éste y sus límites con respecto a otros con los que se relaciona, de acuerdo con la jerarquía de sistemas (Simon 1962; Díaz-Maurin y Giampietro 2013). En función de la descripción de estos límites, Jones (1989, pp. 344-346) estableció para los agroecosistemas tres tipos de métodos de análisis: termodinámico, ecosistémico y de procesos. El *análisis termodinámico* engloba a todos los flujos energéticos que entran en el agrosistema, en los que se incluiría la radiación solar, el viento, la lluvia y los insumos energéticos introducidos por el hombre. La metodología tendría en cuenta tanto la degradación de la energía cada vez que es transformada por los componentes del sistema o entropía, así como la mejora de la energía mediante su captación de otros subsistemas por parte de dichos componentes, principalmente a través de la fotosíntesis. Este tipo de análisis conlleva dificultades para su aplicación en el caso de los sistemas agrarios, salvo para el caso de la agricultura de tala y quema (Jones 1989, p. 345).

La segunda categoría concierne al *análisis del ecosistema* mediante los diagramas de flujos energéticos. Los sistemas estudiados por esta aproximación se corresponden normalmente con modelos estables desde el punto de vista ecológico en los que los flujos de energía se pueden describir con precisión y distinguirse de los que proceden de la radiación solar. Precisamente, la inclusión de la energía procedente directamente del Sol comporta una serie de problemas metodológicos. En este sentido, las plantaciones agrícolas tienen capacidad para captar energía solar, pero no para alterar el flujo que llega a la superficie de la tierra, pues es una constante que dependerá de la localización geográfica de cada zona climática. Esta energía, además, está fuera del control humano y su utilización no implica un deterioro o reducción de los recursos naturales¹⁴⁰. Además, comporta un problema de escala, pues la energía solar es de tal magnitud que su incorporación en el balance distorsionaría el análisis del sistema de manejo agrario. Como ejemplo, en el caso de Estepa, la radiación solar directa anual es de 6.402 MJ m⁻², lo que equivale a 64.020 GJ por hectárea y año¹⁴¹. Estas cantidades son tan elevadas que distorsionarían el análisis de la energía incorporada por el control humano, de modo que cualquier variación de esta última sería insignificante con el volumen de la energía solar (Jones 1989; Hülsbergen et al 2001; Meul et al. 2007; Alluvione et al. 2011).

El tercer grupo de metodologías son las que se centran en *análisis de procesos*. Se trata de la utilización de técnicas de que se centran en el estudio de un determinado tipo de flujos que entran y

¹⁴⁰ Aunque se pueda potenciar la captación solar favoreciendo un mayor crecimiento vegetativo de la planta con nutrientes adicionales, no se puede alterar el flujo que llega a Tierra.

¹⁴¹ Estos datos corresponden a la radiación directa media en la estación meteorológica más cercana (Sierra de las Yegüas). Fueron consultados en el mes de abril de 2014 en la Agencia Andaluza de la Energía, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía.

salen de un sistema referidos a escalas similares, aunque no equivalentes¹⁴², cuyos valores son transformados a un sistema de representación común. En el caso de la agricultura, se consideran todos los inputs energéticos que se necesitan para proveer los insumos que son introducidos en la agricultura por el control humano. Se tienen en cuenta tanto la energía directa utilizada en el sistema de manejo como los consumos energéticos que han realizado en los sectores auxiliares del sistema agroalimentario para la elaboración de los insumos, principalmente fertilizantes, insecticidas, herbicidas y maquinaria agrícola.

De estos tres grupos de metodologías, el más extendido en la literatura científica para analizar el balance energético en el sistema agrario es el referido al *análisis de procesos*. Los fundamentos básicos fueron definidos por IFIAS (1974) y han sido desarrollados y aplicados posteriormente Fluck (1979, 1992a, 1992b), Pimentel (1980, 1984, 2006, 2009), Jones (1989), Refsgaard et al. (1998), Dalgaard et al. (2001), Hülsbergen et al. (2001), Pimentel et al. (2005, 2008), Meul et al. (2007), Tabatabaeefar et al. (2009), Alluvione et al. (2011), Safa et al. (2011), Alhadj et al. (2013), Pérez Neira et al. (2013), Reineke et al. (2013), Safa (2013), y, en particular, en el caso del olivar Genitsariotis et al. (2000), Kaltsas et al. (2007), Polychronaki et al. (2007) y Guzmán y Alonso (2008). Los motivos expuestos justifican que la metodología de *análisis de procesos* sea seleccionada para utilizarla en este trabajo. Su aplicación al estudio de los flujos en el sistema de explotación contribuye al objetivo específico segundo y, además, facilita la comparación de los resultados que se obtengan con los relativos al análisis monetario. Por otra parte, también es conveniente indicar que, a partir del esquema conceptual del *análisis de procesos* se han elaborado otros desarrollos más complejos con el objeto de estudiar los flujos de materiales y energía en el sistema socioeconómico y el ecosistema. En este sentido cabe destacar los trabajos de Giampietro (2003) y Giampietro et al. (2009, 2013) que, además de presentar una revisión teórica de los principios de análisis energético, aportan una metodología denominada MuSIASEM (*Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism*) que permite elaborar análisis a escalas superiores a las que corresponden a los sistemas de explotación agrarios sin tener que recurrir a los planteamientos teóricos de los dos primeros tipos de análisis energéticos descritos, el *termodinámico* y el *ecosistémico*. No obstante, hay que señalar que este método no será utilizado en esta investigación porque excede la delimitación de los sistemas objeto de estudio para el estudio de flujos.

La metodología de *análisis de procesos* consiste en establecer en primer lugar los límites del sistema que definen el sistema objeto de estudio, en este caso la explotación agraria, con el objetivo de identificar los insumos de materiales y energía que entran en relación a dichos, así como el output que se extrae a partir de las interacciones físicas y energéticas que ocurren en el interior del sistema. Posteriormente, el balance de materiales se obtiene a partir de la contabilización de las entradas directas, mientras que el energético se efectúa mediante la homogenización de los valores de las entradas directas e indirectas de materiales y energía a un

¹⁴² A pesar de que los distintos insumos que entran en la explotación se representen en las mismas unidades son no equivalentes debido a que sus características físicas son cualitativamente distintas (Giampietro et al. 2013).

sistema equivalente referido a una magnitud energética y escala común. Para ello, es necesario aplicar unos conversores energéticos que transforman la cantidad de energía contenida en las distintas entradas y salidas del sistema a los valores referenciados al sistema de equivalencia (IFIAS 1974; Fluck 1979, 1992a, 1992b; Pimentel 1980, 1984, 2006, 2009), Jones 1989; Refsgaard et al. 1998; Dalgaard et al. 2001; Giampietro 2003; Giampietro et al. 2013). A continuación en los siguientes apartados se describen los límites del sistema, los flujos de materiales y energía, y los conversores energéticos que se van a aplicar para elaborar el balance energético del olivar.

3.8.2.2. Límites del sistema

Los flujos de materiales y energía que se van a considerar son los procedentes de fuentes no renovables, es decir, no se contemplarán las entradas inherentes a la dinámica del olivar como ecosistema, en concreto, la radiación solar, las precipitaciones, el viento, los nutrientes procedentes de la deposición natural de los organismos vivos. Estos factores, por una parte, no son controlables por el agricultor y, por otra, al presentar un peso muy elevado en comparación con la energía aportada artificialmente, supondría una distorsión en el balance final, como se ha comentado anteriormente. Además, de las entradas artificiales solo se contabilizarán los flujos que tienen un origen en fuentes primarias no renovables de origen fósil (petróleo, carbón y gas natural) y minerales nucleares¹⁴³. De esta forma, el balance final energético permite evaluar el nivel de sostenibilidad energética del agrosistema del olivar.

Respecto a la contabilización de los insumos, se contemplarán dos categorías de análisis, la energía directa y la indirecta. La primera corresponde al uso directo y se refiere a las entradas del sistema productivo que pueden ser convertidas directamente en unidades energéticas, principalmente los carburantes (gasóleo y gasolina), lubricantes y electricidad. La segunda tiene que ver con la energía fósil necesaria para fabricar, transportar y mantener los medios de producción del sistema agrario, fundamentalmente fertilizantes, herbicidas, fungicidas y maquinaria agrícola (Pimentel 1980, Uhlin 1998, 1999; Refsgaard et al. 1998; Dalgaard et al. 2001; Hülsbergen et al 2001; Meul et al. 2007; Alluvione et al. 2011).

Por otra parte, la energía generada por la labor humana tampoco se considerará en el balance de energía. Esto se justifica porque en los sistemas agrícolas con elevado nivel de insumos energéticos la proporción de energía humana es insignificante en relación a la procedente de fuentes fósiles, como es el caso los fertilizantes inorgánicos, combustibles y maquinaria agrícola. La inclusión la labor humana sólo se aconseja en sistemas agrarios tradicionales en los que no se ha producido modernización agraria y, por lo tanto, manifiestan una mínima entrada de insumos procedentes de fuentes fósiles, como es el caso de la agricultura tradicional en los países en vías de desarrollo (IFIAS 1974; Fluck 1992c; Uhlin 1998, 1999; Borin et al. 1997; Sartori et al. 2005; Meul et al. 2007; Nassi et al 2010; Alluvione et al. 2011).

¹⁴³ El informe conjunto de la Agencia Internacional de Energía Atómica y la Agencia Nuclear de la OCDE sobre reservas de los minerales nucleares que son considerados combustibles nucleares (U^{235} , principal forma natural del uranio aprovechable en la centrales térmicas atómicas) se estima que se agotarán en aproximadamente 100 años (IAEA 2012).

3.8.2.3. Coeficientes de conversión

Para cuantificar los flujos de materiales se calculan las unidades físicas consumidas en la escala local, es decir, las incorporadas realmente por el agricultor para la obtención de la cosecha. A continuación, se estima la energía primaria equivalente para la elaboración de estos insumos mediante la utilización de coeficientes de conversión. En concreto, los flujos de materiales de fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas se transformarán en energía indirecta primaria. Por otra parte, también se considerará energía indirecta a la utilizada para la fabricación, mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola usada en las explotaciones agrícolas. Finalmente, se contabilizará la energía directa consumida en las operaciones agrícolas: diésel, gasolina, lubricantes y electricidad. A continuación se describen los conversores utilizados para la transformación de estos flujos en energía equivalente.

Fertilizantes

Los fertilizantes de origen químico requieren elevadas cantidades de energía fósil en los procesos de transformación, donde se alcanzan temperaturas entre 400 y 1.200° C que requieren grandes cantidades de energía fósil, normalmente gas natural, por lo que deben ser tenidos en cuenta en los análisis energéticos de procesos (Fluck 1992; Ortiz-Cañavate y Hernanz 1999; Pimentel y Pimentel 2008). Por el contrario, los nutrientes generados en procesos orgánicos y biológicos son considerados como inherentes al ciclo general de los ecosistemas (Günther 2001) motivo por el que tiene que tener un tratamiento distinto a la hora de su valoración energética que posteriormente se describirá.

Fertilizantes químicos

Los fertilizantes químicos son utilizados ampliamente en la agricultura intensiva. En concreto, el nutriente más utilizado es el nitrógeno en sus diversas manifestaciones químicas, bien en formas nítricas, amoniacales, nitrogenados nítricos y amoniacales, o urea. Otros nutrientes químicos de importancia son los fosfatos y el potasio, en forma de sulfato potásico y cloruro potásico (Fernández-Escobar 2008). La elaboración de estos compuestos requiere un elevado consumo energético (Ortiz-Cañavate y Hernanz, 1999) que ha sido cuantificado por diversos autores. En este sentido, destaca gran variabilidad de conversores en la literatura, que, para el caso del nitrógeno supone 35,3 MJ kg⁻¹ producido (Hülsbergen et al. 2001), 64,4 MJ kg⁻¹ (Hatirli et al. 2005), y 78,10 MJ kg⁻¹ según Pimentel y Pimentel (2008); para el caso del fósforo, las cifras se mueven entre 11,96 MJ kg⁻¹ (Hatirli et al. 2005) y 17,45 MJ kg⁻¹ (Pimentel y Pimentel 2008). Finalmente, para el potasio las cantidades van desde 6,7 MJ kg⁻¹ (Hatirli et al. 2005), hasta 13,81 MJ kg⁻¹ (Pimentel y Pimentel 2008). Una solución a estas variaciones en los coeficientes es el empleo de medias. En esta línea, Pérez Neira (2012) elaboró unas medias a partir de la literatura que fue empleada para calcular los consumos energéticos en la agricultura andaluza. Los datos que este autor ofrece corresponden con 64,41 MJ kg⁻¹ para el nitrógeno, 12,47 MJ kg⁻¹ para el fósforo y 8,46 MJ kg⁻¹ para el potasio, coeficientes que van a ser considerados para el estudio del balance energético en el olivar (tabla 3.7).

Tabla 3.7. Coeficientes de conversión energética para fertilizantes inorgánicos

Fertilizantes	Coeficientes (MJ kg ⁻¹)
N	64,41
P ₂ O ₅	12,47
K ₂ O	8,46

Fuente: Pérez Neira (2012).

Fertilizantes biológicos y orgánicos

Otro aspecto importante que es conveniente aclarar es el tratamiento de los coeficientes de conversión de los fertilizantes orgánicos y, más concretamente, del estiércol. En este sentido, los nutrientes procedentes de la deposición de ciclos biológicos externos, como es el caso del estiércol, restos de cosecha y abono verde, son considerados por Jones (1989, p. 341) como bucles de retroalimentación del sistema de consumo y no como un flujo añadido de carácter no renovable. Con este razonamiento se puede contemplar al estiércol como un subproducto del sistema ganadero que debe de ser reciclado por el resto de sistemas que componen el ecosistema global. De esta forma, a pesar del ingente consumo de energía en la producción ganadera, y más en la cabaña estabulada, el flujo de estiércol sería de naturaleza renovable en el ciclo general de los ecosistemas¹⁴⁴. Además, este ciclo de nutrientes afecta de forma natural a ecosistemas distantes mediante el transporte por el viento de los componentes volátiles de los restos orgánicos, fundamentalmente C, N, O, S, mientras que los elementos de fase no volátil, principalmente P y K, se reciclarían en el ecosistema donde se han depositado (Günther 2001, pp. 265-266). Parece obvio que la contabilización de la energía primaria corresponderá solo al transporte, almacenamiento y su distribución en la explotación agrícola, actividades que requieren un consumo de energía fósil¹⁴⁵ (Hülsbergen et al. 2011, p. 311). Este último aspecto será integrado en el planteamiento que se va a adoptar este trabajo con la utilización de la estimación de Ozcan et al. (2011) para la conversión energética de este abono, valor que corresponde con 0,3 MJ kg⁻¹ de estiércol.

Productos fitosanitarios

La fabricación de los principios activos y coadyuvantes de los herbicidas, insecticidas y fungicidas supone un elevado consumo de energía primaria por parte de la industria petroquímica. En este sentido, existe una profusión de componentes químicos que se utilizan en la agricultura, lo que dificulta la elaboración de conversores específicos para cada componente. De esta forma, la literatura científica ofrece conversores para los principales ingredientes activos utilizados en el

¹⁴⁴ En los trabajos de cuantificación de flujos energéticos en cabañas de cerdo de Gilbert (2009) tiene signo negativo en la contabilización del balance energético de la producción de carne porcina, aunque no así, su manejo y gestión.

¹⁴⁵ Algunos autores imputan un valor energético virtual al estiércol como coste de oportunidad por la sustitución de los nutrientes de inorgánicos equivalentes (Uhlin 1998, 1999).

campo, por lo que habrá que recurrir a parámetros medios y coeficientes genéricos para los productos no descritos. Los conversores se estiman a partir del consumo energético para su producción, envasado y transporte (Fluck y Baird 1982; Green 1987; Helsel 1992; Ortiz-Cañavate y Hernanz 1999; Saunders et al. 2006; Pimentel y Pimentel 2008; Safa 2013). En la tabla siguiente se exponen los coeficientes considerados para este trabajo, así como las fuentes principales y secundarias que han sido utilizadas.

Tabla 3.8. Coeficientes de conversión energética para los herbicidas, insecticidas y fungicidas.

	Principios activos	Coeficientes (MJ kg ⁻¹)	Fuente	Fuente primaria
Insecticidas				
	Dimetoato	228,8	Green (1987)	
	Piretrina (asimilado al insecticida genérico)	315	Safa (2013)	Saunders et al. (2006)
	Alfa-cipermetrina (asimilado al insecticida genérico))	315	Safa (2013)	Saunders et al. (2006)
	Cipermetrina	580	Green (1987)	
	Fenoxicarb (asimilado al insecticida genérico)	315	Safa (2013)	Saunders et al. (2006)
Herbicidas				
	Glifosato	454	Ortiz-Cañavate y Hernanz (1999)	Green (1987)
Fungicidas				
	Compuestos de cobre	415	Pimentel y Pimentel (2008)	

Fuentes: Green (1987), Ortiz-Cañavate y Hernanz (1999), Saunders et al. (2006), Pimentel y Pimentel (2008), y Safa (2013).

Maquinaria agrícola

Anteriormente se indicó que otro de los insumos indirectos en el balance energético corresponde con la utilización de la maquinaria agrícola. Este tipo de energía corresponde con la necesaria para fabricar, mantener y reparar las máquinas utilizadas en la explotación (Fluck y Baid 1980). Una aproximación más precisa la proponen Ortiz-Cañavate y Hernanz (1999, p. 16) sobre la base de los trabajos previos de Bowers (1992). Consiste en sumar, en primer lugar, la energía requerida para la fabricación de los materiales bruto (acero, cobre, aluminio, etc.) que se estima entre 22-60 MJ kg⁻¹; en segundo lugar, la energía consumida en el proceso de fabricación, que adicionada a la cantidad anterior supone un valor medio de 87 MJ kg⁻¹; en tercero, el transporte de la máquina a

Capítulo 3. Objetivos, hipótesis y metodología

consumidor, que es evaluada en $8,8 \text{ MJ kg}^{-1}$, y, por último, en cuarto lugar, hay que sumar la energía utilizada en las reparaciones que correspondan a la maquinaria. Como resultado, Ortiz-Cañavate y Hernanz (1999, p. 17) indican que la energía secuestrada total por unidad de masa en los distintos tipos de maquinaria agrícola presenta un valor comprendido entre 116 y 149 MJ kg^{-1} , en función de las características de los aperos y máquinas empleadas.

Además de lo anterior, hay que tener en cuenta la escala temporal y la capacidad efectiva de utilización de la máquina por parte de agricultor. Por una parte, cuanto mayor sea la vida útil, la energía secuestrada por año será menor y, por otra, según se incremente el uso efectivo de la máquina en la temporada agrícola, la energía secuestrada asignada a dicha temporada también aumentará. De este modo, la energía indirecta contenida para cada máquina se puede calcular con la siguiente ecuación (Hatirli et al. 2005; Safa et al. 2011):

$$ME = \frac{G \times E}{T \times CA}$$

Donde ME es la energía total secuestrada en la máquina expresada en megajulios, G es la masa medida en kilogramos, T es la vida útil en horas y, por último, CA es la capacidad efectiva de uso evaluada en ha h^{-1} . Esta última variable habrá que ajustarla a las condiciones reales de cada explotación y la utilización de agricultor en función del sistema de manejo. En la tabla siguiente se expresan los valores y fuentes utilizadas en el análisis energético del agrosistema del olivar para cada una de las variables descritas anteriormente.

Tabla 3.9. Valores considerados para la estimación de la energía indirecta en la maquinaria agrícola en el agrosistema del olivar

Máquina / apero agrícola	Potencia CV	Masa (a) kg	Energía secuestrada (b) MJ	Vida útil h	Rendimiento medio ha h ⁻¹	Fuentes (c)
Tractor 1	70	3.046	138	12.000	-	1-4-5-8
Tractor 2	90	3.862	138	12.000	-	1-4-5-8
Tractor 3	100	4.270	138	12.000	-	1-4-5-8
Cultivador de brazas	-	300	149	2.000	1,25	1-4-8
Desbrozadora	-	300	129	1.500	1,3	1-4-8
Atomizador	-	290	129	2.000	1,85	1-4-8
Abonadora	-	253	149	1.200	2,65	1-4-8
Rulo	-	600	149	2.000	1,25	1-4-8
Rastra/grada de púas	-	300	180	2.000	2	1-4-8
Pulverizador	-	400	129	1.500	1,7	1-4-8
Sembradora	-	337,5	133	1.500	2,65	1-4-8
Motosierra 1	2,7	6	138	2.000	0,07	2-3-4-6-7-9
Motosierra 2	2,4	5	138	2.000	0,26	2-3-4-6-7-9
Picadora	-	720	149	2.000	0,86	1-3-4-6
Hileradora	-	70	129	2.000	1,23	1-3-4-6-7
Vibrador de tronco	-	390	149	2.000	0,12	1-3-4-6-10
Vibrador manual	-	10	138	2.000	0,03	1-3-4-6-9-10
Remolque	-	2.600	129	5.000	-	1-8-11

Notas:

(a) Para el cálculo de la masa de los tractores se ha empleado la siguiente ecuación de Wells (2001) para máquinas agrícolas autopropulsadas:

$$\text{Masa (kg)} = \text{Potencia (CV)} \times 40,8 + 190$$

(b) La estimación de la energía secuestrada se ha realizado a partir de Ortiz-Cañavate y Hernanz (1999)

(c) La estimación de la potencia, masa, vida útil y rendimiento se ha realizado a partir de las siguientes fuentes:

1. Gil-Ribes et al. (2008b)
2. Guzmán y Alonso (2008)
3. Aemo (2012)
4. Pérez Serrano (2011)
5. Márquez (2007)
6. SODEAN (2006)
7. García-Ortiz et al. (2008)
8. IDAE (2005)
9. Casas comerciales STIHL y PELLENC consultadas en abril de 2014.
10. Gil-Ribes (2013)
11. MAGRAMA (2008)

Combustibles y lubricantes

La mayor parte de la energía directa utilizada en la agricultura procede de fuentes fósiles en los países desarrollados (Pimentel y Pimentel 2008). Esta energía corresponde con el consumo de gasoil, gasolina, lubricantes y electricidad en las operaciones agrícolas. Los coeficientes de conversión que se utilizan en el análisis energético de los combustibles fósiles permiten estimar la cantidad equivalente de energía térmica contenida, la requerida en su proceso productivo y la necesaria para su transporte. Ortiz-Cañavate y Hernanz (1999, p. 16) han elaborado a partir de Cervinka (1980) un conversor de 47,8 MJ equivalentes de energía primaria para un litro de diésel. Para calcular este valor han considerado que la energía contenida es de 38,7 MJ, cantidad a la que añade 9,1 MJ correspondientes a la energía necesaria para la extracción, procesado/refino y transporte del producto hasta la explotación agraria. Para la gasolina, el mismo autor propone un conversor de 46,3 MJ litro⁻¹, de los que 8,1 MJ son consumidos en el procesado y transporte. Respecto a los lubricantes, Gemtos et al. (2013, p. 57) estiman, a partir de Fluck (1992), que el consumo de este insumo en los motores diésel supone el 4% de la energía total. De este modo, los motores de gasoil suponen un consumo directo de energía primaria de 49,7 MJ l⁻¹. Por otro lado, en el caso de los motores de gasolina, el consumo de lubricantes recomendado por los fabricantes consultados¹⁴⁶ es de 1 litro de aceite por cada 50 litros de gasolina. Si se tiene en cuenta esto, el coeficiente de gasolina de Ortiz-Cañavate y Hernanz (1999) se puede ajustar con el conversor de Fluck (1992) para que incluya el consumo de lubricantes. De esta forma, el parámetro asciende a 47,2 MJ equivalentes de energía primaria por cada litro de gasolina (tabla 3.10).

Tabla 3.10. Coeficientes para la estimación de la energía directa correspondiente al consumo directo de combustibles y lubricantes en maquinaria agrícola

Tipo de motor	Energía primaria equivalente por consumo directo de combustible (incluido el lubricante)
Motor diésel	49,7 MJ l ⁻¹ gasoil
Motor de gasolina	47,2 MJ l ⁻¹ gasolina

Fuentes: Adaptado a partir de Gemtos et al. (2013), Ortiz-Cañavate y Hernanz (1999), Fluck (1992) y Cervinka (1980).

Sistema de riego

El riego en las explotaciones agrícolas supone un consumo de energía fósil que varía en función las necesidades del tipo de cultivo, el transporte del agua (profundidad de bombeo y distancia), las características técnicas del sistema de riego y la estrategia de riego utilizada por el agricultor (Pimentel y Pimentel 2008). En el caso de Andalucía, Corominas (2010) realizó una estimación del coste directo de riego en la comunidad autónoma, de manera que el sistema de riego localizado representaba un consumo de 0,18 kWh m⁻³ y de 0,42 kWh m⁻³ de energía en el bombeo a 100 metros de profundidad. Este último dato se ha ajustado a un nivel de profundidad medio de los

¹⁴⁶ Se trata de los motores de gasolina de dos tiempos de las motosierras y vibradores manuales utilizados en el olivar. Las casas comerciales consultadas son STIHL y PELLENC.

sondeos en el olivar de Estepa de 45,75 metros, a partir de los trabajos de Pernía et al. (2005) sobre el acuífero de la Sierra de Estepa, de forma que el coeficiente de conversión es de 0,37 kWh netos de energía eléctrica. El cálculo de la energía primaria bruta equivalente se ha elaborado teniendo en cuenta el parámetro empleado por Ortiz-Cañavate y Herranz (1999), a partir Ortiz-Cañavate (1994), concretamente 12 MJ/kWh¹⁴⁷. Después de aplicar este ratio una vez descontada la generación a partir de fuentes primarias renovables en el año 2012 en el sistema eléctrico peninsular¹⁴⁸, el coeficiente final es de 8,4 MJ por cada kWh de energía directa. Este dato se ha aplicado al volumen específico de riego deficitario elaborado por Hidalgo et al. (2010) para distintas comarca olivareras en Andalucía en función de la densidad de plantación y volumen de copa de los árboles. Como resultado, el volumen de riego deficitario para Estepa, según estas recomendaciones, estaría comprendido aproximadamente entre 1.450 y 2.305 metros cúbicos por hectárea¹⁴⁹. Por último, respecto a la energía indirecta secuestrada en el sistema de riego la estimación se ha efectuado a partir de los datos de Guzmán y Alonso (2008) para riego localizado por hectárea, que cifra en 235,29 MJ anuales para una amortización de un equipo medio en 10 años (tabla 3.11).

Tabla 3.11. Coeficientes de conversión estimados para el sistema de riego adaptado a las características del olivar de Estepa (riego localizado, bombeo medio 45,75 m de profundidad y estrategia de riego deficitaria)

Tipo de energía	Energía eléctrica	Energía bruta primaria equivalente	Fuentes
Energía directa (bombeo a 45,75 m)	0,37 kWh m ⁻³	8,4 MJ kWh ⁻¹ (1)	Corominas (2010); Pernía et al. (2005); Ortiz-Cañavate y Herranz (1999), a partir Ortiz-Cañavate (1994)
Energía indirecta anual (amortización del sistema de riego localizado en 10 años)	-	235,29 MJ	Guzmán y Alonso (2008)

Nota: (1) Descontada la energía primaria renovable para 2012 a partir de los datos de Red Eléctrica Española.

Fuentes: autores citados y Red Eléctrica Española, 2014 (datos referidos a 2012).

¹⁴⁷ Otros autores aportan datos muy parecidos: 12,1 MJ/kWh estimado por Kaltsas et al. (2007), a partir de Jarach (1985). La misma cifra ha sido calculada por Guzmán y Alonso (2008).

¹⁴⁸ Según datos de Red Eléctrica Española la generación eléctrica a partir de fuentes renovables fue de aproximadamente el 30% para el año 2012.

¹⁴⁹ Dado que la distribución de los datos de las recomendaciones de Hidalgo et al. (2010) varían linealmente, los datos finales aplicados en cada finca se han calculado a partir de una regresión lineal. La ecuación resultante es de $y=3,1383x+1279,9$ (donde “y” es el volumen de agua en m³, y “x” es la densidad media, con un R² de 0,8787).

Output energético

La metodología de análisis energético considera el valor de energético de los outputs en términos calóricos de la biomasa neta de la cosecha, después de descontar la pérdida y reutilización de la cosecha (Fluck 1992; Cañavate y Hernanz 1999). La cuantificación se efectúa en calorías nutricionales, que corresponden con el valor calórico de la energía que aporta la biomasa comestible en la nutrición humana, en este caso, el aceite de oliva. De este modo se excluye en la contabilización del flujo energético la energía contenida en el resto de subproductos que se obtienen del proceso de transformación de la aceituna en aceite de oliva, en concreto los restos de hojas y ramas, y el alperujo. Esta cantidad ha sido estimada en 37,8 MJ kg⁻¹ de aceite de oliva en Grecia por Kaltsas et al. (2007), a partir de Genitsariotis et al. (1996); Guzmán y Alonso (2008) utilizan 37,6 MJ kg⁻¹ de aceite, a partir de Mataix y Mañas (1998), y Pérez Neira (2012) emplea una media inferior, 35,7 MJ kg⁻¹ a partir de las tablas de alimentos de Moreiras et al. (2005). El dato que se va a tomar para este trabajo es el más reciente disponible en la Base de Datos Española de Composición de Alimentos, que valora en 37 MJ aportados por cada kilogramo de aceite de oliva (BEDCA 2014). Si tiene en cuenta que el rendimiento graso medio de un kilogramo de aceitunas es del 20% en el agrosistema de Estepa se obtiene que la cantidad energética de aceite de oliva que contiene 1 kilogramo de aceituna es de 7,4 MJ.

3.8.3. Modelo de costes para la estimación del flujo económico

3.8.3.1. Consideraciones generales

El este apartado se describirá el método para cuantificar económicamente los flujos materiales y energéticos del agrosistema. La valoración que se realice de los insumos y salidas dependerá de la utilidad de la información resultante para el receptor final (Hendriksen 1982; Tua 1996; Gabás y Bellostas 2000; Tua et al. 2012). El objetivo es obtener un balance de las entradas y salidas de modo que el valor final sea un indicador del grado de viabilidad económica de la explotación para el agricultor. En principio las explotaciones agrarias que tienen forma jurídica de sociedad están obligadas por la normativa a seguir el Plan General de Contabilidad (PGC) vigente en España¹⁵⁰, que sigue los principios generales de la normalización contable europea. Por otra parte, también existe un sistema contable agrario de explotaciones agrarias, la RECAN (Red Contable Agraria Nacional¹⁵¹), desarrollado por el Ministerio de Agricultura con el objetivo de recopilar información agraria a nivel sectorial, al que pueden adherirse de una forma voluntaria las explotaciones agrarias. La ventaja que tiene para las empresas es que detalla el nombre de algunas partidas contables específicas del sector, además del acceso a la información compartida. Al estar orientado a las explotaciones, su estructura de cuentas se rige por los mismos principios que el Plan General de Contabilidad, lo que implica una similitud de conceptos y jerarquía de rúbricas. El PGC, y por tanto, el sistema contable RECAN, es un modelo de representación de contabilidad

¹⁵⁰ El Plan General Contable de España vigente en el periodo temporal contemplado en esta investigación fue aprobado el 16 de noviembre de 2007 mediante el Real Decreto 1514/2007 que regula su aplicación.

¹⁵¹ La RECAN sigue las directrices del Reglamento (CE) 1217/2009 del Consejo de 30 de noviembre de 2009.

financiera orientada a informar a terceros sobre el comportamiento económico de la empresa. Sus principios y normas ofrecen directrices para la valoración contable del **flujo externo** a la explotación de ingresos y gastos, mientras que, por el contrario, no orienta sobre la asignación del valor económico del **flujo interno** que concierne a los procesos de transformación económica en el interior de una explotación. En este sentido, el mecanismo de representación contable que responde a este planteamiento se engloba en el marco de la *contabilidad de gestión*, cuyo destinatario final es el responsable de la asignación de los recursos de la actividad económica objeto de estudio. Asimismo, dentro de ésta, la disciplina que se encarga de reflejar los flujos en el interior del sistema productivo y medir las diferencias de valor de los elementos que intervienen es la contabilidad de costes, también denominada interna o *contabilidad analítica*. La contabilidad analítica y financiera y están vinculadas entre sí, ya que la primera proporciona a la segunda la valoración monetaria de las existencias de la materias primas, productos intermedios y productos finales al mismo tiempo que la financiera ofrece a la analítica información sobre el valor de los ingresos y gastos (Mallo y Jiménez 2007; Vanderbeck 2013).

Por otra parte, la contabilidad de costes, a pesar de que centra su desarrollo conceptual en función de los sujetos, en su origen está arraigada a los postulados epistemológicos positivistas de la contabilidad general o financiera por los que los principios de valoración y análisis deben de ser neutros y, por tanto, no estar influidos por los juicios de valor (Watts y Zimmerman 1978, 1979; Iglesias Sánchez 1994, 2004). Sin embargo, desde finales del siglo XX la contabilidad general ha experimentado la influencia de otras corrientes de pensamiento sustentadas sobre bases teóricas normativistas y holistas, lo que ha derivado en el desarrollo de mecanismos de representación suficientemente flexibles para dar respuesta a la complejidad de la realidad social. Asimismo, dado que el análisis de esta realidad no está exento de la apreciación subjetiva de la persona que trata de estudiarla, se produce una incorporación de los juicios de valor en los sistemas de representación contable. Como consecuencia de esta influencia, se presentan cambios en la jerarquía de la organización de las cuentas, de forma que, la relación causa-efecto de tradición cartesiana de la contabilidad general se sitúa en un segundo plano subordinada a una nueva relación fines-medios, en la que, precisamente, los juicios de valor van a desempeñar un papel preponderante en la forma de conceptualizar la valoración económica de los flujos económicos (Mattesisch 1995a, 1995b, 2003, 2007).

La aplicación de estos principios epistemológicos a la contabilidad de costes la convierten en una herramienta metodológica flexible para medir el valor a través de su adaptación a las circunstancias concretas de cada caso estudiado. De esta forma, el nivel de detalle de la regulación contable queda subordinado a los fines de la medición de la realidad que trata de analizar (Molina y Tua 2010). Una vez realizadas estas consideraciones, es obvio que el modelo de representación del valor contable se centrará en un enfoque de *contabilidad analítica*, pues el objetivo es el estudio del valor económico en los procesos internos de transformación en la explotación agrícola, el cual, a su vez, se relaciona con el modelo de contabilidad financiera del PGC.

Asimismo, en relación al enfoque de contabilidad analítica, habrá que adoptar un modelo de representación del valor económico de las entradas y salidas en la explotación que atienda a las

necesidades de información para el estudio de la viabilidad económica del agrosistema y que sea lo suficientemente flexible para adecuar las partidas contables a la estructura producción del sistema de explotación identificado en los apartados anteriores. En el siguiente punto se describirán los principales modelos existentes y se procederá a su selección.

3.8.3.2. Modelos generales de asignación de costes

En contabilidad de costes existe una amplia variedad de modelos para la asignación interna del valor de insumos en función de las características técnicas del proceso productivo y de la estructura de costes de la empresa¹⁵², aunque los principales que se suelen emplear son tres: costes totales (full costing); costes variables, marginales o directos (direct costing); y, por último, costes ABC (Activity Based Costing) o basados en actividades (Mallo y Jiménez 2007; Sales y Careny 2008; Lennox et al. 2011; Ripoll et al. 2012; Vanderbeck 2013). El sistema de costes totales incluye solo los gastos de material (insumos directos) y mano de obra de obra directa (personal temporal), mientras que los costos indirectos de fabricación (insumos indirectos, mano de obra fija, gastos de administración general y maquinaria) se distribuyen en base al volumen sin aplicar una relación causa-efecto. Este reparto es idóneo para elaboración de informes financieros para terceras personas sobre la rentabilidad de la explotación, pero no como herramienta de gestión del proceso productivo, por lo que no es oportuna su aplicación en el estudio del agrosistema.

El sistema de costes variables se centra en la identificación de los bienes y servicios que varían proporcionalmente al volumen de producción (insumos directos para la fabricación, administración de la explotación y ventas). Los costes indirectos tienen un tratamiento diferenciado de forma que su cuantificación final permite obtener el coste fijo de funcionamiento de la actividad económica. Este sistema es adecuado para explotaciones industriales con gastos de instalación y mantenimiento de maquinaria elevados en relación con las partidas variables. El resultado permite determinar el umbral de rentabilidad de la empresa en función de su estructura de costes.

Esta ha sido la forma tradicional de contabilizar las explotaciones agrarias, con una diferenciación entre gastos de aprovisionamiento e inmovilizado inmaterial, el cual repercute en el resultado de la explotación a través de la partida de amortizaciones del inmovilizado (amortización técnica). Este esquema responde al clásico modelo *fordista* de producción industrial, en el que los activos fijos se convierten en un costo histórico que será objeto de amortización como forma de reconocimiento de su aportación al proceso productivo bajo el supuesto de un *principio de gestión continuada* (Littleton 1953, citado por Archel Domenech y Gómez Villegas 2014, p. 107). Este se sustenta en la idea de que siempre habrá actividad productiva, lo que le otorga un valor al bien,

¹⁵² Entre otros, también se han identificado el Throughput Accounting (TA), Just in Time (JIT), Lean Accounting (LA), los modelos de transferencia de servicios (MTS), Business Process Reengineering (BPR), Target Costing System (TCS), Life-cycle costing (LCC), Resource Consumption Accounting (RCA), Activity Base Management (ABM), Kaizen, Shared Service Center (SSC), Balanced Scorecard (BSC) y el Total Quality Management (TQM).

que, además, no está condicionado por los elementos externos a la explotación puesto que son percibidos como estables. Así, el modelo de coste histórico y su valoración a través del sistema de amortización asociado “hunden sus raíces en el capitalismo industrial y en la hegemonía del trabajo industrial”¹⁵³ (Archel Domenech y Gómez Villegas 2014, p. 107).

Para evaluar su posible aplicación en el análisis de la explotación hay que tener en cuenta las características del capital y los costes fijos que se le asocian. En este sentido, los principales activos de la explotación son la tierra, la plantación de olivar y la maquinaria. Desde el punto de vista contable, los costes fijos que se imputan al activo corresponden a la recuperación de la inversión en el horizonte temporal que contemple el agricultor y la amortización técnica o por depreciación de la plantación y la maquinaria. En general, el mecanismo de adquisición de los dos primeros no es su compra-venta en el mercado sino la transmisión por herencia. Este hecho implica que el agricultor se ahorra el coste de estos activos y, por tanto, no tiene la necesidad de recuperar ninguna inversión económica inicial asociada al establecimiento de la actividad, lo que finalmente repercute en el descenso del umbral de rentabilidad. Respecto al segundo activo, es necesario renovar la plantación a largo plazo, por lo que existirán unos costes de amortización anual para este concepto. Sin embargo, en relación a esto último hay que aclarar dos cuestiones que van a afectar a la cuota de amortización y que se explican a continuación.

En primer lugar, se había expuesto anteriormente que la densidad de plantación es un factor estructural que influye en la vida útil del olivar por lo que su renovación y, por tanto, su amortización contable, dependerá esta variable. Así, se consideran plantaciones temporales las que presentan densidades superiores a 400 olivos ha⁻¹, con plazos de amortización normalmente menores a 10 años, y permanentes las que disponen de densidades inferiores a 300 olivo ha⁻¹. Para estas últimas, el periodo medio a considerar sería de 20 a 30 años si presentan más de 200 olivos ha⁻¹, aunque estudios empíricos han demostrado que pueden seguir manteniendo su nivel de producción durante más años (Navarro y Parra 2008, p. 218). Para densidades inferiores a 200 árboles ha⁻¹ el periodo productivo se puede mantener durante más años hasta que el olivo entre en su fase senil, lo que se puede hacer realidad a los 80-100 años o más, en función de las características de la plantación (Pastor et al. 1998, 2006a; Navarro y Parra 2008). De esta forma, una plantación con prácticas de manejo adecuadas y un marco amplio puede mantener su potencial productivo durante un tiempo muy largo que normalmente es superior al periodo de la vida laboral del agricultor. Éste, al no apreciar la disminución del rendimiento por este concepto, no considera tasas de depreciación para la renovación del olivar.

¹⁵³ De este modo, los criterios para medir el valor en el capitalismo industrial se relacionaban con la capacidad de inversión productiva, las mejoras tecnológicas y las economías de escala, lo que conducía a considerar a la inversión acumulada en capital fijo como el eje central de la medición y valoración de la productividad (Archel Domenech y Gómez Villegas 2014). Este hecho ocurre no sólo en los sistemas contables de medición del valor a escala de la explotación, sino también en los sistemas contables de escala regional y nacional, en los que el aumento de la formación bruta de capital o *inversión* que desde el punto de vista de la demanda correspondería con los activos que no se consumen ni se exporta ni figuran en las empresas como existencias finales. Así, desde una perspectiva del capitalismo industrial, los países con mayor formación bruta de capital se asocian a los que crean más valor.

Capítulo 3. Objetivos, hipótesis y metodología

En segundo lugar, la otra cuestión que es conveniente aclarar, es que la vida útil del activo puede reducirse de forma repentina durante su fase de máxima capacidad productiva por cambios adversos en la valoración del flujo de entrada o de salida que el agricultor no puede controlar o prever. Por el contrario, si estos cambios son favorables, como por ejemplo una subida del precio de la aceituna, la vida útil podría ampliarse en el tiempo. De esta forma, el sistema de amortización de activos puede verse alterado sustancialmente por cambios en la valoración monetaria en el intercambio de flujos entre el agrosistema y el sistema socioeconómico.

En general, si se quiere utilizar un modelo contable con el objetivo de elaborar una aproximación lo más cercana posible a la realidad de la gestión del agricultor, la aplicabilidad de este sistema de costes en el agrosistema dependerá de las características estructurales que influyen en la forma que el agricultor concibe la amortización del inmovilizado. En general, las medias de densidad de plantación obtenidas para el agrosistema analizado son respectivamente de 149 olivos ha⁻¹ y edad, 44 años. Con estos promedios, el descenso de la producción ocurrirá a muy largo plazo, probablemente en una fecha superior al horizonte temporal de la vida laboral del agricultor, lo que implicará que no contemple el gasto de amortización para la renovación de la plantación en la gestión cotidiana de su explotación. Por otra parte, un cambio sobrevenido en la estructura de ingresos y gastos podría afectar, positiva o negativamente al periodo de vida útil de la plantación, lo que afectaría a la amortización de la plantación.

Por otra parte, en relación a la depreciación de la maquinaria agrícola y su consideración, por tanto, como amortización técnica para su reposición (coste fijo) hay que indicar que el agricultor suele mantenerla en uso en un tiempo por encima de la vida útil que correspondería con una amortización técnica. En este sentido, los resultados de la encuesta a agricultores han evidenciado la existencia de tractores y otras máquinas agrícolas con más de 35 años de uso en las explotaciones. Esto supone que el gasto de reposición es muy reducido, lo que se compensa con unos costes de reparación y mantenimiento mayores que el agricultor imputa directamente a los gastos de explotaciones. La mentalidad tradicional del agricultor hace retrasar al máximo la reposición de la maquinaria en el tiempo, normalmente a unos niveles superiores al periodo de horas de uso de las tablas de la amortización técnica del Ministerio de Agricultura (MAGRAMA 2008), que calculado en años podría suponer una media de 10-20 años en función de su utilización. En definitiva, la tendencia a mantener un activo fijo antes que comprar uno nuevo podría distorsionar los resultados de un modelo de costes centrado en los costes fijos del activo, cuando, en realidad, parte de éstos han sido contabilizados por el agricultor como gastos de reparación y mantenimiento, no como amortización técnica que se englobaría en el concepto de la amortización de activos¹⁵⁴.

¹⁵⁴ En realidad, la cuenta de pérdidas y ganancias del Plan General Contable (Real Decreto 1514/2007) considera a las partidas de gastos y reparación dentro de los conceptos de aprovisionamiento y otros gastos de la explotación, mientras que la amortización técnica se computa directamente en la cuenta de amortización del inmovilizado. Aunque todas estas cuentas intervienen en el cómputo final de la cuenta de pérdidas y ganancias, la forma de contabilizarlo por parte de agricultor no corresponde con la tradición en contabilidad.

En conclusión, las características descritas de la gestión del inmovilizado (tierra, plantación y maquinaria) por la que el agricultor tienen a minimizar los costes del activo, hacen relativizar la importancia de los costes fijos (amortizaciones técnicas y recuperación de la inversión) del agrosistema en comparación con las estructuras de costes fijos del tipo de empresa a que va dirigido este modelo contable, principalmente instalaciones industriales con elevados gastos de mantenimiento, plantillas fijas y horizontes temporales mucho más reducidos para la recuperación de las inversiones que, además, suelen suponer un desembolso inicial elevado. Estas divergencias en la composición del activo y su gestión, así como la ausencia, en general, de trabajadores fijos en las explotaciones agrícolas hacen que sea inadecuado el cálculo de umbral de rentabilidad a partir de la aplicación de un sistema contable centrado en una diferenciación entre conceptos fijos y variables. Los argumentos expuestos conducen a pensar que el modelo contable expuesto no refleja la racionalidad del agricultor, lo que desaconseja su utilización en este trabajo de investigación.

El tercer modelo enunciado, coste ABC, utiliza un criterio de asignación del valor en función de las actividades necesarias para el funcionamiento del proceso productivo. Así, cada partida contable viene definida por una vinculación entre medios y fines, de modo que a cada actividad se le imputan los gastos necesarios para su desarrollo de forma independiente de su origen (materiales, mano de obra, suministros, etc.) o tipo (directo/indirecto o fijo/variable). Por otra parte, la relación causa-efecto no desaparece, sino que se somete a la anterior y surge en el nivel de análisis que sea considerado oportuno, de acuerdo con las necesidades del responsable de la explotación (Johnson y Kaplan 1987; Kaplan 1998). Este sistema de representación contable permite, por tanto, asignar el valor monetario a las principales actividades agrícolas que se realizan en la finca. Por otra parte, este modelo ofrece una flexibilidad para la asignación de los costes fijos, variables, directos e indirectos en función del nivel de agregación de actividad que más se adecue a la realidad de la explotación. De esta forma, el resultado final que se obtenga con su aplicación estará más cercano a los gastos e ingresos que realizan en la explotación y, por tanto, a la realidad subjetiva del agricultor.

Por otra parte, la posibilidad de adaptar el método en función de la relación medios-fines hace que el diseño del modelo pueda adaptarse a cualquier necesidad de información, no sólo de carácter económico. Así, se convierte en una herramienta excelente para adoptar una estructura de asignación de costes en función de objetivos compartidos que, en el caso del agrosistema, serían el estudio conjunto de los flujos de materiales, energía y monetarios. De esta forma, la elaboración de un sistema de análisis oportuno permitirá que la información económica que se extraiga se pueda cruzar con los datos de entradas y salidas de materiales y energía, lo que permitirá profundizar en el estudio del intercambio de flujos entre el agrosistema, el sistema socioeconómico y el ecosistema general. Por las razones expuestas, el método de contabilidad de costes que se empleará será el método de costes basado en actividades. En el siguiente epígrafe se describe el modo en que se valorarán y se agregarán los costes.

3.8.3.3. Modelo de asignación de costes para la explotación de olivar

La aplicación del método ABC requiere la descripción de las actividades a considerar. En este caso son los grupos de tareas que se han identificado previamente en el análisis del sistema de explotación que corresponden con el sistema de manejo del suelo; labores relacionadas con la fertilización; tratamiento de plagas y enfermedades; poda, desvareto y picado-triturado de los restos y su distribución por la superficie del olivar; recolección de la aceituna; y, por último, el sistema de riego para las explotaciones en régimen de regadío. Los tres primeros fueron reagrupados porque para su desarrollo se utilizaba maquinaria de forma conjunta en algunas operaciones (máquinas para el manejo del suelo, abonado y tratamientos aéreos), mientras que los otros grupos estudiaron por separado. Los conceptos de materiales y recursos energéticos que se contemplaron en cada actividad también fueron descritos anteriormente. De éstos solo se incluirán los que impliquen un flujo monetario de entrada o salida para el agricultor. Asimismo, también se incorporarán otras entradas económicas que no tienen equivalentes con las anteriores pero que son necesarias para el estudio de la viabilidad económica del olivar porque suponen un ingreso real para el productor. El criterio que se utilizará para la asignación del valor en el caso de los insumos será el precio que ha de pagar el titular de la explotación por la compra de los bienes y servicio, y, en relación a las salidas de materiales, al ingreso monetario que recibe por el intercambio del flujo físico de producción de aceitunas con el sistema socioeconómico.

Las salidas monetarias para los grupos de actividades son los pagos que debe realizar el agricultor para la adquisición de los insumos materiales y energéticos, así como los gastos de la maquinaria y sistema de riego necesarios para realizar las operaciones agrícolas asociadas a cada una de las tareas descritas. Asimismo, dentro de este último concepto también se incluye el desembolso monetario para su funcionamiento que corresponde al coste de los combustibles, lubricantes, reparación, mantenimiento, reposición del activo (amortización) y la mano de obra directa o indirecta (contratada fija, temporal o a través de una empresa de servicios) que se requiere para su manejo. En la tabla 3.12 se expone la composición de las partidas de cada agrupación de actividades.

Por otra parte, la necesidad de poder realizar comparaciones entre los resultados que se obtengan en este trabajo de investigación con otras publicaciones en materia de costes del olivar, hace que sea necesario presentar un cuadro que permita realizar dichas comparaciones. En este sentido, se va a seguir los principios de asignación contable de García-Brenes (2004), por el cual establece un modelo de estructura de costes basado de actividades (que este autor lo denomina *costes por tareas*) con la incorporación de una partida específica para valorar las amortizaciones. El esquema contable que permite realizar esta comparación se muestra en la tabla 3.13 en la que se exponen la composición de las rúbricas en la que las amortizaciones aparecen de un modo diferenciado. De esta forma, se pueden relacionar los datos económicos obtenidos con el modelo tradicional de costes variables y otros sistemas de representación contable cuyo centro de atención son los activos fijos de la empresa.

Tabla 3.12. Costes monetarios basados en actividades

Grupos de actividades	Costes
Sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos	<p>Gastos de fertilizantes, insecticidas, fungicidas, herbicidas.</p> <p>Gastos directos (combustibles, lubricantes y alquileres) e indirectos de maquinaria (reparaciones, mantenimiento y reposición del activo). Las máquinas consideradas son el cultivador, desbrozadora, atomizador, abonadora, rulo compactador, rastra, pulverizador y sembradora.</p> <p>Mano de obra directa o indirecta necesaria para desarrollar las actividades. Se incluye, por tanto, los contratos fijos y temporales, así como los servicios de empresas suministradoras de mano de obra temporal. Este concepto se imputará a la maquinaria.</p>
Poda, desvareto, picado-triturado e hilerado de los restos	<p>Gastos directos e indirectos de mano de obra y maquinaria para realizar las actividades.</p> <p>Los costes directos de la maquinaria incluyen a las partidas de combustibles, lubricantes y alquileres, y los indirectos a las reparaciones, mantenimiento y reposición del activo. Las máquinas consideradas son la motosierra de poda, motosierra de desvareto, picadora-trituradora e hileradora.</p> <p>La mano de obra abarca al personal fijo y temporal contratado directa o indirectamente a través de una empresa de servicios para el desarrollo de las actividades.</p>
Recolección de la aceituna	<p>Gastos directos e indirectos de mano de obra y maquinaria para realizar las actividades de recogida y transporte en el interior de la explotación.</p> <p>Los costes directos de la maquinaria incluyen a las partidas de combustibles, lubricantes y alquileres, y los indirectos a las reparaciones, mantenimiento y reposición del activo. Las máquinas consideradas son el vibrador de tronco, el vibrador manual y los remolques utilizados para el acopio y transporte de la aceituna en el interior de la explotación.</p> <p>La mano de obra abarca al personal fijo y temporal contratado directa o indirectamente a través de una empresa de servicios para el desarrollo de las actividades.</p>
Sistema de riego (sólo para las explotaciones en regadío)	<p>Gastos directos referidos al consumo de electricidad e indirectos relacionados con el mantenimiento, reparaciones, reposición del activo, pago de cánones por el uso del agua, así como la mano de obra necesaria para realizar estas operaciones.</p>

Fuente: elaboración propia.

Capítulo 3. Objetivos, hipótesis y metodología

Tabla 3.13. Costes monetarios basados en actividades con la distinción de la amortización del activo fijo

Grupos de actividades	Costes
Sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos	<p>Gastos de fertilizantes, insecticidas, fungicidas, herbicidas. Gastos directos (combustibles, lubricantes y alquileres) e indirectos de maquinaria (reparaciones, mantenimiento). Las máquinas consideradas son el cultivador, desbrozadora, atomizador, abonadora, rulo compactador, rastra, pulverizador y sembradora. Mano de obra directa o indirecta necesaria para desarrollar las actividades. Se incluye, por tanto, los contratos fijos y temporales, así como los servicios de empresas suministradoras de mano de obra temporal.</p> <p>Amortización técnica de la maquinaria y otros activos fijos</p>
Poda, desvareto, picado-triturado e hilerado de los restos	<p>Gastos directos e indirectos de mano de obra y maquinaria para realizar las actividades. Los costes directos de la maquinaria incluyen a las partidas de combustibles, lubricantes y alquileres, y los indirectos a las reparaciones y mantenimiento. Las máquinas consideradas son la motosierra de poda, motosierra de desvareto, picadora-trituradora e hileradora. La mano de obra abarca al personal fijo y temporal contratado directa o indirectamente a través de una empresa de servicios para el desarrollo de las actividades.</p> <p>Amortización técnica de la maquinaria y otros activos fijos</p>
Recolección de la aceituna	<p>Gastos directos e indirectos de mano de obra y maquinaria para realizar las actividades de recogida y transporte en el interior de la explotación. Los costes directos de la maquinaria incluyen a las partidas de combustibles, lubricantes y alquileres, y los indirectos a las reparaciones y mantenimiento. Las máquinas consideradas son el vibrador de tronco, el vibrador manual y los remolques utilizados para el acopio y transporte de la aceituna en el interior de la explotación. La mano de obra abarca al personal fijo y temporal contratado directa o indirectamente a través de una empresa de servicios para el desarrollo de las actividades.</p> <p>Amortización técnica de la maquinaria y otros activos fijos</p>
Sistema de riego (sólo para las explotaciones en regadío)	<p>Gastos directos referidos al consumo de electricidad e indirectos relacionados con el mantenimiento, reparaciones, pago de cánones por el uso del agua, así como la mano de obra necesaria para realizar estas operaciones.</p> <p>Amortización técnica del sistema de riego</p>

Fuente: elaboración propia.

Las entradas económicas son los ingresos monetarios que recibe el agricultor por el intercambio del flujo físico de la producción de aceitunas en el sistema socioeconómico. En general, las recibe por dos conceptos, uno vinculado a la producción de aceitunas y otro al mantenimiento de su actividad productiva en el agrosistema. Las primeras consisten en la remuneración que obtiene por vender la cosecha y las segundas son las subvenciones a la explotación que recibe de la PAC por el mantenimiento de la actividad productiva de acuerdo con una normativa específica y de forma independiente a la producción (desacoplamiento de ayudas). En la tabla 3.14 se detallan estos conceptos.

Tabla 3.14. Ingresos monetarios

Conceptos	Composición
Venta de la producción	Ingresos obtenidos por la venta de la producción de aceitunas.
Subvenciones a la explotación	Corresponden con el cobro de las ayudas de la PAC por el mantenimiento de la actividad productiva en el agrosistema (pago único).

Fuente: elaboración propia.

El principal mecanismo para la valoración monetaria de la venta de la producción y compra de los bienes y servicios que se requieren para el funcionamiento del agrosistema es el mercado. Este se considera como el subsistema creado por el sistema socioeconómico para la formación de precios cuyo valor final dependerá del poder de negociación de los componentes que integran el entramado institucional, fundamentalmente, organizaciones y agentes individuales. Por otra parte, el subsidio que recibe el agricultor de la PAC por el desempeño de su actividad depende de la cantidad que acuerden las instituciones responsables de la gestión de la política agrícola. Todos estos aspectos serán abordados más adelante en el análisis de estos conceptos.

Finalmente, la diferencia entre la suma de los valores monetarios del flujo de entrada y salida es el margen operativo o beneficio neto que marcará el umbral a partir del que la explotación será viable a no. Por último, hay que matizar que también existen otros factores que intervienen en la viabilidad y que no han sido considerados, como son las cantidades económicas obtenidas por el agricultor por el desempeño de otra actividad complementaria o principal, los flujos financieros para la adquisición de activos, así como los mecanismos de financiación del circulante (por ejemplo para la compra de insumos materiales). Por estos motivos, hay que considerar los datos obtenidos solo como una aproximación a la realidad que estará influida por otros componentes socioeconómicos.

3.9. Fuentes de información

En los tres apartados siguientes se muestran respectivamente las fuentes secundarias utilizadas en este trabajo para alcanzar cada uno de los tres objetivos específicos de esta investigación. Las fuentes primarias no se detallan debido a que ya fueron relacionadas anteriormente en el

apartado sobre *Delimitación de los sistemas objeto de estudio y visión general del esquema de la investigación en relación con los objetivos específicos.*

3.9.1. Fuentes de información utilizadas en relación al objetivo específico 1

- Información para la descripción general de geografía humana, antropológica, historiográfica y socioeconómica (capítulo 4):
 - Superficie y distribución de usos del suelo: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. Datos referidos a 2007.
 - Datos de población: Censo de 2011.
 - Información estadística sobre superficie y características del olivar: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) del Instituto de Cartografía de Andalucía. Datos procedentes de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía, 2014
 - Información cartográfica procedente de los datos espaciales del Mapa de Usos y Coberturas de Andalucía 1:25.000, de 2007, elaborado mediante fotointerpretación y análisis de fuentes de información de referencia por la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía (Compendio de Cartografía y Estadísticas Ambientales de Andalucía, 2008).
 - Imagen cartográfica procedente de Bing Maps, 2014.
 - Datos sobre variedades autóctonas del cultivo a partir de Barranco (2008).
 - Base de Datos del Patrimonio Inmueble de Andalucía del Andalus del Patrimonio Histórico. Contiene registros de arqueología y se ha accedido a través de la URL: <http://www.iaph.es/patrimonio-inmueble-andalucia/frmSimple.do>. En el caso la comarca de Estepa, la consulta sobre yacimientos registrados en el periodo romano está actualizada hasta abril de 2013.
 - Datos historiográficos de la comarca de Estepa a partir de Caballero (2004).
- Información para la descripción bioclimática y geomorfológica (capítulo 4):
 - Clasificación climáticas de Köppen-Geiger
 - Clasificación de los pisos bioclimáticos de la Península Ibérica de Rivas-Martínez (1983, 1987).
 - REDIAM (Junta de Andalucía). Servicio WMS correspondiente al mapa hidroclimático elaborado a partir del Atlas de Andalucía (tomo II) de la Consejería

de Obras Públicas y Transportes y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Desarrollado a escala 1:400.000.

- Información cartográfica del Servicio WMS de REDIAM (Junta de Andalucía) correspondiente al modelo de distribución de los pisos bioclimáticos de Andalucía. Se basa en la clasificación realizada por Rivas-Martínez (1987) a partir de la espacialización de la serie de datos climáticos de 1960-1990.
- Datos geomorfológicos del Atlas de Andalucía (Junta de Andalucía 2005), en el que se identifica el territorio sobre la base de la clasificación realizada a partir de los trabajos de De la Rosa y Moreira (1987).
- Información cartográfica del Servicio WMS de REDIAM (Junta de Andalucía) correspondiente al mapa geomorfológico elaborado a partir del Atlas de Andalucía (tomo II) por la Consejería de Obras Públicas y Transportes y la Consejería de Medio Ambiente a escala 1:400.000. Desarrollado en base al Mapa Geológico de la serie Magna 1:50.000, ajustado con imágenes de satélite Landsat (2013).
- Información sobre marginalidad y factores limitantes del olivar en Andalucía las investigaciones de Guzmán Álvarez (2004a).
- Información relativa a las clasificaciones genéricas del olivar y las características biofísicas estructurales de las explotaciones de olivar en Estepa (capítulo 5):
 - Guzmán Álvarez (1999), de Graaff y Eppink (1999), CAP (2003), Vera et al. (2006), Pérez Serrano (2011), Cubero y Penco (2012).
 - Información cartográfica procedente de la Unidad SIG del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas referida a pendientes, régimen de cultivo y densidad del olivar, 2012.

3.9.2. Fuentes de información utilizadas en relación al objetivo específico 2

- Información para el análisis de los sistema de explotación del olivar (capítulo 6):
 - La información sobre las prácticas del sistema de manejo, poda, fertilización, riego, tratamientos de plagas y enfermedades y recolección se ha realizado a partir de fuentes secundarias de carácter bibliográfico.
- Información para la estimación de la erosión en el olivar de Estepa (capítulo 7):
 - Información cartográfica procedente de la Unidad SIG del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas referida a pendientes, régimen de cultivo y densidad del olivar, 2012.

Capítulo 3. Objetivos, hipótesis y metodología

- Servicio de Conservación de los Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos: Datos sobre niveles de erosión recomendados en función del tipo de suelo. Accesible en URL: <http://soils.usda.gov/technical/handbook/>.
- Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente: Estadísticas asociadas al Informe de Medio Ambiente sobre estimación de Pérdida de Suelo en Andalucía, 2012.
- Información para el análisis de los flujos de materiales, energía y económicos en el olivar de Estepa (capítulo 8, 9, 10, 11):
 - Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: Datos sobre previsión de costes de utilización de la maquinaria agrícola referidos a 2008 obtenidos en la Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero.
 - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE) del MAGRAMA, 2013.
 - Datos sobre Producción Integrada de Olivar procedentes de la Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2011.
 - Datos sobre recomendaciones de riego para olivar para el año 2012 procedentes del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (Producción Agraria), Consejería de Agricultura y Pesca.
 - Base de datos del Modelo de Información sobre las Explotaciones olivareras Andaluzas elaborado a partir de 299.909 declaraciones de olivareros para la percepción de ayudas de la PAC por la Consejería de Agricultura, 2003. Se ha utilizado información relativa a las características biofísicas estructurales del olivar andaluz.
 - Red Eléctrica Española: datos de producción eléctrica referidos al año 2012 (mix de producción de energías primaria y demanda final bruta y neta por tipo de fuente). URL de acceso: <http://www.ree.es/es/>.
 - Agencia Andaluza de la Energía, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía. Datos sobre radiación directa media en la estación meteorológica más cercana (Sierra de las Yegüas). Fueron consultados en el mes de abril de 2014.
 - Agencia Internacional para la Energía Atómica: Información sobre producción y demanda de mineral de uranio, datos de 2012. URL de acceso: <https://www.iaea.org/front>.

- Datos sobre características de los modelos de motosierras de la casa comercial STIHL. Información consultada en abril de 2014 en URL: <http://www.stihl.es/productos-stihl.aspx>.
- Datos sobre características de los modelos de motosierras de la casa comercial PELLENC. Información consultada en abril de 2014 en URL: <http://www.pellenc.com/gct/es/>.

3.9.3. Fuentes de información utilizadas en relación al objetivo específico 3

- Información para el análisis del sistema socioeconómico en relación al SIAL de Estepa (capítulo 12):
 - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA): datos de las Denominaciones de Origen Protegidas (D.O.P.) e Indicaciones Geográficas Protegidas (I.G.P.) de Productos Agroalimentarios (informes de los años 2005 a 2013).
 - Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Estepa Aceite de Oliva Virgen Extra. Datos referidos a la historia de la denominación, producción, socios y otras características generales. URL de acceso: <http://www.doestepa.es/do-estepa/consejo-regulador.html>.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

4.1. Introducción

En este capítulo se profundiza en el análisis del sistema agrario de Estepa desde una escala referenciada a los procesos y tendencias, tanto naturales como antrópicos, que condicionan el territorio. En este sentido, en un primer epígrafe se abordará, por una parte, los aspectos que sirven para identificar los rasgos esenciales de la comarca, y que aluden a la localización geográfica y sus características generales, y, por otra, se procederá a examinar los factores naturales que han condicionado la constitución y evolución del sistema agrario desde el punto de vista de la historia natural, en particular, su relación con los procesos bioclimáticos y geomorfológicos que se manifiestan en el territorio.

Posteriormente, en un segundo epígrafe, se realizará una aproximación a los procesos antrópicos que han modelado el ecosistema natural para dar lugar, a lo largo de la historia de los pobladores del territorio, al aprovechamiento del cultivo del olivar. Esto se abordará desde la perspectiva de los sistemas socioecológicos y, por tanto, a una escala adaptada a los ciclos históricos que se han manifestado en el territorio y que han correspondido con diferentes patrones de consumo energético y de relaciones naturaleza-sociedad. Para ello se presenta un primer punto sobre la influencia humana en el olivo y sus variedades como forma de aprovechamiento que servirá para introducir el punto de partida de los procesos antrópicos en la dinámica de coevolución del sistema agrario.

A continuación se analizan las características de los tres sistemas socioecológicos que han establecido el marco de interacción entre las variables ecológicas, económicas y sociales en Estepa y que serán desarrollados respectivamente en tres apartados: en primer lugar el régimen socioecológico agrario, cuyos efectos duraron desde la domesticación por los primeros pobladores hasta la primera mitad del siglo XX; en segundo lugar, la transición del sistema agrario hacia el régimen socioecológico industrial, que se manifiesta principalmente desde mediados del siglo XX hasta los años ochenta; por último, en tercer lugar, se va a abordar una incipiente transición a otro modelo de socioecológico que, aunque minoritaria, comienza a identificarse a finales de los noventa y se diferencia del anterior por la aparición de cambios en los patrones de consumo energético.

El análisis de la agricultura en el contexto de cada sistema socioecológico se efectúa relacionando las interacciones ecológicas, económicas y sociales contextualizadas históricamente y el papel que las instituciones y políticas públicas han desempeñado, en particular, en los procesos de transformación agraria. De esta forma, se ofrece una visión holista de los elementos que han condicionado a las características de los sistemas de explotación del olivar en la comarca de Estepa.

4.2. Características territoriales generales de la comarca de Estepa

4.2.1. Localización geográfica y características de la población

Antes de abordar la aproximación agroecológica al agrosistemas del olivar, se procederá a realizar una breve introducción a las características básicas de la comarca de Estepa que consistirá en la descripción de su localización geográfica, datos de población e importancia del agrosistema del olivar. En particular, el territorio objeto de estudio se localiza en la zona central de Andalucía, en el sureste de la provincia de Sevilla. Ocupa una extensión de 61.180 hectáreas repartidas entre once municipios: Aguadulce, Badolatosa, Casariche, Estepa, Gilena, Herrera, Lora de Estepa, Marinaleda, Pedrera, La Roda de Andalucía y El Rubio (mapa 1). En la siguiente tabla se muestran los datos de población y distribución de la superficie de las divisiones administrativas. Según los datos del Censo, en 2011 residían 51.029 personas en el territorio, de las que aproximadamente un cuarto vivían en el la localidad principal que da nombre a la comarca, Estepa. Respecto a la distribución de la superficie, la mayor parte está intervenida por el hombre para el desarrollo de actividades agrícolas, concretamente el 86,5%. El resto se reparte entre ecosistemas naturales y forestales, con el 8,3%, y zonas construidas y alteradas, con el 4,5%. El municipio que contiene mayor proporción de su superficie dedicada a la agricultura es Marinaleda, con el 94,7%, y el que menos porcentaje destina a esta actividad es Lora de Estepa, que desciende hasta el 67,5%. En todo caso, puede observarse una fuerte antropización del territorio sobre la base de actividades agrarias.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Tabla 4.1. Población y distribución de la superficie de la comarca de Estepa

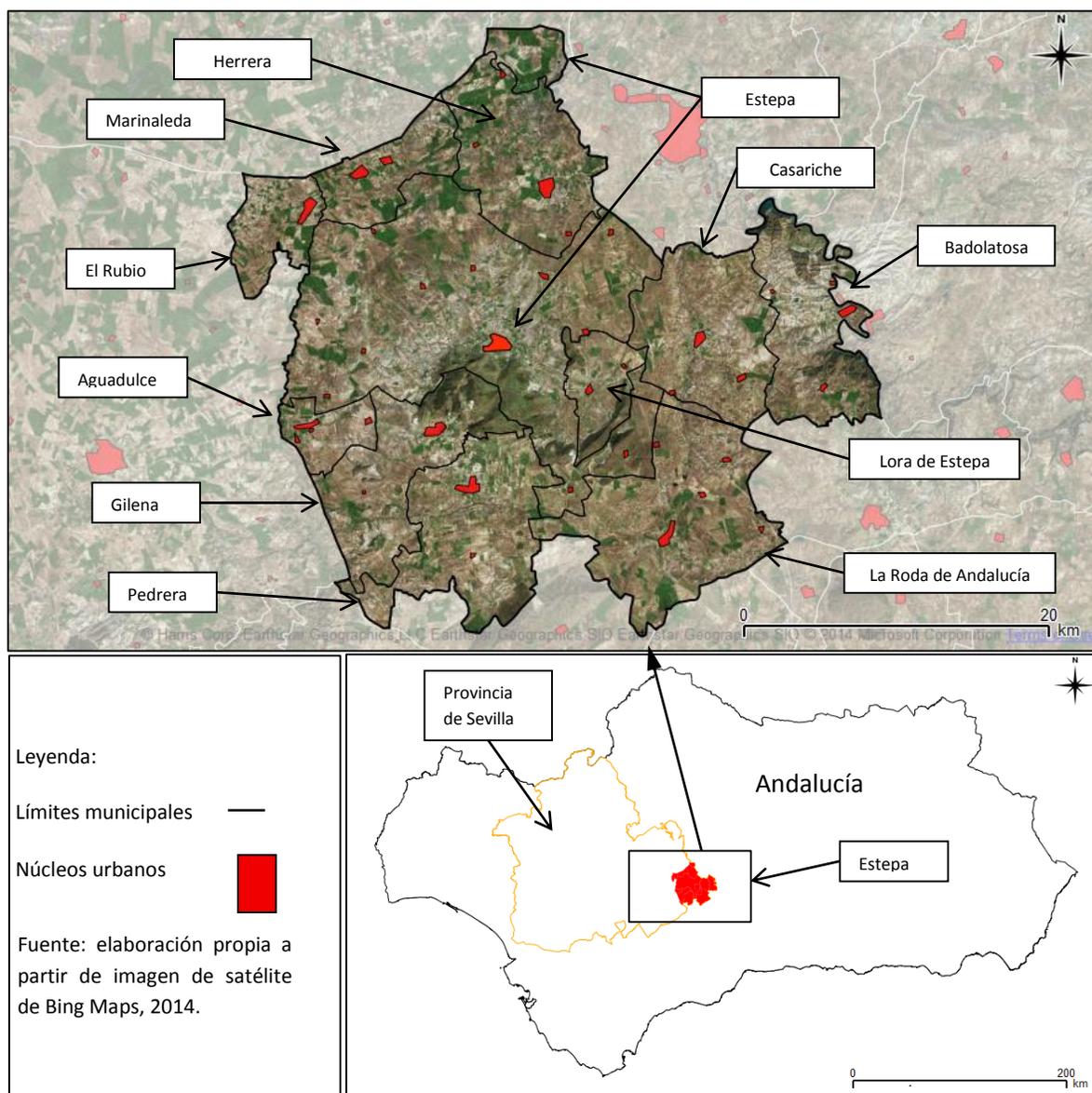
Municipio	Población (hab.)	Superficie (ha)	Porcentaje del municipio sobre la comarca	Distribución de la superficie				Total
				Construida y alterada	Agrícola	Forestal y natural	Zonas húmedas y superficie de agua	
Aguadulce	2.141	1.372,94	2,24%	13,26%	85,19%	0,38%	1,17%	100%
Badolatosa	3.204	4.765,48	7,79%	2,08%	75,91%	18,93%	3,08%	100%
Casariche	5.627	5.293,68	8,65%	5,01%	92,59%	1,62%	0,79%	100%
Estepa	12.685	19.085,19	31,20%	3,14%	86,92%	9,40%	0,54%	100%
Gilena	3.918	5.221,68	8,53%	4,05%	71,89%	23,33%	0,74%	100%
Herrera	6.488	5.338,34	8,73%	6,45%	91,28%	0,67%	1,60%	100%
Lora de Estepa	872	1.833,22	3,00%	4,78%	67,53%	27,69%	-	100%
Marinaleda	2.783	2.525,84	4,13%	4,47%	94,68%	0,19%	0,66%	100%
Pedraera	5.378	6.005,76	9,82%	4,86%	87,66%	7,31%	0,17%	100%
La Roda de Andalucía	4.386	7.675,25	12,55%	5,62%	93,46%	0,67%	0,24%	100%
El Rubio	3.547	2.062,79	3,37%	5,55%	93,00%	0,86%	0,60%	100%
Total	51.029	61.180,17	100,00%	4,48%	86,45%	8,27%	0,80%	100%

Fuentes:

- Superficie y distribución: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. Datos referidos a 2007.
- Población: Censo de 2011.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Mapa 1. Localización y división administrativa de la comarca de Estepa



Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

La información extraída del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía muestra que el cultivo del olivo es la principal actividad agraria en el territorio. En el año 2012 ocupaba 39.712 hectáreas en los municipios de la zona, lo que representaba el 77,9% de la superficie agrícola (tabla 4.2). Su presencia se manifestaba además, en mayor o menor grado, en todos los municipios. En el caso de El Rubio, Lora de Estepa, Gilena o Casariche, su extensión representa alrededor del 90% de la superficie agrícola, por lo que se convierte en un monocultivo. Por otra parte, también es significativa la proporción del cultivo del olivar destinado a la elaboración de aceite, con una media de 76,2% de la superficie olivarera, en relación a la aceituna de mesa, que representa el 23,8% de las hectáreas restantes. Los municipios donde este porcentaje es más elevado corresponden con Marinaleda, Casariche, la Roda de Andalucía y Estepa, todos ellos con un ratio superior al 80%. Asimismo, la importancia del aceite de oliva en la construcción del agrosistema se refleja en el proceso histórico que ha dado lugar a que en la actualidad uno de los principales elementos identitarios de la comarca sea el aceite, en torno al cual ha emergido un entramado institucional que será estudiado en el capítulo 12. Los datos expuestos sobre vocación aceitera junto con su protagonismo en los procesos socioeconómicos justifica que el análisis del sistema agrario de Estepa se centre en estudio del olivar en su relación con el sector de aceite excluyendo, de este modo, la actividad de aceituna de mesa, que, por sus características, especificidades y complejidad implicaría desarrollar una investigación diferente a la que concierne al aceite de oliva. De esta forma, el presente trabajo se centrará en la relaciones entre el sistema ecológico, agrario y socioeconómico que han dado lugar a la actividad agraria de olivar de molino.

La importancia del olivar en el territorio queda reflejada en el mapa 2, donde se puede apreciar la magnitud de la superficie que ocupa en la comarca¹⁵⁵. Su desarrollo y extensión es el resultado del largo proceso de coevolución entre la naturaleza y el ser humano. Por tanto, en este proceso han intervenido una serie de condicionantes naturales que tienen que ver con las características físicas del territorio y factores antrópicos. Estos temas serán abordados en el epígrafe siguiente, aunque antes de proceder a su desarrollo, hay que indicar que la comarca también existen otras actividades productivas no relacionadas con el sistema agrario, pero que tienen importancia en su sistema socioeconómico, aspecto que se comenta en los siguientes párrafos en relación al empleo y las actividades empresariales.

¹⁵⁵ Datos referidos a 2007.

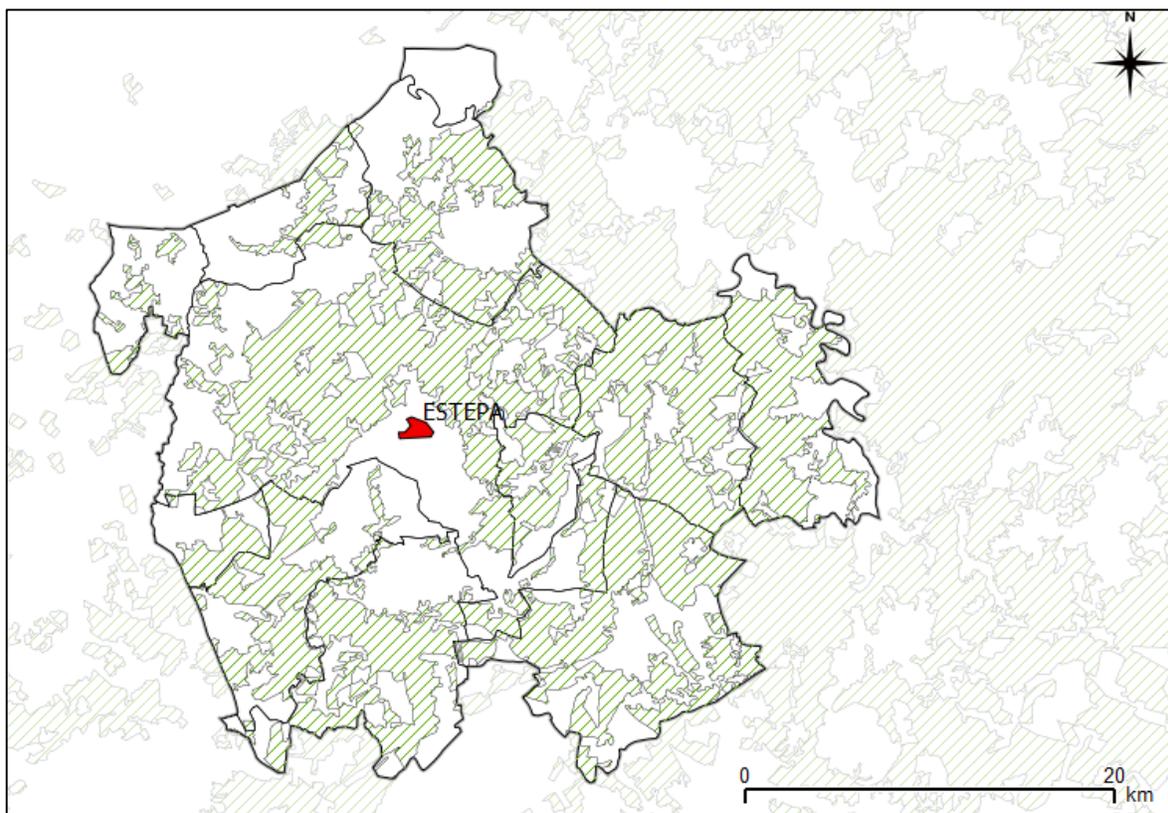
Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Tabla 4.2. Distribución del cultivo del olivar en la comarca de Estepa, 2012.

Municipios	Superficie olivar de mesa (ha)	Superficie olivar de molino (ha)	Superficie total olivar (ha)	Porcentaje molino/mesa	Superficie agrícola total (ha)	Proporción cultivo olivar/resto cultivos
Aguadulce	524	431	955	45,1%	1.100	87,6%
Badolatosa	707	2.440	3.147	77,5%	3.577	86,9%
Casariche	648	3.626	4.274	84,8%	4.729	89,0%
Estepa	2.440	9.740	12.180	80,0%	16.003	74,7%
Gilena	1.455	1.683	3.138	53,6%	3.490	88,5%
Herrera	971	1.893	2.864	66,1%	4.654	59,2%
Lora de Estepa	330	758	1.088	69,7%	1.215	89,6%
Marinaleda	-	1.239	1.239	100,0%	2.288	52,7%
Pedrera	954	3.218	4.172	77,1%	5.136	80,7%
Roda de Andalucía (La)	1.037	4.670	5.707	81,8%	6.979	80,5%
Rubio (El)	380	568	948	59,9%	1.851	91,5%
Total	9.446	30.266	39.712	76,2%	51.022	77,9%

Fuente: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) del Instituto de Cartografía de Andalucía. Datos procedentes de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía, 2014.

Mapa 2. Extensión del olivar en la comarca de Estepa



Leyenda:

Contorno de la comarca	—
Límites municipales	—
Núcleo urbano principal	■
Olivar	▨

Fuente: REDIAM (Junta de Andalucía). El conjunto de datos espaciales se ha obtenido del Mapa de Usos y Coberturas de Andalucía 1:25.000, de 2007, elaborado mediante fotointerpretación y análisis de fuentes de información de referencia por la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía (Compendio de Cartografía y Estadísticas Ambientales de Andalucía, 2008).

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Según el censo de 2011 la población ocupada en la comarca alcanzaba era de 16.448 personas, cifra un 6,34% inferior a los datos del censo de 2001, que arrojaba un total de 17.562 ocupados. Esta evolución hay que enmarcarla en una tendencia de crisis generalizada de la economía española a partir de año 2008 cuyos efectos han sido mayores en la actividad de la construcción. Este sector representaba en el año 2001 solo el 11,20% de los ocupados, mientras que los sectores que más empleo generaban eran la agricultura, con el 32,99%, y servicios, con el 32,85%, seguido del industrial, que llegaba al 22,6% de los empleos¹⁵⁶. Estos datos no pueden ser contrastados con las estadísticas del censo de 2011 ni con los datos de afiliación a la Seguridad Social debido a que en la actualidad no suministran la información al detalle de municipio, si bien cabe pensar que la actividad constructora haya disminuido de forma sustancial en 2012, en el contexto de la crisis en España al mismo tiempo que los demás hayan adquirido peso en la comarca.

Otra forma de estudiar la actividad económica es a través los datos del Directorio de Empresas y Establecimientos con Actividad Económica en Andalucía del Instituto de Estadísticas y Cartografía de Andalucía, aunque presenta el inconveniente que las empresas agrarias están excluidas. En la tabla 4.3 se muestra el número y porcentaje de empresas y establecimientos¹⁵⁷ con actividad en la comarca de Estepa. En este sentido, la actividad comercial representa un mayor porcentaje de empresas de comercio (34,10%) y establecimientos (34,00%), seguido de los servicios sanitarios y educativos, con el 19,94% y 21,38% respectivamente, y el sector industrial (que también abarca, según la metodología a los sectores de energía, agua y residuos), que supone el 16,62% de empresas y el 16,13% de establecimientos. En este sentido, hay que señalar que en este sector, y más concretamente en el de transformación agroalimentaria, se enmarcan dos de las principales actividades de la comarca, en concreto la producción de aceite de oliva y la industria del mantecado. Ambos aprovechamientos productivos son elementos identitarios del territorio que reflejan un vínculo histórico específico en cada caso, así como una red de instituciones y agentes con características independientes (Caldentey y Gómez 1996; Álvarez y Caballero 2010).

¹⁵⁶ Datos del Censo de Población de 2001.

¹⁵⁷ Según la metodología del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, un establecimiento es una unidad productora de bienes o servicios que desarrolla una o más actividades de carácter económico o social, bajo la responsabilidad de un titular o empresa en un local situado en un emplazamiento fijo y permanente.

Tabla 4.3. Empresas y establecimientos con actividad económica en la comarca de Estepa, 2012

Actividades	Empresas		Establecimientos	
	número	porcentaje	número	porcentaje
Industria, energía, agua y gestión de residuos	446	16,62%	495	16,13%
Construcción	317	11,82%	304	9,91%
Comercio	915	34,10%	1.043	34,00%
Transporte y almacenamiento	171	6,37%	178	5,80%
Hostelería	239	8,91%	282	9,19%
Información y comunicaciones	13	0,48%	19	0,62%
Banca y seguros	47	1,75%	91	2,97%
Servicios sanitarios, educativos y resto de servicios	535	19,94%	656	21,38%
Total	2.683	100%	3.068	100%

Fuente: Directorio de Empresas y Establecimientos con Actividad Económica en Andalucía, Instituto de Estadísticas y Cartografía de Andalucía, 2012.

4.2.2. Condicionantes naturales del sistema agrario de Estepa

La zona de desarrollo natural del olivo corresponde con la de su ancestro, el acebuche. La adaptación y expansión de la especie por el territorio está determinada, desde el punto de vista del medio natural, por un conjunto de factores abióticos que incluye principalmente dos tipos de elementos. Por una parte, están los relacionados con los aspectos bioclimáticos y, por otro, con los atributos físicos y químicos del suelo. Los primeros se refieren fundamentalmente a la temperatura y humedad, variables que, a la vez, están influenciadas por otros elementos como la altitud, latitud y las características del relieve. Los segundos se relacionan con los rasgos del suelo, que estarán definidos por las características geomorfológicas, geológicas y edafológicas del territorio donde se localiza la comarca de Estepa.

4.2.2.1. Condicionantes bioclimáticos

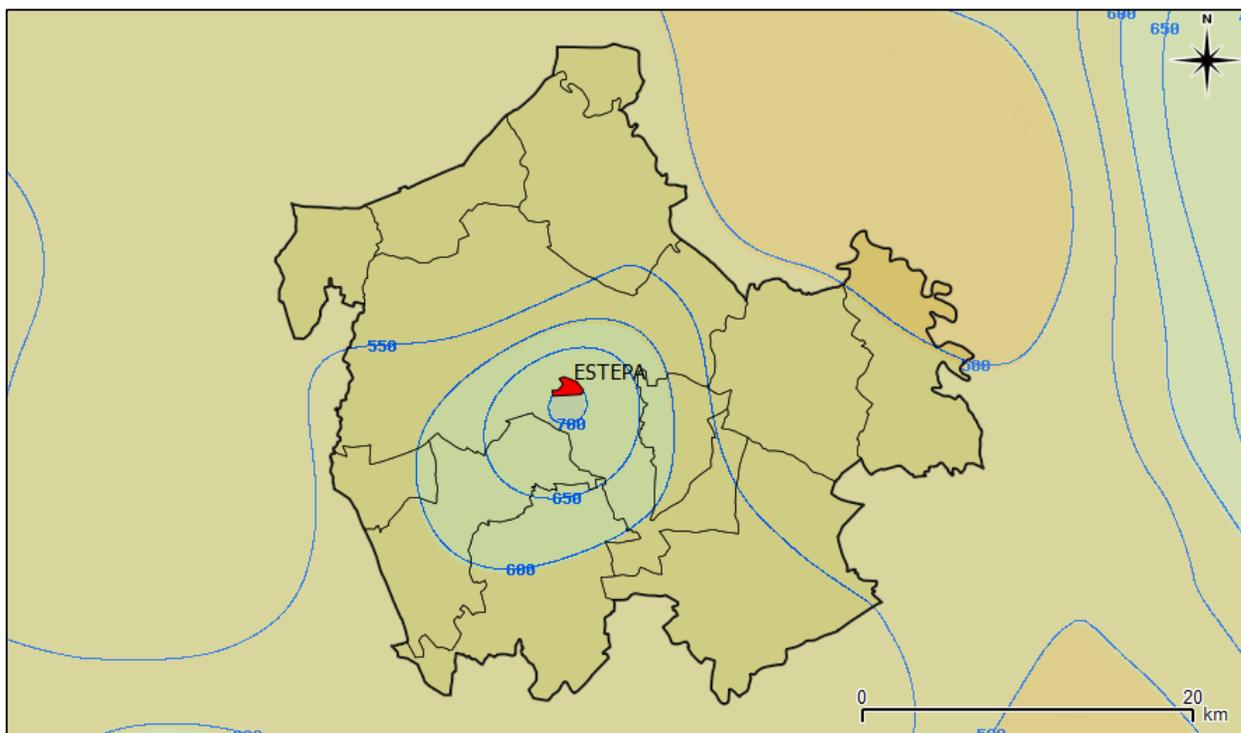
El primer condicionante para la expansión del olivar es el clima. Desde principios del siglo XX se han elaborado clasificaciones climáticas, como la de Köppen-Geiger en 1900 (Köppen y Geiger 1928, 1936), revisada y actualizada por Hantel (1989), Essenwanger (2001), Kottek et al. (2006) y Peel et al. (2007). El interés de esta clasificación es que se construye sobre la base de la identificación de indicadores vegetales que sirven para delimitar geográficamente el clima. Una de las especies utilizada en la clasificación es el olivo, que se asocia al clima mediterráneo que se caracteriza por presentar inviernos suaves y veranos cálidos y secos. Las lluvias se concentran en la primavera y el otoño, mientras que puede existir riesgo de heladas en invierno. De esta forma se describe, a grandes rasgos, el marco climatológico natural del olivo. A continuación se detallarán los márgenes de temperatura y humedad que posibilitan el desarrollo del hábitat natural del olivo.

En primer lugar, respecto a las temperaturas, el olivo es resistente en estado de reposo a condiciones climatológicas ligeramente inferiores a 0°C, si bien valores comprendidos entre 0 y -5°C pueden originar pequeñas heridas a brotes y ramas jóvenes (Navarro y Parra 2008). Asimismo, se considera que el olivo por debajo de los -12 °C no sobrevive, mientras que si se desciende a temperaturas inferiores a -7 °C se producen daños que disminuyen su productividad (Pallioti y Bongio 1996). En el caso de la comarca de Estepa, las temperaturas medias mínimas registradas en invierno están comprendidas entre 4 y 6°C¹⁵⁸, por lo que se encuentra dentro de los márgenes de temperatura para el cultivo de esta especie.

El otro elemento, la humedad, se relaciona con el régimen pluviométrico. En este sentido, las precipitaciones han de ser superiores a 400 mm, considerándose suficiente hasta 600 mm y buenas hasta 1.000 mm (Tombesi y Tombesi 2007), aunque también se presentan casos de cultivo de olivar en zonas semidesérticas con una pluviosidad de alrededor de 200 mm (Navarro y Parra 2008). En el territorio objeto de estudio las precipitaciones medias anuales se encuentran entre 500 mm y 650 mm, como se observa en el mapa 3, lo que supone un régimen pluviométrico óptimo para el cultivo del olivar.

¹⁵⁸ Datos procedentes de la Red de Información Ambiental de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente) correspondientes a las medidas de temperaturas mínimas comprendidas entre 1970 y 2000. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>.

Mapa 3. Precipitaciones medias anuales en la comarca de Estepa



Leyenda:

Contorno de la comarca



Límites municipales



Núcleo urbano principal



Isoyetas



Precipitaciones medias anuales:

400-500 mm



500-600 mm



600-700 mm



700-800 mm



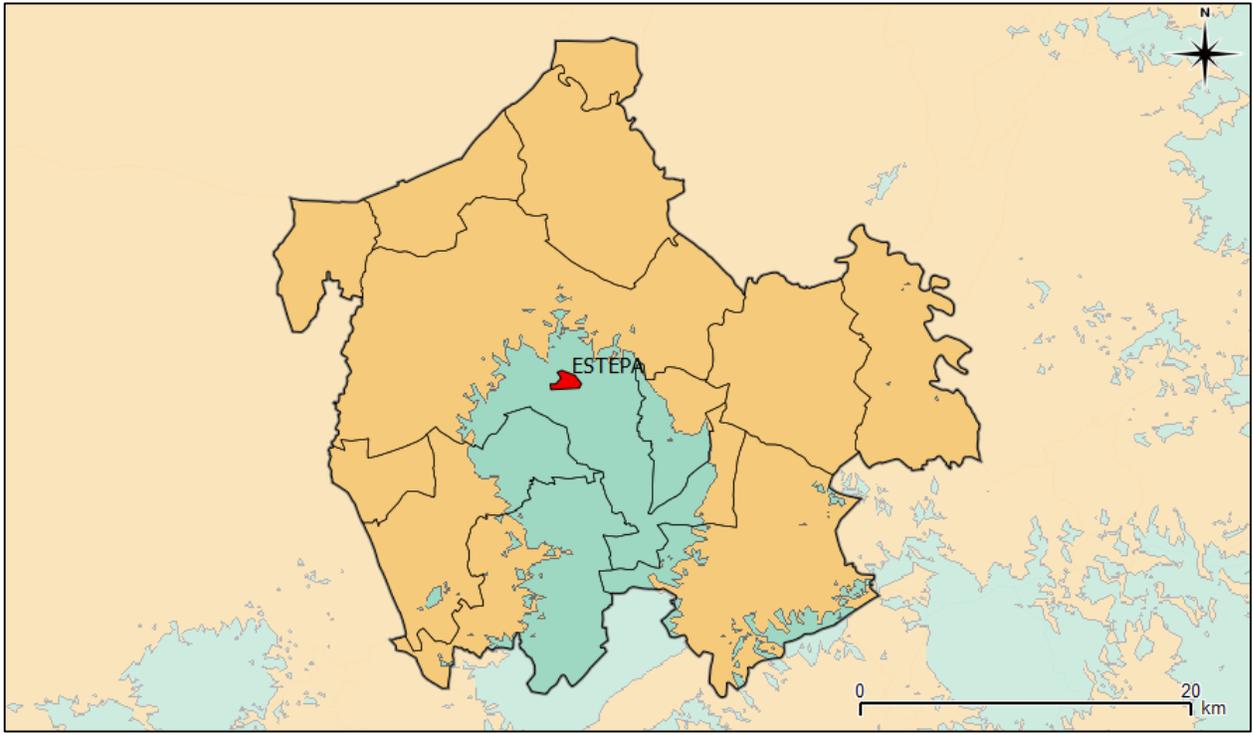
Fuente: REDIAM (Junta de Andalucía). Servicio WMS correspondiente al mapa hidroclimático elaborado a partir del Atlas de Andalucía (tomo II) de la Consejería de Obras Públicas y Transportes y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Desarrollado a escala 1:400.000. URL de acceso:

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_Hidroclimatico_Andalucia?

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Por otra parte, también es conveniente considerar la altitud como un factor que va a influir en el rango de temperatura del territorio y, por tanto en la delimitación de la zona geográfica para su expansión natural. Una sucesión altitudinal de espacios tendrá asociado un rango de temperaturas que variará en función de la cota de altura y posibilitará el desarrollo natural de un conjunto de determinadas comunidades vegetales. Estas zonas geográficas vienen definidas por la clasificación de los pisos bioclimáticos que, en el caso de la Península Ibérica, fue estudiada de forma exhaustiva por Rivas-Martínez (1983, 1987). A partir de esta clasificación, el territorio natural del cultivo del olivar corresponde con el piso termomediterráneo (por encima de los 200 m) y el mesomediterráneo inferior (200-500 m). Precisamente, estos son los pisos bioclimáticos que caracterizan a la comarca de Estepa, como se aprecia en el mapa 4, hecho que ha permitido la aparición del hábitat del olivo en condiciones naturales.

Mapa 4. Pisos bioclimáticos de Estepa



Leyenda:

Contorno de la comarca	—
Límites municipales	—
Núcleo urbano principal	■
Piso termomediterráneo	■
Piso mesomediterráneo inferior	■

Fuente: REDIAM (Junta de Andalucía). Servicio WMS correspondiente al modelo de distribución de los pisos bioclimáticos de Andalucía. Se basa en la clasificación realizada por Rivas-Martínez (1987) a partir de la espacialización de la serie de datos climáticos de 1960-1990. URL de acceso:

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_pisos_bioclimaticos_mod?

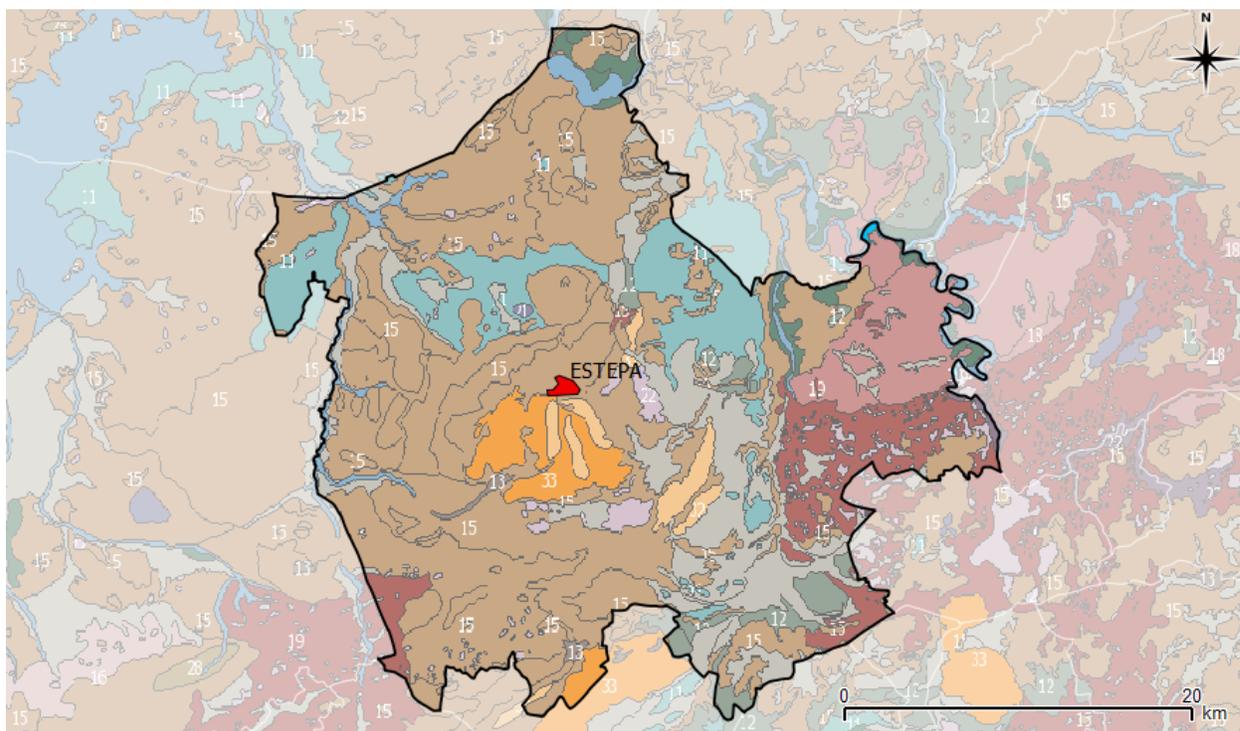
4.2.2.2. Condicionantes geomorfológicos

El olivo se caracteriza por adaptarse a una amplia variedad de paisajes, desde los valles de los ríos en llanuras aluviales, terrazas, cerros y campiñas hasta zonas serranas. Una de las formas de abordar las características del paisaje es a través de una perspectiva geomorfológica en la que se combina la evaluación edafológica con un análisis fisiográfico. La información sobre geomorfología disponible sobre la región ha sido elaborada para la edición del Atlas de Andalucía (Junta de Andalucía 2005), en el que se identifica el territorio sobre la base de la clasificación realizada a partir de los trabajos de De la Rosa y Moreira (1987). En esta tipología se contemplan 34 unidades fisiográficas dominantes definidas a partir sus características desde el punto de vista de su pendiente y de sus rasgos morfológicos visuales. Al mismo tiempo, estas unidades han sido agrupadas en 11 sistemas morfogenéticos repartidos entre los dominios continental y marino-continental, en función de los aspectos geomorfológicos relacionados con la génesis dominante en las unidades fisiográficas¹⁵⁹ (Moreira y Rodríguez 2001). La información sobre esta materia relativa a la comarca de Estepa se ha tratado con la herramienta SIG descrita en el apartado metodológico para la elaboración del mapa 5 en el que aprecian los principales rasgos geomorfológicos que determinan el paisaje del territorio objeto de estudio y que a continuación se describen.

A partir de la observación del mapa, se observa que los sistemas morfogenéticos presentes en Estepa son de dominio continental (Moreira y Rodríguez 2001). Predominan las formas denudativas, que son las que corresponden con aquellas zonas en las que no han actuado los movimientos orogénicos o bien lo han hecho sobre materiales poco compactos, dando lugar, en función de la pendiente, la morfología y la erosión, a cerros, colinas, lomas y llanuras. En concreto, aproximadamente más 60% del territorio corresponde con llanuras, lomas y colinas de reducida pendiente y con escasa influencia estructural, por lo que implicará que, en general, **no se manifiesten problemas graves de erosión en el agrosistema**. Estas son las formas dominantes que caracterizan el paisaje del olivar en la comarca que, a su vez, corresponden con la geomorfología de la campiña andaluza. No obstante, también aparece un porcentaje inferior al 20% de otras formas denudativas que corresponden a zonas más abruptas, principalmente cerros con pendientes medias del 30%, en la que también se presenta el cultivo del olivar, pero en menor grado. Esta morfología aparece, por una parte, en medios estables sometidos a fuertes procesos denudativos por el tipo de material presente (margas y margo-calizas), sin graves problemas de erosión por la baja erodabilidad de las rocas que lo componen; y, por otra, en medios inestables en zonas de materiales margo-yesíferos que, en este caso, sí que se ven afectados por procesos erosivos muy dinámicos.

¹⁵⁹ Los sistemas morfogenéticos que corresponden con el dominio marino-continental son el litoral, estuarino y eólico. Los que se agrupan bajo el dominio continental son el fluvial, lacustre, fluvio-gravitacional, denudativo, estructural-denudativo, glaciar-periglacial, kárstico-denudativo y volcánico-denudativo (Moreira y Rodríguez 2001).

Mapa 5. Rasgos geomorfológicos de la comarca de Estepa



Legenda:

Contorno de la comarca	—		
Núcleo urbano principal			
Formas fluvio coluviales:		Nº	Formas denudativas:
Vegas y llanuras de inundación		7	Colinas con escasa influencia estructural. Medios estables.
Terrazas		8	Cerros con fuerte influencia estructural. Medios estables
Formas asociadas a coluvión		9	Cerros con fuerte influencia estructural. Medios inestables
Formas lacustres:			Formas estructurales denudativas:
Zonas endorreicas y arreicas		10	Barrancos y cañones denudativos
Cuencas de relleno artificial		11	Relieves tabulares y mono y acinales
Formas gravitacionales denudativas:			Colinas y cerros estructurales
Glacis y formas asociadas		12	Formas kársticas:
Modelado de vertientes		13	Relieves estructurales en rocas carbonatadas
			Modelo kárstico superficial
			15
			18
			19
			20
			21
			22
			32
			33

Fuente: REDIAM (Junta de Andalucía). Servicio WMS correspondiente al mapa geomorfológico elaborado a partir del Atlas de Andalucía (tomo II) por la Consejería de Obras Públicas y Transportes y la Consejería de Medio Ambiente a escala 1:400.000. Desarrollado en base al Mapa Geológico de la serie Magna 1:50.000, ajustado con imágenes de satélite Landsat (2013). URL de acceso:

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_Geomorfologico_Andalucia?

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Otras áreas donde también hay cultivo del olivar son las llanuras asociadas, por un lado, a las formas lacustres originadas en antiguas depresiones interiores que dieron lugar a concentración de aguas, y, por otra, a las fluvio-coluviales, generadas por dinámicas de erosión-acumulación de la red hidrográfica que corresponden con vegas y llanuras de inundación, terrazas y otras formas asociadas a coluvión en las que predomina el terreno llano. Estas áreas representan una superficie inferior al 10%. Finalmente, el resto del territorio se distribuye entre zonas de predominancia gravito-denudativas, vinculadas a la acumulación de depósitos de gravedad en laderas, formas estructurales denudativas, asociadas a colinas, cerros y relieves tabulares donde los procesos erosivos son significativos, y, por último, el relieve kárstico, este último sometido también a un fuerte proceso de erosión externo sobre material calizo. En estos tres tipos de paisajes la presencia del olivar es mucho más reducida, especialmente en la zona kárstica que se localiza al sur del núcleo urbano de Estepa.

Los rasgos descritos anteriormente indican que en la comarca de Estepa se manifiestan, en general, las condiciones geomorfológicas para el cultivo del olivar. La escasa componente estructural del relieve, la extensión de formas denudativas como lomas y colinas, junto con llanuras y terrazas desarrolladas sobre arcillas, arenas, margas y otros materiales se traduce en la ausencia de factores que hayan obstaculizado la difusión del olivar. En esta línea, las investigaciones de Guzmán Álvarez (2004a) sobre marginalidad y factores limitantes del olivar en Andalucía indican que, en el caso de Estepa, no existen elementos que hayan dificultado o impedido su desarrollo. Además, estos mismos rasgos, a pesar de su heterogeneidad, hacen que no se presenten en el territorio las condiciones para la marginalidad del olivar (en pendiente con dificultades para la mecanización de las tareas agrícolas), de modo que el perfil predominante será el de campiña, lo que, a priori, redundará en mayores rendimientos en comparación con el olivar de montaña. Por otro lado, en relación a los elementos que pudieran reducir la viabilidad futura de este cultivo en la comarca, Guzmán Álvarez (2004a) cita tres aspectos que habrán de ser tenidos en cuenta. El primero se refiere a las limitaciones propias de la sequía estival de la zona con los posibles efectos de estrés hídrico; el segundo alude al riesgo de erosión en las áreas de ladera de mayor pendiente y, por último, el tercero, tiene que ver con el alto contenido en caliza activa de estos suelos, que puede originar insuficiencias en la absorción de ciertos nutrientes.

4.3. Coevolución socioecológica en la construcción de agrosistemas olivareros: generación de condicionantes antrópicos

4.3.1. Introducción

Una vez expuestos los condicionantes naturales en el punto anterior, se procederá en el siguiente epígrafe a detallar los elementos antrópicos que han influido en la difusión del olivar en la comarca. Esta descripción, como se apuntó al principio, se realizará desde un punto de vista agroecológico, por lo que los aspectos del medio natural descritos en el epígrafe anterior se pondrán en relación con los elementos socioeconómicos que van a intervenir en su expansión. Para ello se distinguirá entre los factores antrópicos que han influido en su origen y domesticación, por una parte, y los que han intervenido en su expansión histórica como aprovechamiento productivo tradicional hasta mediados del siglo XX, por otra. Estos temas serán desarrollados respectivamente en los dos puntos siguientes. Por otro lado, antes de empezar su examen, es conveniente remarcar que el objetivo de este epígrafe no es realizar una aproximación histórica exhaustiva, sino más bien identificar en grandes rasgos los principales componentes antrópicos que han intervenido en relación con el medio y el proceso histórico reciente, y que han determinado la difusión del olivar en el territorio como sistema tradicional de cultivo.

4.3.2. El origen del olivo y las variedades

El cultivo del olivo (*Olea europea L.*) es el resultado de la selección y domesticación del olivo silvestre o acebuche (*Olea europaea subsp. europaea var. Sylvestris*) por parte del ser humano desde épocas prehistóricas. Tradicionalmente, desde mediados del siglo XIX, ha habido un debate científico sobre el origen geográfico del olivo, que se consideraba que procedía de la zona oriental de la Cuenca del Mediterráneo (Creta y Anatolia) o el Creciente Fértil (Irán). Esto queda reflejado en los debates científicos recogidos en el boletín de actas de la Sociedad Botánica de Francia a mediados del siglo XIX (AA.VV. 1854) y posteriormente constatado por el botánico francés De Candolle (1882). Sin embargo, la aplicación de técnicas de investigación genética de finales del siglo pasado y principios del presente han permitido conocer que el proceso de domesticación fue multifocal en la cuenca del Mediterráneo combinado con una pre-domesticación de variedades locales (Besnard et al. 2001; Contento et al. 2002; Terral et al. 2004; Hannachi et al. 2010; Breton et al. 2009, 2012), lo que ha dado lugar a más de 2.000 variedades de olivos en el mundo a través de la selección y adaptación al entorno (Ganino et al. 2006). Por otra parte, los resultados de los estudios sobre biodiversidad del olivar han arrojado que las afinidades genéticas y morfológicas entre el acebuche y el olivo domesticado debilitan los sistemas de clasificación tradicional, de modo que, en la actualidad, sólo son contemplados como subespecies o variedades distintas y no como especies diferenciadas (Green 2002; Ganino et al. 2006; Zohary y Hopf 2012; Chiappetta y Muzzalupo 2012).

Las distintas variedades de olivar son el resultado del proceso de domesticación en el que han intervenido variables intrínsecas al entorno natural, como pueden ser las características de las

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

variedades genéticas preexistentes al proceso de domesticación, los aspectos climatológicos y los condicionantes del suelo. Pero también ha influido el comportamiento humano mediante la selección parte de determinadas plantas que se adecuaban a las necesidades de rendimiento de la población (por ejemplo, un mayor contenido carnoso en el fruto, un nivel más elevado de grasa o una mayor resistencia a las condiciones climatológicas). Por tanto, este proceso de selección genética, que a su vez forma parte del proceso de coevolución, fue realizado de forma consciente o intencional por el ser humano al mismo tiempo que se manifestaba un proceso inconsciente, no dirigido por las personas, en el cual el entorno natural ha desempeñado un papel fundamental (Heiser 1988; Zohary 2004; Zohary et al. 2012).

En el caso de España, el proceso de selección ha dado lugar a 262 variedades autóctonas cultivadas en la actualidad¹⁶⁰, de las que 156 tienen su origen en Andalucía. Las variedades se pueden clasificar en función de su extensión en *principales*, si presentan una elevada superficie y son dominantes en una determinada comarca; *secundarias*, si no llegan a dominar aunque constituyen plantaciones regulares; *difundidas*, cuando se trata de ejemplares aislados en varias comarca; y, por último, *locales*, en el caso de que haya un reducido número de olivos en una única comarca. De estas variedades 24 se consideran principales en España y 10 en Andalucía. Todas las variedades, incluso las principales, presentan una zona de concentración que va disminuyendo en las comarcas vecinas hasta que desaparece su influencia. Esta relativa homogeneidad genética se explica por los procedimientos de propagación vegetativa y la baja frecuencia y detección de mutaciones en el cultivo (Barranco 2008, pp. 66-68). En este sentido, el mapa de variedades de olivo dominantes en España elaborado por Barranco (2008, p. 69) muestra que la *variedad principal* en la zona que corresponde con la comarca objeto de estudio es la hojiblanca. Los resultados de la encuesta a agricultores confirman esto y permiten extraer que las *secundarias* son la manzanilla, lechín de Sevilla, picual y la arbequina¹⁶¹.

Finalmente, las causas que han dado lugar a la existencia de estas variedades y las características agroecológicas que determinan su explotación deben ser explicadas, de acuerdo con el enfoque adoptado en esta investigación, desde el contexto histórico en que se ubican los procesos de coevolución del sistema agrario (Kallis y Norgaard 2010; Worden 2010), que, al mismo tiempo, están condicionados por los patrones de consumo energético y las tendencias antrópicas asociada al marco del régimen del sistema socioecológico (Fischer-Kowalski y Haberl 2007; Fischer-Kowalski 2011) que se encuadra el aprovechamiento del olivar. Desde esta perspectiva, los rasgos del sistema de explotación del olivar son el resultado de un proceso histórico que se inicia con la introducción de los primeros cultivos en la Antigüedad y su expansión hasta buena parte del siglo

¹⁶⁰ La mayoría ya estaban descritas en el siglo XV (Barranco 2008).

¹⁶¹ Los datos relativos a su distribución por el territorio y características agroecológicas se exponen y se estudian en profundidad en el epígrafe 5.3 del capítulo 5, *Características agroecológicas estructurales del sistema agrario del olivar de Estepa*, lo que se justifica por la necesidad de ofrecer una visión conjunta de las interacciones entre los elementos y procesos biofísicos que caracterizan las explotaciones de olivar, mientras que las causas que dieron lugar a la actual composición de variedades se explicarán, en relación con el sistema socioecológico, en el apartado 4.3.4 sobre *La transición hacia el régimen socioecológico industrial: los procesos de transformación estructural de la historia reciente*.

XX, en el marco de un sistema socioecológico que ha seguido un patrón metabólico agrario, para posteriormente transformarse en otro modelo asociado a un sistema socioecológico con unas pautas de consumo industrial. En los dos epígrafes siguientes se aborda, por un lado, el proceso de introducción y expansión del olivo en relación al sistema socioecológico agrario y, por otro, en relación las dinámicas de modernización específicas del sistema socioecológico industrial.

4.3.3. El régimen socioecológico agrario: introducción y expansión en la comarca

4.3.3.1. La introducción del cultivo en la comarca

La aproximación al origen y domesticación del olivo se realizará, por una parte, a través de fuentes historiográficas y, por otra, a partir de los trabajos de investigación sobre restos de huesos de aceituna y madera de olivo en los yacimientos arqueológicos. En relación a lo primero, una forma de reconstruir las actividades humanas en el pasado es mediante el estudio de los escritos antiguos sobre la materia. En el caso del olivar, varios autores han estudiado su origen en la Península Ibérica desde un punto de vista historiográfico (Blázquez 1996a y 1996b; Remesal 1998 y 2001; Guzmán Álvarez 2004b; Pons et al. 2008). En este sentido, la mayor parte de las investigaciones señalan dos cuestiones importantes. La primera es que ya existía un aprovechamiento de los frutos del olivo silvestre o acebuche por parte de los pobladores originarios de este territorio en la Antigüedad, a pesar de la influencia colonizadora de pueblos foráneos como los fenicios. La segunda es que los romanos son los que impulsan de modo definitivo la implantación del olivar de forma significativa, en particular desde el siglo I. Un ejemplo de ello son las citas de autores clásicos, como Plinio el Viejo, que ya reconocía en su obra *Naturalis Historia*¹⁶² la importancia del olivo en la Bética en la época de emperador romano Tito (Mellado Rodríguez 2007).

La expansión del olivar doméstico en el Sur de la Península se realizó a través del río Guadalquivir y de su afluente Genil, de forma que algunos autores han establecido la primera zona de expansión en la Bética romana en el territorio comprendido en el triángulo Sevilla-Córdoba-Écija (Ponsich 1974). Por otra parte, Fornell (2007) enfatiza la importancia en la Bética de las villas romanas como explotaciones agropecuarias en las que se elaboraba aceite con el objeto de exportarlo a otras partes del Imperio, principalmente Roma. Esto ha sido constatado a partir de la por la gran cantidad de ánforas descubiertas en el monte Testaccio en Roma (Ponsich 1974; Blázquez et al. 1994; Chic García 2001; García Vargas 2003), lo que hace pensar en una intensificación del olivar en la Bética y una producción orientada hacia el mercado (Guzmán Álvarez 2006; Fornell 2007).

La segunda forma de abordar la influencia antrópica en la domesticación y expansión del cultivo que se ha citado anteriormente es el estudio de los huesos de la aceituna y restos de madera de olivo que han aparecido en los yacimientos arqueológicos de antiguos asentamientos humanos.

¹⁶² Se puede consultar en Internet Archive un facsímil de 1624 de la *Naturalis Historia* traducido al castellano en <http://archive.org/details/historianatural00segooog>

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Este análisis se enmarca en el campo de la paleobotánica y utiliza dos tipos de metodologías. La primera corresponde con la *carpología* (Bouby 2000; Buxó y Molist 2007), disciplina que estudia las semillas, frutos o restos de plantas obtenidos en un lugar. La segunda tiene se relaciona con la *antracología* (Uzquiano 1997) que se centra en la observación y análisis de los carbones y maderas recuperados en contextos arqueológicos. Estas disciplinas contribuyen a identificar y recrear el paisaje agrario en la prehistoria a través de un enfoque pluridisciplinar en el que intervienen la paleoecología, arqueología, agronomía y la economía y etnología prehistóricas.

En este sentido, Rodríguez Ariza y Montes Moya (2005, 2007), y De Carrión et al. (2010) han aplicado estas técnicas en yacimientos arqueológicos y naturales del Sur de la Península¹⁶³. Las principales conclusiones que se obtienen de estos trabajos apuntan a que el olivo silvestre existía de forma natural en la formaciones vegetales de piso fitoclimático termomediterráneo desde el periodo del epipaleolítico y el neolítico (desde el 10.860 a.C.), y que sus frutos eran recolectados por los habitantes de la época desde la Edad del Bronce. Sin embargo, las investigaciones de paleobotánica de los autores citados no evidencian la existencia de olivos domesticados de forma masiva en Andalucía hasta la época romana, y más concretamente hasta el siglo I d.C., periodo en el que aparecen grandes cantidades de macrorrestos de este tipo de cultivo fuera del área de formación natural del acebuche (Rodríguez Ariza y Montes Moya 2007), fecha que coincide con la referida en los trabajos sobre historiografía de la introducción del cultivo del olivo en los primeros párrafos de este epígrafe. Asimismo, respecto a la forma de domesticación, las investigaciones sobre los huesos de aceituna del olivo doméstico de los yacimientos apuntan mínimas diferencias con respecto a las semillas del acebuche actual, lo cual indica que la domesticación se realizó a partir de injertos con las variedades locales del olivo silvestre, que a larga, han dado lugar a las variedades diferenciadas (Rodríguez Ariza y Montes Moya 2007, p. 228).

Finalmente, si se observa de forma conjunta los resultados de las investigaciones historiográficas y paleobotánicas, y, además, se tienen en cuenta las características naturales para la expansión del olivar descritas en el apartado sobre condicionantes naturales para la difusión del olivar, se pueden extraer dos conclusiones específicas sobre el origen y extensión del olivar en la comarca y una tercera general referida al régimen socioecológico. La primera es que **el olivo silvestre existía de forma natural en las formaciones de acebuches en la comarca de Estepa desde el neolítico**, pues se presentaban los condicionantes naturales descritos anteriormente (temperatura, pluviometría, pisos bioclimáticos y factores geomorfológicos), que corresponden con la zona ecológica de formación vegetal de este árbol. En este sentido, los trabajos de investigación en paleobotánica llevados a cabo en otras zonas próximas a la comarca muestran un aprovechamiento ocasional de los frutos del olivo silvestre (Rodríguez Ariza y Montes Moya 2007;

¹⁶³ En Breton et al. (2012) se encuentra una revisión de los avances de la aplicación de estas técnicas en el estudio del origen del olivar en la cuenca mediterránea.

Carrión et al. 2010), lo que es probable que en los asentamientos de la época¹⁶⁴ en la comarca de Estepa, por su cercanía, se manifestase el mismo proceso.

La segunda conclusión es que **la época de máxima expansión del cultivo del olivar en la comarca en la Antigüedad coincide con el periodo de intensificación de la producción del olivar en la Bética romana a partir del siglo I**. El principal motivo de esta intensificación se debe a la necesidad de satisfacer una demanda de aceite lejana en la metrópolis romana (Ponsich 1974; Blázquez et al. 1994; Chic García 2001; García Vargas 2003; Guzmán Álvarez 2006; Fornell 2007). En este sentido, la comarca de Estepa estaba geográficamente próxima al triángulo de máxima concentración de este cultivo (Sevilla-Córdoba-Écija), junto a la existencia de una importante vía de comunicación, la calzada romana Écija-Antequera, que la unía con dicha zona. La importancia de la expansión del olivo en Estepa ha sido estudiada Caballero (2004), y queda corroborado por la catalogación de 223 yacimientos arqueológicos del periodo romano en la Base de Datos del Patrimonio Inmueble de Andalucía¹⁶⁵, de los que muchos de estos correspondían con el sistema de explotación agropecuaria de la época por excelencia, las *uillæ* o villas romanas¹⁶⁶.

Finalmente, la conclusión general que se extrae es que los sistemas agrarios de olivar en la Bética romana estuvieron condicionados por dos elementos del sistema socioecológico agrario en que se encuadraba: por una parte, **su orientación al mercado** para satisfacer una demanda en la metrópoli romana y otras zonas, que sólo fue posible con existencia de un sistema de infraestructuras de comunicación que abarcaba a todo el Imperio y una logística asociada, y por otra, **un patrón metabólico que fuera capaz de suministrar energía** para el mantenimiento de la demanda de aceite a escala imperial y la complejidad de todos los componentes institucionales necesarios para su funcionamiento. Estos elementos permiten establecer una relación entre intensificación de las explotaciones en la Bética romana, complejidad y un patrón de consumo sobre la base de un sistema extractivo de energía a partir de fuentes renovables (Tainter 2006) cuyo resultado fue la configuración del sistema del olivar como principal cultivo en el territorio objeto de estudio.

4.3.3.2. El proceso de expansión del olivar

Si el cultivo del olivar de forma masiva tuvo su origen en el periodo romano, es a partir de la época árabe cuando la producción agrícola mejora gracias a la incorporación de avances técnicos. La cultura árabe trajo consigo a la comarca una serie de mejoras en los sistemas de riego, como por

¹⁶⁴ En la zona existen importantes asentamientos de los pueblos indígenas que habitaban la Península Ibérica anteriores a la colonización romana. Uno de ellos es el Cerro San Cristóbal, donde había un poblamiento desde el siglo IX a.C. en el que se situaba la ciudad ibérica de Astapa, la romana Ostippo y la islámica Istabba (Caballero 2004).

¹⁶⁵ La Base de Datos del Patrimonio Inmueble de Andalucía la elabora el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Contiene más de 14.000 registros de arqueología y se puede consultar en la URL: <http://www.iaph.es/patrimonio-inmueble-andalucia/frmSimple.do>. En el caso la comarca de Estepa, la consulta sobre yacimientos registrados en el periodo romano se realizó en abril de 2013.

¹⁶⁶ Guzmán Álvarez (2004b), Fornell (2007) y Montes Tubio (2009) realizan una descripción de este tipo de construcciones como centro de las explotaciones rurales, donde, mediante un sistema de producción esclavista, se elaboraba aceite para los mercados de los grandes centros de consumo en el mundo romano.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

ejemplo, las norias y acequias. A partir del siglo XI se desarrollaron en Al-Ándalus escuelas de agronomía en las que los geóponos andalusíes como, por ejemplo, Abul-Jayr, Ibn Hayyay, Ibn Bassal, Ibn al-Awwam o Ibn Luyun, que estudiaron y mejoraron las variedades de olivo y el sistema de manejo para aumentar su productividad. En el periodo musulmán, el olivar experimentó una expansión notable, en especial en la etapa califal, llegándose incluso a exportar el aceite a otras partes del mundo árabe (Guzmán Álvarez 2004b; García Sánchez 2011). A pesar de la escasa bibliografía historiográfica sobre la producción olivarera en la comarca de Estepa en el periodo de Al-Ándalus es lógico pensar que la olivicultura tuvo su importancia en la comarca de Estepa.

Posteriormente, a partir de la Reconquista, se llevó a cabo el Repartimiento de las tierras conquistadas a los musulmanes, hecho por el que la comarca de Estepa se adjudicó a la Orden de Santiago en 1267. Durante los tres siglos siguientes que permanece el territorio en el poder de la orden religioso-militar, el olivar se continúa expandiendo (Caballero 2004, pp. 37-39). Más tarde, en 1559, se produce la venta de las tierras y la creación del Marquesado de Estepa¹⁶⁷. Desde esa fecha, aumenta la presencia del olivar en la comarca con la roturación de nuevas tierras, situación que se acelera en los siglos XVII y XVIII hasta alcanzar el final del XIX (Caballero 2004, p. 43). Los motivos de esta expansión se explican por la elevada rentabilidad que otorgaban los distintos privilegios asociados al olivar, en particular los relacionados con la elaboración del aceite. Por otra parte, las principales instituciones propietarias, fundamentalmente la Iglesia y el Marquesado de Estepa, desarrollaron un sistema de regulación normativa para controlar las formas de manejo de las prácticas agrícolas e incluso el modo en que se debían de efectuar las nuevas roturaciones (Caballero 2004, pp. 49-53).

Otro hecho importante en la historia del olivar de Estepa es la orientación de la producción hacia el mercado, particularmente en el siglo XVIII. Esto se debía a la concentración de la producción, transformación y comercialización en los grandes propietarios del territorio, en particular el Marquesado de Estepa y la Iglesia (Caballero 2004, pp. 107-113). Hay que añadir que los principales mercados de destino presentaban una diversificación con tres zonas. Por una parte, estaban las colonias de la Corona Española en el continente americano, situación que se mantuvo hasta principios del XIX con la pérdida de las posesiones. Por otra, la Meseta castellana, que había cambiado los hábitos alimentarios de consumir manteca, grasa de origen animal, a la ingestión de aceite de oliva (Caballero 2004, pp. 110-111). Finalmente, también tuvo su importancia el mercado de Málaga, por cuyo puerto se exportaría el aceite al norte de Europa, especialmente a partir de la pérdida del mercado americano. Esta forma de organización y comercialización de la producción oleícola supuso un aumento de la rentabilidad del olivar, situación que conllevó una acumulación de riqueza por parte de los propietarios que fue invertida en la adquisición de más tierras, de forma que se produce el asentamiento de la gran propiedad (Caballero 2004, pp. 113-117). Como consecuencia, los latifundios cobran una especial relevancia a partir del XVIII como formas de organización de la producción agropecuaria en la comarca de Estepa y que, en la

¹⁶⁷ El Marquesado de Estepa se crea en 1559. La familia que lo compra, los Centurión, son de origen Genovés y se dedicaban al comercio (Caballero 2004).

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

actualidad, todavía es manifiesta, aspecto que será tratado en el capítulo 5 sobre *Análisis del sistema de explotación del olivar de Estepa*.

A finales del siglo XVIII y en el XIX se producen avances técnicos en el manejo del olivar y en la transformación del aceite que contribuirán a mejorar la producción, junto con la roturación de nuevas tierras, proceso que perdurará hasta finales del XIX. En este último siglo se produce una despatrimonialización de las fincas por parte de la nobleza y el clero y aparece un mayor número de pequeños propietarios olivicultores. Asimismo, las medidas liberalizadoras del comercio interior a partir de 1837, contribuyeron a aumentar la demanda de aceite en España (Naredo 1983, p. 187). Por otra parte, la eliminación de los derechos de concesión del Marquesado de Estepa sobre la molturación de aceite impulsó la creación de nuevos molinos en la comarca (Caballero 2004, pp. 259-267 y 295-301). Esta expansión del olivar llega hasta finales del XIX. Así, en 1878, este cultivo, según Parias (1989, p. 117, citado por Caballero 2004, p. 301), suponía el 31% de la superficie agrícola en Estepa, mientras que en el año 1899 se llega a alcanzar las 24.605 ha en la comarca (Caballero 2004, p. 308).

Es conveniente indicar que una de las causas de la expansión de la olivicultura a finales del XIX es la demanda poco cualificada de grasas para fines industriales como, por ejemplo, la iluminación de grandes urbes europeas como París o Londres. Esta ampliación de la superficie creció en Andalucía, según Guzmán Álvarez (2004b, p. 322), al margen de innovaciones técnicas, de modo que se elaboraban aceites de mala calidad con fines no alimentarios.

La aparición de aceites industriales más baratos hizo disminuir las exportaciones y, como consecuencia, los precios del aceite de oliva. La salida de esta crisis finisecular se realizó con mejoras e innovaciones técnicas, tanto en el cultivo como en las almazaras, que hicieron mejora la calidad del aceite para el consumo alimentario (Guzmán Álvarez 2004b, p. 324). Estos procesos de mejora no fueron ajenos a la comarca de Estepa, en donde se manifestó un ahorro de costes y una mejora del rendimiento en los sistemas de molturación (Caballero 2004). Estos cambios hay que situarlos en el contexto del *primer régimen alimentario* (McMichael 2013) en el que la producción agraria se convierte en una *commodity* que se orienta a un mercado mundial liberalizado en el que se compete en precios¹⁶⁸.

Esta dinámica seguirá presente en el territorio objeto de estudio durante las primeras décadas del siglo XX y continuará hasta los años treinta (Tió 1982; López Ontiveros 1986; Caballero 2004; Guzmán Álvarez 2004b) hasta el colapso del primer régimen alimentario (McMichael 2013). Así, el periodo comprendido entre las tres últimas décadas del siglo XIX y el primer tercio del siglo XX ha sido denominado por Ortega y Cadahia (1957, citado por Zambrana 1987, p. 69) como la “la edad de oro del olivar andaluz”. En este sentido, en dicho periodo se alcanza en la comarca el 45% de la superficie agraria dedicada a las explotaciones olivareras, llegando incluso a superar el 48% el municipio de Estepa (Caballero 2004, p. 347).

¹⁶⁸ Uno de los factores que contribuyeron a su difusión en los mercados internacionales fue el desarrollo en la segunda mitad del siglo XIX de un sistema de comunicaciones mundial centrado en la navegación marítima a gran escala (Martínez Shaw y Oliva Melgar 2005; León Sáenz 2009).

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Respecto a las formas de producción hay que indicar que en el siglo XIX se inicia en España un incipiente cambio en las relaciones sociedad-naturaleza que comienza con la revolución industrial¹⁶⁹ sobre la base de un consumo energético a partir del carbón. Sin embargo, los nuevos patrones industriales tuvieron un impacto muy reducido en la agricultura española debido a los elevados costes de la maquinaria agrícola¹⁷⁰, que debía ser importada por la ausencia de fabricantes nacionales (Martínez-Ruiz 2000), lo que contribuyó al mantenimiento de formas de producción no industriales. El proceso de industrialización no afectó directamente a las formas de producción del olivar, que prácticamente se mantuvieron inalteradas hasta mediados del siglo XX, aunque sí de forma indirecta al sector almazarero en el modo de transformación del aceite (Zambrana Pineda 1987). Estas afirmaciones se argumentan a continuación en los siguientes párrafos.

Por una parte, Infante Amate et al. (2013, p. 13) señalan que a finales del XIX y principios del siglo XX “los olivares españoles no recibían casi ningún aporte en forma de fertilización más allá de la fijación por la cubierta o los residuos de poda”, lo que es indicativo de la ausencia de insumos industriales (abonos inorgánicos) en el cultivo, situación que se mantiene hasta el principio de los años sesenta del siglo XX. De la misma forma, la densidad de plantación se presenta estable hasta la primera mitad del siglo XX con un promedio comprendido entre 80 y 90 olivos por hectárea (p. 14), lo que refleja la ausencia de procesos de intensificación.

Por otra parte, el uso de la maquinaria agrícola a principios del siglo XX fue testimonial, de modo que sólo se contabilizaron 50 tractores en la Baja Andalucía en el año 1919 (Martínez-Ruiz 2000, p. 115). Posteriormente, el censo de maquinaria agrícola de 1932 mostró que la cifra oficial de tractores en España ascendía a 4.084 vehículos¹⁷¹, aunque las estimaciones de Martínez-Ruiz (2000, p. 130) redujeron este número hasta 3.516, si se descuentan los tractores que finalizaron su vida útil. De esta forma, la tracción mecánica fue anecdótica en la agricultura española hasta la Guerra Civil pues sólo representaba el 5,3% frente al 94,7% de tracción animal (Fernández-Prieto 2003, p. 196, a partir Martínez Ruiz 2000), de lo que se deduce que la mecanización en el cultivo del olivar también tuvo que ser testimonial.

No obstante, la transición hacia el modelo industrial se vio reflejada en la industria agroalimentaria, en concreto en el sector de transformación del aceite, como se comentó anteriormente. Así, en el siglo XIX las almazaras experimentaron una serie de mejoras tecnológicas, como es el caso de transformación de las prensas de viga en prensas hidráulicas,

¹⁶⁹ La Primera Revolución Industrial se inició en Inglaterra a mediados del XVIII y culminó aproximadamente entre 1820-1840, en función del país. La Segunda Revolución Industrial correspondía se inició a mediados del siglo XIX y finalizaría a comienzo de la Primera Guerra Mundial, en 1914 (Cipolla 1979; R.C. Allen 1979). No obstante, la Revolución Industrial no se materializa en España hasta el siglo XIX (Oller 1985).

¹⁷⁰ El inicio de la industrialización en la agricultura solo se manifestó a finales del siglo XIX y principios del XX de forma parcial y muy reducida en los cultivos de cereales con la introducción de trilladoras mecánicas. Sin embargo, los elevados costes de estas máquinas situaron el umbral de rentabilidad a partir entre 470 y 800 hectáreas, lo que supuso que sólo fueran adquiridas por grandes latifundistas (Martínez-Ruiz 2000).

¹⁷¹ Dato tomado de Martínez-Ruiz (2000, p. 130).

sustitución de muela de rulo por piedras tronco-cónicas, así como la introducción del vapor y electricidad para accionar el sistema de molienda en sustitución de la fuerza de sangre animal en el caso de las grandesalmazaras (Zambrana Pineda 1987, pp. 141-143). Estos hechos son indicativos de que el cambio del sistema socioecológico agrario hacia el industrial fue un proceso gradual que comenzó por los sectores de transformación industrial. Sin embargo, en el cultivo del olivar siguieron primando la utilización de fuentes de energía de naturaleza renovable hasta la segunda mitad del siglo XX (Infante Amate et al. 2013).

A raíz de lo expuesto en los párrafos anteriores, se puede extraer como conclusión que el proceso histórico de expansión del olivar en Estepa desde la etapa romana hasta el primer tercio del siglo XX ha estado influenciado por dos tipos de factores. Los primeros corresponden con los relacionados con **el mercado** y están referidos a la **evolución de los precios y la orientación hacia las exportaciones**. Los segundos engloban a los **avances técnicos en el sistema de manejo del campo y de los procesos de transformación del aceite**. Ambos tipos de factores combinados con la evolución de la organización social a lo largo de la historia y las características agroecológicas de la zona permitieron la difusión del sistema agrario del olivar tradicional como forma de aprovechamiento predominante en la comarca de Estepa sobre la base de fuentes de energía renovable.

4.3.3.3. Adaptación del sistema agrario al sistema socioecológico

Hasta ahora se ha expuesto cómo los procesos antrópicos han influido a lo largo de la historia en la expansión del cultivo de olivar, pero siempre sobre la base de un *sistema agrario tradicional* que se fundamenta en un consumo energético de fuentes renovables de origen solar. Sin embargo, el análisis del cultivo también ha mostrado una orientación al mercado y la existencia de una organización social y económica con cierto grado de complejidad (Tainter 2006). Esto contradice la idea de Toledo (1993) que, desde un enfoque tradicional de la agroecología, concibe que un *sistema agrario tradicional* basa su racionalidad ecológica y económica en una economía campesina centrada en la diversificación y en el autoconsumo con la única finalidad de la subsistencia del núcleo familiar y la cultura local a la que pertenece. Pero, por otra parte, si se amplía la escala a la dimensión del sistema socioecológico al que pertenece, el modelo del sistema agrario será sostenible en la medida que el propio sistema socioecológico lo sea, lo que dependerá de su grado de complejidad y consumo energético. Desde esta perspectiva, el sistema de olivar de Estepa ha podido adaptarse a lo largo de los siglos a los procesos antrópicos y naturales aumentando la complejidad o reduciéndola en época de crisis (Tainter 2006) sobre la base de consumo de energía renovable.

Esta contradicción entre enfoque agroecológico y sistema socioecológico se resuelve desde una visión teórica más reciente y holista de la agroecología, en línea con Rickerl y Francis (2004b) y Gliessman (2011a y 2013). Para estos autores dicho enfoque se concibe como un “proceso de información” para rediseñar los flujos y componentes del sistema en función de los procesos e interacciones que contribuyen a la sostenibilidad del sistema desde una aproximación multiescalar, multidimensional y transdisciplinar. De esta forma, se justifica la incorporación de la

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

escala socioecológica al enfoque agroecológico para construir un modelo en el que la sostenibilidad depende también de la capacidad del sistema de resolver los problemas sobrevenidos por el contexto, no sólo ecológicos sino también socioeconómicos. Desde una escala temporal amplia, el modelo agrario de olivar de Estepa se ha adaptado a lo largo de la historia, dentro del régimen metabólico agrario, a todos los cambios producidos por las interacciones que han sucedido en su entorno. De acuerdo con el enfoque de agroecología de Rickerl y Francis (2004b) y Gliessman (2011a y 2013) se puede afirmar que el sistema de explotación agrario de Estepa ha coevolucionado con el sistema socioecológico en el cual está inserto de forma que ha podido reproducir a la sociedad local, a pesar de los periodos de crisis que supusieron efectos negativos en la población. Sin embargo, a partir de mediados del siglo XX esta adaptación va a suponer unas modificaciones estructurales en su patrón de consumo que conducirá a su transformación en un modelo en el que se presentan prácticas agrarias de carácter industrial. Este proceso no ha sido homogéneo, sino que se ha producido en diferentes ámbitos y con distinto grados de intensidad. Dada la importancia de estos cambios, su desarrollo se expone en el siguiente epígrafe.

4.3.4. La transición hacia el régimen socioecológico industrial: los procesos de transformación estructural de la historia reciente

4.3.4.1. El proceso de modernización industrial en el olivar

A partir de la mitad del siglo XX se suceden una serie de acontecimientos en la organización de producción en España que va a afectar a los sistemas agrarios. En este contexto, la economía española estuvo regida por el modelo autárquico desde el final de la Guerra Civil hasta los primeros años de la década de los cincuenta. Esto suponía un sistema económico cerrado, con dificultades para las exportaciones e importaciones de bienes y servicios, en un contexto de racionamiento alimentario e intervención de los precios. En el caso del sector del aceite, los precios estuvieron regulados por el Estado hasta 1952¹⁷², por lo que la rentabilidad de las explotaciones dependía en buena parte del coste de la mano de obra. En este sentido, los costes laborales de la época significaban para el cultivo tradicional del olivo “más del 50% de los costes directos, a los que había aparte de los salarios de guardas, encargados y caseros” (Naredo 1983, p. 201).

En esta situación, las condiciones laborales y del mercado de trabajo de principio de los años cincuenta junto con las dificultades de importación de maquinaria propias de modelo económico autárquico de esta etapa de la historia actuaban como mecanismos de freno del proceso de modernización del campo (Naredo 2004). Sin embargo, a partir de 1953 ocurren dos acontecimientos que actuarán como impulsores del inicio del proceso de modernización del olivar

¹⁷² Los precios del aceite se intervienen hasta 1952 en el contexto de la política de racionamiento alimentaria de la Postguerra. No obstante, los precios del aceite habían experimentado una recuperación desde los niveles anteriores a 1936, lo cual había contribuido al mantenimiento de la rentabilidad para los olivareros junto con las ventas en el mercado negro (Naredo 1983, p. 201).

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

de Estepa. El primero tiene que ver con el inicio de la apertura de la economía española al exterior con la firma de los Convenios con los EE.UU.¹⁷³, y el segundo con un aumento generalizado de salarios en el campo en el mismo año (Naredo 1983).

El aumento de los costes de mano de obra en el olivar se va a ver potenciado por la disminución de la población que va a experimentar la comarca con el proceso migratorio del éxodo rural que se inicia en la década de los cincuenta y que durará hasta los ochenta. En la siguiente tabla se observa la continua reducción de los habitantes en la comarca, con una disminución del 10,2% entre 1950 y 1960, al pasar de 54.461 a 48.919 habitantes en dicho periodo. Esta tendencia continuará en las siguientes décadas, de modo que la población desciende un 10,6% en la década de los 60 y un 2,8% en los 70, hasta que se estabiliza en 1981 en 42.558 habitantes.

Tabla 3.7. Evolución de la población en la comarca de Estepa, 1950-2001

Municipio	1950	1960	1970	1981	1991	2001
Aguadulce	3.204	2.730	2.255	2.015	1.918	1.987
Badolatosa	4.333	3.683	3.118	2.907	3.029	3.176
Casariche	5.189	4.584	4.331	4.413	4.947	5.244
Estepa	9.913	9.706	9.803	9.787	10.961	11.882
Gilena	4.112	3.795	3.407	3.467	3.757	3.848
Herrera	7.505	6.045	5.017	5.097	5.700	6.113
Lora de Estepa	1.172	1.001	814	673	719	783
Marinaleda	3.387	2.879	2.439	2.317	2.518	2.650
Pedraera	4.194	4.054	4.106	4.311	4.691	4.960
La Roda de Andalucía	5.356	5.377	4.403	3.840	4.033	4.212
El Rubio	6.096	5.065	4.047	3.691	3.651	3.623
Total	54.461	48.919	43.740	42.518	45.924	48.478

Fuente: Censo de Población. INE, 2013.

Las nuevas oportunidades de trabajo que ofrecían las zonas urbanas de España y de los países centroeuropeos impulsan la generalización del proceso migratorio en la comarca de Estepa, lo que provocó una escasez de la mano de obra que repercutiría en la subida de salarios en el campo. Este hecho favoreció el proceso de modernización en el olivar de Estepa a través de la mecanización de las tareas agrícolas que empleaban un mayor contingente de mano de obra. Gracias a los Convenios acordados con los Estados Unidos en 1953, se facilitarían las importaciones de maquinaria agrícola junto con el de otros bienes de equipo e insumos para la agricultura. La firma de estos acuerdos supuso para España asumir un compromiso para el fomento de la

¹⁷³ Se trata del Convenio Hispano-Norteamericano, también denominado Pacto de Madrid, firmado en septiembre de 1953 y publicado en el Boletín Oficial de las Cortes el cinco de octubre de dicho año.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

competitividad y de la productividad de la economía a través de la liberalización paulatina de la economía y el desarrollo del comercio internacional.

Esta nueva orientación de la economía tendría dos implicaciones importantes para el olivar de Estepa. Por una parte, la apertura de los mercados y liberalización de la economía supuso la aparición de otras grasas comestibles, primero el aceite de soja y, más tarde, de girasol. Esto significó que el aceite de oliva tenía que competir con otros productos sustitutos, mucho más baratos, de forma a que a mediados de los ochenta se alcanzó un consumo paritario ente el aceite de oliva y otras grasas. El consumo de grasas más baratas repercutió negativamente en la demanda del aceite de oliva desde los sesenta, lo que tradujo en una disminución de su precio final en el mercado (López Ontiveros 1978; Tió 1982; Viladomiu 1985; Peinado García 1985; Naredo 1983, 2004; Guzmán Álvarez 2005). Como resultado, la rentabilidad de las explotaciones oleícolas en Estepa se vio perjudicada por estos factores, pues no podía transmitir vía reducción de salarios esta exigencia de disminución de costes por parte del mercado, dada la escasez de mano de obra que se sufría la comarca con la dinámica del proceso migratorio descrito anteriormente.

El segundo efecto de la política de liberalización de la economía española en el sistema productivo del olivar de Estepa tiene que ver con el proceso desregulador de las actividades económicas, entre las que se encontraba este cultivo, fuertemente controladas en el periodo anterior de Postguerra. En concreto, la normativa había excluido la realización de cambios estructurales que supusieran una reducción de las plantaciones de cultivos de árboles frutales que, en el caso del olivar, se materializaba en la prohibición de arrancar olivos¹⁷⁴. Sin embargo, en el contexto de la nueva política económica se puso en marcha el Primer Plan de Desarrollo Económico (1964-1967)¹⁷⁵, por el que se institucionalizó la prevalencia de la eficiencia del proceso productivo en la organización de las actividades económicas. En esta línea, las medidas preliminares del Plan¹⁷⁶ derogaban en 1963 la normativa que impedía el arranque de olivos, con objeto de facilitar la reconversión de los cultivos tradicionales hacia un modelo más productivo y rentable de la economía. De esta forma, los responsables de las políticas públicas habían sentado los pilares para iniciar el proceso de modernización del olivar en Estepa mediante la posibilidad de arrancar aquellos olivos cuya explotación no fuera rentable desde el punto de vista del mercado.

Los objetivos de la política económica en relación con la agricultura se enmarcan en la tendencia del segundo régimen alimentario del segundo régimen alimentario (McMichael 2013): la producción de alimentos baratos destinados a una población urbana e industrializada. Asimismo, las relaciones sociedad-naturaleza se sustentan en un consumo de energía procedente de fuentes

¹⁷⁴ Decretos de 18 de enero y 13 de marzo de 1946, de 16 de diciembre de 1948 y 5 de mayo de 1954, sobre normas para arranque de olivos y otros árboles frutales.

¹⁷⁵ Aprobado por la Ley 194/1963, en el Boletín Oficial del Estado de 28 de diciembre.

¹⁷⁶ Las medidas preliminares del Plan de Desarrollo Económico fueron aprobadas mediante Decreto de 23 de noviembre de 1962, con el objetivo de fomentar el libre mercado y la competencia. En concreto, en desarrollo de este Decreto, se aprueba la Orden Ministerial de 15 de marzo de 1963 por la que se derogan los decretos de 18 de enero y 13 de marzo de 1946, de 16 de diciembre de 1948 y 5 de mayo de 1954, sobre normas para arranque de olivos y otros árboles frutales.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

fósiles, principalmente del petróleo que sustituye al carbón en la industria. En el caso de la agricultura, se manifiesta la introducción de los fertilizantes de síntesis elaborados en el sector industrial y la utilización de tractores agrícolas con motores de combustión (Naredo 2004; Ortiz-Cañavate 2010; Infante Amate et al. 2013).

Con estas bases, el proceso que se había iniciado a finales de la década de los cincuenta en el marco de la modernización de la agricultura, por el que se empezó a sustituir la mano de obra tradicional por maquinaria agrícola, tendría efectos más allá de estas modificaciones que afectaban a las tareas agrícolas (Delgado Cabeza 1981). Con la nueva normativa se podría incluso cambiar las propias estructuras del olivar, bien eliminándolo de raíz para sustituirlo por otro cultivo más productivo, o bien renovando y plantando nuevos olivos cuyas características favoreciesen al máximo la optimización del proceso de mecanización del campo. Esta modernización se manifestó también en la comarca de Estepa debido, precisamente, a que la introducción de maquinaria agrícola junto con el uso de fertilizantes de origen industrial y aumento de salarios habían subido los costes de un producto final que debía de competir con otros sustitutos como el aceite de soja o girasol, sustancialmente más baratos. Con esta estructura de costes, buena parte del olivar dejó de ser rentable, por lo que los agricultores, en el contexto del campo andaluz, se vieron abocados al arranque generalizado de éste¹⁷⁷ (De la Puerta y Civantos 1984; Zambrana 2000, 2004, 2005), que solo se logró detener con la entrada de España en la Comunidad Económica Europea en 1986 (López Ontiveros 1978; Naredo 1983, 1985, 2004).

Sin embargo, en la comarca de Estepa, la dinámica de modernización en los años cincuenta y sesenta apenas se tradujo en una reducción de la superficie cultivada, sino más bien en una transformación de las plantaciones menos rentables en otras más modernas. En particular, esto supuso la sustitución de la variedad lechín, que aunque *secundaria* era tradicional de la provincia de Sevilla, por hojiblanca, que se llegó a consolidar como variedad principal, y manzanilla, que se había difundido por su proximidad con la zona productora de Morón, donde era variedad principal, porque tenía un doble aptitud comercial al servir tanto para verdeo como aceite. Asimismo, este proceso también supuso la introducción de nuevas variedades en la comarca procedentes otros lugares como la picual, también denominada “marteña” por su procedencia de la localidad jiennense de Martos, que se adaptó a las características agroecológicas del sistema de agrario de Estepa (Caballero 2004, p. 360). Estos cambios fueron el resultado de la experimentación de los agricultores con distintas variedades y marcos de plantación para obtener una mejora en la renta agraria que le permitiera hacer frente al nuevo contexto del olivar, con una estructura de costes más elevada y unos precios que tendían a la baja por las políticas de la política de liberalización de la economía española.

¹⁷⁷ La máxima superficie del olivar en España se alcanzó en 1963, año a partir de que la nueva normativa (Orden Ministerial de 15 de marzo de 1963 por la que se desarrolla el Decreto de 23 de noviembre de 1962) permitió su arranque en el contexto de modernización de la actividad económica en España.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Por otra parte, un factor que contribuyó a la dinámica de modernización fue la creación de las primeras cooperativas agrarias en la comarca, impulsadas por las políticas públicas¹⁷⁸ con el objetivo de favorecer la concentración de las fases de producción y transformación agroalimentaria en manos de los agricultores y, de este modo, controlar su venta a terceros (Moyano 1997; Moyano y Entrena 1997, 2002; Montero 1998; Román Cervantes 2008). Asimismo estas instituciones desempeñaron un papel destacado en la difusión de las nuevas prácticas y cambios en el sistema agrario, facilitando, al mismo tiempo, la venta de los insumos necesarios para el proceso de industrialización agraria. Las primeras cooperativas que se crearon fueron Santa Teresa y San Isidro en Pedrera, San Isidro Labrador en Herrera, ambas en 1952, Sor Ángela de la Cruz en Estepa, Nuestra Señora de los Llanos en La Roda de Andalucía y Santiago Apóstol en Casariche, las tres últimas en 1954. El número de cooperativas siguió creciendo hasta alcanzar en 18 cooperativas de primer grado en el año 2012. En los párrafos siguientes se muestran los comentarios respectivos de dos actores locales que representan a cooperativas de la comarca:

“Los motivos principalmente fue concentrar la oferta. En aquella época de los años cincuenta, entre los cincuenta y los años sesenta y cinco prácticamente, los quince años esos se fomentó mucho el tema del cooperativismo, casi todas las cooperativas de la comarca de Estepa son de esa época, quizá haya alguna reciente, [...], las demás se hicieron todas en esa fecha. En ese momento los capitales grandes empiezan a disgregarse, yo recuerdo de pequeño que había muchos molinos en Estepa, molinos de familias que tenían explotaciones grandes, estas familias tenían muchos hijos que empezaron a disgregarse, el agricultor pequeño no tiene defensa. Entonces empezaron los medianos agricultores de aquel tiempo a promover el sistema cooperativo, después se agregan muchos pequeños y, por último, aquellos que

¹⁷⁸ El movimiento cooperativo tiene su origen en España a en el último tercio del siglo XIX y primero años del XX. Inicialmente, las funciones de las primeras cooperativas eran de tipo económico, principalmente, cajas de crédito y aprovisionamiento de insumos, y, en menor medida, la distribución y venta de la producción (Moyano 1997). En el periodo de postguerra adquiere un impulso a partir de la creación de los Grupos Sindicales de Colonización, que actúan favoreciendo el asociacionismo agrario (Paniagua Gil y Carbonell de Masy 1974; Román Cervantes 2008). Hasta 1959, cuando se diseña el Plan de Estabilización que liberaliza la economía española, las cooperativas articulaban el autoabastecimiento del mercado nacional y sus esfuerzos se dirigían hacia la adquisición de pesticidas, fertilizantes y semillas, uso común de la maquinaria y aumento de la producción (Moyano y Entrena 1997). En la década de los sesenta, se producen cambios en la agricultura que afectan por extensión al sector cooperativo agrario. Así, en particular, el trasvase de la mano de obra a la ciudad repercutirá en el aumento de la mecanización agrícola, sustituyendo trabajo por capital. Al mismo tiempo, el consumo alimentario aumenta, por una parte, la demanda de insumos agrícolas para mejorar la producción en cantidad y calidad, y, por otra, intensifica la necesidad de consolidar una red de estructuras comerciales y de distribución de alcance nacional. En este contexto económico pierde importancia las secciones de uso compartido de maquinaria mientras que aumenta el protagonismo del aprovisionamiento agrícola de insumo, cajas rurales (secciones de crédito) y, sobre todo, venta y distribución común. Desde los años treinta hasta la década de los sesenta se afianzó el cooperativismo de primer grado, aunque muy atomizado y disperso por todo el territorio. Esto acentuó la competencia entre las propias cooperativas, de forma que se reducían sus posibilidades de mejora de la gestión de la producción y distribución de productos, lo que indujo a que estas actividades asociativas tuviesen escasa presencia en el sistema agroalimentario nacional (Montero 1988, 1991, 1998).

tenían sus molinos se integran normalmente en torno a los años setenta, que es cuando empiezan a despegar” (entrevista a Gerente de la Cooperativa, E11).

“En los años cincuenta se crearon las cooperativas base, entonces eso fue por una necesidad, porque había muy pocas almazaras industriales y, entonces, el agricultor se veía negro para vender su cosecha. Llegaba muchas veces que estaba la cosecha para cogerla y no había un comprador. Había una gran necesidad de crear cooperativas, y se hicieron. En los años cincuenta había muy pocas personas preparadas en el campo para esto, pero aquello fue un éxito, porque el agricultor cogía el fruto, lo llevaba a su cooperativa y ya se venderá el aceite, ya se venderá [...]” (entrevista a representante de cooperativa de segundo grado, E7).

El proceso de modernización que experimentó la comarca de Estepa sobre la base de incorporación de insumos industriales, maquinaria agrícola, cambios en las variedades y marcos de plantación más intensivos no fue suficiente para afrontar los cambios del contexto socioeconómico que afectaban al sector agrario español (Tió 1982; Caballero 2004; Naredo 1983; 2004) en el marco de un sistema socioecológico industrial. Esta situación trató de resolverse mediante la reestructuración del sector que fue impulsada mediante las políticas públicas, en particular con los planes para la mejora y modernización del olivar, aspecto que se aborda en el siguiente punto.

4.3.4.2. El proceso de reestructuración del olivar

El primero fue el Plan de Reconversión y Reestructuración Productiva del Olivar¹⁷⁹, cuyos objetivos fundamentales eran el incremento de la productividad del olivar español, la disminución de los costes de cultivo y la creación de plantaciones mecanizables. El diagnóstico previo indicaba que las plantaciones tradicionales de olivar estaban muy envejecidas, carecían de un sistema de abonado adecuado, había un empobrecimiento de los suelos y un nivel bajo de mecanización. El horizonte temporal de este plan era de cuatro años que, finalmente, fueron prorrogados por otro nuevo cuatrienio hasta 1979¹⁸⁰. Las acciones principales contempladas en dicho Plan fueron la de incentivar el riego y la mecanización del cultivo, en especial lo relacionado con la recolección a través de la utilización de máquinas.

Como consecuencia, el apoyo institucional se alargó durante la década de los ochenta, ya con una apuesta más clara por parte de los poderes públicos de fomentar la intensificación del olivar. En esta línea, en el año 1981, se puso en marcha un nuevo plan, el Programa de Reestructuración del Olivar Mejorable y de Reconversión de Comarcas Olivareras Deprimidas¹⁸¹ con el objetivo, por una

¹⁷⁹ El Plan de Reconversión de y Reestructuración del Olivar Aprobado fue aprobado mediante Decreto 1010/1972, de 13 de abril. Esta actuación se desarrolló en el marco del III Plan de Desarrollo de España.

¹⁸⁰ El programa fue prorrogado mediante el Real Decreto 1200/76.

¹⁸¹ Fue aprobado por el Real Decreto 2625/81, de 2 de octubre y publicado en el BOE de 6 de noviembre de 1981 y su duración se extendió hasta 1988.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivereros en la comarca de Estepa

parte, de realizar una mejora integral de las explotaciones para aumentar la productividad en un nivel aceptable en relación al mercado de grasas vegetales, y, por otra, de fomentar una serie de nuevas actividades agrarias para consolidar el asentamiento de la población de modo que el olivar se convirtiera en un aprovechamiento complementario a otras actividades agrícolas y ganaderas. Las principales actuaciones del plan se centraron en el aumento de la densidad, la mecanización de la recolección de aceituna y otras operaciones agrícolas, el fomento del regadío y la mejora de la infraestructura viaria (Guzmán Álvarez 2005).

Estos planes impulsaron la reestructuración del olivar menos productivo a través del arranque para su transformación en otros cultivos o para el desarrollo de plantaciones modernas más intensivas. En este sentido, en 1972, el olivar de la provincia de Sevilla ocupaba una extensión de 293.650 ha¹⁸² que se redujo en 1980 hasta 193.664 ha¹⁸³, lo que supuso la desaparición de 100.014 ha de olivar en dicho periodo. Sin embargo, sólo se acogieron 25.764 ha¹⁸⁴ a las medidas de arranque del Plan de 1971 para su reconversión en frutales y herbáceos, de modo que la mayoría, el 74,3%, lo hizo al margen de las ayudas de las políticas públicas (Guzmán Álvarez 2005).

En la comarca de Estepa, el proceso de reestructuración del olivar tuvo un impacto importante, aunque, según Caballero (2004, p. 361), la reducción de la superficie destinada a olivar fue menor que otras partes de la provincia¹⁸⁵, a pesar de la repercusión que tuvo en las fincas. Las transformaciones estructurales supusieron, en primer lugar, un arranque de los olivos tradicionales menos productivos, y, en segundo lugar, la introducción de cambios que afectaron no solo a la sustitución de los insumos y técnicas tradicionales por prácticas de la agricultura industrial, sino también a la estructura de las plantaciones, siempre con el objetivo de aumentar la rentabilidad de la explotación agrícola. Fundamentalmente consistieron en la sustitución de los animales de tiro por tractores, eliminando, de este modo, la principal fuente de fertilidad para la tierra que sustentaba al olivar (el estiércol de los animales), así como la dependencia del cultivo con respecto a la “tierra calma”, imprescindible para el mantenimiento de ese ganado. Esta es la forma en la que, como consecuencia directa de la independencia con respecto a la tierra calma se va configurando un monocultivo de olivar intensivo en el campo. Ejemplo de ello es uno de los comentarios de un agricultor entrevistado:

“Yo recuerdo que cuando yo era pequeño que era muy normal ver tierra calma en la campiña de Estepa” (entrevista a agricultor E14).

De este modo, durante la década de los setenta y ochenta la comarca de Estepa experimenta un proceso gradual de modificación del paisaje agrario consistente la intensificación del olivar: por una parte, desaparecieron las tierras calma y, por otra, se comenzaba a transformar las

¹⁸² Dato del Ministerio de Agricultura (1973), tomado de Guzmán Álvarez (2005, p. 42).

¹⁸³ Dato del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de 1980.

¹⁸⁴ Dato tomado de Guzmán Álvarez (2005, p. 41).

¹⁸⁵ Caballero (2004, p. 361), a partir de Cruz Villalón (1980), menciona otras zonas con mayor impacto en la reducción de la superficie, en concreto Carmona, que llegó a perder el 40% de su olivar.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

plantaciones tradicionales de tres y cuatro pies, con una densidad media entre 80 y 120 árboles por hectárea, en otras modernas de un solo pie cercanas a las 200 plantas por hectárea. Este proceso se va produciendo lentamente e, incluso, continúa en la actualidad, como se muestra en el relato del siguiente agricultor:

“Se están modernizando las fincas [...]. Todos los años se arrancan [olivar tradicional] pero no llega a que se vaya volcando a la balanza más de cincuenta por ciento de olivar nuevo, lo que sí es cierto es que normalmente ese olivar moderno suele ser de riego y entonces es mucho más productivo que el olivar tradicional, y si está en torno al treinta, treinta y cinco por ciento el olivar moderno, en producción está en el cincuenta por ciento o a lo mejor incluso más” (entrevista a agricultor E14).

En general, la modernización del olivar tuvo una especial incidencia en la comarca objeto de estudio. En este sentido, la necesidad de aumentar la productividad de la tierra y de mejorar los márgenes de las explotaciones había creado una dinámica de mecanización de labores agrícolas y de reforma de las plantaciones mediante el arranque generalizado de árboles en el territorio. Esto último se comienza a percibir en la comarca a partir de finales de la década de los sesenta y especialmente en los setenta, cuando se acelera este proceso por un nuevo impulso de las políticas públicas:

La necesidad de aumentar la productividad del olivar y mejorar las rentas del olivarero a través de la introducción de cambios en la sistema de explotación y la estructura de la plantación dio lugar a la aparición de una nueva forma de cultivar los olivos mucho más intensiva y productiva que se ha denominado *nueva olivicultura* (Pastor 1982; Humanes 1984; Pastor et al. 1990, 1993; Humanes et al. 1997; Porras et al. 1997a; Humanes 2001; Guerrero García 2003; Hidalgo et al. 2005; Pastor y Humanes 2010; Tous 2012) centrada en la sustitución de la mano de obra por maquinaria agrícola, el aumento de los insumos y la reestructuración de la plantación del olivar para facilitar su mecanización. En esta línea, Humanes (1984) define la *nueva olivicultura* de la siguiente forma:

“una *olivicultura moderna* capaz de obtener el máximo potencial productivo del mismo, mecanizable en su totalidad, con un material vegetal selecto que permita el mínimo período improductivo y en la que los inputs ajenos al sector (fertilizantes, agua, pesticidas, etc.) sean los principales componentes de la producción, la cual, por otra parte, debe ser de la más alta calidad posible” (Humanes 1984, p. 6, cursiva original).

En relación a la definición anterior, es conveniente señalar que la nueva olivicultura conecta con las estrategias de diferenciación de la producción basada en la elaboración de productos agroalimentarios de calidad, aunque, en principio, ésta no se vinculaba al territorio, sino a los procesos de producción agrícola de acuerdo con normas y estándares de calidad industrial. Esto se enmarca en las dinámicas que el sector agroalimentario experimentó en la década los años ochenta para dar una respuesta a los problemas de saturación de la demanda a través de la segmentación de los mercados (Sanz-Cañada 1997).

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

La nueva olivicultura implicaba el desarrollo de unas prácticas ajenas a los agricultores que procedían del campo de la ingeniería agrónoma cuya difusión se realizó partir de los centros de investigación agraria, que tenían su origen en Servicios de Extensión Agraria creados en 1955 por el Ministerio de Agricultura, con la idea de impulsar la modernización agraria a través de la transmisión de conocimiento agronómico científico-técnico en la agricultura. De esta forma, se promueve un aprendizaje abstracto cuya finalidad es sustituir al aprendizaje propio de los saberes tradicionales del agricultor, dentro de una lógica de priorización de la eficiencia productiva que era característica del sistema sociológico industrial.

Este tipo de política de fomento del aprendizaje abstracto tuvo una incidencia especial en Estepa en los años ochenta, en concreto, en relación a la labor de investigación y difusión desempeñada por el CIFA (Centro de Investigación y Formación Agraria) de Alameda del Obispo¹⁸⁶ (Córdoba). En éste había un grupo de investigación dirigido por José Humanes que era el punto de referencia en las técnicas de la nueva olivicultura en España (Humanes, 1984; Pastor y Humanes, 1996; Humanes y Pastor 2006). El trabajo de disseminación y comunicación que hizo esta institución entre los agricultores de la comarca contribuyó de forma notable a la modificación de la cultura y paisaje agrario en el territorio. En este sentido, uno de los agricultores entrevistados comenta su experiencia:

“En el año ochenta empezó mi generación a trabajar y nos acogimos a los planes de reconversiones del olivar, de la Unión de Centro Democrático, que se habían creado, del año setenta y siete pero se gestó en los años ochenta y dos y existen estos planes de reconversión. Entonces teníamos que renovar el olivar. **El olivar lo vendías, lo arrancabas o lo reconvertías**. Hicimos un estudio en esos años, todavía no habíamos entrado en la Unión Europea, estábamos en una situación de crisis pero las tierras no eran aptas. Por parte del Gobierno había ayudas para los planes de reconversión del olivar. Para todo esto la estación de la Alameda del Obispo era también un centro de referencia. Nosotros teníamos reuniones con José Humanes a ver qué hacíamos con el olivar: había que ponerlo en un sólo pie y los planes de reconversión del olivar, que llevaba la Jefatura Agronómica de Sevilla¹⁸⁷, te ayudaban, pero tú tenías que poner el árbol a un pie, no podías tenerlo a tres pies. Las ayudas no las concedían si ponías los olivos a tres pie” (entrevista a actor local, E13, nota y resaltado en negrita añadido).

En definitiva, el desarrollo de las políticas públicas contribuyó de forma significativa a que los actores locales asimilasen la modernización con el objetivo de mejorar la eficiencia productiva en el olivar, de forma que se mejoró la productividad del olivar en los setenta¹⁸⁸ y ochenta. En esta

¹⁸⁶ En la actualidad es un centro adscrito al IFAPA (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera) de la Junta de Andalucía.

¹⁸⁷ La Jefatura Agronómica dependía en los años 60 y 70 de la Dirección General de Agricultura del Ministerio de Agricultura.

¹⁸⁸ Los resultados de las actuaciones de las políticas públicas para el incremento de productividad no se empezaron a mostrar hasta 1970-79, periodo en el que por primera vez la producción unitaria del olivar

última década se consiguió frenar la tendencia a la reducción de la superficie del olivar, a lo que también contribuyeron los subsidios a la producción de la Comunidad Económica Europea. Este proceso de modernización supuso el cambio del sistema tradicional de cultivo, sobre la base de la utilización de fuentes de energía orgánicas y bajas intensidades de capital, a otro moderno, dominado por una agricultura con un fuerte componente químico y una intensidad de utilización de máquinas e insumos en un nuevo marco social, económico y tecnológico (Abad y Naredo 1997; Naredo 1983, 2004; Delgado Cabeza y Vázquez 2002; Delgado Cabeza 2014). Esta tendencia hacia una mayor intensificación del consumo de recursos naturales en la agricultura será potenciada en los noventa y primera década del siglo XXI por la consolidación del *régimen corporativo alimentario* (McMichael 2004), en el cual los condicionantes sociales y ecológicos tratan de ser reducidos con el objetivo de aumentar la producción (Delgado Cabeza 2010, p. 10), con los consiguientes efectos negativos sobre el medio ambiente y la polarización de los territorios periféricos como abastecedores de energía y materiales (Delgado Cabeza 2006, p. 123).

Desde una perspectiva agroecológica, este nuevo escenario es el resultado de los cambios en la relación hombre-naturaleza, en la que se recurre de forma significativa a flujos biofísicos externos de energía y materiales y se abandona el manejo integrado del territorio. Esta modificación de las pautas de producción puede ser entendida como una transformación de los patrones del metabolismo social agrario, por el que las sociedades rurales experimentan una transición socioecológica desde la agricultura orgánica tradicional hacia otra industrializada que conlleva un replanteamiento de las formas de organización de la producción, su transformación y distribución. Esta reestructuración de la organización productiva implica, al mismo tiempo, una alteración de los intercambios del sistema agrario con el medio natural que le sustenta, lo que deriva en una serie de impactos sobre los ecosistemas cuyos efectos dependerán de las características agroecológicas del agrosistema en concreto y del nivel de alteración de los equilibrios previos (Fischer-Kowalski 1998; Fischer-Kowalski y Hüttler 1999; González de Molina y Guzmán-Casado 2006, Guzmán-Casado y González de Molina 2006; Fischer-Kowalski y Haberl 2007; Tello et al. 2008, González de Molina 2010; González de Molina y Toledo 2011; Infante-Amate 2011, 2013; Tello y Galán 2013; Tello 2013).

De esta forma, los procesos iniciados a partir de los cincuenta en el contexto del sistema socioecológico tuvieron como consecuencia a finales de los ochenta dos efectos esenciales que cambiaron radicalmente el sector agrario y, en particular, la olivicultura. En primer lugar, supuso el declive de la figura del campesinado que fue sustituida por el agricultor profesional en el caso de las explotaciones que generaban un rendimiento económico suficiente para su mantenimiento, y a tiempo parcial, cuando la actividad agraria no era suficiente para su autonomía económica y debía de ser complementada con otras actividades productivas extra-agrarias (Arnalte Alegre 1980; Ortí 1992; Bretón Solo de Zaldívar 1993; Contreras 1997). En segundo lugar, condujo a la transformación de los *sistemas agrarios tradicionales* (Toledo 1993) en un modelo agrícola

español logró superar el promedio alcanzado en 1931-35, aunque también hay que reconocer que este aumento de la producción por hectárea no fue tan espectacular con en otros cultivos (Zambrana 2000, 2004).

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

radicalmente diferente sobre la base de la intensificación de insumos, la mecanización de las prácticas agrarias y la desterritorialización de la producción, que se denomina *agricultura convencional*. De esta forma, **las explotaciones tradicionales de olivar que no fueron capaces de proveer el sustento económico al agricultor y las que tampoco pudieron adaptarse a las interacciones del sistema socioecológico industrial terminaron desapareciendo.**

Desde este punto de vista de la jerarquía de sistemas la sostenibilidad del sistema agrario se puede interpretar como su capacidad para enfrentarse de un forma exitosa a las interrelaciones que existen en las distintas escalas que afectan al agrosistema, en línea con el enfoque agroecológico de Rickerl y Francis (2004b) y Gliessman (2011a y 2013). De esta forma, el propio proceso coevolutivo entre sistema ecológico y socioeconómico explica los cambios acontecidos del olivar en el periodo analizado, tanto el referido a la industrialización como el que concierne a la desaparición del modelo tradicional. Pero por otra parte, la aceleración de los procesos de intensificación de la agricultura a partir de los ochenta originó una serie de problemas de contaminación y deterioro ecológico que repercutían negativamente en salud de las personas y en el ecosistema general (Feenstra et al. 2003; Leiss y Powell 2004). La emergencia de estos procesos en el ecosistema natural puede ser contemplada desde el mismo enfoque agroecológico mediante la ampliación de la escala como el resultado de las interacciones entre el sistema socioecológico y el nivel jerárquico superior, el cual corresponde el ecosistema general y la biosfera (Vernadsky 1926/1997). Desde este punto de vista del proceso coevolutivo, el sistema socioecológico debe adaptarse para enfrentarse a las interacciones que emanan de la biosfera y el ecosistema general con el objetivo final de su supervivencia a largo plazo. En este sentido, a partir de los noventa aparecen otros procesos antrópicos que buscan una nueva relación naturaleza-sociedad para afrontar la crisis ecológica que surgió a raíz de la dinámica de intensificación productiva del modelo industrial. En el próximo epígrafe se analizará este tipo de respuestas en el marco de una transición hacia otro patrón de consumo de energía y recursos naturales.

4.3.5. Hacia una nueva transición del régimen socioecológico: la incorporación de la calidad territorial y el medio ambiente en las políticas públicas

4.3.5.1. Introducción a los objetivos de las políticas públicas para afrontar los problemas del régimen socioecológico industrial en el sector agrario

Los procesos de intensificación de la producción agraria iniciados en la década de los cincuenta y potenciados en los ochenta través de las políticas públicas condujeron a una masificación de la producción sobre la base concebir a los productos agrarios como materia prima de procesos de transformación agroindustrial. Esto implicó un proceso “descualificación” de los alimentos que, a su vez, supuso una reducción de la diversidad de los productos agrícolas, con pérdida de variedades locales y razas autóctonas, de modo que el sistema agroalimentario funcionaba como una cadena industrial de ensamblaje de componentes elementales (Contreras 1995, 1997). Este proceso de industrialización subordinó las explotaciones agrarias a la industria, de modo que la función de la agricultura cambió de proveedora de productos alimentarios finales a suministradora

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

de productos intermedios sobre la base de los requerimientos de productos agrícolas estandarizados que sirvieran de insumos para una producción de masas de productos duraderos (Sanz-Cañada 1997; Hennis 2001, 2002).

Esta dinámica tuvo como resultado del desplazamiento del peso del sistema agroalimentario a la gran distribución y las grandes industrias agroalimentarias con la consecuente pérdida de poder de negociación del sector agrario y, por tanto, la disminución de las rentas agrarias. Pero al mismo tiempo, los procesos de intensificación deterioraron la salud de los consumidores y los ecosistemas que sostenían la producción agraria. En este contexto, las instituciones europeas y nacionales pusieron en marcha en la década de los noventa una serie de políticas públicas para favorecer un cambio de tendencia en el sector de forma que, por un lado, aumentara la renta de los agricultores y, por otro, se redujeran los impactos sobre el medio ambiente de las actividades productivas. Para alcanzar estos dos objetivos se desarrollaron actuaciones centradas en las dos grandes líneas siguientes:

- La mejora de los procesos de producción en relación con el medio ambiente.
- El impulso de estrategias de desarrollo rural a través del reconocimiento del vínculo de territorio en el sistema de producción.

La primera línea fue desarrollada a través de la elaboración de dos instrumentos normativos: el primero es de ámbito europeo y se refiere al reglamento de la *producción ecológica*¹⁸⁹ con la idea de rediseñar el proceso productivo eliminando los insumos de naturaleza industrial de forma que sólo se emplean los orgánicos y tradicionales; el segundo es de ámbito nacional y regional, y se relaciona con la normativa de *producción integrada*¹⁹⁰, que tiene como objetivo la modificación de los procesos productivos priorizando el uso de insumos naturales frente a los industriales cuya aplicación está condicionada a unos criterios de racionalidad de uso. Ambos sistemas tienen en común el objetivo de la mejora de los procesos productivos aunque sobre la base de principios diferentes. En el segundo punto de este epígrafe se explicarán sus principales características y se expondrá los efectos que ha tenido en el olivar en Andalucía y su relación con el agrosistema de Estepa.

La segunda línea de actuación emprendida por los poderes públicos concierne a la puesta en marcha de estrategias de diferenciación de productos agroalimentarios sustentadas en el reconocimiento de las marcas de calidad territorial en el contexto de las políticas de desarrollo rural (Béranger y Valceschini 1999; Barjolle y Sylvander 2003; Sanz Cañada 2009). La marca oficial de calidad se convierte en el mecanismo institucional que regula la producción agroalimentaria de un espacio concreto a partir de unos valores relacionados con el territorio, la tradición y el medio ambiente (Muchnik et al. 2008; Sanz Cañada 2009; Sanz Cañada y Muchnik 2011). En España, las marcas de calidad territorial más conocidas con las denominaciones de origen y su origen se

¹⁸⁹ La normativa fue introducida en Europa por el Reglamento (CEE) 2092/91.

¹⁹⁰ La comunidad Andaluza introdujo la normativa sobre producción integrada mediante el *Decreto. 215/1995*, de 19 de septiembre, sobre *producción integrada* en agricultura y su indicación en productos agrícolas.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

remontan a los años treinta, aunque reciben un impulso de la política europea en la década de los noventa como instrumento para el desarrollo de zonas rurales sobre la base de una producción vinculada al territorio. En el tercer punto de este epígrafe se comentan los efectos de esta dinámica en el sector del aceite y su relación con el agrosistema de Estepa.

4.3.5.2. Producción ecológica y producción integrada

La agricultura ecológica tuvo su origen en Europa en el contexto de la primera etapa del enfoque agroecológico en los años sesenta y setenta (Tischler 1965; Hénin 1967; Mollison y Holmgren 1978) sobre la base la introducción de los objetivos ecológicos en el agroecosistema. En general, este modelo trata de llevar a cabo un proceso de reconversión de la agricultura moderna convencional a otro mediante una reducción progresiva de insumos agroquímicos, su posterior sustitución por materiales orgánicos y un rediseño del agrosistema para la maximización del ciclo de nutrientes y energía en el sistema de explotación, de forma que se mantenga el equilibrio en las relaciones funcionales entre sus componentes.

A principios de la década de los noventa, la política pública europea impulsa el desarrollo de la agricultura ecológica a través de apoyo institucional para reconocer con un distintivo de calidad a los productos elaborados a partir de un modelo coherente con los principios ecológicos. La base normativa se materializó inicialmente en la elaboración del Reglamento (CEE) 2092/91 que posteriormente fue sustituido por el Reglamento de 834/2007 de *producción ecológica*. De esta forma, se ofreció una respuesta por parte de los poderes públicos a los problemas ambientales de la intensificación de la agricultura. Desde este punto de vista, la agricultura es concebida como un sistema general agrícola que combina las mejores prácticas ambientales con un elevado nivel de biodiversidad y un sistema productivo que prioriza los procesos de transformación a partir de sustancias y procesos naturales. Este sistema se asocia con los modelos de certificación de la calidad en función de los procesos, por lo que lleva implica la adopción de sistemas de etiquetado y control que requieren un desarrollo institucional para asegurar la calidad según unos estándares predefinidos.

La principal diferencia que mantiene con el enfoque agroecológico concierne a la escala de aplicación que, en el caso de la agricultura ecológica sólo se circunscribe a las interacciones biológicas en la explotación agraria (Lamine y Bellon 2009; Wezel et al. 2011; Bellon y Penvern 2014), lo que excluye a la dimensión socioeconómica de las relaciones naturaleza-sociedad, en particular los aspectos relativos al saber tradicional y a la función de justicia social encuadrada en el marco de los objetivos de ecología política (Guzmán Casado et al. 2000; Altieri y Nicholls 2007; Gliessman 2007, 2011b; González de Molina et al. 2007; Nicholls y Altieri 2011).

Por otra parte, el modelo de producción integrada surge, al igual que el cultivo ecológico, como respuesta de la sociedad a los procesos de intensificación de la agricultura convencional. Tiene su

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

origen en la Organización Internacional de Lucha Biológica¹⁹¹, que desarrolla en los años cincuenta los principios de control integrado de plagas con el objetivo minimizar la utilización de pesticidas y realizar un uso racional de éstos (Benassy 1977a, 1977b). La aplicación de estos principios al resto de insumos y operaciones agrarias en la década de los ochenta constituye el eje central sobre el que se desarrolla la agricultura de producción integrada (El Titi et al. 1993). La idea principal es la disminución de los impactos de los sistemas de explotación agraria en el medio ambiente mediante un uso racional de insumos y la utilización de códigos de buenas prácticas. La gestión de las prácticas trata de buscar un equilibrio entre el medio ambiente, la rentabilidad y las exigencias sociales, y su definición dependerá de las características del territorio (Boller et al. 2004; Baur et al. 2011).

A diferencia de la producción ecológica, el desarrollo normativo no es el resultado de una iniciativa de la Unión Europea, sino que cada país dispone de una normativa propia en función de su contexto específico¹⁹². En la actualidad está regulada en España por el Real Decreto 1201/2002, aunque son las comunidades autónomas las encargadas de elaborar la normativa para cada cultivo¹⁹³. En Andalucía, la Orden de 15 de abril de 2008 de la Consejería de Agricultura y Pesca desarrolla el reglamento específico para la producción integrada en el olivar. Hay que señalar que este modelo de producción cuenta con un soporte institucional que en el caso andaluz se apoyó inicialmente en las ATRIA (Agrupaciones de Tratamiento Integrado), que se habían creado en los ochenta para el control integrado de plagas en el olivar. A partir de esta experiencia se constituyeron las API (Agrupaciones de Producción Integrada) para integrar la lucha contra las plagas y otras prácticas del cultivo con el objetivo de llevar a cabo una gestión conjunta del sistema de manejo de la explotación (Ruíz Torres 2012).

Los aspectos principales que hacen divergir a este modelo de la agricultura ecológica conciernen a la naturaleza de los insumos. En concreto, en la integrada se prioriza el uso de insumos orgánicos, pero también admite la utilización de productos de síntesis como agroquímicos y fertilizantes, aunque su aplicación queda supeditada a la ausencia de sustitutos agrarios y es sometida a una autorización y control por parte de las autoridades públicas, mientras que en la ecológica solo se permite la aplicación de productos naturales y algunos de uso tradicional.

De esta forma, se puede concebir el sistema de producción integrada como un modelo para la transición de un sistema de agricultura industrial a otro en el que el proceso productivo presenta

¹⁹¹ La Organización Internacional de la Lucha Biológica e Integrada (OLIB) se crea en 1955 con el objetivo de aunar esfuerzos entre los miembros fundadores para el control biológico de las plagas y enfermedades en las cosechas (<http://www.iobc-wprs.org/>).

¹⁹² En 2014 sólo habían desarrollado una normativa oficial específica Portugal, Francia, Reino Unido, Bélgica o España. En el resto de países se regula mediante normas de organizaciones privadas. No obstante existe un debate en las instituciones de la UE sobre la necesidad de elaborar una normativa común de requisitos mínimos para la regulación de este modelo agrícola en los países miembros, de acuerdo con el Dictamen del 26 de febrero de 2014 del Comité Económico y Social Europeo sobre la Producción Integrada en la Unión Europea (NAT/596 – EESC-2013-02103-00-00-AC-TRA).

¹⁹³ Hay que matizar que Andalucía fue pionera, junto con Cataluña, en la creación de un sistema normativo propio mediante el Decreto 214/1995 de 19 de septiembre desarrollado por la Orden de 19 junio de 1996.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

un grado menor de intensidad energética y una reducción del impacto sobre el ecosistema. Por otra parte, la agricultura ecológica representa una opción más rupturista con el sistema industrial al renunciar a la introducción agroquímicos y fertilizantes de síntesis, lo que supone una disminución mayor de la carga energética en relación al anterior. Asimismo, ambos modelos contribuyen a la transformación el sistema socioecológico industrial a otro sistema con un menor consumo de recursos de origen industrial y energía no renovable, aunque en distinto grado.

Las primeras experiencias en Andalucía en producción integrada en olivar tiene lugar a finales de los noventa con un cultivo de 17.000 ha en la campaña 1999/2000, mientras que el olivar en cultivo ecológico tiene su origen en los ochenta¹⁹⁴, aunque es a partir de 1992 cuando se comienza a desarrollar en Andalucía debido en parte a las ayudas de la PAC. El primer cultivo en producción integrada se inició en la campaña 1999/2000 con una superficie de 17.000 hectáreas (Martínez Torres 2003). En la década de 2000 ambas modalidades experimentan evoluciones diferentes, de forma que el olivar ecológico aumenta muy lentamente y su extensión es superada ampliamente por el sistema integrado. En el gráfico 4.1 se muestra la evolución de los dos tipos de cultivo respectivamente en el ámbito nacional, de modo que se observa el incremento de una extensión de 87.200 hectáreas de producción integrada en 2004 a 395.478 ha en 2012, lo que representó el 16,26% de la superficie de olivar cultivado en el país¹⁹⁵, mientras que la producción en ecológico aumentó de una superficie de 82.246 ha en 2001 a 168.139 ha en 2012, cifra que supuso una proporción menor sobre el total, en concreto el 6,91% del cultivo¹⁹⁶.

En relación a Andalucía los datos se exponen en el gráfico 4.2 en el que se aprecia un aumento más acentuado de la expansión del cultivo integrado en relación al ecológico, que presenta cierta estabilidad. En este sentido, la producción integrada aumenta de forma notable de 38.210 ha en 2003 hasta 332.513 ha en 2012, cifra que representó el 21,96% del olivar en la región, mientras que la producción ecológica pasa de 31.851 ha en 2001 a 54.800 ha en 2012, cantidad que corresponde al 3,62% del olivar. La observación de los resultados obtenidos en España y Andalucía de modo conjunto conduce a la conclusión de que **la producción integrada representa la principal tendencia en la transición a otro patrón con menor consumo de energía.**

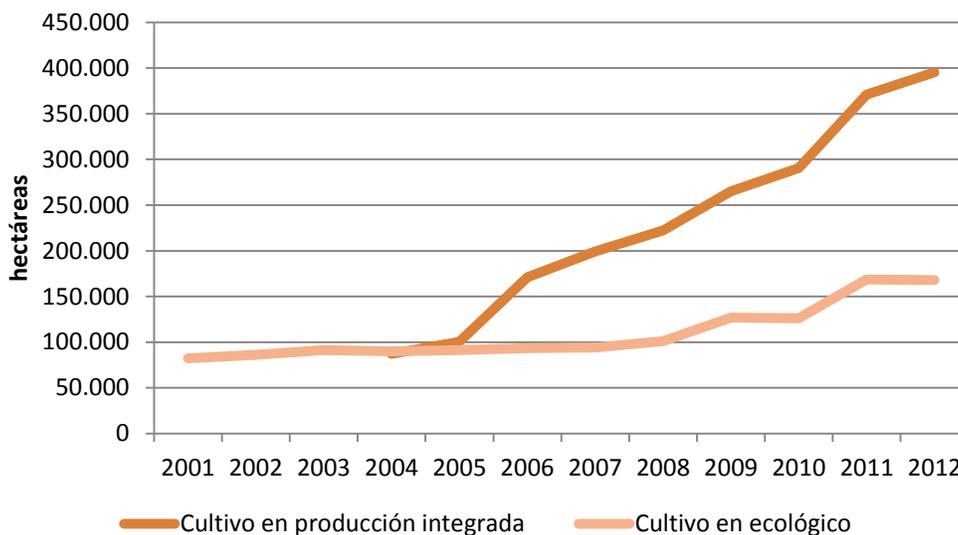
¹⁹⁴ En 1985 se puso en marcha en Génave, un municipio de la comarca de la Sierra de Segura (Jaén), la primera iniciativas para el cultivo de olivar ecológico. El éxito de esta experiencia sirvió para difundir posteriormente las prácticas de agricultura ecológica en otro municipios de la comarca (Lozano y Aguilar 2010).

¹⁹⁵ Se incluyen las superficies de olivar con destino a almazara y mesa.

¹⁹⁶ Se incluyen las superficies de olivar con destino a almazara y mesa.

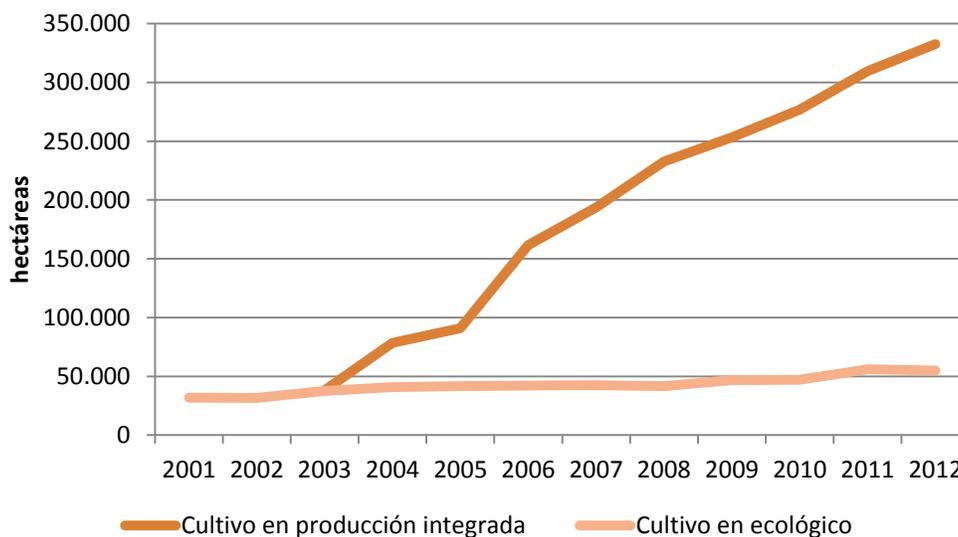
Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Gráfico 4.1. Evolución de la superficie de olivar en producción integrada y en ecológico en España, 2001-2012



Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. No se ha podido acceder a al dato sobre producción integrada de 2003, año en que se establece la normativa de ámbito nacional para el desarrollo de la producción integrada (esta información era elaborada anteriormente por las comunidades autónomas que habían desarrollado una normativa de producción integrada).

Gráfico 4.2. Evolución de la superficie de olivar en producción integrada y en ecológico en Andalucía, 2001-2012



Fuentes: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para los datos relativos a producción ecológica de olivar. Registro de Producción Integrada de Andalucía de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía para los datos de producción integrada de olivar.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

En la comarca de Estepa no se han identificado cultivos de olivar ecológico en el periodo comprendido. Sin embargo, por el contrario, no ha sido ajena a la tendencia a cultivar en producción integrada, de modo que a partir de 2003 se va extendiendo el sistema de producción integrada hasta alcanzar aproximadamente el 72,85% de la superficie de cultivo en el territorio en 2012, según los datos obtenidos en la encuesta a agricultores. El sistema de producción integrado en Estepa será estudiado más adelante en capítulo 12 desde una perspectiva que contempla el papel que las interacciones institucionales desempeñan en su introducción y funcionamiento, en el contexto del enfoque SIAL.

4.3.5.3. Las denominaciones de origen

La normativa que regula las marcas oficiales de calidad territorial de los productos agroalimentarios fue introducida en Europa en 1992 a través del primer reglamento relativo a la protección de las indicaciones geográficas protegidas (IGP) y de las denominaciones de origen protegidas (DOP)¹⁹⁷, que fue sustituido en 2006 por una regulación actualizada¹⁹⁸. No obstante, hay que matizar que este tipo de normativa no fue un fenómeno nuevo en el continente, pues las primeras denominaciones de origen fueron creadas en el primer tercio del siglo XX en Francia, España e Italia (Valceschini y Nicolas 1995). En el caso de España su origen se relaciona con el Estatuto del Vino de 1932 que desarrolló la base reguladora para crear en 1933 las primeras denominaciones de vino¹⁹⁹. Posteriormente en 1970 se modificó el Estatuto²⁰⁰ y se contempló la posibilidad de incorporar otros productos agroalimentarios, de forma que en 1974 se amplía al aceite de oliva, queso y jamón curado. De este modo se sientan las bases para que aparezca en 1975 la primera denominación de origen de aceite reconocida por el Estado, la D.O. de Garrigues, en Cataluña. En los ochenta la legislación se extiende a otros alimentos (judías, lentejas, garbanzos, arroz, espárragos, embutidos, etc.) y se promulga en 1985 un marco regulador común²⁰¹ para los productos no vínicos. Finalmente, en 1994 se equipara el esquema normativo de las denominaciones de origen y específicas españolas con las D.O.P. e indicaciones geográficas protegidas de la reglamentación europea²⁰² (Gómez y Caldentey 1999).

Las políticas públicas y la necesidad de buscar alternativas al modelo de sistema agroalimentario dominado por la gran distribución impulsaron el desarrollo de las denominaciones de origen de aceite en España desde finales de los noventa y, en particular, en la primera década del siglo XX. En este sentido, el número de denominaciones era de 3 en 1990, ascendió a 11 en 2000 y se elevó

¹⁹⁷ Reglamento (CEE) nº 2081/92 del Consejo, de 14 de julio de 1992, relativo a la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios.

¹⁹⁸ Reglamento (CE) nº 510/2006 del Consejo, de 20 de marzo de 2006, sobre la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios.

¹⁹⁹ Las más conocidas con Rioja, Jerez-Xérèz-Sherry, Málaga, Valdepeñas, Rueda y Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda, entre otras.

²⁰⁰ Ley 25/1970 por la que se aprueba el *Estatuto de la viña, del vino y de los alcoholes*.

²⁰¹ Decreto 1573/1985.

²⁰² Esto se realiza mediante la Orden de 25 de enero de 1994 del Ministerio de Agricultura.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

a 20 en 2004, fecha en la que se crea la DOP de Estepa. Esta cifra continuó aumentando en los años siguientes hasta alcanzar el máximo en 2009 con 31 macas de calidad territorial reconocidas. Sin embargo, hay que aclarar que algunas denominaciones que se habían incorporado recientemente no presentaban el suficiente arraigo desde el punto de vista institucional debido a su enorme extensión o bien por no manifestar un vínculo territorial cohesionado, por lo que terminaron dándose de baja²⁰³ y el número final de DOP se estabilizó en 28 en 2012 de las que 12 pertenecían a Andalucía²⁰⁴.

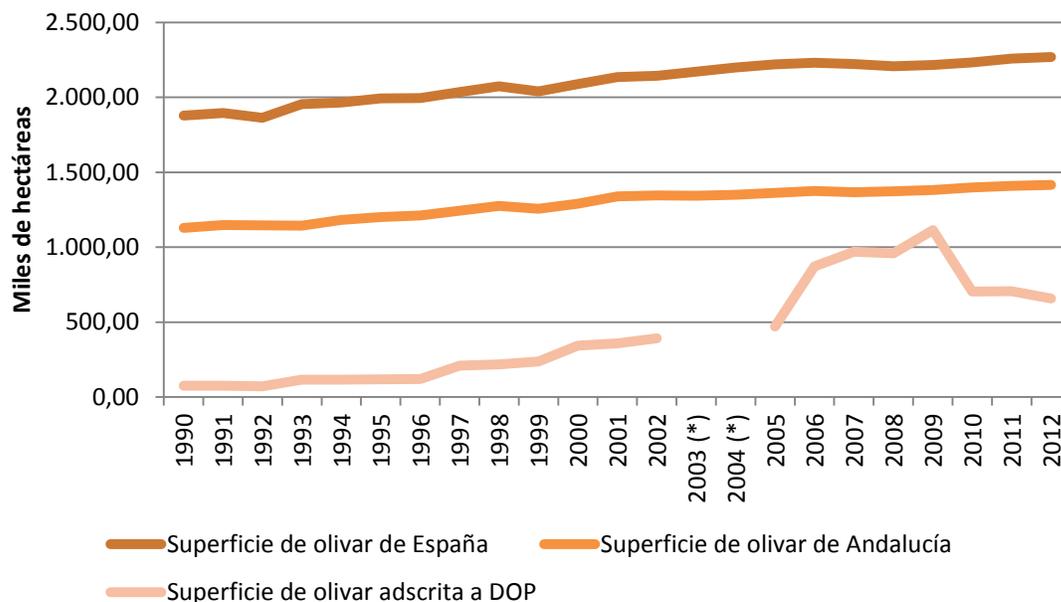
En el gráfico 4.3 se muestra la evolución de las hectáreas de olivar adscrito a las denominaciones en relación a la extensión total del cultivo en Andalucía y España en la que se observa un ascenso paulatino durante la década de los noventa hasta aproximarse a medio millón de hectáreas. En los primeros doce años se aprecia una subida espectacular entre 2005 y 2009 en la que se supera el millón de hectáreas, lo que se explica por la incorporación de territorios que poseían una extensión muy amplia de olivar que, posteriormente, por los motivos comentados en el párrafo anterior no terminaron por arraigar. Finalmente, entre 2010 y 2012, la superficie protegida se estabiliza en alrededor de 657.500 hectáreas en el conjunto del Estado, lo que representa el 28,99% del total de olivar de almazara, y en torno a 462.500 en Andalucía, lo que supone el 32,68% de la extensión del cultivo.

²⁰³ Se trata de las denominaciones de origen aceite de Madrid, Montes de Alcaraz y Campiñas de Jaén.

²⁰⁴ Se trata de las D.O.P. de Antequera, Baena, Estepa, Lucena, Montes de Granada, Montoro-Adamuz, Poniente de Granada, Priego de Córdoba, Sierra de Cádiz, Sierra de Cazorla, Sierra de Segura y Sierra Mágina.

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

Gráfico 4.3. Evolución de la superficie adscrita a DOP en relación con la extensión total del cultivo, 1990-2012



Los datos de superficie están referidos al olivar productivo con destino a almazara.

(*) El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente no dispone de los datos relativos a la superficie adscrita a DOP para los años 2003 y 2004.

Fuentes: los datos de superficie de olivar de España y Andalucía proceden de los anuarios estadísticos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del periodo 1990-2012; la superficie adscrita a las denominaciones se ha recopilado de los informes de Datos de las Denominaciones de Origen Protegidas (D.O.P.) e Indicaciones Geográficas Protegidas (I.G.P.) de Productos Agroalimentarios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

La creación de la Denominación de Origen Protegida de aceite de Estepa tuvo su origen en las políticas públicas pero también en la existencia de una red local de actores y una acción colectiva que hizo posible la constitución de la institución. En particular, hay que destacar el papel que desempeñó la cooperativa de segundo grado Oleoestepa²⁰⁵, que agrupa a la práctica totalidad de las cooperativas de primer grado de la comarca²⁰⁶, que es la institución articuladora de la estrategia de calidad desarrollada en el territorio. El estudio de la génesis y características principales de la denominación ha de realizarse a través de un análisis profundo de las interacciones entre los componentes del sistema agroalimentario localizado de Estepa que dieron lugar a su materialización y condicionaron su desarrollo. Este aspecto será tratado con detalle en el capítulo 12 desde el enfoque SIAL, por lo que el análisis de la DOP de Estepa se relega al contenido de dicho capítulo.

²⁰⁵ También hay que indicar el papel que tuvo las Organizaciones Profesionales Agrarias en la constitución de Oleoestepa, en concreto de ASAJA. Estos aspectos serán estudiados en profundidad en el capítulo 12.

²⁰⁶ En el año 2012 Oleoestepa agrupaba a 15 de las 16 cooperativas del ámbito territorial de estudio de este trabajo de investigación.

4.4. Conclusiones

El resultado de los procesos de transformación que se ha expuesto ha significado una mutación de los componentes estructurales biofísicos de las explotaciones a lo largo de la historia desde un modelo agrario, iniciado en la época romana y que se fundamentaba en el consumo de energía renovable, hacia otro modelo industrial en el que prima la utilización de energía no renovable. Este cambio es un proceso lento de transición de las relaciones sociedad- naturaleza que se inicia con la revolución industrial en el siglo XIX aunque no se materializa en el cultivo del olivar hasta la segunda mitad del siglo XX (Infante Amate et al. 2013). De esta forma, se sustituyen los insumos de origen orgánico por otros elaborados en la industria y se introduce maquinaria agrícola sobre la base de un patrón de consumo energía fósil. Sin embargo, a partir de los noventa y, especialmente a partir del siglo XXI, aparición de nuevas tendencias en la agricultura, aunque minoritarias, caracterizadas por un nuevo patrón en la relación naturaleza-sociedad que, en el caso de las explotaciones de olivar de Estepa consistieron en la expansión del cultivo integrado del olivar y en el desarrollo de la denominación de origen de Estepa como sistema de calidad territorial.

Todos estos procesos están condicionados por un tendencia enmarcada en el sistema jerárquico superior: el sistema socioecológico (Fischer-Kowalski y Haberl 2007; Fischer-Kowalski 2011). En este sentido, las modificaciones estructurales están relacionadas con la adaptación del sistema agrario al patrón de consumo de recursos naturales y de energía que caracterizan al régimen socioecológico de cada periodo histórico. Desde esta perspectiva, el proceso coevolutivo del olivar de Estepa se manifiesta en tres niveles. En primer lugar el básico, referido a la adaptación del de las relaciones sociedad-naturaleza a los condicionantes que provienen del modelo socioeconómico de la comarca y que se sitúa en el siguiente nivel jerárquico. A continuación, esta última dimensión está influenciada por el sistema socioecológico, que se localiza en el nivel jerárquico más elevado. De esta forma, la sostenibilidad del sistema agrario dependerá de su capacidad para coevolucionar (Kallis y Noorgard 2010; Warden 2010) con el sistema socioeconómico, y este con el socioecológico, de modo que la explotación productiva pueda responder a los cambios mediante la modificación de las características biofísicas del olivar. Por otra parte, el sistema socioecológico ha de adaptarse a otro sistema del nivel jerárquico superior: la biosfera. Los cambios a los que el sistema socioecológico debe hacer frente no están relacionados sólo con el patrón de consumo energético, sino que también debe afrontar los nuevos cambios biogeológicos que emergen de la interacción entre el sistema socioecológico y la biosfera, que abarcan desde el cambio climático hasta las modificaciones que son producidas directa e indirectamente por todos los procesos de transformación económica que el ser humano realiza de acuerdo con los patrones de dicho modelo socioecológico.

Desde el enfoque agroecológico, la sostenibilidad del sistema agrario está relacionada con su capacidad para responder a las interrelaciones que existen en las distintas escalas que afectan al agrosistema (Rickerl y Francis 2004b; Gliessman 2011a, 2013). Sin embargo, el proceso de cambio no se presenta de forma homogénea, sino que depende de los condicionantes naturales del lugar donde se ubica cada explotación y de los factores socioeconómicos descritos anteriormente. Así,

Capítulo 4. El proceso de construcción del régimen socioecológico de los sistemas olivareros en la comarca de Estepa

coexisten diferentes tipos de estructuras, cada una de ellas adaptadas a un sistema de explotación con un nivel de intensidad distinto de flujos de materiales y energía. En el siguiente capítulo se analizarán las diferentes configuraciones que se identifican en el agrosistema del olivar objeto de estudio. Para ello, se procederá a examinar los elementos estructurales y los flujos que se asociados a éstos, de forma que se puedan extraer conclusiones sobre los diferentes niveles de intensificación del cultivo.

Capítulo 5. Características agroecológicas estructurales del sistema agrario del olivar de Estepa

5.1. Introducción

En este capítulo se va a proceder al examen de las explotaciones de olivar en relación a las características agroecológicas que conciernen a los elementos estructurales biofísicos que definen al agrosistema de la comarca. Para ello, en un primer epígrafe se describirá la forma en que se clasifican los sistemas agrarios desde una perspectiva general. Posteriormente, en un segundo apartado, se realizará una aproximación a las principales tipologías de olivar que existen en la literatura en relación a los elementos físicos y biológicos que condicionan los flujos de energía y materiales en la explotación productiva del cultivo y que se adaptan a sus rasgos en la comarca de Estepa. A continuación, en un tercer epígrafe se presentará una clasificación del olivar para el análisis del sistema agrario a partir de los resultados del punto anterior y del enfoque metodológico adoptado en esta investigación.

Una vez expuesta la clasificación tipológica del olivar se procederá, en un cuarto apartado, a analizar las características de las estructuras biofísicas del olivar que se asocian a las distintas tipologías, de modo que se obtenga una visión detallada de cada componente y su relación con el resto de elementos estructurales. En este sentido, se tendrán en cuenta los rasgos diferenciadores que conciernen a la pendiente, la densidad de plantación, la disponibilidad de agua, la edad media de plantación, las variedades y, por último, la dimensión de las explotaciones. Asimismo, este capítulo se cierra con unas conclusiones generales sobre la estructura biofísica del agrosistema de Estepa.

5.2. Clasificación de los sistemas agrarios

Antes de entrar en el análisis de las tipologías de olivar es conveniente señalar que, en general, no existe una clasificación satisfactoria de los agrosistemas que sea aceptada de forma común por la literatura debido a que cada categorización atiende a criterios distintos. Estos pueden ser ecológicos como, por ejemplo, agroclimáticos, impactos sobre el medio, especies vegetales, flujos de materiales, etc.; tecnológicos, en función del nivel de mecanización, intensidad de insumos, sistema de manejo; y sociales, que pueden aludir al tipo de organización institucional de los agentes que intervienen, aspectos culturales o finalidad de la producción, entre otros (Bosch y Boixadera 2010).

Una forma de ordenar las clasificaciones es agruparlas en función de si están orientadas a la descripción de una variedad de procesos agrarios generales de forma independiente del cultivo, o bien se centran en categorización de las distintas formas de organizar un cultivo específico. Las primeras se caracterizan por emplear esencialmente criterios de agrupación a partir del estudio de los flujos de entrada en relación al nivel de utilización de insumos y el carácter renovable o no del insumo. Este tipo de clasificación informa sobre el patrón de consumo de energía y recursos materiales que se realiza en la explotación que, a su vez, se relaciona con un patrón de comportamiento en la relación naturaleza-sociedad. En este sentido, en la comarca de Estepa se han identificado dos grandes modelos en función de los criterios en que se sustenta el control y la

introducción del flujo de materiales y energía en las explotaciones. En primer lugar, se ha constatado la existencia de un modelo de *agricultura convencional* asociado al régimen agrario industrial y, por otra parte, se ha descrito otro modelo, la *producción integrada*, que emerge a partir de los primeros años del presente siglo y que en 2012 ocupa dos terceras partes de la superficie de olivar, según los datos obtenidos en la encuesta a agricultores. Ambos sistemas conforman lo que se va a denominar *clasificación general de modelo agrario* en este trabajo de investigación y será tomada en cuenta para extraer conclusiones en relación a los flujos de energía y materiales y establecer conexiones con tendencias que se manifiestan en escalas jerárquicas superiores que se relacionan con el sistema socioecológico.

Sin embargo, la clasificación anterior tiene la desventaja de que es demasiado genérica y no ofrece información sobre los componentes estructurales biofísicos del cultivo del olivar, que son el resultado del proceso de coevolución del agrosistema de Estepa y que condicionan el volumen de flujo de entrada y salida de materiales y energía. En este sentido, es necesario utilizar una clasificación que permita identificar otros modelos de explotación en función de sus características agroecológicas, tanto en relación a los elementos biofísicos que configuran la explotación como a la intensidad de flujos de materiales y energía que son controlados por el agricultor para obtener una determinada salida de materiales, o rendimiento productivo, aprovechable para una finalidad propia. En el epígrafe siguiente se procede a estudiar las clasificaciones de las explotaciones de olivar que se realizan en la literatura.

5.3. Clasificación de las tipologías de olivar

5.3.1. La importancia de las estructuras biofísicas en las clasificaciones de olivar

Las clasificaciones específicas del cultivo tratan de diferenciar los sistemas de explotación en función de los elementos estructurales biofísicos que lo definen como, por ejemplo, la densidad de árboles, tamaño, pendiente, tipo de suelo, régimen de cultivo (secano/regadío), etc. Por su naturaleza, estos elementos no son susceptibles de cambio, al menos en una explotación a corto y medio plazo, aunque a largo plazo son el resultado del proceso coevolutivo entre el sistema ecológico y socioeconómico, y, por consiguiente, se transforman con el entorno. No obstante, es necesario señalar que no todos los elementos presentan la misma escala de cambio, de acuerdo con el enfoque coevolutivo multinivel y multidimensional en el que también desempeña un papel relevante las relaciones de poder (Kallis y Noorgard 2010; Warden 2010). Así, por ejemplo los componentes físicos en que se sustenta el cultivo como, en particular, la textura, morfología y pendiente del suelo manifestarán una escala que puede durar cientos de años en función de los procesos naturales que intervienen en su configuración. Este proceso de cambio requiere una cantidad energía que sólo es posible que se produzca en dimensiones espacio-temporales que conciernen a los ciclos naturales relacionados con la transferencia de energía a escala geológica. Sin embargo, determinados elementos biológicos y físicos que pueden ser modificados radicalmente por el ser humano como, por ejemplo, la plantación de olivos, que puede ser renovada con un densidad y material genético distinto, o la creación de un sistema de riego, si

bien la viabilidad de estas alteraciones dependerán, por un lado, de que el balance de los nuevos flujos económicos asociados a la relación resultante de entradas y salidas de energía y materiales que sea beneficiosa para el agricultor y, por otro, a que las nuevas transformaciones presenten, en última instancia, de un tasa de retorno energético (EROI) que compense la inversión realizada (Murphy y Hall 2010). Pero al mismo tiempo, la relación de flujos energéticos y económicos necesarios para realizar una transformación estructural está condicionada por las relaciones de poder en el sistema socioeconómico en la medida que, en función del peso que tengan en el sistema los actores del agrosistema, podrán ser distraídos otros flujos económicos y energético de otros componentes del sistema para compensar o hacer viable el coste económico y energético de estos cambios. De forma similar, la normativa puede actuar como un mecanismo restrictivo que impida a los agricultores llevar a cabo las alteraciones necesarias en los elementos biofísicos de carácter estructural.

Por otra parte, las interacciones que mantienen los agrosistemas con el sistema socioeconómico no son estables y, además pueden experimentar fuertes modificaciones en periodos de tiempo reducidos. En general, los cambios en los sistemas socioeconómicos se producen más rápido que en el entorno ambiental. Incluso algunos son tan veloces que los elementos estructurales del sistema agrario no pueden ser readaptados a éstos en la escala temporal que acontecen. La falta de respuesta a estos cambios puede suponer una alteración de su funcionamiento a corto plazo, con posibles consecuencias, en determinados casos, sobre su viabilidad futura. Por ejemplo, una innovación técnica para la recogida de la cosecha que reduzca de forma sustancial el flujo energético y monetario modificará el balance de flujos finales transformando el equilibrio previo en otro nuevo. Este nuevo equilibrio afectará al agrosistema en su conjunto en la medida que su introducción en un número suficiente de explotaciones tenga capacidad para alterar la relación entre los flujos entre el sistema socioeconómico y el agrario, por ejemplo reduciendo el valor económico de la cosecha. Es probable que aquellos sistemas de explotación que no se adapten a esta innovación experimenten dificultades en la obtención de flujos monetarios para que su funcionamiento continúe en el nuevo equilibrio entre sistema agrario y socioeconómico.

Una vez realizada la exposición sobre cómo pueden ser modificados los componentes estructurales de naturaleza biofísica que definen el cultivo, se pasa a profundizar en las categorías olivar que han sido elaboradas en la literatura en relación a estos elementos que, en general, tienden a ser estables en el corto plazo, y que a medio y largo plazo muestran mayores posibilidades de cambio en función de las interacciones del agrosistema con el entorno ecológico y socioeconómico. No obstante, es conveniente aclarar que el objetivo de esta revisión no es realizar un análisis exhaustivo de las tipologías de olivar que se pueden encontrar en la literatura, sino que se centrará más bien en la identificación de aquellas clasificaciones relevantes que se adapten a la realidad agroecológica y socioeconómica del cultivo en la comarca de Estepa que ha sido expuesta en el capítulo anterior, al mismo tiempo que puedan ser de utilidad para los objetivos planteados en esta investigación para el estudio de los flujos de materiales, energéticos y económicos en las explotaciones de olivar.

5.3.2. Principales clasificaciones de referencia para el agrosistema de olivar de la comarca de Estepa

Las primeras aportaciones a la clasificación específica del cultivo objeto de estudio se deben a Hofmeister (1971), que planteó una categorización inicial de cuatro tipos de cultivo según criterios territoriales relacionados con los componentes estructurales biofísicos²⁰⁷ y el sistema de manejo a partir de un estudio del olivar predominante en la Península Ibérica. Sin embargo, los perfiles de olivar que describe se fueron alterando lentamente hasta desaparecer con el proceso de evolución de la agricultura. Así, el contexto de modernización de los sistemas de explotación favorecía la adaptación de los elementos estructurales del cultivo a un modelo más intensivo que facilitara la incorporación de los avances técnicos, en particular, el uso de maquinaria agrícola y aumento del nivel de insumos.

La generalización de este proceso de intensificación del olivar tuvo consecuencias en los ecosistemas, especialmente con el aumento de la erosión del suelo en las plantaciones de olivar²⁰⁸ (Laguna, 1989; López-Cuervo, 1990; Castro, 1993; de Graaff y Eppink 1999; Kosmas et al. 1997). Los avances en el conocimiento de las relaciones entre olivar y medio ambiente²⁰⁹ facilitaron la elaboración de clasificaciones específicas de modelos de olivar en función sus elementos estructurantes y el impacto del sistema de explotación en los ecosistemas. La primera propuesta en la que se abordaba este objetivo fue establecida por Petretti (1995, citado por Beaufoy 1997, pp. 5-9), para el olivar italiano, que sentaría las bases para la construcción de una clasificación básica.

Los elementos centrales de esta clasificación fueron las características físicas asociadas a la localización (pendiente y disponibilidad de agua) y el marco de plantación. Este último variaría, por una parte, en función de condicionantes naturales, como el tipo de suelo, las precipitaciones y la disponibilidad de agua, la variedad y estructura física del propio árbol (tamaño, número de pies y forma), y, por otra parte, debido a factores antrópicos, principalmente la tradición del lugar en las prácticas de manejo. El proceso de intensificación de la agricultura modificaría estos componentes estructurales para adaptarlos a un nuevo flujo de insumos más intensivo, de forma que los modelos de olivar podrían ser definidos en función de estos cambios en su estructura (Duarte et al. 2007).

²⁰⁷ Densidad y pendiente, entre otros elementos, que venían condicionadas por las distintas tradiciones del cultivo de olivar asociadas a los territorios olivareros de la Península Ibérica.

²⁰⁸ Este proceso de intensificación que se había generalizado en los noventa en los principales sectores agrícolas europeos, tuvo importantes efectos sobre el medio ambiente, hasta tal punto que a mediados de la década se empezó a cuestionar el diseño de la política agraria comunitaria para que se centrara en el apoyo a los sistemas agrarios tradicionales en lugar de la intensificación del cultivo (Beaufoy et al. 1994, 1996; McCracken et al. 1995; Bignal y McCracken 1996).

²⁰⁹ Las relaciones entre olivar y medio ambiente se fundamentaron en los trabajos de investigación sobre sistemas de explotación, suelo y producción de Pastor et al. (1990, 1993, 1998), Pastor (1991, 1999), Pastor y Castro (1995) y Porras et al. (1997).

La clasificación de básica de referencia fue establecida por Beaufoy (1997, 1998 y 2001), a partir del trabajo de Petretti (1995), en tres categorías principales según el grado de intensificación: **cultivo tradicional**, **semi-intensivo** e **intensivo**. En este punto es conveniente diferenciar lo que Beaufoy denomina cultivo tradicional, que además será tomado como referencia en la literatura sobre el olivar, del concepto de *sistema agrario tradicional* (Toledo 1993) empleado de forma genérica en la agroecología. En este sentido, en el capítulo anterior se expuso que el proceso de modernización, iniciado en los años cincuenta, y de reestructuración del olivar en la década de los setenta y ochenta tuvo como resultado la transformación de los modelos agrarios tradicionales del cultivo en sistemas agrarios modernos sobre la base de una nueva relación de flujos de materiales y energía asociada a un patrón industrial. A partir de esta apreciación, el concepto de *cultivo tradicional* de Beaufoy debe interpretarse sólo en relación a los componentes estructurales biofísicos, que son característicos de los sistemas agrarios tradicionales, mientras que el modelo de flujos no corresponde con este sistema al estar asociado a un patrón de consumo energético y de materiales del sistema socioecológico industrial en el que se encuentran insertos.

Esta tipología básica de Beaufoy (1997, 1998 y 2001) fue adaptada a las características del olivar español por De Graaff y Eppink (1999) y Guzmán Álvarez (1999) de modo que en la actualidad se considera el principal referente en la literatura sobre la materia. En la tabla 5.1 se muestra una síntesis de los elementos que diferencian a cada categoría. En cada una se establece un conjunto de variables estructurales, definidas por unos intervalos de parámetros y cualidades específicas, que determinan la clasificación y que, al mismo tiempo, llevan asociadas otras variables de flujo que especifican valores medios y niveles de insumos (nivel de utilización) y salidas (producción media de la cosecha y pérdida de suelo). De este modo, cada tipo presenta unos componentes estructurales que se relacionan con un nivel del proceso de intensificación. La primera corresponde con las características biofísicas del olivar tradicional que no han sido modificadas por el proceso de modernización y reestructuración del olivar. Las siguientes categorías representan sucesivamente un mayor del nivel de adaptación de la estructura del olivar al proceso de intensificación del cultivo.

En el primer tipo, el **cultivo tradicional**, se identificaron unos intervalos para las características estructurales la densidad de plantación sería inferior a 100 olivos ha⁻¹ con una producción escasa, en torno a 1.000 kg de aceitunas por hectárea, unas prácticas de manejo tradicional y nivel bajo de insumos que, aunque son esencialmente de naturaleza industrial, contribuirían a mantener la biodiversidad del ecosistema en mayor medida que los modelos más intensificados. El segundo tipo, el **semi-intensivo**, manifestaría modificaciones en la estructura de la plantación con un rejuvenecimiento y un aumento en la densidad de árboles entre 100 y 200 árboles ha⁻¹ que facilitaría la introducción de algunos cambios en las prácticas agrícolas y en el nivel de insumos y salidas, lo que se materializaría en una media de 2.100 kg de aceitunas por hectárea. Sin embargo, el funcionamiento del sistema de explotación asociado a esta categoría repercutiría en un mayor nivel de erosión y pérdida de biodiversidad. La última categoría, el **cultivo intensivo**, sería el que mostraría un cambio más radical de los elementos estructurales biofísicos en relación al tradicional con la renovación total de la plantación mediante árboles muy jóvenes y de reducido

tamaño. La densidad aumenta de forma sustancial a niveles superiores a 200 olivos ha⁻¹. Estos cambios estructurales se producen para adaptar la plantación a nuevas prácticas e insumos agrícolas más intensivos cuya transformación generaría un aumento la producción hasta una media de 4.000 kg ha⁻¹. Asimismo, el nivel de insumos y las características del sistema de explotación aminoran la biodiversidad del ecosistema en relación con las categorías anteriores.

Tabla 5.1. Clasificación de la tipología básica para el olivar en función de aspectos ecológicos y de producción

VARIABLES	TRADICIONAL	SEMI-INTENSIVO	INTENSIVO
Estructurales			
Densidad de plantación	< 100 olivos ha ⁻¹	100-200 olivos ha ⁻¹	>200 olivos ha ⁻¹
Edad de los olivos	Viejos y muy viejos(hasta 100 años)	Coexistencia de plantaciones viejas y rejuvenecidas	Plantaciones jóvenes y muy jóvenes
Tamaño del olivo	Grande	Mediano/reducido	Reducido
Pendiente	Normalmente en pendiente	Ocasionalmente en pendiente	Escasa o nula pendiente
Limitaciones en la disponibilidad de agua	Secano	Principalmente secano	Principalmente regadío
Biodiversidad	Alta	Baja	Muy baja
De flujo			
Nivel de insumos	Bajo	Alto	Alto
Producción media	1.000 kg ha ⁻¹	2.100 kg ha ⁻¹	4.000 kg ha ⁻¹
Erosión (pérdida de suelo)	Baja	Media-alta (en función de la pendiente)	Media (en campiña)

Fuente: adaptación a partir de Guzmán Álvarez (1999) y de Graaff y Eppink (1999).

La definición de intervalos, parámetros y valores cualitativos de las variables estructurales de esta clasificación es coherente la descripción de los cambios estructurales del proceso de modernización en el olivar español impulsados por las políticas públicas y las recomendaciones técnicas de los servicios de extensión agraria desde los años setenta, condicionadas, al mismo tiempo, por el patrón de relación naturaleza-sociedad dominante del régimen socioecológico en que se encuentra inserto el sistema socioeconómico. Esto se refleja el marco de plantación, que aumenta desde los 70-100 olivos ha⁻¹ del cultivo tradicional en la década de los setenta hasta densidades de 200 a 400 olivos ha⁻¹ en la década de los noventa (Pastor et al. 1990, 1993, 1998; Porras et al. 1997b). Por otra parte, en los trabajos de Pastor (1994, 2005), Pastor et al. (1998, 2005a, 2006a) y Navarro y Parra (2008) sobre el análisis de las relaciones entre intensidad de plantación y rendimiento en el olivar andaluz, se describe como intensivo al cultivo del olivar cuando dispone de densidades comprendidas entre 200 y 300 olivos ha⁻¹, lo que corrobora la coherencia de la clasificación de Guzmán Álvarez (1999) y de Graaff y Eppink (1999) y, por tanto, justifica su aplicación en el agrosistema del olivar objeto de estudio.

Asimismo, a finales de los noventa surgieron nuevos avances técnicos en la recolección de la aceituna en continuo con la introducción de máquinas cosechadoras cabalgantes. Esto requería

una nueva estructura de cultivo con plantaciones más densas que superaban normalmente los 1.500 olivos ha⁻¹, lo que supuso un paso más en el proceso de intensificación del agrosistema con un nuevo sistema de explotación (Fontanazza y Capelletti, 1993; Planas et al. 1997; Tous et al. 1999, 2003, 2007; Vossen 2002, 2004, 2007; Bellomo y Godini 2003; Vossen et al. 2004; Pastor et al. 2005a, 2006a, 2006b, 2007; De la Rosa et al. 2007; Tous 2010, 2012; Larbi et al. 2012). El desarrollo del modelo de **cultivo superintensivo** se encuadra en una inercia existente en el régimen socioecológico industrial a la intensificación de la producción en todos los ámbitos del sistema socioeconómico, si bien hay que recordar que en el epígrafe 4.3.5 *Hacia una nueva transición del régimen socioecológico: la incorporación de la calidad territorial y el medio ambiente en las políticas públicas*, se expuso que también coexisten otras tendencias que tienen objetivos contrarios y que están enfocados a una reducción sustancial de la intensificación (producción integrada) o bien a la eliminación total de los insumos industriales (agroquímicos y compuestos de síntesis).

El sistema de cultivo superintensivo depende de un conjunto de factores socioeconómicos y agronómicos restrictivos que influyen en su viabilidad productiva. Respecto a los primeros, es necesaria la disponibilidad de recursos monetarios suficientes para afrontar unos costes de inversión elevados, que suelen suponer entre 2,1 veces (Vega Macías 2012) y 2,5 (Pastor et al. 2006a; Freixa et al. 2011) el desembolso inicial en comparación con el modelo intensivo. En relación a los aspectos agronómicos, su cultivo está restringido a reducido número de variedades, al mismo tiempo que existen problemas de competencia entre árboles a corto plazo. Estos motivos explican que su expansión sólo se limite al 2% de la superficie olivarera en España (Cubero y Penco 2010). Su escasa extensión en el territorio olivarero andaluz y su ausencia en Estepa, según los datos empíricos obtenidos a partir de la información cartográfica sobre densidades de olivar en el espacio objeto de estudio²¹⁰, que además fue corroborado por los datos procedentes de las encuestas a agricultores y los comentarios de los expertos entrevistados, justifican que esta categoría de análisis no sea tenida en cuenta en el análisis de las explotaciones en el presente trabajo de investigación.

Posteriormente a los trabajos de clasificación De Graaff y Eppink (1999) y Guzmán Álvarez (1999), se han elaborado otras tipologías que introducen nuevas variables de tipo socioeconómico y agroecológico con el objetivo de adaptar la clasificación a las características de un determinado territorio o para la evaluación de las políticas de apoyo a la agricultura²¹¹. Sin embargo, a pesar de la inclusión de nuevas variables, estas clasificaciones siguen respondiendo en esencia a los criterios de diferenciación de variables estructurales biofísicas que son complementadas con variables de flujo. A partir de las tres categorías iniciales (tradicional, intensivo y semi-intensivo), a

²¹⁰ Véase tabla 3.1 en el apartado del capítulo de metodología 3.7.2 *Encuesta*.

²¹¹ La necesidad de evaluar las políticas públicas de la Unión Europea contribuyó al desarrollo de clasificaciones del olivar a partir de las categorías expuestas anteriormente. En este sentido, las variables socioeconómicas adquieren más peso en las clasificaciones (Metzidakis 2004; Fleskens 2005, 2008; Duarte 2005; Stroosnijder et al. 2007; Xiloyannis et al. 2008; Beaufoy 2008; Fleskens et al. 2009; De Graaf et al. 2011; Gómez-Limón et al. 2012).

la que se añade una cuarta correspondiente al superintensivo cuando es necesario, se definen divisiones y subdivisiones cuando el agrosistema que se analiza abarca una zona amplia con una diversidad de sistemas de explotación.

A continuación se van a describir las principales clasificaciones del olivar en Andalucía que servirán de referentes para realizar comparaciones entre sus resultados y las conclusiones de esta investigación. En este sentido, la tipología más exhaustiva corresponde a los trabajos de la Consejería de Agricultura y Pesca de Andalucía, que elaboró una clasificación de 16 grupos para describir las distintas clases del cultivo a partir de una base de datos de gestión de las ayudas de la política comunitaria (CAP 2003). Esta fue desarrollada a partir de la consideración de trece variables: capacidad agrológica del suelo; pluviometría; tamaño de explotación; pendiente del terreno; grado de parcelación; variedad de olivo; régimen de cultivo (secano o regadío); densidad de plantación; número de pies por árbol; número de pies por hectárea; olivos de nueva plantación; producción (kg ha^{-1}), y, por último, rendimiento graso. A partir de éstas se establece una doble clasificación en función de dos factores, por un lado, el carácter agronómico, y por otro, la estructura de la plantación. Para la primera clasificación se utilizó el tamaño de la explotación, edad de la plantación, régimen de cultivo, intensividad y pendiente, y como resultado se obtuvo 16 tipos. La segunda clasificación estableció cuatro tipos: muy grandes (>100 ha); grandes (entre 40-100 ha); medianas (10-40 ha); y, por último, pequeñas (> 10 hectáreas).

La principal contribución de esta categorización ha sido el análisis de las relaciones entre variables estructurales y de flujo, en particular las relacionadas con la producción final, de ahí el interés como referente en la literatura. No obstante, es necesario matizar que, dado el amplio número de clases de olivar propuesto, su utilización en ámbitos territoriales más reducidos como el caso del agrosistema estudiado es poco práctica, pues normalmente el número de tipologías es más limitado a nivel comarcal que en el ámbito regional, en el que se recoge una gran variabilidad de explotaciones dada la diversidad del territorio a escala regional. A pesar de esto, sí que se tendrá en cuenta los resultados de forma agregada como referencia para este trabajo, pues la información contiene un elevado nivel de representatividad²¹² para el territorio andaluz.

Por otra parte, existen otras tipologías de referencia que han tratado el olivar andaluz a partir de variables estructurales biofísicas y de flujo que adoptan algunas variantes en cuanto a la denominación de las categorías básicas. En este sentido, Vera et al. (2006) definieron tres niveles de intensificación que correspondían con el olivar semimarginal, tradicional e intensivo (tabla 5.2). Los trabajos de Cubero y Penco (2010 y 2012) para el estudio del olivar en España distinguieron dos categorías de cultivo tradicional, en función de la pendiente y su capacidad de adaptación a la mecanización, un tercer tipo relacionado con el intensivo y, como aportación, una cuarta categoría para el superintensivo aunque solo para el cultivo en regadío (tabla 5.3). Esta cuarta categoría

²¹² Los resultados de los trabajos de CAP (2003) son considerados muy representativos de las explotaciones del olivar en la Comunidad Autónoma de Andalucía, pues parten de un censo de 299.909 declaraciones de agricultores sobre cultivo del olivar para la percepción de ayudas.

Capítulo 5. Características agroecológicas estructurales del sistema agrario del olivar de Estepa

también es contemplada por Pérez Serrano (2011) en un estudio de socioeconómico del olivar para la provincia de Jaén (tabla 5.4).

Tabla 5.2. Clasificación de Vera et al. (2006)

	Densidad (olivos ha ⁻¹)	Régimen de cultivo
Semimarginal	70-100	Predomina secano
Tradicional	70-100	Riego localizado
Intensivo	175	Riego tecnificado

Fuente: Vera et al. (2006)

Tabla 5.3. Clasificación de Cubero y Penco (2010 y 2012)

	Densidad (olivos ha ⁻¹)	Régimen de cultivo	Pendiente/Mecanización
Olivar tradicional no mecanizable de secano (OTNM)	80-120	Secano	Pendiente>20% Labores no mecanizables
Olivar tradicional mecanizable de secano(OTM)	80-120	Secano	Pendiente<20% Labores mecanizables
Olivar intensivo de secano (OI)	200-600	Secano	Orografía suave Labores mecanizables
Olivar tradicional mecanizable de regadío (OTM)	80-120	Regadío	Pendiente<20% Labores mecanizables
Olivar intensivo de regadío (OI)	200-600	Regadío	Orografía suave Recolección mecanizada
Olivar superintensivo (OS)	1.000-2.000	Regadío	Orografía suave Recolección mecanizada

Fuente: Cubero y Penco (2010, 2012).

Tabla 5.4. Tipología de cuatro niveles utilizada por Pérez Serrano (2011) para la caracterización del olivar de Jaén

	Densidad (olivos ha ⁻¹)	Régimen
Olivar marginal o de sierra	100	Secano
Olivar tradicional	< 150	Predomina secano
Olivar intensivo	> 200	Predomina regadío
Olivar superintensivo	>1.500	Regadío

Fuente: Pérez Serrano (2011).

5.4. Clasificación de la tipología del olivar de Estepa

Aunque todas las tipologías descritas anteriormente van a ser tenidas en cuenta en el análisis de los resultados de los flujos en el cultivo de olivar, se van a establecer unas categorías de referencia que sirvan para estudiar el sistema de explotación en la comarca de Estepa y que, a su vez, permitan comparar los datos y conclusiones que se obtengan en el curso de la investigación. En este sentido, se va a considerar la clasificación básica de De Graaff y Eppink (1999) y Guzmán Álvarez (1999) para el olivar español, que establece tres modalidades que se adaptan a las densidades descritas en la tabla 3.1, sobre *información cartográfica previa sobre el cultivo del olivar*, expuesta en el capítulo 3 de metodología. A ésta se le añade una cuarta, el olivar de regadío, que recoge las especificidades de este tipo de explotación de la comarca debido a que no corresponde exactamente con las características de las limitaciones y disponibilidades de riego en la tabla sobre categorías elaborada a partir de dichos autores. En este sentido, el olivar de regadío en Estepa contiene elementos estructurales biofísicos relacionados principalmente con el olivar semi-intensivo, a pesar de que cuenta con una influencia del intensivo, y, en menor medida, del tradicional, según los porcentajes descritos en la tabla citada, a diferencia de la clasificación básica de De Graaff y Eppink (1999) y Guzmán Álvarez (1999), que se asocia esencialmente con el intensivo.

Finalmente, en la tabla 5.5 se muestra la clasificación adoptada en este trabajo de investigación para estudiar las tipologías de las explotaciones sobre la base de dos variables biofísicas, la densidad de plantación y el régimen de cultivo, a partir de las cuales se ha obtenido datos empíricos tanto a nivel cartográfico (tabla 3.1 del capítulo 3) como procedentes de la encuesta a agricultores (apartado 3.7.2 *Encuesta* del capítulo 3). Las categorías resultantes coinciden con los cuatro estratos que fueron definidos para explotar la encuesta a partir de la información cartográfica, de modo que se establecen cuatro tipos de explotaciones: las tres primeras de secano, que corresponden a olivar **tradicional**, para densidades menores o iguales a 100 olivos ha^{-1} , **semi-intensivo**, con densidades mayor a 100 olivos ha^{-1} e inferiores o iguales a 200 árboles ha^{-1} , e **intensivo** en el caso de plantaciones que superan 200 olivos ha^{-1} ; la última abarca al cultivo en **regadío** y presenta densidades en un rango que varía entre menos de 100 olivos ha^{-1} y más de 200 olivos ha^{-1} . El hecho de que esta última categoría agrupe a este amplio rango y no sea subdividida en varios segmentos de distintas densidades se justificó en el capítulo de metodología para evitar la presencia de tipologías de olivar poco representativas, dada su escasa relevancia en la comarca. La distribución en el territorio de estas categorías y su relación con otras variables estructurales de tipo biofísico serán estudiadas en profundidad en el siguiente epígrafe.

Tabla 5.5. Clasificación del olivara adaptada para analizar las explotaciones en esta investigación

	Densidad (olivos ha ⁻¹)	Régimen
Tradicional	<= 100 olivos ha ⁻¹	Secano
Semi-intensivo	> 100 y <= 200 olivos ha ⁻¹	Predomina secano
Intensivo	>= 200 olivos	Predomina regadío
Regadío	variable	Regadío

Fuente: Elaboración propia a partir de De Graaff y Eppink (1999) y Guzmán Álvarez (1999).

5.5. Características estructurales del olivar de Estepa

5.5.1. Introducción a las componentes estructurales

En este punto se detallarán los elementos estructurales que caracterizan al agrosistemas del olivar y que se refieren a los aspectos agronómicos del cultivo que no cambian en el tiempo o bien lo hacen a largo plazo. Estos rasgos son el resultado de los condicionantes agroecológicos naturales y de los procesos antrópicos que han sido descritos anteriormente. La información que contiene este punto concierne a las variables que definen la estructura del agrosistema y corresponden con los siguientes elementos: pendientes de las explotaciones, densidad de la plantación, disponibilidad de agua, edad de los olivos, variedades y dimensión de las explotaciones. La importancia de su estudio radica en que condicionan los flujos de energía, materiales y monetarios, por lo que es necesario su examen para evaluar posteriormente el sistema de explotación. A continuación se procede a describir y justificar la selección de las variables que serán utilizadas.

El primer componente estructural que se estudiará es la pendiente y viene dada por las características del relieve donde se cultiva el olivar (condicionantes geomorfológicos). La inclinación del terreno donde se localiza la plantación va a condicionar el uso de la maquinaria agrícola en la explotación, por lo que influye en el grado de éxito del proceso de modernización, sobre la base de la intensificación de insumos en el sistema agrario. Cuanto mayor sea la pendiente más probable es que las prácticas de manejo del olivar sean las tradicionales y el uso de maquinaria agrícola sea reducido, por lo que el valor que adopte será un indicador del nivel de adaptación a los procesos de intensificación del olivar. Otro aspecto que cabe remarcar del estudio de la pendiente es que existe una relación entre inclinación del terreno, prácticas de manejo y pérdida de suelo, de modo que según aumenta el nivel de pendiente, la erosión es mucho más dependiente de las prácticas²¹³ (López-Cuervo 1990; Pastor y Castro 1995; Kosmas et al. 1997; Pastor et al. 1997; Francia et al. 2000; Pastor et al. 2001a; Gómez et al. 2004, 2009; Ramos galán

²¹³ Asimismo, es conveniente puntualizar que el estudio de la relación entre prácticas de manejo y erosión se realizará más adelante en el capítulo 7 *Análisis de la erosión como principal problema ambiental en el olivar de Estepa*, de acuerdo con el enfoque metodológico descrito en el capítulo 3.

2009; Gómez y Giráldez 2009; Taguas et al. 2010a; Ibáñez et al. 2014). Por último, las pendientes de referencia que se van a tomar corresponden con 15° de inclinación para olivar en pendiente o de montaña y menos de 15° para el olivar de campiña o con escasa o nula pendiente, de acuerdo con la clasificación de CAP (2003).

El segundo elemento que se analizará es la densidad de plantación. Se trata de un indicador del grado de mecanización del olivar debido a que, por una parte, la anchura de la calle y la distancia entre árboles condiciona la eficiencia y operatividad de la maquinaria agrícola, por lo que su estudio es fundamental para obtener información sobre los procesos de modernización en el agrosistema. En el caso de los agrosistemas tradicionales es el resultado de las características del suelo, la disponibilidad de agua y la tradición de prácticas de manejo. La introducción de la mecanización en las operaciones agrícolas en el agrosistema moderno supone no sólo el aumento de la densidad olivos por hectárea, sino también que los árboles deben de presentar unas determinadas características para facilitar la operatividad de la maquinaria agrícola. En concreto, se trata de reducir su tamaño y el número de pies²¹⁴ para favorecer la introducción de tareas mecanizadas. La transformación de la plantación a las nuevas necesidades de insumos de máquinas implica una modificación radical con un alto coste para el agricultor bien a través del arranque y renovación total con nuevos árboles, bien mediante la introducción de nuevas calles de olivos jóvenes entre las antiguas del marco tradicional (Pastor 1994, 1998a; Hidalgo et al. 1995; Porras et al. 1997b; Pastor et al. 1998; Pastor et al. 2005a; Navarro y Parra 2008). Estos cambios implican elevados costes para el agricultor, por lo que su éxito dependerá de la viabilidad económica del proceso de transformación (Vilar Hernández et al. 2010; 2011; Sánchez Martínez y Gallego Simón 2011).

Un tercer aspecto que condiciona la estructura del agrosistema del olivar es la disponibilidad de agua. En este sentido, este recurso se considera limitado para el olivar, pues su accesibilidad depende de forma natural de las precipitaciones y de las características del suelo. La necesidad de obtener agua hace que los árboles compitan entre sí, y entre éstos y otras especies para su captación, lo que influye en el marco de plantación. El olivar se adapta de forma natural a los periodos de sequía estival, por lo que tradicionalmente el cultivo se realiza en régimen de secano. La intervención del agricultor para modificar artificialmente el acceso al agua con la introducción de un sistema de riego supone la eliminación de una de las principales limitaciones para el crecimiento y fructificación de olivar (Pastor et al. 2005b; Martín Pérez et al. 2005; Orgaz y Fereres 2008). La diferenciación entre cultivo en régimen de regadío y secano será, por tanto, fundamental para elaborar un análisis agroecológico detallado. En función del régimen, por un lado, se alteran las características estructurales en relación a la densidad de plantación y características físicas del árbol (tamaño, volumen de copa, sistema reticular, etc.) y, por otro, se determina el control del flujo de agua por parte del ser humano en el sistema de explotación.

El cuarto elemento que será estudiado es la edad media de la plantación. El ciclo vital del olivo se desarrolla en varias fases a lo largo de su vida y tiene implicaciones en la cosecha. La primera es la

²¹⁴ Normalmente consiste en transformar el número de pies de cuatro y tres (olivar tradicional) a uno.

etapa juvenil, en la que se forma su estructura y no suele producir. Al final de este periodo, cuando el árbol compatibiliza el crecimiento vegetativo con la fructificación se considera que entra en la fase de joven-adulto. Una vez que entra en el periodo adulto se reduce su vigor a ramificaciones que aseguran su rejuvenecimiento y aumenta la producción, por lo que es la etapa de mayor interés para el agricultor. En el olivar tradicional esta fase suele comenzar alrededor de los 30-35 años, aunque es distinta en función de variedad. Finalmente, el árbol entra en la vejez cuando no genera las suficientes ramificaciones y disminuye la producción. El inicio de su última fase puede llegar a los 250 años, aunque también depende del cultivar²¹⁵ (Navarro y Parra 2008; Rallo y Cuevas 2008). En consecuencia, la edad condicionará el nivel de producción, tamaño y forma del árbol, por lo que su estudio es clave en el análisis de los elementos estructurales del olivo.

El quinto aspecto que se contempla es la variedad del cultivar de olivar. Esta es producto del resultado del proceso de selección natural y la acción del hombre (coevolución) con el objetivo de obtener unas determinadas características en el árbol y el fruto. Cada una presentará atributos específicos en función de su adaptación al medio en el proceso coevolutivo. Sus rasgos diferenciadores se refieren, principalmente, al tamaño del fruto, periodo de maduración, la resistencia al desprendimiento que dificulta la recolección (mecanizada), el rendimiento graso, la relación pulpa/hueso, calidad de la pulpa, rendimiento graso y resistencia a plagas y enfermedades (Pastor et al. 1998; Barranco 2008). Sus características influirán en el funcionamiento del sistema de explotación, por ejemplo obteniendo un mayor o menor rendimiento de aceite por kilogramo de aceituna recogida y un coste asociado de recolección, lo que conlleva efectos en la valoración de los flujos.

La sexta variable que se introducirá en el estudio de la estructura del agrosistema es la dimensión media de las explotaciones. Es conveniente aclarar que se trata de una variable estructural que no es biofísica, si bien su introducción se justifica porque las características de ésta pueden afectar al sistema de explotación. Se trata de un componente de carácter socioeconómico que es inherente a la tradición del lugar en relación a cómo se estructura de la propiedad en el agrosistema. El hecho de que las explotaciones presenten un determinado tamaño tiene implicaciones en el funcionamiento del sistema de explotación. En los trabajos de García-Brenes (2006a, 2006b) se identifican diferencias en la organización técnica y del trabajo de las explotaciones en función de su tamaño. En estos se establece una clasificación del olivar en función de la dimensión en cuyo extremo inferior estaría el minifundio y explotaciones pequeñas (propiedades de menos de 15 ha), a continuación un segmento intermedio (explotaciones entre 15 y 100 ha), y en la parte superior correspondería con el latifundio como unidad organizativa (fincas de más de 100 ha). Los resultados arrojaron diferencias de producción por hectárea que no siempre eran crecientes en

²¹⁵ No se debe confundir una variedad con un cultivar. Según el Código Internacional de Nomenclatura para Plantas Cultivadas de 2009 (edición de Wageningen) un cultivar es un grupo de plantas seleccionadas artificialmente que comparten elementos distintivos, homogéneos y estables que las diferencian de otros cultivares. La variedad representa a poblaciones morfológicamente diferenciadas que se sitúan en un nivel inferior a la especie y subespecie, mientras que el cultivar se ubica en un nivel por debajo de la variedad (“var.”), subvariedad (“subvar.”) y forma (“f.”).

función de la dimensión, sino que incluso podían aparecer rendimientos decrecientes según aumentaba su tamaño que se explicaban por la forma de organizar los insumos. Sin embargo, el factor que sí era determinante en el nivel de rendimiento era el régimen de cultivo. La mayor producción por hectárea se presentaba en el olivar de regadío. Por esto motivos, el análisis de la dimensión de las fincas en este trabajo será descrito en función de los resultados de otras variables estructurales.

5.5.2. La pendiente

En la caracterización de los condicionantes geomorfológicos del agrosistema que se expuso anteriormente se señaló que los factores limitantes del relieve se restringen a zonas muy concretas y de superficie reducida que bien no han sido cultivadas o apenas se ha introducido el olivar. Esto queda reflejado en los datos de la tabla 5.6, en la que se muestra la distribución de la pendiente de la superficie del olivar. Los resultados han sido calculados a partir de Guzmán Álvarez (2004a) y la información cartográfica digitalizada de la tabla 3.1 en el apartado 3.7.2 del capítulo 3 sobre metodología e indican que la pendiente media del agrosistema es de 6,98°. Respecto a su distribución, el 92,28% del olivar presenta una inclinación del terreno escasa o moderada, inferior a 15° (olivar de campiña) mientras que solo el 7,72% restante supera este valor (olivar en pendiente o de montaña). Si se consideran intervalos más reducidos, el 82,44% del olivar se ubica en pendientes inferiores a 10° y solo el 2,7% se localiza en inclinaciones de terreno de más de 20°. En general, estos datos son indicativos de la predominancia de un paisaje de olivar que se identifica con el de campiña y de una presencia testimonial del olivar marginal típico de montaña.

A partir de la caracterización anterior se pueden extraer dos conclusiones. La primera se refiere al potencial que muestra el agrosistema para su adaptación al proceso de mecanización de la agricultura, pues una de las condiciones básicas para su introducción es la ausencia de grandes pendientes que dificulten el uso de maquinaria en las fincas. Su nivel efectivo de penetración será estudiado posteriormente en el análisis del sistema de explotación. La segunda concierne al impacto del agrosistema con el ecosistema general, pues, como se expuso anteriormente, la pendiente afecta a la erosión del suelo. En este sentido, la escasa pendiente del terreno en el agrosistema mitigará el problema de la erosión, aspecto que será examinado en profundidad en el capítulo 7 *Análisis de la erosión como principal problema ambiental en el olivar de Estepa*.

Tabla 5.6. Pendientes medias

Pendiente (grados)		Superficie (ha)	Superficie (porcentaje)		Pendiente media (grados)
Inferior a 15	0 - 10	32.737	82,44%	92,28%	6,98
	10 - 15	3.908	9,84%		
Superior a 15	15 - 20	1.997	5,02%	7,72%	
	20 - 30	872	2,20%		
	30 - 50	198	0,50%		
Total		39.712	100%	100%	

Fuentes: Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012; Guzmán Álvarez (2004a).

5.5.3. Densidad de plantación

En la tabla 5.7 se ofrece información sobre la pendiente media del olivar en función de las categorías de análisis propuestas (tradicional, semi-intensivo, intensivo y regadío) y se relaciona con su distribución territorial y la pendiente media. En esta se muestra que la densidad media del agrosistema es de 149 olivos ha⁻¹, mientras si se tienen en cuenta los datos por tipología de olivar se aprecia que en el caso del secano, el cultivo tradicional presenta un promedio de 82 árboles ha⁻¹, el semi-intensivo 148 olivos ha⁻¹ y el intensivo asciende a 205 árboles ha⁻¹. Por otra parte, la media en el regadío es de 174 olivos ha⁻¹, valor que sitúa la densidad de este tipo entre el semi-intensivo y el intensivo de secano. También hay que indicar que en la información cartográfica no se ha identificado la existencia de olivar superintensivo (plantaciones superiores a 1.000 olivos ha⁻¹).

El nivel de intensificación es el resultado de los procesos de modernización del olivar de la historia reciente en los que las políticas públicas desempeñaron un papel fundamental que se fue explicado anteriormente en el apartado 4.3 *Coevolución socioecológica en la construcción de agrosistemas olivareros: generación de condicionantes antrópicos* del capítulo anterior. Pero también hay que señalar que el grado de introducción de estos cambios no sólo depende de estos factores, sino también las características del medio que pueden facilitar o dificultar su implantación, en particular la pendiente. En la tabla citada también se detalla la inclinación del terreno, según sea olivar de campiña (<15°) o de montaña (>15°), en la que se puede identificar una relación entre el nivel de pendiente y la densidad de la plantación. Si se comparan los datos de superficie con un pendiente superior a 15° entre las tres modalidades de secano se llega a la conclusión que el olivar intensivo presenta 2,2 veces menos superficie de olivar de montaña que el semi-intensivo y 2,9 veces menos que el tradicional, por lo que se puede establecer un relación entre nivel de intensificación y esta variable estructural. Por otra parte, la distribución de las pendiente del cultivo en regadío también ocupa una posición intermedia entre el cultivo semi-intensivo e intensivo, de forma similar a su densidad, también comprendida entre los valores medios de estas dos tipologías de secano.

Tabla 5.7. Distribución de la pendiente en el agrosistema del olivar de Estepa, 2012

Densidad	Densidad media (olivos ha ⁻¹)	Pendientes (porcentaje de la superficie)		
		Pendiente <15°	Pendiente ≥15°	Total
Tradicional (≤ 100 olivos ha ⁻¹)	82	89,82%	10,18%	100%
Semi-intensivo (>100 y ≤200 olivos ha ⁻¹)	148	91,80%	8,20%	100%
Intensivo (≥200 olivos)	205	95,54%	4,46%	100%
Regadío	174	93,31%	6,69%	100%
Total	149	92,28%	7,72%	100%

Fuente: adaptación elaborada a partir de información cartográfica proporcionada por la Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012.

5.5.4. Disponibilidad de agua

La estimación de la superficie del olivo en función del régimen de secano/regadío se muestra en la tabla 5.8. Como se observa, el cultivo en secano es el más extendido, con el 80,81% de la superficie, mientras que el regadío solo alcanza el 19,19%, valor que se asemeja a la media en Andalucía, donde el olivar en regadío alcanzó el 22,21% en 2010 según datos de la Consejería de Agricultura²¹⁶. La expansión del regadío se ve limitada por dos factores, en primer lugar por las características del subsuelo y, en segundo por los costes de inversión y explotación.

Tabla 5.8. Distribución de la superficie del olivar de Estepa en función del régimen de cultivo, 2012

Régimen de cultivo	Porcentaje de superficie
Secano	80,81%
Regadío	19,19%
Total	100%

Fuente: adaptación elaborada a partir de información cartográfica proporcionada por la Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012.

Por otro lado, si se tiene en cuenta el régimen de cultivo en función de la pendiente y de la densidad, se obtiene la tabla 5.9, para el caso del secano, y la tabla 5.10, para el regadío. En la primera tabla se observa que el tipo de olivar más frecuente en secano es el olivar de campiña semi-intensivo, con una superficie de 52,61%. Le siguen en importancia el olivar tradicional, con el 21,46% y el intensivo, con el 17,97%. En el caso del olivar en pendiente, el cultivo más usual

²¹⁶ Datos procedentes del Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía, 2010.

Capítulo 5. Características agroecológicas estructurales del sistema agrario del olivar de Estepa

corresponde con el semi-intensivo (4,70%), mientras que intensivo es prácticamente testimonial. Estos datos siguen la pauta de intensificación en función de la pendiente.

Sin embargo, esta distribución se modifica en el caso del regadío (tabla 5.10). En este sentido, en el olivar de campiña, aunque sigue predominado el semi-intensivo, éste representa una menor proporción que el anterior modelo. Así, el valor desciende hasta 46,29% al mismo tiempo que sube el porcentaje de intensivo a 35,47% y disminuye el tradicional a 11,55%. Respecto al olivar en pendiente su presencia es muy reducida si se tiene en cuenta que sólo abarca el 6,29% del regadío y que, al mismo tiempo, el régimen de regadío sólo se extiende por el 19,9% del agrosistema del olivar, lo que significa solo ocupa el 1,3% del agrosistema. Por este motivo no se descompone su distribución en las categorías contempladas. A partir de estos datos se extrae que, en general, las características de los componentes estructurales del olivar sin limitaciones de agua muestran un patrón que se adapta en mayor medida al proceso de intensificación de la agricultura que el olivar de secano.

Tabla 5.9. Olivar de secano: distribución de la densidad y pendiente, 2012

Pendiente	Densidad de plantación (olivos)	Superficie	Total
Campiña: <15%	<= 100	21,46%	92,03%
	>100 y <=200	52,61%	
	>200	17,97%	
Montaña: =>15%	<= 100	2,43%	7,97%
	>100 y <=200	4,70%	
	>200	0,84%	
Total		100%	100%

Fuente: adaptación elaborada a partir de información cartográfica proporcionada por la Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012.

Tabla 5.10. Olivar de regadío: distribución de la densidad y pendiente, 2012

Pendiente	Densidad de plantación (olivos)	Superficie	Total
Campiña: <15%	<= 100	11,55%	93,31%
	>100 y <=200	46,29%	
	>200	35,47%	
Montaña: =>15%	n.d.	6,29%	6,29%
Total		100%	100%

Fuente: adaptación elaborada a partir de información cartográfica proporcionada por la Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012.

5.5.5. Edad media de la plantación

La edad media de los olivos en el agrosistema de Estepa es de 44 años. Este valor se obtiene a partir del promedio de entre plantaciones que presentan ciclos vegetativos diferentes. Así, se han identificado explotaciones con árboles que superan los 100 años de edad y otras más jóvenes, con menos de 10 años, que son el resultado de una renovación radical del material vegetal. Para profundizar en este aspecto, se presenta la tabla siguiente en la que compara esta variable estructural con las dos anteriores: disponibilidad de agua y marco de plantación. En el caso del secano, la edad es de 44 años de media, que aumenta a 65 para los marcos tradicionales (iguales o inferiores a 100 olivos ha⁻¹), se sitúa aproximadamente en 39 para cultivo semi-intensivos (entre 100 y 200 olivos ha⁻¹) y disminuye hasta 31 para marcos intensivos (más de 200 olivos ha⁻¹). Por otra parte, la media en el régimen de regadío supera en cuatro años a la media del secano. Esto se debe a que las edades medias de los olivares de densidades entre 100 y 200 olivos ha⁻¹ y de más de 200 olivos ha⁻¹ son 13 y 9 años superiores en relación a las respectivas en el cultivo de secano, a pesar de que las plantaciones de marcos tradicionales presenten 10 años menos en el caso del regadío. De estos datos se deduce que la conversión a regadío no tiene por qué coincidir con el de proceso de aumento de la densidad de plantación y que incluso, para el caso del olivar más intensivo, hay una mayor renovación del material vegetal en secano que regadío.

Tablas 5.11. Edad media del olivar en relación a la disponibilidad de agua y densidad de plantación, 2012

Disponibilidad de agua	Intervalo de densidad (olivo ha ⁻¹)	Edad media (años)	
Con limitaciones (secano)	<= 100	65	44
	>100 y <=200	39	
	>200	31	
Sin limitaciones (regadío)	<= 100	55	48
	>100 y <=200	52	
	>200	39	

Fuente: Encuesta a agricultores.

5.5.6. Variedades

En el epígrafe 4.3.2 sobre *El origen del olivo y variedades* en el capítulo 4, se había argumentado que las variedades dominantes en las comarcas olivareras son el resultado de un proceso de selección y adaptación de cultivares al entorno. En la tabla 5.12 se expone la distribución de las variedades en el agrosistema del olivar de Estepa. Se puede observar que la variedad hojiblanca es la dominante (88,12%), mientras que el resto de superficie (11,88%) se reparte en cultivares secundarios procedentes de comarcas cercanas, en concreto manzanilla de Sevilla (9,07%), picual (1,47%), de la provincia de Jaén, y lechín de Sevilla (0,39%). Asimismo, también aparece una variedad difundida, la arbequina, con una extensión muy reducida (0,95%), que tiene su origen en

Cataluña. Todas estas variedades son cultivadas para la producción de aceite, salvo la manzanilla. Sin embargo, esta última se introdujo con el objeto de producir aceituna de mesa, aunque presenta las condiciones para ser molturada en la almazara. Esta doble aptitud es aprovechada por los agricultores para la diversificación de ingresos, en función de los precios del mercado.

Por otra parte, cada variedad se puede relacionar con un marco específico y una edad media de la plantación, según se muestra en la tabla 5.13. Las diferencias se explican por los rasgos biológicos de cada variedad (tamaño del árbol, copa, necesidades hídricas, etc.) y, sobre todo, por factores socioeconómicos vinculados con el proceso de modernización. De esta forma, las variedades cultivadas como tradicionales presentan un marco de plantación menos intensivo y una edad media de los árboles más longeva, en particular la lechín y hojiblanca. En la tabla citada se presentan las variedades de menor a mayor densidad de olivos por hectárea, de forma que se puede establecer un orden cronológico de la introducción del cultivar en el proceso de modernización. Así, aunque en la actualidad el olivo dominante corresponde con la hojiblanca, los datos anteriores sugieren un retroceso histórico de la lechín de Sevilla pues, a pesar de su longevidad y marcos tradicionales, su superficie sólo representa el 0,39% del agrosistema. Esto se enmarca en un proceso general de regresión de la variedad descrito por Barranco (1994) que se explica por su pequeño tamaño del fruto y dificultades para el desprendimiento del árbol en la recolección mecanizada, a pesar disponer de un contenido medio de aceite.

Tabla 5.12. Distribución de las variedades en el agrosistema del olivar, 2012

Variedad	Porcentaje de superficie
Hojiblanca	88,12%
Manzanilla de Sevilla	9,07%
Picual	1,47%
Arbequina	0,95%
Lechín de Sevilla	0,39%
Total	100%

Fuente: encuesta a agricultores.

Tabla 5.13. Variedades en el agrosistema del olivar en función de la densidad y edad media, 2012

Variedad	Densidad media de árboles (olivos ha ⁻¹)	Edad media de la plantación (años)
Lechín de Sevilla	127	91
Hojiblanca	146	47
Manzanilla	167	29
Picual	214	20
Arbequina	225	12

Fuente: encuesta a agricultores.

Es conveniente señalar que el proceso de sustitución de la lechín por otras variedades se enmarca en el proceso de modernización agraria que fue acelerado en la comarca por factores climatológicos, en particular la nevada de 1967 que afectó negativamente a las plantaciones tradicionales de dicha variedad. Estas condiciones adversas de frío incidieron en el proceso de reconversión, pues hubo que reponer los árboles dañados, situación que se aprovechó para plantar otros cultivares. Esto queda corroborado por el relato de uno de los actores locales entrevistados:

“Cuando nevó [...] hace cincuenta y tantos años, en Estepa la gente cambió el lechín. En la provincia de Sevilla era la variedad mayoritaria era el lechín, [...] entonces la gente de Estepa, con aquella gran nevada que destrozó el olivar, cambió las plantaciones...” (entrevista a agricultor, E19).

Esta variedad fue sustituida principalmente por la hojiblanca, que presenta en 2012 una densidad media de 146 árboles por hectárea y una edad media es de 47 años, aunque en la comarca se han identificado plantaciones con más de 100 años, lo que indica que la renovación del material genético se sigue produciendo a partir de este cultivar. Esto se justifica por su fácil adaptación al terreno, su resistencia al suelo calizo, elevada calidad de aceite, si bien su rendimiento oleico es bajo.

Más reciente ha sido el proceso de introducción de la manzanilla de Sevilla que, como se comentó en el apartado 4.3.4.1 *El proceso de modernización industrial en el olivar* del capítulo 4, presenta la doble aptitud verdeo/aceite. La introducción de esta variedad se explica porque en las comarcas del aljarafe sevillano y Morón de la Frontera se había desarrollado desde los años veinte del siglo pasado un sector de aceituna de mesa de vocación exportadora. La crisis de la aceituna de molino de los sesenta hizo que los agricultores de Estepa intentasen buscar alternativas de cultivo. Debido a la proximidad de las comarcas citadas, la aceituna de mesa se difunde e introduce en Estepa. Uno de los agricultores entrevistados lo expresa de la siguiente forma:

“Eso es un fenómeno nuevo que llega hasta Estepa con el olivar de manzanilla y gordal, entonces ahí se van entremezclando la cultura de la aceituna de mesa con la cultura del aceite de oliva. En la comarca nuestra hay una simbiosis perfecta, en otras zonas o es más mesa como el Aljarafe, o si te vas a Córdoba es más molino y a Jaén más molino. En la zona hay un equilibrio bastante entre la aceituna de mesa y aceituna de molino. Eso supone cuatro meses de trabajo en el campo [...], como con el aceite de oliva se ganaba tan poco dinero, la gente empieza a vender aceituna de mesa y en la manzanilla se ganaba más dinero” (entrevista a agricultor E13).

Por otra parte, los datos extraídos de la encuesta a agricultores indican que la densidad y edad media es de 167 olivo ha⁻¹ y 29 años respectivamente, cifra algo inferior a la densidad y edad media de la hojiblanca (146 árboles y 47 años), lo que sugiere que las plantaciones más longevas han sido sustituidas por otras variedades de olivar más adaptadas a las

necesidades de producción del agrosistema. Esto se confirma con el siguiente comentario de un agricultor entrevistado:

“Cada día hay menos manzanillo, la gente ha ido renovando y sacando el manzanillo, y ha plantado hojiblanco pero más que todo es por el tema de la variedad, que es más difícil, el mercado del manzanillo es más complicado. La variedad del manzanillo es muy sensible a casi todo, a enfermedades y plagas [...]. El manzanillo tiene un rendimiento alto, sin embargo, el olivo sufre mucho al dejarle tú la cosecha hasta que esté negra. La verdad es que eso se resiente, al año siguiente no esperes tener mucha producción [...], no es una variedad que está acostumbrada a negro, a molino, es una variedad para verdeo entonces estás ahí forzando. Es más vecero entonces, cuando es para aceite es muy vecero. Lo suyo es quitarle la aceituna para verdeo, que sí que es verdad que luego tiene un rendimiento alto, pero no es lo normal” (entrevista a agricultor, E23)

Las características del marco de plantación y edad media de la picual y arbequina indican que su incorporación ha sido más reciente, lo que explica que se adapten con más facilidad al proceso de intensificación de la agricultura. En este sentido, presentan respectivamente marcos de 214 y 225 olivos ha⁻¹ y un material vegetal joven de 20 y 12 años, lo que implica un tamaño de árbol reducido óptimo para la entrada de maquinaria agrícola en las explotaciones. En definitiva, la introducción de nuevas variedades y sustitución de las tradicionales responde a la tendencia de transformar el olivar con la finalidad de modificar las estructuras de la plantación a un sistema de explotación que corresponde con un sistema agrario moderno, más intensivo y con un material vegetal más renovado.

En el proceso de introducción de nuevas variedades fue potenciado por el apoyo institucional de las políticas públicas, como ya se comentó en el apartado 4.3.4.2 *El proceso de reestructuración del olivar*, del capítulo 4. En este sentido, el CIFA de la Alameda de Obispo contribuyó no sólo en la mejora de las técnicas de cultivo del olivar, sino también a la realización de cultivos experimentales para analizar las variedades productivas que se adaptasen a las condiciones edafológicas y climatológicas de la comarca de Estepa. De esta forma se introdujo la variedad arbequina y determinaron marcos de plantación de alrededor de 200 olivos con un único tronco para poder hacerlos mecanizables, frente al manejo de las plantaciones tradicionales, los cuales contaban con varios troncos y densidades de plantación inferiores a 100 olivos por hectárea. En relación a esto, se cita el siguiente comentario de un agricultor entrevistado.

“Aquí en Estepa la variedad predominante es la hojiblanca [...] con el paso del tiempo parece que la manzanilla se ha bastardeado, es un poquito más basta por lo visto, entonces pues bueno, el mercado no la acepta tanto pero la manzanilla se ha metido como aceituna de molino también, y luego la arbequina, ¿y por qué la arbequina?, pues porque, aunque hay mucha parte en la zona de olivar tradicional, las nuevas plantaciones, sobre todo en zonas donde no había olivos, lo que se ha hecho ha sido

plantar arbequina porque se adapta bien al suelo y, sobre todo, porque tiene muy buena producción”(entrevista a agricultor, E10).

5.5.7. Dimensión de las explotaciones

En la tabla 5.14 se muestran la distribución del número de explotaciones y superficie agraria útil en porcentaje del agrosistema del olivar de Estepa en función de intervalos de tamaño a partir del último Censo Agrario publicado (2009). A primera vista se puede visualizar que el tramo más frecuente corresponde con las propiedades comprendidas entre 2 y 5 hectáreas, que supone casi un tercio del total de propietarios, lo que es indicativo de la existencia de minifundios. Por otra parte, si se centra la atención en los datos de superficie, se observa que un número muy reducido de explotaciones, el 3,59%, concentra casi un tercio de toda la superficie del olivar. Estos datos son significativos de la existencia de una dualidad entre latifundismo y minifundismo en la relación a la dimensión de las fincas.

Tabla 5.14. Distribución del número de explotaciones y superficie en función del tamaño del agrosistema del olivar, 2009

Superficie (SAU) (ha)	Número de explotaciones	Frecuencia (%)	Superficie ocupada del agrosistema (%)
Menos de 1	9	0,35%	0,0%
De 1 a 2	470	18,52%	1,8%
De 2 a 5	810	31,91%	6,8%
De 5 a 10	441	17,38%	7,8%
De 10 a 20	320	12,61%	11,2%
De 20 a 30	116	4,57%	6,5%
De 30 a 50	146	5,75%	13,4%
De 50 a 100	135	5,32%	20,3%
Más de 100	91	3,59%	32,3%
Total	1.269	100%	100%

Fuente: Censo Agrario 2009.

Respecto a la estimación de la dimensión media, la existencia de esta dualidad aconseja utilizar la mediana como estimador de tendencia central. En concreto, este estadístico indica una dimensión de 4,93 ha para la finca situada en la posición central del conjunto de explotaciones ordenadas de menor a mayor tamaño. Si se calcula la media aritmética, el valor asciende hasta 14,59 para el año 2009. Estas diferencias remarcan las disparidades en la propiedad de la tierra. Por otra parte, los datos de la tabla anterior se pueden agrupar en cuatro intervalos para obtener una imagen más global de esta variable en el agrosistema. De esta forma, se obtienen los datos de la tabla 5.15, que muestra que la mitad de los propietarios (50,79%) son minifundistas (menos de 5 ha) y explotan el 8,61% de la superficie del agrosistema. Le siguen en importancia numérica (29,98%) las pequeñas explotaciones (de 5 a 20 ha) que cultivan el 18,93% del olivar. A continuación se

Capítulo 5. Características agroecológicas estructurales del sistema agrario del olivar de Estepa

encuentran los agricultores (15,64%) que gestionan explotaciones medianas (de 20 a 100 ha), cuya superficie corresponde al 40,19% del agrosistema. Finalmente, sólo un número muy reducido de propietarios (3,59%) posee el 32,26% de superficie bajo el sistema de explotación del latifundio (más de 100 ha).

Tabla 5.15. Agregación de la distribución de la superficie y número de propietarios en cuatro tramos del agrosistema del olivar, 2009

Tamaño SAU	Porcentaje de superficie	Porcentaje de propietarios
Minifundio (hasta 5 ha)	8,61%	50,79%
Pequeñas propiedades (de 5 a 20 ha)	18,93%	29,98%
Medianas propiedades (de 20 a 100 ha)	40,19%	15,64%
Latifundios (más de 100 ha)	32,26%	3,59%
Total	100%	100%

Fuente: Censo Agrícola 2009.

El análisis de la dimensión de la explotación con respecto a las otras variables estructurales permite extraer información del tamaño medio en función de la intensificación, aunque para su interpretación es conveniente matizar que tendrá un mero carácter descriptivo, pues como se argumentó en el párrafo anterior, no siempre existe relación entre el tamaño y otros indicadores de intensificación. Además de esta salvedad, también es necesario puntualizar que la representatividad de los resultados del cruce entre variables es menor que en los análisis anteriores, pues, la muestra se ha construido para obtener la máxima información del agrosistema como unidad de análisis, razón por la que los ajustes de ésta se han realizado en función de la superficie, no del número de explotaciones. Así, el hecho de que el 50,79% de los agricultores sólo represente el 8,61% del agrosistema es un factor a tener en cuenta en el estudio de los datos. Una vez realizadas estas consideraciones, en la tabla 5.16 se muestran los resultados de la mediana del tamaño de las explotaciones en función del marco de plantación y de la disponibilidad de agua en la que se ha añadido una columna en la que se expone el orden de tamaño como indicador cualitativo de la extensión media. Asimismo, en el caso del regadío (19,19% del olivar) no se detalla la información en función del número de árboles, pues al disminuir la superficie de análisis se pierde significatividad de la información.

Tabla 5.16. Dimensión de la propiedad (ponderada en función de la superficie) en relación a la disponibilidad de agua y la densidad de plantación, 2012

Disponibilidad de agua	Porcentaje de superficie	Intervalo de densidad (olivo ha ⁻¹)	Tamaño de la propiedad (mediana, unidades en ha)	Orden de tamaño 1: menor dimensión 4: mayor dimensión
Con limitaciones (secano)	19,30%	<= 100	43,5	4
	46,31%	> 100 y <= 200	19,11	2
	15,20%	> 200	13,5	1
Sin limitaciones de agua (regadío)	19,19%	-	40	3
Total agrosistema	100%	100%	40	3

Fuente: Encuesta a agricultores y de Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012

A partir de la tabla anterior se observa que un aumento de la densidad de plantación en el régimen de secano supone una disminución del orden de tamaño de las explotaciones (cuarta columna). Estos resultados hay que tomarlos con cautela, pues es evidente que tendrá que haber un límite inferior a partir del que disminuya la eficiencia en la gestión de insumos. En general, en la agricultura se suele considerar que el tamaño óptimo de una explotación corresponde con las fincas de tamaño medio, por lo que tanto el latifundio como el minifundio no presentan las características más adecuadas para la eficiencia en la gestión de insumos. Por otra parte, el tamaño de las explotaciones de regadío se situaría en un nivel intermedio del agrosistema con una dimensión ligeramente menor a las que corresponden con el olivar tradicional (menos de 100 olivos ha⁻¹). Estos datos son coherentes con los resultados de otros trabajos (García-Brenes 2006a, 2006b) en los que se argumentaba que en el caso del secano, un tamaño de la explotación mayor no tenía por qué implicar un aumento del rendimiento, mientras que en regadío aparecían economías de escala en las grandes explotaciones.

5.6. Conclusiones

Una vez expuestos los datos de las variables estructurales de forma independiente se procede a continuación a realizar un análisis conjunto para extraer conclusiones generales. Para ello se agruparán los resultados obtenidos de las variables en distintos grados de intensificación de forma que sean significativos en el territorio. En este sentido, cuando se examinó la relación entre pendiente, marco de plantación y disponibilidad de agua se observó una conexión directa entre distintas combinaciones de éstas y los niveles de intensidad de insumos (tablas 5.7, 5.9 y 5.10). Así, según la pendiente media es menor, disminuye el marco de plantación, sube el porcentaje de olivar de regadío y, por tanto, el nivel de intensificación se eleva. Por otra parte, el estudio de la variedad permitió identificar una relación entre marco de plantación y edad media del cultivo de la variedad, razón por la que se vincula al proceso de modernización la introducción de cultivares más recientes. Para no perder representatividad en el caso de las variedades minoritarias se ha

estimado como indicador el porcentaje que ocupa la variedad dominante en cada nivel de intensificación. Asimismo, la dimensión solo será contemplada a efectos descriptivos y se establecerán valores ordinales entre categorías de modo que 1 equivaldrá a la dimensión de menor tamaño. Si se consideran todos estos aspectos de forma global y se relacionan las variables con los distintos grados de intensificación descritos en los apartados anteriores, se obtienen los datos que se muestran en la figura 5.1.

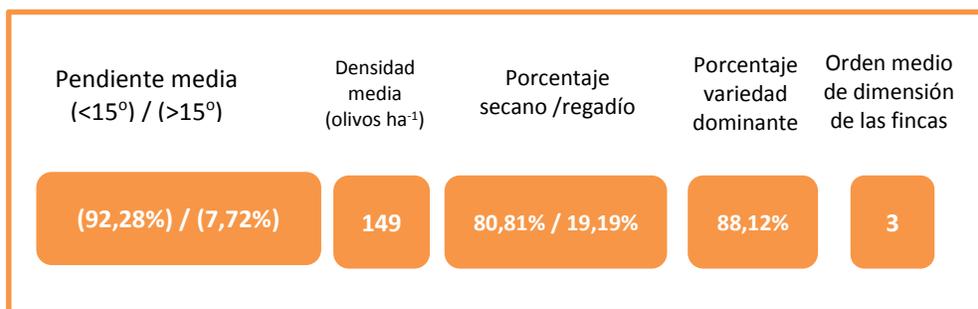
Figura 5.1. Características estructurales y nivel de intensificación del agrosistema del olivar de Estepa

Pendiente media (<15°) / (>15°)	Densidad media (olivos ha ⁻¹)	Disponibilidad de agua	Porcentaje variedad dominante	Orden de dimensión	Categorías de intensificación y superficie relativa en el agrosistema
(89,82%) / (10,18%)	82	Con limitaciones	98,28%	4	Secano tradicional 19,30%
(91,80%) / (8,20%)	148	Con limitaciones	91,40%	2	Secano semi-intensivo 46,31%
(95,54%) / (4,46%)	205	Con limitaciones	65,75%	1	Secano intensivo 15,20%
(93,31%) / (6,69%)	174	Sin limitaciones	86,13%	3	Regadío 19,19%

Fuente: elaboración propia.

Los tres primeros niveles representados son equivalentes a las categorías descritas por De Graaff (1999) y Guzmán Álvarez (1999), tradicional, semi-intensivo e intensivo, con una leve salvedad. La diferencia radica en el régimen de cultivo dominante, pues en la clasificación de la literatura el olivar intensivo se asociaba al régimen de regadío y, por el contrario, en el agrosistema de Estepa se ha identificado una elevada proporción de la superficie de olivar de secano con plantaciones intensivas, en concreto el 15,20%, y, por otra parte, en el olivar de regadío el semi-intensivo es predominante al abarcar casi la mitad de su extensión. Por este motivo se ha añadido una categoría específica que agrupa a todo el regadío. Asimismo, no se han realizado divisiones en el interior de esta categoría pues solo ocupa el 19,19%, por lo que los grupos finales serían mucho más reducidos y su aplicación en el análisis del sistema de explotación haría perder representatividad a los resultados por clases de olivar. Además de las características de la estructura de cada nivel de intensificación, también se resumen los datos medios de los componentes estructurales del agrosistema del olivar en la figura 5.2.

Figura 5.2. Síntesis de las características estructurales del agrosistema del olivar



Fuente: elaboración propia.

Como conclusión general se puede indicar que el agrosistema del olivar de Estepa presenta tres niveles de intensificación de seco y uno de regadío en función de la clasificación tipológica adoptada en esta investigación: cultivo tradicional, semi-intensivo, intensivo y regadío (tabla 5.17). El primero se extiende por el 19,30% de la superficie y presenta una densidad media de 82 olivos ha⁻¹, que corresponden con marcos antiguos de plantación de 10x10, 11x11 y 12x12 metros. Aunque la pendiente media no es elevada en general (solo el 7,72% supera los 15°), en esta categoría se presentan las mayores inclinaciones del terreno con el 10,18% de olivar de montaña. Asimismo, este tipo de explotación es la que dispone de una mayor proporción de variedad dominante, la hojiblanca, con el 98,28% de las plantaciones.

Tabla 5.17. Distribución de la superficie del olivar de Estepa en función de la intensidad de plantación, 2012

Categorías	Densidad media	Porcentaje de superficie
Tradicional (<=100 olivos ha ⁻¹)	82	19,30%
Semi-intensivo (>100 y <=200 olivos ha ⁻¹)	148	46,31%
Intensivo (>=200 olivos ha ⁻¹)	205	15,20%
Regadío	174	19,19%
Total	149	100%

Fuente: encuesta a agricultores y Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012.

El siguiente nivel es el semi-intensivo y ocupa el 46,31% del olivar con una media de 148 árboles ha⁻¹ que equivale a marcos de plantación comprendidos principalmente entre 7x8, 8x8 y 9x9 metros, y una superficie en pendiente que desciende levemente en comparación con el olivar tradicional, con solo el 8,20%. Además, el material vegetal se ha rejuvenecido con la incorporación de otras variedades, de modo que la dominante disminuye hasta el 91,40% de las fincas. Las características de su estructura hacen que las explotaciones de semi-intensivo están mejor adaptadas al proceso de modernización de la agricultura que el olivar tradicional. A continuación, el siguiente nivel corresponde al olivar intensivo de seco, que se extiende por el 15,20% del agrosistema. En éste se manifiestan marcos de 6x6, 6x8 y 7x7, con una densidad media de 205

árboles por hectárea. De esta forma el volumen de los árboles es más pequeño y la densidad es mayor, lo que facilita la mecanización de las operaciones agrícolas que también se ve favorecida por la disminución del olivar en pendiente hasta el 4,46% de la superficie. La introducción de nuevas variedades hace disminuir la proporción de la hojiblanca hasta el 65,75%. En definitiva, **cada una de estas categorías supone un escalón gradual en la adaptación de la estructura del agrosistema al proceso de modernización de la agricultura.**

La cuarta categoría, el regadío, alcanza el 19,19% de la superficie del sistema agrario. Ésta presenta una densidad media de 174 árboles, lo que la sitúa en un **nivel intermedio entre el semi-intensivo y el intensivo**, con marcos de plantación característicos de ambos tipos. En relación a la pendiente media, el olivar de montaña representa el 6,69% de superficie, valor que hace que también se la pueda ubicar en un punto medio entre el cultivo semi-intensivo e intensivo. Por último, lo mismo ocurre con los datos de variedad dominante, pues la hojiblanca abarca el 86,13% del olivar. En resumen, los sistemas de explotación de esta categoría están adaptados a un contexto de mayor disponibilidad de agua que el resto, lo que en principio implica un mayor nivel de insumos. Sin embargo, el resto de características estructurales analizadas indican que se este tipo de olivar presenta en un nivel de intensificación intermedio entre el cultivo semi-intensivo y el intensivo, lo que condicionará, en parte, el grado de intensificación de los flujos en su actividad productiva. Para analizar en profundidad las relaciones entre los componentes estructurales biofísicos y los insumos de materiales y energía es preciso conocer las prácticas que se realizan en el cultivo de olivar para obtener un rendimiento productivo, cuestión que será abordada en el siguiente capítulo. Su comprensión permitirá analizar posteriormente en otro capítulo el sistema de manejo de las explotaciones de olivar de la comarca.

Estos cuatro tipos de explotación se pueden asociar *a priori* a una forma de relación naturaleza-sociedad característica el régimen socioecológico industrial. Sin embargo, si se tienen en cuenta la descripción que se ha expuesto de los componentes estructurales biofísicos se aprecia la existencia en el olivar tradicional de rasgos relativos a la estructura de la plantación que son heredados de régimen metabólico agrario en el olivar tradicional, aunque el patrón de consumo de materiales y energía pertenece al industrial. Esto significa que el proceso de modernización y reestructuración del olivar se ha consistido en primer lugar en modificar el patrón de consumo (Naredo 2004), y éste, a su vez, ha influido posteriormente en la adaptación de las estructuras biofísicas al nuevo patrón a través de un proceso gradual que no ha sido homogéneo. Las tipologías de explotación que se han adaptado mejor al patrón del régimen industrial presentan unas variables estructurales biofísicas que divergen del modelo tradicional. En este sentido, la pendiente ha actuado como un condicionante natural que ha frenado la expansión de los modelos de intensificación en aquellas explotaciones que manifiestan una inclinación mayor del terreno. Por otro parte, la proporción de la variedad principal (hojiblanca) se reduce a medida que se han modernizado las explotaciones y se sustituye por otras más adecuadas a los requerimientos de producción al mismo tiempo que aumenta la densidad de plantación.

Finalmente, para conocer en qué medida las distintas formas de explotación del olivar siguen el patrón industrial del régimen socioecológico industrial es necesario profundizar en el análisis de

Capítulo 5. Características agroecológicas estructurales del sistema agrario del olivar de Estepa

los flujos de materiales y energía en el interior de las explotaciones. Anteriormente, se había concluido en el capítulo 4 que desde finales de los noventa habían aparecido nuevas tendencias en la relación sociedad-naturaleza, y que éstas se caracterizaban por presentar un menor consumo de materiales y energía. En este sentido, el análisis de los flujos de materiales arrojará información sobre si realmente se está produciendo una transición del sistema agrario de Estepa hacia otro modelo con un patrón menos intensivo, en el marco de un sistema socioecológico en transición. Sin embargo, antes de abordar este tema, es necesario conocer previamente las principales características del sistema de manejo del olivar, cuestión a la que se accede en el siguiente capítulo.

Capítulo 6. Aproximación a los sistemas de explotación de olivar

6.1. Introducción

En el capítulo anterior se ha expuesto una visión detallada de las distintas formas que adoptan los elementos estructurales biofísicos que configuran el agrosistema. En este se expondrá una visión de las distintas prácticas agrícolas que pueden ser realizadas en el cultivo del olivar en general, así como su relación con el modelo convencional y el sistema de producción integrada y que se asocian a diferentes niveles de intensificación de insumos y objetivos de estabilidad del agrosistema.

Es necesario aclarar que el objetivo de este capítulo es ofrecer un marco conceptual de las operaciones y actividades que se utilizan en el sistema de manejo de las explotaciones en la comarca de Estepa. Sin embargo, la medida en que éstas son realizadas en el espacio objeto de estudio se analiza en el capítulo 8, que concierne al análisis del flujo de materiales y energía. Esto se justifica porque el estudio de los flujos ha de realizarse de forma conjunta al análisis del sistema de explotación, pues la finalidad de este último es el control de las entradas y salidas de materiales para un objetivo de producción en relación con un determinado patrón de consumo de energía y recursos.

Este capítulo contiene dos epígrafes, uno primero en el que se presenta una visión general del sistema de manejo del cultivo y otro segundo en el que se detallan las características de las prácticas necesarias para explotar el olivar. Por otra parte, la primera cuestión se aborda a través de dos puntos, uno relativo a los factores que influyen en la selección de las prácticas agrícolas y otro en el que se aporta una visión general del proceso de explotación. El segundo aspecto se desarrolla mediante la descripción detallada de las prácticas y operaciones, en particular las referidas al manejo del suelo, fertilización, poda, riego y recolección de la cosecha de aceitunas. En cada una se describe de forma genérica las características de los flujos de materiales que se le asocian, así como la maquinaria necesaria para llevar a cabo estas tareas.

6.2. Visión general del sistema de manejo en el olivar

6.2.1. Factores que influyen en la selección de las prácticas agrícolas

El agricultor selecciona las prácticas agrícolas, o de manejo del campo, en función de dos factores. El primero tiene que ver con el tipo de estructura que caracteriza de su sistema de explotación, cuyos principales modelos fueron expuestos en apartados anteriores. Así, el nivel de pendiente puede llegar a determinar si se introduce un tipo de máquina agrícola; la densidad y el tamaño de los árboles de árboles en combinación con las características del suelo establecerán una demanda concreta de nutrientes que habrá de ser tenida en cuenta en la fertilización. Asimismo, la disponibilidad de recursos hídricos permitirá al agricultor aumentar la entrada de agua en el cultivo. Por el contrario, en el régimen de secano su volumen dependerá de las condiciones climatológicas. En general, los elementos estructurales definirán unos intervalos de flujos en los que el agricultor tendrá un margen de maniobra para actuar. La composición final que adopte en

relación al tipo y cantidad de insumo está condicionada por un segundo factor. Concretamente, dependerá de nivel de equilibrio que esté dispuesto a aceptar entre producción y estabilidad del agrosistema en la escala temporal que sea considerada. Al mismo tiempo, los valores que guían las decisiones del agricultor y del conjunto del sistema socioeconómico al que pertenece influirán en la decisión final sobre el nivel de equilibrio.

Por otra parte, anteriormente se expuso que se han identificado dos modelos generales de agricultura en el olivar de Estepa que representan distintos grados de relación entre objetivos de producción y de estabilidad del agrosistema, la agricultura convencional y la producción integrada. El general, el agricultor seleccionará uno de estos tipos de acuerdo con el proceso de decisión que se describe en el segundo factor. En conclusión, con este argumento se puede afirmar que los insumos y operaciones agrícolas que va a introducir el agricultor en el sistema de explotación vendrán definidas por dos tipos de factores: el primero relacionado con las variables estructurales biofísicas del olivar, que determinará un intervalo de insumos y operaciones agrícolas al que debe adaptarse el agricultor, y uno segundo que concierne al patrón de consumo de materiales y energía en la explotación, de modo que se relaciona con el nivel de equilibrio que adopte en relación a los objetivos de producción y de mantenimiento del sistema. De esta forma, se seleccionan los insumos y tareas que llevarán asociados un balance de flujos de energía y materiales.

6.2.2. Características generales del sistema de manejo del olivar

Las prácticas que se llevan a cabo en la explotación del olivar presentan un esquema común que consiste en primer lugar en el manejo del suelo con el objetivo de adecuarlo a los objetivos de producción de la explotación. Otra de las tareas que es necesario realizar es la poda de los olivos con el objetivo de controlar su crecimiento y la estructura arbórea con el objeto de optimizar, por una parte, la captación de la energía solar y, por otra, adaptar la forma del olivo a las características del sistema de recogida de modo que sea lo más eficiente posible. Asimismo, la plantación se fertiliza de forma artificial para compensar posibles carencias de nutrición y mantener un determinado nivel de producción de la cosecha. Esta práctica se puede realizar a través de la utilización de abonos orgánicos, principalmente estiércol, e inorgánicos, normalmente elaborados a partir de compuestos químicos de síntesis.

Por otra parte, el cultivo de olivar ha sido tradicionalmente de secano, aunque con el proceso de modernización se ha extendido el régimen de regadío. En este caso la explotación cuenta con un sistema de riego que extrae agua a partir de una capa freática o bien mediante una fuente superficial y se aporta un determinado volumen en función de una estrategia de riego. Además de estas prácticas, existe un conjunto de operaciones relacionadas con el mantenimiento de la salud de la plantación que conciernen a los tratamientos contra plagas y enfermedades. Finalmente, el último tipo de tareas se relaciona con la recogida de la cosecha y en la actualidad se realizan mediante sistemas mecánicos.

6.3. Descripción detallada de las prácticas de manejo en el cultivo de olivar

6.3.1. Sistema de manejo del suelo

En general, las prácticas de manejo del suelo en el olivar se agrupan en dos tipos, las que se asocian a suelo desnudo y las que implican en uso de cubiertas. Principalmente, el primero abarca al laboreo convencional, que consiste en pasar un cultivador con una frecuencia y profundidad; el no laboreo con suelo desnudo, que se centra en el control y eliminación de hierbas con herbicida; y, por último, el semilaboreo y laboreo mínimo, que es una combinación de los dos. Las prácticas relacionadas con el segundo grupo se clasifican en función del tipo de cubierta que puede ser inerte, si se trata de restos de vegetales o piedras, o viva. Esta última se divide en espontánea, si se dejan que crezcan las hierbas de forma natural, o cultivada, si se selecciona y cultiva de forma específica las especies vegetales (Pastor y Castro 1996; Pastor et al. 2001b, 2001c; Gómez y Fereres 2004; González Sánchez et al. 2007; Pastor 2008). A continuación se detallan las características cada práctica de manejo del suelo.

6.3.1.1. Descripción del tipo de manejo en suelo desnudo

En general, este tipo de prácticas son las que se realizan en la agricultura convencional. En el caso de la producción integrada se recomiendan las prácticas de mantenimiento de cubierta, si bien, en determinados casos especificados por la normativa se admite, de forma puntal, algunas prácticas de suelo desnudo. De los tres tipos enunciados, el primero, el laboreo convencional, es una forma de manejo del suelo que consiste principalmente en la utilización del cultivador de brazos flexibles para la realización de las labores de invierno y primavera con el objeto de preparar el suelo para la infiltración del agua de lluvia y la eliminación de las hierbas. Otro de los aperos que se suele utilizar en este sistema es la grada de discos, también con la finalidad de eliminar este tipo de hierbas. Finalmente, en verano los agricultores realizan otras labores muy superficiales con la utilización de vibrocultivadores, gradas de púas o rastras, con la finalidad, según la visión tradicional del agricultor, de evitar la evapotranspiración del agua. En relación a esto último, Pastor (2008, p. 246) indica, por el contrario, que no existen evidencias empíricas sobre la eficacia agronómica de estas últimas tareas.

La segunda alternativa con suelo desnudo es el no-laboreo (NLD). Mediante este sistema se sustituye el laboreo por la aplicación de herbicidas por lo que el suelo se mantiene desnudo todo el año. De esta forma, en el caso de olivar de campiña, Pastor (2008) señala que aumenta la productividad a corto plazo en relación al laboreo convencional. Por el contrario, los peores resultados de rendimiento por hectárea se presentan en el caso de pendiente pronunciada y tendencia al sellado de la superficie del suelo. En general, los mayores incrementos de producción en el sistema de NLD son debidos a una mayor eficiencia en el uso del agua de lluvia y cambios favorables en el caso del microclima de la plantación, aunque también tienen el inconveniente de que su aplicación continuada puede ocasionar problemas de erosión en el olivar en pendiente (Pastor y Guerrero 1990; Pastor 1991, 2008; Morales y Pastor 1991).

La tercera opción consiste en el semilaboreo (SML) y laboreo mínimo (LM). El primero corresponde con un sistema mixto de laboreo convencional y suelo desnudo, de forma que se aplica un herbicida residual en la línea de olivos o solo bajo su copa, mientras que entre las calles de árboles se realiza el laboreo convencional. El segundo es bastante similar al anterior, si bien se diferencia de éste en que el agricultor realiza una o dos labores muy superficiales, en invierno o en verano, y utiliza un herbicida a toda la superficie con la finalidad de favorecer la infiltración (Pastor 2008, p. 250).

Por otra parte, es conveniente indicar que no existe un acuerdo en la literatura científica respecto a los efectos que las prácticas anteriores en la producción, aunque la mayor parte señala que no se presentan grandes diferencias. En esta línea, Civantos y Torres (1981), y Pastor (1991) argumentaron que la utilización del no laboreo con suelo desnudo solía implicar un aumento de productividad con respecto al laboreo convencional. Sin embargo, en ensayos agronómicos posteriores de Pastor y Castro (1996) y Pastor et al. (2001b) prácticamente no se apreciaron diferencias en las medias de producción por árbol (18,3 kg olivo⁻¹ para el laboreo convencional y 20,3 kg olivo⁻¹ para el no laboreo con suelo desnudo). Esto se explica por los avances técnicos en las prácticas de manejo del suelo. Así, en el caso del laboreo convencional ha habido una tendencia en la disminución de la profundidad en las labores, con avances en los cultivadores y vibrocultivadores lo que, al mismo tiempo, ha mejorado la infiltración del agua, ha favorecido la mineralización de la materia orgánica y, por tanto, el rendimiento (Pastor y Castro 1996; Pastor et al. 2001; Pastor 2008). También las innovaciones de la industria química han permitido la aparición de materias activas y aditivos y coadyuvantes que mejoran sus características y que facilitan su aplicación en forma de herbicidas que emplean en manejo de no laboreo con suelo desnudo con el objetivo de eliminar las hierbas que compiten con el olivar aumentando, de esta forma, la productividad (Pastor y Guerrero 1990, Saavedra y Pastor 2002, Saavedra 2007).

La aplicación de estas prácticas genera un aumento de la producción a corto plazo, lo que ha favorecido su difusión. Sin embargo, su uso continuado a medio y largo plazo repercute en la estabilidad de la plantación con la pérdida de suelo. En el caso del laboreo convencional se explica porque su uso en exceso desagrega las partículas del suelo, lo que conlleva, en función de la pendiente, un aumento de su vulnerabilidad a los procesos erosivos con pérdidas de materia orgánica que acaban disminuyendo la productividad. En el caso del no laboreo con suelo desnudo, la eliminación de la hierba restringe los aportes naturales de materia orgánica y produce una compactación del suelo. Este hecho reduce la infiltración de agua y ocasiona un incremento de la escorrentía que erosiona el suelo en las zonas con pendiente y, finalmente, acaba afectando negativamente a la producción del olivar (Saavedra 2002 y 2007). Estos motivos han contribuido a la difusión de otras prácticas de manejo del suelo que se describen a continuación.

6.3.1.2. Descripción del tipo de manejo con cobertura de suelo

Esta modalidad de manejo del suelo consiste en el mantenimiento de una cubierta que puede ser de plantas vivas o de material inerte. Su principal efecto es la disminución de la pérdida del suelo, pues las hojas de las plantas y el material inerte la componen frenan el impacto de las gotas del

agua de las precipitaciones antes de llegar al suelo, lo que actúa como mecanismo protector frente a la erosión. Esta disminución de la velocidad del agua repercute favorablemente en su infiltración, evitándose de este modo las pérdidas de escorrentía. El aumento del recurso hídrico en combinación con la presencia de material vegetal favorece el incremento de materia orgánica y una mejora de la fertilidad del suelo que implica una intensificación de la actividad biológica y, por tanto, una disminución del nivel de insumos, en particular, los fertilizantes inorgánicos. Así, la utilización de cubiertas ayuda a cerrar el ciclo de nutrientes y materiales en la explotación, de forma que se mejora el equilibrio ecológico de los flujos de entrada y salida y se contribuye a la mejora de la biodiversidad. Por estos motivos estas prácticas son las más recomendables según la literatura para el manejo del suelo en el cultivo del olivar (Castro 1993, 2000; Pastor y Castro 1995; Pastor et al. 1997; 2001b, 2001c; Pastor 1998b, 2008; Saavedra 2003, 2007; Espejo Pérez et al. 2007; Foraster 2007; Giráldez 2007; Martínez-Raya et al. 2007; Rodríguez Linaza et al. 2007; Durán et al. 2009; Gómez et al. 2003, 2010; Gómez y Giráldez 2009; Guzmán y Foraster 2011; Nieto et al. 2011, 2012).

Existen varios tipos de cubierta, aunque normalmente se clasifican como viva e inerte en función de la naturaleza del material que la compone. Así, en el caso de que sea inerte, suele ser de material plástico, paja, restos vegetales u otro tipo de sustancia porosa. El material más económico suele ser el procedente de los restos de poda, previamente troceados con una máquina picadora o trituradora de restos vegetales, lo que repercute positivamente en el reciclado de la biomasa del agrosistema mejorando la fertilización del cultivo (Ordóñez et al. 2002, 2007; Rodríguez Linaza et al. 2007; Pastor 2008; Repullo et al. 2012).

Si la cubierta es viva se puede clasificar en espontánea, aunque también es denominada como cubierta de hierbas, y sembrada. En el primer caso el agricultor deja crecer esta flora sin control o bien la maneja para seleccionar las especies que provoquen menos competencia por agua y nutrientes al olivar. En el segundo la cubierta se siembra directamente a voleo o con la utilización de maquinaria agrícola, concretamente, una sembradora convencional o una abonadora centrífuga. Al mismo tiempo el tipo de especies vegetales empleadas puede ser de gramíneas, cereal, veza o una mezcla de las anteriores (Saavedra 2007). El manejo de ambas cubiertas es similar, pues se trata de favorecer la expansión de determinadas especies, principalmente gramíneas, para lo que se utiliza un herbicida selectivo que favorece a esta especie. Posteriormente, ha de ser controlada para que no afecte a la producción del olivar. En este sentido, la cubierta se elimina antes de que se produzca la competencia por agua (normalmente a final de invierno o principios de primavera), lo que se puede realizar de forma eficaz mediante la aplicación de un herbicida (siega química) o con utilización de la siega mecánica, aunque esta técnica puede ocasionar pérdidas de cosecha debidas a que el control de la cubierta no es total y continúa compitiendo. Otra forma de controlarla es a través del pastoreo, aunque produce un efecto similar a la siega mecánica porque los animales tampoco eliminan completamente todas las hierbas (Pastor 2008). Sin embargo, si se pica e incorpora al suelo mediante una labor se logra un control de la cubierta, a pesar de la pérdida de agua del suelo por evaporación debida a la labor. Asimismo, esta pérdida conlleva una posible disminución de la cosecha respecto a sistemas de

control que no remueven el suelo, pero se puede ver compensada en parte por la eficacia en el control de la cubierta viva que consume agua por transpiración. De esta forma, lo más importante para evitar la competencia y la pérdida de producción es el momento adecuado del control en el manejo de cubiertas vegetales. Los modelos de cálculo de necesidades de agua pueden ayudar a determinarlos de forma aproximada, pero no se conocen con precisión los coeficientes de cultivo de las especies cobertura (Saavedra 2007, pp. 105-106).

En general, las recomendaciones que se realizan para el manejo de la cubierta, en concreto, la selección de especies vegetales, su momento de incorporación al cultivo, extensión, fertilización, el sistema de siega y fecha en que se efectúa, varían en función de una serie de factores agronómicos que se relacionan con las características físico-químicas del suelo, las condiciones climatológicas de la temporada, la pendiente y la evolución que la cubierta a lo largo del tiempo (Saavedra y Pastor 2002; Gómez y Fereres 2004; Alcántara et al. 2004; Alcántara 2005; Pastor y Vega 2005; González Sánchez et al. 2007; Foraster 2007; Saavedra 2007; Pastor 2007; Alcántara et al. 2008; Saavedra y Alcántara 2009; Guzmán y Foraster 2011). Pero, por otra parte, también influye el modelo funcional agrícola (ecológico, producción integrada y convencional), en particular en la forma de control, que dependerá del grado de orientación a los objetivos ecológicos del modelo de explotación que utilice el agricultor²¹⁷. Así, en la agricultura ecológica se emplea la siega mecánica y pastoreo, mientras que en la producción integrada se usa la mecánica y química, aunque es conveniente matizar que, es el caso de emplear herbicidas, su uso está regulado por la normativa específica que contrala el empleo de sustancias de síntesis (Gil-Ribes et al. 2008a; Pastor 2008; Guzmán y Foraster 2011).

Las ventajas de la utilización de la cubierta como práctica de manejo explican su difusión. A ello también ha contribuido la incorporación de la conservación de los ecosistemas en las políticas públicas. En esta línea, las reformas de la PAC de 1999 introdujeron principios y medidas que se trasladaron a la normativa nacional y regional para la mejora de las condiciones ambientales del olivar, concretamente para la prevención de la erosión. En el caso de Andalucía, el gobierno regional definió las condiciones que debía de cumplir el cultivo del olivo para la obtención de ayudas, concretamente, mediante la incorporación de las prácticas de producción ecológica e integrada (Calatrava-Leyva et al. 2005, 2007, Sánchez Martínez et al. 2008, Sanz Cañada 2010).

En definitiva, la cobertura de suelos es una práctica fundamental que repercute en los flujos de entrada y salida de ecosistema, pues, como se ha expuesto, su uso disminuye el nivel de entrada de fertilizantes inorgánicos a través del reciclado de nutrientes, lo que implica un aumento de la

²¹⁷ Hay que señalar que la aplicación de estas opciones tienen efectos distintos en la producción en el nivel de erosión del suelo. En este sentido, los ensayos de Pastor (2008, p. 255) indicaron que la primera solución proporcionó aproximadamente un 20% de más productividad en relación a las prácticas de NLD, a corto y largo plazo. La segunda opción, la siega mecánica, según el mismo autor, aporta resultados menos satisfactorios en comparación con otras prácticas en secano. La alternativa de pastoreo con ganado ovino era recomendada por el citado autor en los sistemas extensivos de cultivo. No obstante, también hay que tener en cuenta que los resultados de la utilización de las distintas opciones son diferentes en función de las especies vegetales empleadas, la composición físico-química del suelo y el grado de pendiente.

cantidad de materia orgánica. Asimismo, también influye en la disminución en otro flujo de salida importante, la pérdida de suelo, por lo que se reduce la erosión y se mejora la estabilidad a largo plazo del sistema. Este último aspecto será retomado más adelante, pues la pérdida de suelo se considera irreversible y, por tanto, corresponde un flujo no renovable, al menos en una escala temporal que equivale a la vida del agricultor.

6.3.2. Poda

La poda alude al conjunto de operaciones por el que se modifica la forma natural de su vegetación, vigorizando o restringiendo el desarrollo de las ramas con el objetivo de que maximicen su productividad. Estas operaciones deben de realizarse de forma que se mantenga un equilibrio entre las funciones vegetativas y reproductivas del olivo. Por otra parte, la poda que se practica varía en función de un conjunto de factores que habrán de ser tenidos en cuenta por el agricultor: reacción del árbol al tipo de corte según la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, pluviosidad de la temporada en un curso y régimen de cultivo, secano o regadío, edad del árbol y densidad de plantación, entre otros aspectos (García-Ortiz et al. 2008).

Respecto al tipo de poda, si es un árbol joven se practica la de *formación* para darle una estructura que pueda aprovechar mejor la luz. Cuando el árbol llega a la fase de adulto, la poda se reduce a limpias y aclareos de ramas y chupones (*desvareto*) con el objetivo de mantener las yemas en flor y conseguir la máxima productividad, lo que se denomina *poda de producción*. Por otra parte, cuando se desequilibran las relaciones hoja/madera/raíz es conveniente realizar un *poda de renovación*, mucho más severa en la que se eliminan las primarias envejecidas. En cuanto a la frecuencia, suele ser habitual en los olivares de Andalucía una poda bianual de renovación, alternándola con la de producción en los años que no se realiza. Las herramientas que se utilizan en estas operaciones suelen ser las tijeras, el hacha y, sobre todo, la motosierra (García-Ortiz et al. 2008; Gil-Ribes et al. 2008b).

La poda bianual produce una gran cantidad de ramas, ramones y hojas, aunque la estimación de su masa por árbol varía en función de los autores. En este sentido, García-Ortiz et al. (2008, p. 399) señalan una media de 64 kg olivo⁻¹; Gil-Ribes et al. (2008b, p. 450) indican una oscilación entre 25-30 kg olivo⁻¹; por último, un análisis de SODEAN (2006, p. 13) aporta unas cantidades medias por hectárea para plantaciones de más de 100 olivos ha⁻¹ que, transformadas en producción por árbol, corresponderían a 24 kg en cultivos regadío y 19 kg por árbol en régimen de secano, mientras que para cultivos de menos de 100 olivos ha⁻¹ el peso sería de 32 kg en regadío y 26 kg por olivo en secano. Estas cifras suponen un gran volumen de biomasa susceptible de ser aprovechada por el agricultor.

El aprovechamiento de los restos de la poda puede consistir en las siguientes opciones: la venta de los restos como subproducto a la industria de madera o energética; su quema y posterior enmienda en la explotación, y, por último, el triturado de los restos para utilizarlo como fertilizante en forma de cubierta orgánica inerte. Desde un punto de vista agroecológico, la última modalidad es la más recomendable para el mantenimiento del equilibrio de los nutrientes en el

olivar. De esta forma, se contribuye al reciclado de materiales de nutrientes y se reduce la necesidad de aportación de insumos para la fertilización del agrosistema, lo que redundaría en el balance energético y de costes de la explotación. Por este motivo, es la que se utiliza en la agricultura de producción integrada y ecológica. Por el contrario, se desaconseja las actividades de quema en las explotaciones como práctica agrícola, pues puede ocasionar daños a los olivos próximos al fuego, supone un aumento de las emisiones de CO₂ en el ecosistema general y no se produce reciclado de nutrientes²¹⁸ (Ordóñez Fernández et al. 2007; García-Ruiz y Gómez-Muñoz 2011).

Respecto a la opción de su aprovechamiento como restos orgánicos en la explotación, es necesario proceder a una serie de operaciones agrícolas. Para ello, una vez cortadas las ramas y ramones con la ayuda de la motosierra, se requiere el uso de una máquina hileradora que, acoplada al tractor, que distribuya los restos de la poda entre las calles. Posteriormente, otra máquina picadora-trituradora, ensamblada al tractor o autopropulsada, realiza la operación de picado-triturado. Existen varios tipos de máquinas, siendo las más frecuentes las que funcionan golpeando las ramas para su rotura, aunque también existen modelos que realizan en picado con cuchillas y contracuchillas. Los rendimientos de las máquinas son muy variables y dependen de la potencia del tractor, de la velocidad de trabajo, del tamaño de la leña y su volumen por unidad de superficie (Gil-Ribes et al. 2008b; Márquez 2013).

6.3.3. Fertilización

En general, las plantas requieren 16 elementos esenciales para su crecimiento: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), boro (B) y cloro (Cl). Todos estos se caracterizan porque son necesarios para que completen su ciclo vital, no son sustituibles entre sí y cada uno de ellos ejerce una función independiente en el metabolismo de la planta. Los tres primeros suponen el 95% del peso seco de un olivo y son absorbidos directamente

²¹⁸ En relación esta última modalidad es conveniente realizar una consideración que afecta a la forma de contabilizar los flujos de materiales. En la quema de rastrojos y restos de poda, además de emisiones atmosféricas, se producen residuos orgánicos en forma de cenizas que se depositan principalmente en el lugar donde se ha procedido a su combustión. Las cantidades de residuos orgánicos y el contenido de nutrientes que queda después de este proceso representan valores despreciables en el ciclo de nutrientes. En este sentido, García-Ruiz et al. (2011, p. 97) exponen que la práctica totalidad del nitrógeno, principal fertilizante de los restos de poda, se pierde en fase gaseosa, lo que estima en aproximadamente 9 kg de nitrógeno por hectárea de superficie. Es de suponer que el porcentaje de pérdida esté muy próximo al 100%. En este sentido, se han realizado estimaciones de pérdida de nutrientes por la quema de rastrojos en otros agrosistemas con resultados cercanos a esta cifra. Este es el caso de las investigaciones de Hernández-Valencia y López-Hernández (2002) sobre la pérdida de nutrientes en agrosistemas de sabana en Venezuela, cuyos resultados arrojan, después de la combustión, una pérdida de biomasa del 96,56%. El contenido final de nitrógeno de los restos de ceniza es solo del 0,19% que, además, deberá de ser transformado posteriormente para su absorción. Esto justifica que no se incluyan los materiales resultantes del proceso de quema en el ciclo de nutrientes del agrosistema del olivar, motivo por el que, finalmente, serán considerados como deposiciones del agrosistema en el ecosistema general.

por las plantas a partir del dióxido de carbono de la atmósfera y del agua. Los demás elementos son los macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes (el resto), en función de la concentración que requiere el árbol. El control de estos dos últimos tipos de elementos por parte del agricultor es el objetivo tradicional de la fertilización. Su aportación como insumo debe de realizarse en función de un diagnóstico de las necesidades del olivo y su disponibilidad en el ecosistema, principalmente mediante un análisis de hoja y de suelo. En general, las necesidades de nutrientes en olivares tradicionales con baja productividad suelen estar cubiertas por la mineralización de la materia orgánica del suelo y de las aportaciones del agua de lluvia. En el caso de plantaciones más densas y productivas (regadío), los requerimientos de N suelen superar las entradas del ciclo natural de nutrientes, por lo que el agricultor suple estas necesidades con la introducción de fertilizantes (Fernández-Escobar 2008; Hidalgo et al. 2013).

Los nutrientes pueden ser clasificados en tres categorías en función de su fuente: química, orgánica y biológica. La primera abarca a los elementos cuyo proceso de fabricación transforma el mineral directamente de la atmósfera, como por ejemplo el nitrógeno, o bien a partir de fuentes geológicas, como es el caso del fósforo y potasio. Los orgánicos son obtenidos a partir de la biomasa vegetal y de los residuos y de los animales, principalmente estiércol. Por último, los biológicos, relativos a la fijación del nutriente por parte de microorganismos localizados en las raíces de la plantas, como es el caso de las legumbres que se utilizan la cubierta como sistema de manejo en el olivar (Ortiz-Cañavate y Hernanz 1999; Guzmán et al. 2008).

Por otra parte, el modelo de clasificación funcional de la agricultura con el que se identifica el agricultor determinará la selección del tipo de fuente. Así, en el caso de la agricultura convencional suelen primar las fuentes químicas, en la producción ecológica predominan las orgánicas y biológicas y en el sistema integrado la combinación de las tres, aunque en este último caso los fertilizantes de origen químico deberán de cumplir unas normas específicas que racionalizan su uso. Esta distinción del tipo de fertilizantes también será tomada en cuenta posteriormente en el análisis energético del olivar pues, en función de éstas, los flujos de energía serán contabilizados de distinta manera.

Las formas usuales de abonado son su distribución en el suelo y la aplicación foliar. Existe una amplia variedad de máquinas agrícolas que facilitan esta operación. En el caso del abonado foliar se utilizan atomizadores o pulverizadores hidráulicos que constan de mangueras que orientan el flujo de la pulverización o atomizadores neumáticos que inyectan aire para el transporte del líquido a presión. Si se trata de abonado del suelo con fertilizantes inorgánicos sólidos se emplean las abonadoras centrífugas y pendulares. Si los abonos orgánicos son sólidos se usa un remolque de distribución dotado de un mecanismo para esparcir el fertilizante. Para el caso de abonos líquidos minerales las máquinas pueden ser de dos tipos en función de la presión que requiera para su aplicación. Si necesita alta presión, se utiliza un tanque a presión con válvulas de descarga. Por el contrario, en el caso de que el fertilizante no requiera presión atmosférica, lo más normal es emplear un equipo de abonado foliar (Gil-Ribes et al. 2008b).

6.3.4. Riego

La producción de biomasa por parte del olivo implica un consumo de agua que debe ser absorbida a través de sistema de raíces. Sin embargo, también se produce una pérdida de agua a través de los estomas de las hojas (transpiración) que deberá ser compensada. Sin embargo, cuando el cultivo sufre un déficit hídrico que no puede ser repuesto con el nivel de humedad del suelo la producción de biomasa disminuye. En teoría, para que el olivo alcance la máxima producción debería de tener disponible el suficiente nivel de agua que demande para la reposición de pérdidas vía transpiración. Esta cantidad de agua unida a la que se pierde por evaporación directa del suelo se denomina evapotranspiración máxima del cultivo ($ET_{c\ max}$)²¹⁹ y debe de ser aportada de forma periódica por la lluvia (PE) o a través del riego para que la producción no se reduzca (Orgaz et al. 2005, Orgaz y Fereres 2008). Sobre esta base, las necesidades de riego vendrían dadas por la siguiente expresión:

$$\text{Riego} = ET_{c\ max} - \text{Reserva de agua almacenada en el suelo} - PE$$

Además, la cantidad de agua a aplicar (riego bruto) dependerá de la eficiencia de la aplicación del sistema de riego (Pastor y Vega 2005). Los sistemas más empleados hasta la década de los noventa eran tres: riego por gravedad, aspersión y riego localizado. De todos estos, el que presenta mayor eficiencia es este último, con rendimientos de rondan el 95%. Sin embargo, a raíz de las sequías acontecidas en el sur de España en esa década, el riego localizado por goteo se comienza a expandir debido precisamente su eficiencia, al mismo tiempo de los demás sistemas tradicionales caen en desuso (Hidalgo et al. 2008, Sánchez Martínez et al. 2011). Este último tipo alcanzó en el año 2010 el 95% de la superficie de regadío de olivar en España (MAGRAMA 2013). De esta forma, el sistema de riego localizado es el que se asocia en la actualidad al régimen de regadío en el cultivo del olivar.

Otro de los factores que hay que tener en cuenta para en la efectividad del regadío sobre la producción final de la cosecha es la *estrategia de riego* que va a emplear el agricultor. En este sentido, una vez estimada la $ET_{c\ max}$ y la eficiencia del sistema, el olivicultor tendrá que definir tres variables: la frecuencia de riego o la forma en que fracciona la cantidad de agua a aportar, el volumen de agua y el momento en que lo aplica. En función de estas variables existen diversas estrategias: riego a calendario, según las condiciones climatológicas, riego deficitario, y sus

²¹⁹ En el trabajo de Fernández (2006) se describen varios métodos de cálculo de la ET_c en el olivar. El más utilizado es el propuesto por la FAO (Doorenbos y Pruitt, 1977; Smith, 1992; Allen et al. 2006). Esta variable se estima en función de tres componentes: el primero corresponde con un sistema de referencia de una pradera de gramíneas que crece sin limitaciones de agua ni nutrientes (ET_o); el segundo se refiere al coeficiente de cultivo (k_c), que concierne a la relación entre la evapotranspiración de un cultivo que cubre totalmente el suelo y la ET_o ; y, por último el tercero, está relacionado con el efecto del estado del desarrollo del árbol o coeficiente de reductor (k_r) que variará, a la vez, en función del marco de plantación y la práctica de la poda. Estos coeficientes han sido calculados experimentalmente para olivares del Valle del Guadalquivir por Fernández et al. (2006).

posibles combinaciones²²⁰. De éstas, la más conveniente para la optimización del recurso hídrico es la estrategia deficitaria, que consiste en disminuir la cantidad de agua requerida por la ETc. Esto se justifica porque, aunque los mayores rendimientos se consiguen aplicando el volumen de agua para la ETc_{max}, tiene como contrapartida que la cantidad aplicada de agua es muy elevada y en la mayoría de ocasiones no se dispone de esas dotaciones de agua. Con el riego deficitario se ha demostrado una mayor eficiencia en el uso del agua de riego expresada como incremento de la producción de kilogramos de aceite por cada metro cúbico de agua aplicada (Hidalgo et al. 2008:36). Así, aunque el uso de la ETc_{max} pudiera ser más eficaz en general desde el punto de vista del rendimiento²²¹, el riego deficitario es más eficiente en el uso del agua, motivo por el que la literatura recomienda su empleo (Lavee et al. 1990; Goldhamer et al. 1994; Fernández y Moreno 1999; Moriana et al. 2003; Gómez y Fereres 2004; Orgaz et al. 2005; Pastor 2005; Pastor e Hidalgo 2005; Fernández 2006; Fernández et al. 2006, 2008; Orgaz y Fereres 2008; Iniesta et al. 2009; Ramos y Santos 2010; Hidalgo et al. 2011; Fernández et al. 2013; García et al. 2013).

Por otra parte, la elección de la dosis exacta de riego en cada momento del cultivo es una tarea compleja en la que hay que tener en cuenta un conjunto de factores, pues un aporte de volumen hídrico inadecuado podría redundar en una disminución de la cosecha o incluso la vida útil de la plantación. En este sentido, factores como la densidad de plantación, el volumen de la copa, la variedad, la edad del árbol, la poda, las características físico-químicas del suelo y su capacidad para almacenar agua, la temperatura y la irradiación solar, entre otros aspectos, dificultan el cálculo de las cantidades idóneas de agua y su momento de aplicación en la estrategia de riego deficitario (Fernández 2006; Moriana et al. 2003, 2007; Orgaz y Fereres 2008).

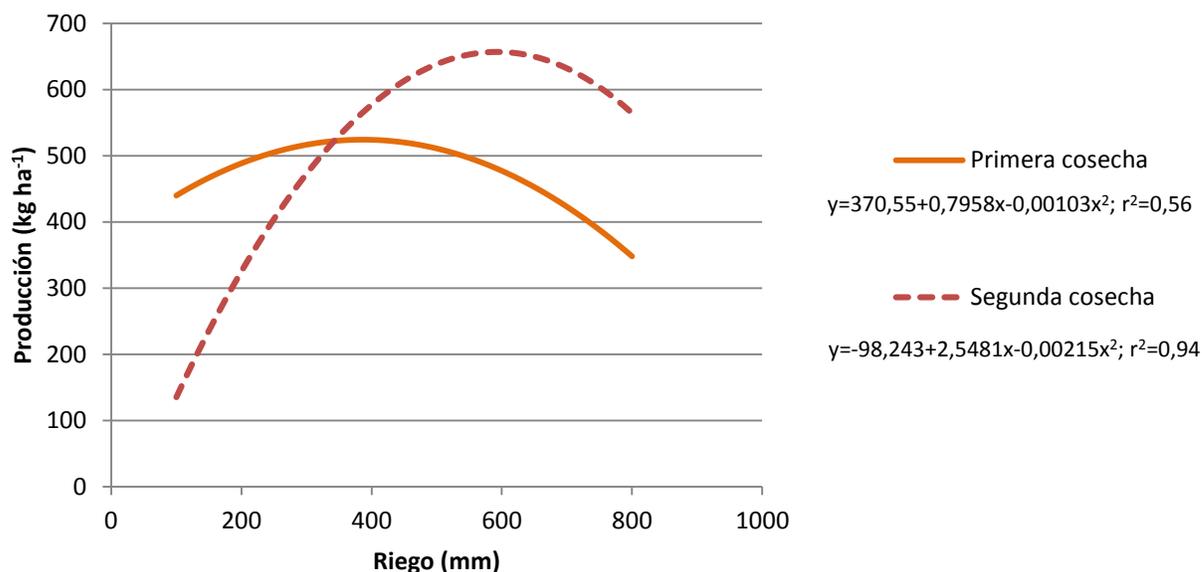
Lo anterior también se refleja en la falta de consenso en la literatura científica sobre los programas de riego deficitario. En este sentido, los trabajos de Patumi et al. (1999, 2002) demostraron que aplicaciones de riego por encima del 66% de la ETc no aumentaba la productividad ni en cantidad ni en calidad. Asimismo, Pastor et al. (1999) observaron que no había grandes diferencias en cuanto a los resultados en tratamiento de agua de entre 150 y 320 mm. Por otra parte, Moriana et al. (2003, 2007) señalaron que la relación entre riego y cosecha no es lineal sino curvilínea y, que, por tanto, hay un óptimo de producción que se encuentra por debajo de la ETc. De forma similar, Grattan et al. (2006) argumentaron que el máximo de producción se alcanzaba al realizar un aporte de agua del 75% de la ETc, mientras que el óptimo de calidad se alcanzaba con aportes entre el 33 y el 40% de esta variable y que, incluso, podía descender el

²²⁰ Las principales modalidades de riego deficitario que existen consisten en el riego suplementario o complementario (dos o tres riegos en la temporada de estrés hídrico); riego deficitario de baja frecuencia (se espera a que el cultivo agote el agua acumulada en el suelo hasta el nivel de agotamiento permisible); riego deficitario sostenido, cuando se riega con frecuencia, pero con un porcentaje reducido de ETc; riego parcial y alternante, cuando se realiza con un porcentaje reducido en un solo árbol durante dos o tres semana y se cambia de forma sucesiva a otro, y, por último, riego deficitario controlado (RDC), cuando se riega según las necesidades del ETc, en los periodos en los que el cultivo es más sensible al estrés hídrico, mientras que el resto del tiempo se riega poco o nada (Fernández y Moreno 1999, Fernández 2006).

²²¹ Este hecho no siempre se constata. Los ensayos de Pastor e Hidalgo (2005) mostraron que en algunas circunstancias el rendimiento productivo había sido mayor con el riego deficitario.

rendimiento a partir de determinadas cantidades de riego (gráfico 6.1). En esta línea, los trabajos de Ramos y Santos (2010) para el caso del olivar de baja densidad concluyeron que la producción se reduce a partir de ciertos niveles de riego. Algunos autores indican que la reducción debe de efectuarse en función del tamaño del tronco y de la duración del estrés hídrico en cada temporada (Moriani et al 2010, 2013). Otros investigadores aconsejan en el olivar superintensivo una reducción del 30% de la ETc para obtener un equilibrio entre ahorro de agua, calidad y cantidad de la cosecha (Fernández et al. 2013). En definitiva, se pueden extraer dos conclusiones de esta diversidad de resultados: en primer lugar, no existe un consenso en la literatura respecto al riego óptimo y, en segundo que, en general, la productividad de aceitunas por hectárea en una plantación desciende a partir de ciertos niveles de riego en función de las características de la explotación.

Gráfico 6.1. Producción de aceituna por hectárea en relación con la cantidad de agua aplicada en riego en olivar superintensivo



Fuente: Grattan et al. (2006).

6.3.5. Tratamientos de plagas y enfermedades

Los agricultores combaten las plagas y enfermedades del olivar por el impacto negativo en la cosecha. Los sistemas de propagación y cultivos tradicionales han contribuido a la adaptación de los cultivares al medio que ha propiciado un equilibrio entre el olivo y sus patógenos que cuando se altera tiene unos efectos negativos en la salud de la plantación y en la cosecha. Este equilibrio puede ser modificado por factores climatológicos y antrópicos. El primero se relaciona con las características bioclimáticas del lugar, cuya variación puede propiciar la aparición de plagas y enfermedades. Así, en los años más lluviosos y húmedos es más probable que aparecen infecciones de hongos en las hojas y los frutos del olivo. El segundo se explica por el proceso de

intensificación, de modo que densidades de olivar más elevadas o plantaciones en suelos inadecuados suelen conllevar un nivel mayor de enfermedades y plagas (Alvarado et al. 2008; Trapero y Blanco 2008; Sanzani et al. 2012).

Las plagas que tienen un impacto mayor en la viabilidad económica del olivo son la mosca (*Bactrocera*), la polilla o prays (*Prays oleae*) y la cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae*). Las plagas secundarias o de importancia media corresponden con el barrenillo o palomita (*Phloeotribus scarabaeoides*), el barrenillo negro (*Hylesinus oleiperda*), polilla del jazmín (*Margaronia – Glyphodes- unionalis*), el agusanado del olivo (*Euzophera pinguis*), la sarna o acariosis (*Aceria oleae*) y el otiorrinco (*Otiorrhynchus cibriolitis*). Asimismo, existen otras plagas de importancia local o temporal en las que algunas aves y pequeños mamíferos, principalmente roedores y liebres, además de insectos, pueden afectar de forma negativa al cultivo (Alvarado et al. 2008).

Respecto a las enfermedades, las que tienen más incidencia en el rendimiento del olivar son las patologías fúngicas que afectan a las hojas y los frutos, principalmente el repilo (*Fusicladium oleagineum*), la antracnosis (*Colletotrichum*) y emplomado (*Pseudocercospora cladosporioides*). En segundo tipo está compuesto por las que inciden en el sistema radicular del olivo, entre las que se encuentran la verticilosis (*Verticillium dahliae*) y la podredumbre de raíces gruesas (*Armillaria, Rosellinia, Omphalotus*). Otras enfermedades de importancia media pueden ser de carácter bacteriano, como la tuberculosis (*Pseudomonas savastanoi pv. savastanoi*) y abióticas causadas por deficiencias de nutrientes. (Trapero y Blanco 2008). De todas estas enfermedades, la verticilosis ha aparecido en etapas recientes del proceso de intensificación del olivar, aproximadamente en las tres últimas décadas. Es considerada la enfermedad más grave del olivar de modo que es el foco de atención de la comunidad científica en materia investigación de enfermedades y plagas (Trapero C. 2010, 2011; Sanz-Cañada et al. 2011; Arquero et al. 2012, Bubic y Cirulli 2012; Fernández-Escobar et al. 2012; Mercado-Blanco 2012; Mercado-Blanco et al. 2012).

La forma tradicional de combatir las plagas y enfermedades en la agricultura convencional ha consistido en la aplicación de plaguicidas e insecticidas químicos cuya eficacia es alta y su coste bajo, aunque su uso puede implicar efectos secundarios graves para el agrosistema y el ecosistema general. En particular, su utilización incide negativamente en los insectos auxiliares necesarios para el funcionamiento del agrosistema (por ejemplo, las abejas para la polinización), genera residuos en las aceitunas, provoca riesgo de contaminación de acuíferos, así como en la salud del aplicador. En respuesta a estos efectos, se han desarrollado otras formas de luchar contra las plagas y enfermedades que tratan de mantener la estabilidad natural del agrosistema que se sustentan en principios ecológicos que promueven el control biológico a través de enemigos naturales, principalmente depredadores, patógenos de los insectos y microorganismos no patógenos antagonistas o competidores (Alvarado 2008; Fernández-Escobar et al. 2012). Estos tratamientos se enmarcan en la estrategia de control integrado de plagas y enfermedades que asume la agricultura ecológica y de producción integrada. En este último caso, la normativa específica de la producción integrada admite la introducción racional de algunos principios activos químicos que han de ser autorizados previamente (CAP 2011).

6.3.6. Recolección

Los tres métodos tradicionales para la recogida de la aceituna son la recolección del suelo, el vareo y el ordeño. Estos sistemas están en recesión debido al coste de la mano de obra, motivo por el que han sido sustituidos por la mecanización integral con la utilización de máquinas agrícolas. Principalmente consiste en el derribo con vibradores y su recogida con mallas. Los vibradores más utilizados son los de tronco y ramas. Los primeros generan una vibración a partir de un movimiento de masas excéntricas que se transmite a la cabeza vibradora, normalmente pinza. El rendimiento de estas máquinas es muy variable, pues depende de la duración del vibrado, el tiempo de maniobra entre los pies del árbol y el porcentaje de derribo que, a su vez, depende de la estructura del árbol, el momento de la recogida y la variedad (Gil-Ribes et al. 2008b, 2013).

Los vibradores de rama generan una vibración unidireccional que se aplica normalmente en ramas secundarias. Suelen consistir en un sistema de biela-manivela que se acopla a un motor de gasolina de dos tiempos y es manejado por un operario que se lo cuelga. La eficacia de derribo es alta, por su maniobrabilidad y porque se elimina el efecto de transmisión al tronco, aunque su rendimiento es bajo y causa fatiga al operario. Este tipo de vibrador es utilizado normalmente en pequeñas explotaciones y como complemento al sistema de vibración de troncos, así como en el olivar de montaña. Por otra parte, no existen diferencias en el sistema de recolección de los distintos modelos funcionales de agricultura. Su elección final vendrá determinada por las características estructurales del sistema de explotación. Así, cuanto más pronunciada sea la pendiente, más se recurre a los vibradores de rama. Por el contrario, el olivar en campiña facilita la introducción de máquinas vibradoras de tronco (Gil-Ribes et al. 2008b, 2013). Finalmente, una vez descritas las principales prácticas en el olivar se procede a continuación al analizar los efectos estas tienen en el ecosistema que las sustenta en relación al principal problema ambiental que en la actualidad presenta el olivar: la erosión.

Capítulo 7. Análisis de la erosión como principal problema ambiental en el olivar de Estepa

7.1. Introducción

El control de flujos que el agricultor realiza para obtener un rendimiento productivo puede tener repercusiones en la estabilidad del agrosistema. En este sentido, las prácticas de manejo del suelo pueden alterar sus condiciones físicas. Su uso inadecuado puede acarrear la ruptura de su estructura, compactación, reducción de la infiltración del agua, aumento de la escorrentía o desertificación, entre otros aspectos. Estos procesos pueden acelerar los efectos del viento y del agua sobre el suelo de forma que produzca una erosión que va a tener implicaciones ecológicas y económicas a largo plazo reduciendo la productividad del terreno (Larson et al. 1985; Lal 1998a, 1998b; Uri y Lewis 1998; Lal et al. 1999; Schumacher et al. 1999; Kosmas et al. 2001; Torri et al. 2002; Renschler y Harbor 2002; Van Oost et al. 2006; De Alba et al. 2004, 2006 y 2011; De Alba 2008; González-Hidalgo 2009).

La elección del tipo de práctica de manejo más adecuada para prevenir la erosión del suelo contribuirá a mantener la producción del olivar a largo plazo. Sin embargo, la pérdida de este material en el paisaje agrícola no es un fenómeno claramente apreciable en comparación con otras zonas naturales en que los rasgos erosivos y las incisiones de regueros y cárcavas permanecen visibles sobre la superficie del suelo una vez generados (De Alba et al. 2011, p. 16). Por este motivo, en muchos casos, los agricultores van a continuar realizando prácticas de laboreo que conllevan dinámicas erosivas en los ecosistemas que sustentan sus explotaciones agrarias. El estudio de las relaciones entre modelo de explotación y pérdida de suelo posibilitará la evaluación de los efectos a largo plazo de las prácticas asociadas a cada modelo de cultivo, aspecto que será abordado en los tres puntos siguientes.

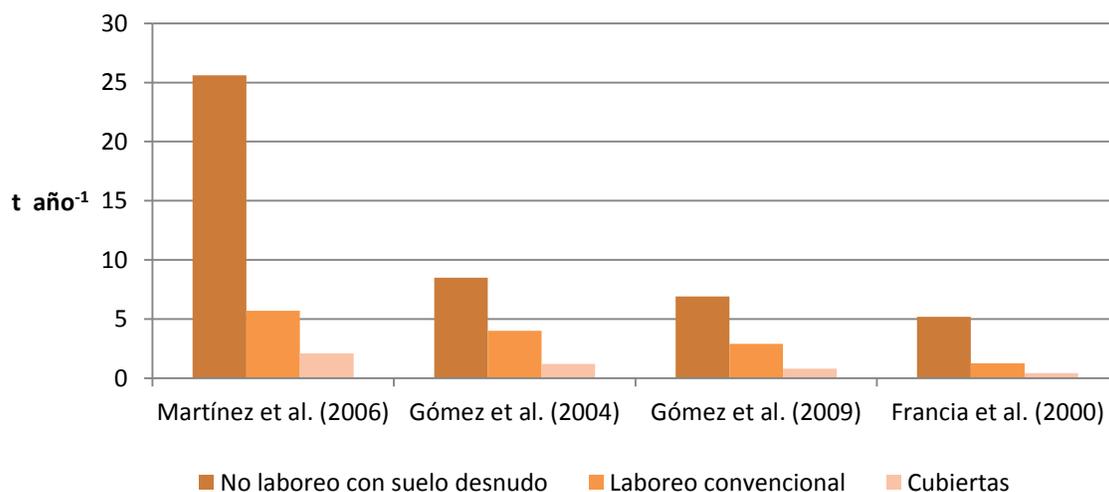
En el primer epígrafe se estudiarán los efectos del sistema de manejo en la erosión a partir de la literatura sobre la materia. En un segundo se estimarán los niveles de pérdida de suelo en relación, por una parte, a las categorías de explotación de olivar identificadas y, por otra, a los dos modelos de agricultura presentes en el agrosistema, en concreto, la producción integrada y el sistema convencional. Finalmente se cierra este capítulo con un tercer punto que contiene unas conclusiones generales sobre la pérdida de suelo y la comparación de los datos obtenidos con otros trabajos de investigación y el régimen socioecológico en el que se enmarca la relación sociedad-naturaleza.

7.2. Relación entre sistema de manejo del suelo y erosión en el olivar

La erosión en el olivar se produce por la escorrentía del agua de lluvia en la superficie. Su nivel pérdidas depende de la composición y características físicas (erodabilidad) del suelo, la intensidad de la lluvia (erosividad) y de las prácticas de manejo (Pastor et al. 2001a; Gómez y Fereres 2004). A pesar de que existen varios estudios sobre los impactos de las diferentes prácticas de manejo en este fenómeno, todavía no hay suficientes investigaciones que permitan evaluar con exactitud los riesgos de erosión de las prácticas asociadas en función de las condiciones locales (Gómez y Giráldez 2009; Taguas et al. 2010b; Bombino et al. 2011). Una revisión de la literatura en materia

de pérdida de suelo del olivar en Andalucía se puede encontrar en Gómez et al. (2014), en la que se diferencian dos tipos de investigaciones, por una parte, las referidas a medidas experimentales en parcelas y, por otra, las modelizaciones teóricas que ofrecen datos para determinadas características del suelo. En general, la mayoría de los ensayos experimentales que abordan el tema coinciden en que la práctica de no laboreo con suelo desnudo presenta un mayor impacto sobre la pérdida de materia orgánica en comparación con las de laboreo convencional y cobertura de suelo, presentando esta última el menor impacto (gráfico 7.1). La pérdida de suelo en el manejo de no laboreo con suelo desnudo abarca una gama de valores desde las 5,2 t ha⁻¹ año⁻¹ de Francia et al. (2000); 6,9 t ha⁻¹ año⁻¹ de Gómez et al. (2009); 8,5 t ha⁻¹ año⁻¹ de los ensayos de Gómez et al. (2004), y 26,6 t ha⁻¹ año⁻¹ de los trabajos de Martínez et al. (2006). En el caso del uso de cubiertas, las pérdidas se reducen por debajo de 2 toneladas²²².

Gráfico 7.1. Promedio de pérdida de suelo por escorrentía en el olivar en función de diversos ensayos experimentales



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Francia et al. (2000); Gómez et al. (2004, 2009); Martínez et al. (2006).

La ordenación de las prácticas de manejo en función de la pérdida de suelo se puede establecer directamente a partir de las medias de las mediciones de los ensayos experimentales de los autores citados en el gráfico 3.5. Estos cálculos se presentan en la tabla 7.1, donde se observa que el no laboreo con suelo desnudo presenta un promedio de 11,55 t ha⁻¹ año⁻¹, mientras que en los casos de laboreo convencional y cubiertas desciende hasta 3,46 t ha⁻¹ año⁻¹ y 1,13 t ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente. Estos resultados son representativos de la relación del orden del impacto sobre

²²² Es conveniente también indicar la existencia de los ensayos experimentales de Pastor et al (2001a), en los que se muestra que, en general, se siguen las mismas pautas sobre erosión del suelo y manejo que los demás autores citados, salvo en el caso del laboreo convencional, que presentaría un mayor impacto de pérdida de suelo que el manejo de no laboreo con suelo desnudo.

la erosión del suelo en la que la diferencia entre el sistema de manejo con mayor incidencia es aproximadamente 10 veces superior al de menor repercusión (cubierta), mientras que el laboreo convencional supone aproximadamente 3 veces más de pérdida de suelo que la cobertura de suelos. No obstante, hay que tener cautela con estos datos, pues proceden de mediciones experimentales en las que influyen factores geográficos, edafológicos, climáticos, topográficos y de manejo que habrán de ser tenidos para otras estimaciones.

Tabla 7.1. Medias de las mediciones en ensayos experimentales de pérdida de suelo en función del manejo del suelo calculadas a partir de varios autores

	No laboreo con suelo desnudo	Laboreo convencional	Cubiertas
Promedio de pérdida de suelo (toneladas por hectárea y año)	11,55	3,46	1,13

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Francia et al. (2000); Gómez et al. (2004, 2009); Martínez et al. (2006).

Por otra parte, en relación a las estimaciones sobre pérdida de suelo a nivel comarcal hay que destacar los trabajos de Gómez y Giráldez (2009). En estos se revisan los rasgos generales de erosión y se realiza un diagnóstico de situación de la erosión del olivar a escala de las comarcas olivareras en Andalucía en función de una serie de intervalos. En este sentido hay que señalar que estos autores ofrecen datos parametrizados para las variables de la ecuación RUSLE para cada comarca olivarera calculados a través de un modelo teórico en el que se tiene en cuenta información cartográfica. Hay que recordar que, para el caso de Estepa, estos han sido considerados en la metodología aplicada en este proyecto de investigación, con las adaptaciones de los parámetros SL y C a los resultados obtenidos en este trabajo, que fueron explicadas en el apartado 3.8.1 *Método teórico para la estimación de pérdida de suelo*. Los resultados de estos autores para el caso de la comarca de Estepa mostraron una estimación de pérdida de suelo comprendida entre 10 y 15 t ha⁻¹ año⁻¹. Esta cantidad era similar a la que presentaban otras comarcas olivareras de la provincia de Sevilla con escasa pendiente, en concreto la de Campiña, Aljarafe y Marismas. Por otra parte, según los autores citados, la pérdida de suelo aumenta en las comarca de Sierra Sur a un intervalo que abarca entre 15 y 30 t ha⁻¹ año⁻¹ (p. 94), lo que se explica por presentar una orografía con mayor pendiente que las comarcas anteriores. Por otra parte, el mayor rango de pérdida de suelo en las comarcas olivareras de la provincia de Sevilla está comprendido entre 30 y 100 t ha⁻¹ año⁻¹, y se presenta en la Sierra Norte debido a su carácter montañoso y en la Vega, en este último caso por el tipo de materiales que componen el suelo de esta última comarca.

7.3. Estimación de la pérdida de suelo en el agrosistema de Estepa

A continuación se procederá a estimar la pérdida de suelo en el agrosistema del olivar, en los modelos de los sistemas de explotación y en cada tipo de sistema funcional de la agricultura (producción integrada/convencional). Respecto a esto último, anteriormente se comentó que las diferencias estructurales que caracterizaban a la distribución de la agricultura convencional e integrada en la comarca desaconsejan la realización de un análisis de rendimiento en función de dichos sistemas. Sin embargo, la relación existente entre tipo de agricultura y las prácticas sistema de manejo del suelo (cubiertas y suelo desnudo) tendrá repercusiones directas en la salida de este material en el sistema agrario, motivo por el que su cuantificación será contemplada.

La estimación de la pérdida de suelo se realiza a partir de la aplicación de la ecuación de RUSLE descrita en el apartado 3.8.1 *Método teórico para la estimación de pérdida de suelo* del capítulo 3 con los parámetros de los factores R, K, L y S estimados por Gómez y Giráldez (2009) para la comarca de Estepa, que fueron expuestos en el apartado citado. El cálculo del valor de factor C se realizará a partir de la distribución de la pendiente del olivar y del reparto del sistema de manejo del suelo en el territorio. En la tabla 7.2 se ofrece información detallada, por un lado, de los porcentajes de superficie en los que se practica el suelo desnudo y el uso de cubiertas, y, por otro, del reparto de la pendiente en el territorio en cada sistema de explotación y el agrosistema en conjunto. Los datos de inclinación del terreno han sido elaborados a partir de la territorialización de las explotaciones que fue realizada en función de la información cartográfica suministrada por la Unidad SIG del CCHS-CSIC y de los trabajos de Guzmán Álvarez (2004a) sobre geografía del olivar.

Tabla 7.2. Distribución de la pendiente del olivar

Categorías	Suelo desnudo	Cubiertas	Pendientes (grados)		
			0 a 10	10 a 15	Más de 15
Tradicional	59,08%	40,92%	80,24%	9,58%	10,18%
Semi-intensivo	41,15%	58,85%	82,01%	9,79%	8,20%
Intensivo	54,57%	45,43%	85,36%	10,19%	4,46%
Regadío	47,51%	52,49%	83,36%	9,95%	6,69%
Agrosistema	47,87%	52,13%	82,44%	9,84%	7,72%

Fuentes: Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012; Guzmán Álvarez (2004a); encuesta a agricultores.

A continuación hay que seleccionar los valores parametrizados del factor C de Gómez y Giráldez (2010) en cada rango de pendiente expuestos en la tabla 3.5 del epígrafe 3.8.1 *Método teórico para la estimación de pérdida de suelo* del capítulo 3. En el caso del suelo desnudo se consideran los parámetros de C3 (0,13), C2 (0,15) y C1 (0,23) para inclinaciones de terreno menores del 10%, entre 10-15% y más del 15% respectivamente. Por el contrario, si se utilizan cubiertas, los parámetros a contemplar son C5 (0,09), C4 (0,11) y C3 (0,13) para los intervalos citados. Si estos se ponderan en función del reparto del sistema de manejo y la distribución de la pendiente elaborados anteriormente (tabla 7.2), se obtienen los coeficientes medios que se han obtenido para cada categoría se muestran en la tabla 7.3.

Tabla 7.3. Valores del factor C para cada categoría de análisis

Categorías	C (suelo desnudo)	C (cubiertas)	C (promedio)
Tradicional	0,1421	0,0960	0,1232
Semi-intensivo	0,1402	0,0952	0,1137
Intensivo	0,1365	0,0938	0,1171
Regadío	0,1387	0,0947	0,1156
Agrosistema	0,1397	0,0951	0,1164

Fuentes: Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012; Gómez y Giráldez (2009); Guzmán Álvarez (2004a); encuesta a agricultores.

Si se multiplican los parámetros de los factores RKLS de Gómez y Giráldez (2009), elaborados anteriormente en la tabla 3.4 del epígrafe 3.8.1 *Método teórico para la estimación de pérdida de suelo* del capítulo 3, por los valores de la magnitud C se obtienen los datos sobre pérdida de suelo (A) que se muestran en tabla 7.4, en los que se observa un flujo medio de pérdida de suelo de 10,82 t ha⁻¹ año⁻¹. Este resultado se sitúa en la parte baja del intervalo estimado por Gómez y Giráldez (2009) para Estepa, que estaba comprendido entre 10 y 15 t ha t ha⁻¹ año⁻¹, debido a la importancia del uso de cubiertas en la comarca, según los datos empíricos obtenidos de la

encuesta a los agricultores. Un análisis en función de los tipos de explotación contribuye a explicar este resultado.

En la tabla 7.4 se observa que el modelo tradicional es el que más volumen de suelo pierde, en concreto, 11,45 t ha⁻¹ año⁻¹, cantidad que disminuye en las categorías más intensificadas, aunque entre éstas se incrementa en función del aumento del nivel de intensificación de las explotaciones: 10,57 t ha⁻¹ año⁻¹ en las fincas semi-intensivas; 10,74 t ha⁻¹ año⁻¹ para el regadío y, por último, 10,88 t ha⁻¹ año⁻¹ en el caso del olivar intensivo. Estos resultados se explican porque el uso de cubiertas está más extendido en las categorías más intensificadas, en particular, en el semi-intensivo, donde, según los datos de la encuesta a agricultores, esta modalidad de manejo del suelo alcanza el 58,8%, el máximo en el agrosistema del olivar. De esta forma, se puede considerar al olivar semi-intensivo como el más eficiente en la conservación y retención del suelo, aunque también hay que tener en cuenta que no existen grandes diferencias, de forma que la variación de pérdida de material de este tipo de explotación con respecto al tradicional supone 0,88 t ha⁻¹ año⁻¹. Por otra parte, en epígrafe 6.3.1 sobre *Sistemas de manejo del suelo* del capítulo sexto se expuso que existe una relación entre utilización de esta práctica y la producción integrada. Por este motivo, se procede al cálculo de la pérdida de suelo para esta modalidad y la agricultura convencional, cuyos resultados se muestran en la tabla 7.5.

Tabla 7.4. Estimación de pérdida de suelo en el agrosistema y sistemas de explotación

Categorías	R K L S	C	A (t ha ⁻¹ año ⁻¹)
Tradicional	92,9353	0,1232	11,45
Semi-intensivo		0,1137	10,57
Intensivo		0,1171	10,88
Regadío		0,1156	10,74
Agrosistema	92,9353	0,1164	10,82

Fuentes: Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012; Gómez y Giráldez (2009); Guzmán Álvarez (2004a); encuesta a agricultores.

Tabla 7.5. Estimación de pérdida de suelo en la modalidad de agricultura integrada y convencional

Categorías	R K L S	C	A (t ha ⁻¹ año ⁻¹)
Producción integrada	92,9353	0,1094	10,16
Agricultura convencional	92,9353	0,1354	12,58
Agrosistema	92,9353	0,1164	10,82

Fuentes: Unidad SIG del CCHS-CSIC, 2012; Gómez y Giráldez (2009); Guzmán Álvarez (2004a); encuesta a agricultores.

Las explotaciones de agricultura integrada presentan un promedio de pérdida de 10,16 t ha⁻¹ año⁻¹. Esta cantidad se eleva a 12,58 t ha⁻¹ año⁻¹ en las fincas que siguen el modelo de agricultura

convencional. Esta diferencia no supone un porcentaje elevado, solo aproximadamente un 24% superior de pérdida de suelo en la agricultura convencional. La explicación se debe a que la escasa pendiente media que presenta el olivar de Estepa reduce los parámetros de los factores de la ecuación de RUSLE que tienen que ver los factores topográficos (LS). Dado que las relaciones matemáticas entre los factores son multiplicativas, la aminoración de los parámetros también supondrá un efecto multiplicador de reducción de la pérdida de suelo. Por otra parte, la utilización de cubiertas está más extendida en el caso de la producción integrada, lo que repercute positivamente en una reducción de la erosión. Las entrevistas en profundidad a los actores locales confirman que el problema de la erosión se asocia a las prácticas tradicionales de laboreo convencional, pero también que se están realizando avances en la lucha contra la erosión a través de la extensión del sistema de cubiertas que es impulsado por las API, en el marco de un plantemiento general por el que se reconoce la necesidad de mejorar la relación sociedad-naturaleza. Esto se aprecia en el contenido de los siguientes comentarios de las entrevistas realizadas a tres actores locales:

“Evidentemente el problema de erosión no es un problema que digas es de ahora, es un problema que se lleva acumulado desde que se inventó, gracias a Dios, los tractores. Y lo que se ha perdido, está perdido[...]" (entrevista a representante de una asociación profesional agraria, E6).

“Cada vez menos, cada vez menos, la zona ya, como le digo, la zona que hay más pendiente, que es donde más erosión puede haber. La gente ha dejado de hacer laboreo. Han puesto no laboreo con su cubierta que retiene el suelo, entonces en esa zona se le ha recomendado al agricultor que haga [...], que practique esas técnicas por eso mismo, para retener el suelo. En la zona donde hay arroyaderos siempre se le recomienda al agricultor eso, dejar su cubierta y no ararlo" (entrevista a agricultor y concejal de agricultura, E15).

“Ahora mismo tenemos un número de hectáreas de no laboreo altísimo, las cubiertas vegetales, estamos en una zona de presierra, muy cerca de la sierra, en la que el tema de la erosión es muy importante y todo eso se está combatiendo, y cuando hay algunos que empiezan a hacer esas labores y esas prácticas agronómicas que al final tienen su resultado, el que está al lado y lo ve, evidentemente va cada vez cambiando. Y la verdad es que hemos dado en los últimos..., creo que llevamos con API desde el dos mil tres o cuatro, llevamos ya seis o siete campañas y la verdad que el salto ha sido importante, tanto con el manejo del olivar como del tema de los tratamientos, mucho más efectivo, [...] se está controlando mucho más el tema de los residuos, se está reciclando todos los materiales de desecho de los envases, todo eso lo tenemos también un punto de recogida en la cooperativa de ese tipo" (entrevista a gerente de cooperativa, E11).

La conclusiones sobre el flujo de salida de pérdida de suelos se extraerán a través de la contrastación de los resultados obtenidos en el agrosistema del olivar y los modelos generales

agrícolas con los referentes de otros autores que han realizado estimaciones experimentales en el cultivo del olivar y que fueron expuestos en el apartado de relación entre sistema de manejo y erosión. Asimismo, también se elaborarán conclusiones en relación al nivel de estabilidad del agrosistema mediante la comparación de los niveles de pérdida de suelo con los umbrales de tolerancia que se describieron en el epígrafe correspondiente. En el siguiente punto se procede a su desarrollo.

7.4. Conclusiones

Los datos obtenidos sobre pérdida de suelo muestran escasas diferencias entre la media del agrosistema ($10,82 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) y los modelos de intensificación. El modelo tradicional es el que muestra una mayor proporción de pérdida de suelo por hectárea ($11,45 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) que se explica por el mayor peso que tiene el laboreo convencional frente al resto. Por otra parte, los resultados que se extrajeron en el análisis de las explotaciones de producción integrada y convencional funcional mostraron un intervalo de pérdida de suelo más amplio ($10,16 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y $12,58 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ respectivamente) debido al uso mayor de las cubiertas en el primer tipo de agricultura.

Estos datos se encuentran dentro del intervalo estimado por Gómez y Giráldez (2009) para la comarca de Estepa (entre 10 y $15 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), lo que se puede explicar en parte por el hecho de haber utilizado los mismos parámetros RK, mientras que los parámetros SL y C han sido adaptados respectivamente a los resultados de pendientes medias y uso de cubiertas obtenidos en la presente investigación. Por otra parte, los datos extraídos se pueden contrastar con los promedios de las evaluaciones experimentales de Francia et al. (2000), Gómez et al. (2004, 2009), Martínez et al. (2006) que fueron descritas en el apartado metodológico. En este sentido, las estimaciones arrojaron un promedio de $11,55 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ para el no laboreo con suelo desnudo, $3,46 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ para el laboreo convencional y $1,13 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ para las cubiertas. Antes de proceder a la comparación, es preciso puntualizar tres aspectos fundamentales para su correcta interpretación. En primer lugar, en la agricultura integrada, aunque se aconseja el uso de cubiertas, se puede realizar prácticas de laboreo en pendientes inferiores al 10%, aunque se pueden autorizar excepciones para una inclinación más elevada (CAP 2011). En segundo lugar, hay que recordar que las principales prácticas de suelo desnudo en el agrosistema de Estepa eran el laboreo convencional, con el 63,47%, el semilaboreo, con el 33,69%, mientras que el no laboreo con suelo desnudo solo representa el 2,84%. En tercero, la parametrización efectuada en el factor C ha incorporado de forma global a las tres prácticas de manejo suelo desnudo. Por estos motivos, no se pueden comparar directamente los resultados de A para Estepa, sino que hay que considerar que si se aplicasen los mismos criterios a las mediciones experimentales, el promedio para el suelo desnudo debería presentar un valor intermedio entre $11,55$ y $3,46 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Si además se tiene en cuenta el peso del laboreo convencional en las explotaciones de la comarca, dicho promedio debería de tener un sesgo hacia el valor de esta última práctica, por lo que la cantidad de referencia sería superior a $1,13 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ pero se encontraría relativamente cercana a este número.

Una vez realizadas las consideraciones anteriores, las diferencias entre las prácticas de manejo son más significativas en las medidas experimentales que en los datos obtenidos. En este sentido, en las primeras, la cantidad de suelo perdido puede ser multiplicada por más de tres veces en función de utilizar el laboreo convencional o las cubiertas en la explotación. Asimismo, los valores medios de erosión eran más bajos para el laboreo convencional y cubiertas, con promedios de 3,46 y 1,13 t ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente. Esta disimilitud se puede explicar por dos cuestiones: la primera tiene que ver con las diferencias de las pendientes medias mientras que la segunda se relaciona con las características específicas del territorio. Así, estas mediciones se han elaborado en fincas con pendientes medias superiores al 20%, lo que amplifica las diferencias por el efecto multiplicativo de los factores topográficos que intervienen en la ecuación. En el olivar de la comarca, por el contrario, la pendiente presenta una media del 6,98% que actúa en sentido inverso disminuyendo la pérdida de suelo. Por otra parte, el valor más elevado de pérdida de suelo en el caso de cubiertas en el territorio objeto de estudio se argumenta por el método de cálculo del factor C de manejo del suelo efectuado por Gómez y Giráldez (2009). Para ello, estos autores consideraron cinco escenarios de manejo de los que tres correspondían con distintos niveles de cobertura²²³. De esta forma, al introducir una mayor modulación de los parámetros de C el resultado final no produce valores tan extremos, por lo que las diferencias se reducen y el promedio aumenta en comparación con los ensayos experimentales. De hecho, estos resultados están más acordes con las mediciones de Bruggeman et al. (2005, citado por Gómez et al. 2009, p. 11), en las que se estimaron pérdidas de 11,2 t ha⁻¹ año⁻¹ para la cubierta de suelo en el olivar en Siria y los trabajos de Alcántara et al. (2006) para el olivar de producción integrada en nueve fincas Córdoba, con un rango de pérdidas entre 15 y 40 t ha⁻¹ año⁻¹ con la utilización de distintos tipos de cubiertas.

Por otra parte, si se comparan los datos obtenidos con los umbrales de T descritos anteriormente en el apartado de metodología se pueden extraer conclusiones en relación a la estabilidad del agrosistema. En este sentido, se había considerado como el umbral de tolerancia moderada para la pérdida de suelo un intervalo comprendido entre 10 y 12 t ha⁻¹ año⁻¹. En general, los flujos medios de pérdida de suelo del agrosistema (10,82 t ha⁻¹ año⁻¹) y de los sistemas de explotación están dentro de este rango. El tipo de explotación que más se acerca al nivel superior es el tradicional (11,45%). Asimismo, si se consideran los modelos generales de la agricultura, el convencional supera ligeramente este umbral (12,58 t ha⁻¹ año⁻¹) mientras que la producción integrada presenta una pérdida menor (10,16 t ha⁻¹ año⁻¹). En líneas generales, la morfología del terreno con una escasa presencia de pendientes pronunciadas y la difusión del uso de cubiertas hacen que la pérdida de suelo se encuentre dentro de los márgenes de tolerancia moderada. De esta forma, el flujo de salida de materiales no supone un riesgo grave que afecte a la estabilidad del agrosistema a largo plazo.

La comparación de estos resultados con otros trabajos permite corroborar la sostenibilidad de las prácticas del olivar en lo referido a pérdida de suelo. En este sentido, las investigaciones de

²²³ La metodología para la definición de las características de las coberturas se define en descrita en Gómez et al. (2003).

Vanwalleghem et al. (2011) sobre prácticas de manejo y pérdida de suelo en tres explotaciones de olivar de montaña con pendientes medias comprendidas entre 14 y 20% en la localidad de Montefrío (Granada) a lo largo de un espacio de tiempo amplio (1752-2009), indicaron que el modelo más eficiente de prácticas consistió en el cultivo de cereales entre calles practicado entre 1935 y 1970, con pérdidas entre 8 y 20 t ha⁻¹ año⁻¹. Este sistema, asimilable a la conservación de suelos con cubierta, supuso incluso una mejor protección del suelo en comparación con otras prácticas de manejo. Así, el laboreo convencional practicado desde el siglo XVIII hasta 1935 arrojó unas pérdidas medias comprendidas entre 12 y 55 t ha⁻¹ año⁻¹, mientras que a partir de los setenta aumenta sustancialmente la erosión del suelo hasta un intervalo de 43 a 144 t ha⁻¹ año⁻¹ en los noventa, que comienza a descender debido a la sustitución de las prácticas de labranza por la aplicación de herbicidas, que se generaliza a partir de dicha década.

Aunque los datos anteriores están referidos a otra comarca olivarera, se puede establecer a grandes rasgos una conexión entre el régimen socioecológico y modelo de relación naturaleza-sociedad en dicho territorio (Fischer-Kowalski y Haberl 2007; Fischer-Kowalski 2011). En general, la erosión fue menor en el régimen agrario, en particular en el periodo comprendido entre 1935 y 1970 debido a la diversificación del agrosistema consistente en una combinación de trigo y olivar. A medida que el modo de explotación evoluciona hacia el modelo industrial se intensifica y abandona el cultivo de cereal, al mismo tiempo que se introducen tractores y se labra el campo sobre la base de una fuente energética industrial, y, por tanto, con una aplicación de mayor fuerza en el suelo que en el régimen agrario, lo que originó una mayor erosión que solo se reduce con la introducción de herbicidas.

En el caso de Estepa no existen estudios sobre el proceso de erosión a nivel histórico por lo que no se pueden establecer comparaciones con los trabajos de Vanwalleghem et al. (2011). No obstante, es lógico pensar que los niveles de erosión serían más elevados en el periodo del régimen socioecológico industrial previo a la introducción de herbicidas en la década de los noventa. Pero, por otra parte, la difusión de las cubiertas en la década de 2000, que, al mismo tiempo, es potenciada por la adopción del sistema de producción integrada, ha contribuido al descenso de los niveles de erosión del régimen metabólico industrial. En este sentido cabe pensar que los sistemas de explotación de Estepa están coevolucionando con una tendencia que consiste en aminorar el impacto ambiental del proceso productivo que está representada por los modelos de olivar semi-intensivo y la producción integrada, en el marco de un sistema socioecológico en transición (Fischer-Kowalski 2011).

Capítulo 8. Análisis de los flujos de materiales

8.1. Introducción

En este capítulo se procederá realizar un análisis de los flujos de materiales del agrosistema a través del estudio detallado del sistema de manejo y las prácticas agrícolas. El método que se aplicará consiste en identificar las entradas de materiales introducidas en la explotación agraria según la jerarquía de sistemas, de acuerdo con el enfoque expuesto en el apartado 3.8.2 *Método para la cuantificación del flujo de materiales y energía*. Este método consiste en identificar las actividades antrópicas que se llevan a cabo según el *análisis de procesos* (Jones 1989), lo que significa estudiar el funcionamiento del proceso productivo de la explotación agraria, es decir, examinar la forma en que se introducen los materiales y energía a través del sistema de manejo, de acuerdo con de IFIAS (1974) y los desarrollos posteriores de Fluck (1979, 1992a, 1992b) y Pimentel (1980, 1984, 2006, 2009), entre otros. Es conveniente recordar que, según el enfoque expuesto, sólo se considerarán las entradas que se realizan de forma artificial en el sistema, de forma que no se cuantificaran materiales como, por ejemplo, el agua de lluvia, así como otras sustancias que en forma líquida, sólida o gaseosa puedan ser depositadas en el olivar de forma natural sin la acción del responsable de la explotación.

El contenido del capítulo se centrará en el análisis de flujos de entradas y salidas de materiales, mientras que el balance de energía se realizará en capítulo siguiente. Esta distinción obedece a la necesidad de profundizar en los efectos que las entradas y salidas de materiales tienen en el medio ambiente y en el sistema socioeconómico, de modo independiente al valor energético que presentan los insumos introducidos en el sistema. En el epígrafe 2.4.1 sobre *Principios termodinámicos y ganancia energética* se expuso que las diferentes formas energéticas contienen propiedades distintas que no se pueden reducir entre sí. De este modo, no es lo mismo un megajulio de nitrógeno que de estiércol, pues ambos materiales poseen cualidades distintas que es necesario comprender para conocer el funcionamiento del sistema de explotación. Esto justifica que el análisis de materiales se realice de forma específica en un capítulo por separado, aunque los resultados de éste sean tratados posteriormente para el análisis energético.

Por otra parte, el análisis del proceso productivo no se centra sólo en los aspectos relativos a la entrada de insumos físicos que el agricultor incorpora de forma artificial, sino también en la descripción de las operaciones que éste realiza en la explotación para que el sistema productivo transforme los materiales con el objetivo de obtener un rendimiento productivo que coincidirá con la salida de materiales que se cuantificará. Por este motivo, es necesario realizar una descripción detallada de todo el proceso productivo en la explotación de olivar que permita, por una parte, cuantificar las entradas físicas, y, por otra, identificar las operaciones que, aunque no impliquen una entrada directa, repercuten en el rendimiento. Asimismo, estas operaciones implican un consumo energético que será contabilizado en el capítulo de análisis energético, junto con la energía contenida en los insumos directos. Esto se efectuará en relación a las prácticas y operaciones descritas anteriormente en el capítulo 6 *Aproximación a los sistemas de explotación de olivar*. Las fuentes utilizadas corresponden, por un lado, con los datos obtenidos en la encuesta a

agricultores y, por otro, con la información elaborada a partir de las entrevistas en profundidad. Los resultados de ambas serán combinados para confirmar tendencias y extraer conclusiones.

Una vez comentadas las consideraciones anteriores, el análisis del flujo de materiales se desarrollará en tres puntos generales, uno en relación a las entradas, otro a las salidas y uno tercero a la comparación entre ambas. En relación al primer punto, se introducirá un primer epígrafe, de forma previa al estudio de las entradas, en el que se expondrán las principales características y distribución de las dos modalidades de agricultura identificadas en la comarca de Estepa, la convencional y la producción integrada. La información obtenida contribuirá a explicar los resultados que se extraigan del análisis de las prácticas, que serán descritas en los siguientes apartados, según el esquema expuesto en el capítulo 6. Para ello, se desarrollarán seis epígrafes que corresponden respectivamente al sistema de manejo del suelo, poda, fertilización, riego, tratamientos de plagas y enfermedades, y, por último, recolección. En un apartado posterior se estudiarán los datos obtenidos en relación a los modelos generales de agricultura, mientras que en un último epígrafe se comentarán los resultados en relación con las tipologías de olivar y se extraerán conclusiones generales.

De forma posterior al análisis de las entradas, se procederá a continuación en el segundo punto general a estudiar el principal flujo de salida, que, según el *análisis de procesos* del sistema de explotación, corresponde con la cosecha. En principio, el objetivo del agricultor es maximizar esta salida mediante la combinación de flujos de entrada en función de un objetivo de producción que, al mismo tiempo, dependerá de los factores que se han sido tratados anteriormente: características estructurales biofísicas, modelo de explotación y condicionantes antrópicos, en el marco general del sistema socioecológico. Las posibles combinaciones de los elementos que intervienen en cada tipología de explotación darán como resultado una variedad de niveles de producción. Para realizar su análisis, será necesario comparar los datos que se obtengan con los principales referentes de la literatura, en especial los rendimientos que se consideran óptimos para cada nivel de intensificación. De esta forma, antes de realizar el cálculo se las salidas se desarrollará un primer apartado donde se el tema del rendimiento del olivar en relación a los referentes de la literatura. A continuación, en otro apartado, se presentarán los datos extraídos sobre producción de aceitunas en el agrosistema de olivar y se procederá a su estudio.

Posteriormente se compararán las entradas y salidas en el tercer punto general con el objetivo de analizar la eficiencia de los insumos en relación a las salidas. Este análisis se realizará teniendo en cuenta una perspectiva holista en la que no sólo se examina el nivel de consumo de los insumos, sino que también se analizan las implicaciones que su uso tiene en el medio ambiente. Finalmente, el capítulo se cierra con un último punto general en el que se detallan las principales conclusiones extraídas del análisis realizado.

8.2. Características y distribución de los modelos agrarios generales

En la tabla 8.1 se muestran las características estructurales biofísicas principales de los dos modelos agrarios presentes en el agrosistema del olivar, la producción integrada, que se extiende por 72,85% de la superficie, y la agricultura convencional, que representa el 27,15% de las hectáreas. De estos datos se desprende que la introducción de agricultura integrada ha tenido éxito en las explotaciones de la comarca. En este sentido, uno de los agricultores entrevistados realiza el siguiente comentario en relación a las ventajas de este modelo de agricultura que explica su difusión en el territorio:

“Yo te digo la verdad que hoy en día a no ser que cualquier agricultor por su cuenta y riesgo haga una barbaridad, pero estamos muy controlados, por suerte además, porque además es más rentable, desde que tenemos producción integrada y hay una serie de personas técnicas, peritos agrícolas, hay ingenieros que nos dan la receta pues a partir de entonces pues tenemos más producción, optimizamos mejor los recursos, es todo. Ahora, yo soy un enamorado de la producción integrada. En mi producción personal estoy muy contento” (entrevista a agricultor, E15).

En general, los datos de la tabla muestran que las plantaciones en producción integrada suelen ser más jóvenes y presentar marcos más densos, en concreto 42 años y 160 olivos ha⁻¹ de media frente a 51 años y 121 olivos ha⁻¹ en la convencional. Otro componente estructural en el que difieren es la disponibilidad de agua, pues el 69,46% de la superficie de regadío se cultiva en el sistema integrado y solo el 30,54% restante sigue el modelo convencional. Las diferencias estructurales que se aprecian restan peso a la influencia que pudieran ejercer los modelos agrarios en los flujos de salida del agrosistema, pues ambos modelos están introducidos en las diferentes tipologías de olivar, aunque en distinto grado.

Tabla 8.1. Principales características estructurales biofísicas de los modelos funcionales

Categorías	Superficie (%)	Densidad media de las plantaciones (olivos ha ⁻¹)	Edad media de las plantaciones (años)	Superficie en regadío (%)
Producción integrada	72,85%	160	42	69,46%
Agricultura convencional	27,15%	121	51	30,54%

Fuente: encuesta a agricultores.

En relación a los sistemas de explotación (tabla 8.2), el grado de introducción de la producción integrada es menor el tipo tradicional, con el 33,71%, sube hasta 82,65% en el semi-intensivo y alcanza el máximo en el intensivo, con el 96,97% de las hectáreas. El hecho de que los **niveles más intensivos** del agrosistema presenten un mayor grado de penetración del sistema integrado significa que **el proceso de modernización de la agricultura en el territorio se ha centrado en un modelo de flujos que mejora la relación de equilibrio entre los objetivos de producción y el**

mantenimiento de la estabilidad del agrosistema, en comparación con el sistema de agricultura convencional. Por el contrario, **el tipo de estructura de olivar tradicional se identifica con el modelo convencional**, a pesar de que sus componentes estructurales biofísicos manifiesten parámetros del régimen socioecológico agrario. Estos resultados conducen a asociar el grado de modernización e intensificación a un comportamiento más respetuoso con el medio ambiente desde el punto de vista de los requerimientos de insumos, mientras que las explotaciones tradicionales se vincularían a un mayor consumo de este tipo de materiales. Esto refleja la existencia de una mayor aversión de las explotaciones tradicionales a la adaptación a los procesos modernizadores de la agricultura de finales de los noventa que en el caso de las tipologías más intensivas están asociadas a una cierta racionalización en el empleo de recursos, es decir, al incipiente desarrollo de un capitalismo “verde”. De igual forma, se puede establecer un paralelismo entre rigidez en el cambio de los componentes estructurales biofísicos y una respuesta menor a la incorporación de modificaciones de flujos físicos, esto es, una dificultad para la introducción de nuevas prácticas agrarias debido a la inercia de los agricultores de estas explotaciones a no alterar los procesos de producción a lo largo del tiempo. De este modo, se puede identificar al olivar tradicional, de forma general, con un modelo de agricultura industrial con alto consumo de insumos y, por consiguiente, con un mayor impacto en el medio ambiente. No obstante, en las explotaciones tradicionales existirá cierta heterogeneidad en la introducción de cambios relacionados con las tendencias generales debido a que el proceso de modernización no es gradual, aunque sea en una proporción minoritaria, lo que se confirma con el porcentaje de introducción de la agricultura integrada que supone el 33,71%.

Tabla 8.2. Distribución de las categorías de explotaciones en la superficie del agrosistema, 2012

Categorías	Agricultura convencional	Producción integrada	Total
Tradicional	66,29%	33,71%	100%
Semi-intensivo	17,35%	82,65%	100%
Intensivo	3,03%	96,97%	100%
Regadío	30,54%	69,46%	100%
Agrosistema	27,15%	72,85%	100%

Fuente: encuesta a agricultores.

Por otra parte, las explotaciones de regadío presentan una extensión del 69,46%, valor bastante superior al que muestra el modelo tradicional, pero inferior al semi-intensivo. Esto se explica porque las explotaciones de regadío presentan un mayor nivel de heterogeneidad en las características estructurales de densidad, pendiente e introducción de variedades, en comparación con el seco y éstas son indicativas del nivel heterogéneo de modernización de las explotaciones. En esta línea, en las conclusiones del capítulo 5 se había argumentado que las explotaciones de regadío correspondían con un nivel intermedio de intensificación, lo que

corroborar su porcentaje de introducción de la agricultura integrada, 69,46%, cifra similar a la media del agrosistema, 72,85%.

Finalmente, es conveniente matizar que debido a la elevada concentración de agricultura integrada en los modelos semi-intensivo e intensivo y las características de la composición de la muestra de la encuesta a agricultores, al cruzar la información de esta variable con las prácticas en cada nivel de intensificación, los resultados estarían sesgados hacia las explotaciones de agricultura integrada, lo que podría invalidar su interpretación. Por este motivo, el análisis del flujo de materiales de los modelos generales agrarios solo se efectuará en aquellas prácticas en que su estudio sea relevante de forma general y tenga un interés el cruce de ambas modalidades de agricultura con las tipologías de explotación.

8.3. Análisis de las entradas de materiales

8.3.1. Descripción de las prácticas del sistema de manejo del suelo

En la tabla 8.3 se muestra la distribución de la superficie de los dos sistemas de manejo del suelo: por una parte, el suelo desnudo, que engloba al laboreo convencional, no laboreo con suelo desnudo y semilaboreo; por otra, la utilización de cubiertas. El mantenimiento de cubierta supera ligeramente la mitad de la superficie del agrosistema, con el 52,13%. Respecto a su uso en función de los niveles de intensificación, el modelo tradicional presenta más superficie manejada con las prácticas de suelo desnudo, con el 59,09%. Su uso disminuye en favor del mantenimiento de cubierta en los tipos de olivar con mayor nivel de intensificación y peso de la agricultura de producción integrada. Así, sube al 58,85% en el semi-intensivo, y se extiende en el intensivo en una proporción menor, el 45,43%, debido a que este tipo de explotación manifiesta una pendiente menor, pues sólo el 4,46% de la superficie supera 15° (figura 5.1 en el epígrafe 5.6 *Conclusiones* del capítulo 5). En este sentido, hay que considerar que el Reglamento de producción integrada del cultivo recomienda el mantenimiento de cubiertas, pero admite los sistemas de suelo desnudo con condiciones. Una de éstas consiste en la obligatoriedad de utilizar la cubierta en el olivar con pendiente superior al 10%²²⁴. Precisamente el semi-intensivo se caracteriza por disponer de una pendiente media de más de 15° superior que el resto de tipo de olivar que sigue el modelo de producción integrada, en concreto el 8,20% frente al 6,69% del cultivo en regadío y el 4,46% del intensivo (figura 5.1 en el epígrafe 5.6 *Conclusiones* del capítulo 5). Estos dos factores, la producción integrada y la pendiente, justifican las diferencias entre los distintos modelos, incluidas las explotaciones en régimen de regadío, el 52,49% de su extensión con cubiertas, aunque en este último caso también influye que su superficie adscribe mayoritariamente a la producción integrada (69,46%).

²²⁴ La Orden de 15 de abril de 2008 de la Consejería de Agricultura y Pesca desarrolla el Reglamento de 834/2007 de *producción ecológica* para el cultivo del olivar.

Tabla 8.3. Sistema de manejo del suelo: superficie de suelo desnudo y cubiertas, 2012

Categorías	Suelo desnudo (LC, NLSO y SML) (*)	Cubiertas	Total
Tradicional	59,08%	40,92%	100%
Semi-intensivo	41,15%	58,85%	100%
Intensivo	54,57%	45,43%	100%
Regadío	47,51%	52,49%	100%
Agrosistema	47,87%	52,13%	100%

(*) LC: Laboreo convencional; NLSO: No laboreo con suelo desnudo; SML: Semilaboreo y laboreo mínimo.

Fuente: encuesta a agricultores.

En relación a las características de la cubierta, hay que señalar que suelen alcanzar hasta dos tercios de la superficie de la explotación, en función de las características de la finca (normalmente para facilitar las operaciones de recolección, poda, mantenimiento de la cubierta, etc.). Asimismo, las tareas que se llevan a cabo dependen del tipo de agricultura a que se adscribe el cultivo, la textura y composición del suelo, así como la evolución a lo largo del tiempo de la flora de la cubierta, que funciona como un sistema abierto y, por tanto, susceptible de ser colonizado por otras variedades vegetales que restrinjan su eficiencia en relación con el cultivo del olivar. En este sentido, el mantenimiento de la banda desprovista de cubierta se realiza mediante uno o dos pases del cultivador, a escasa profundidad, menos de 20 centímetros. La eliminación de la cubierta se puede efectuar con una desbrozadora o con un herbicida autorizado (glifosato). Estas tareas sólo se aplican a una superficie de dos tercios de la cubierta para mantener su resiliencia para su reproducción en la temporada siguiente. Respecto a su composición, se suele combinar los restos de poda con la cubierta viva, principalmente de flora adventicia, aunque controlada a lo largo del tiempo (herbicidas selectivos autorizados).

El tipo de prácticas de manejo de suelo desnudo utilizadas en el agrosistema se expone en tabla 8.4. El sistema más usual es el laboreo convencional, que alcanza casi dos tercios (63,47%), mientras que el siguiente tipo en importancia es el semilaboreo, con el 33,69%. Por otra parte, el laboreo con suelo desnudo mediante la aplicación de herbicidas es testimonial, pues no supera el 3% de la superficie manejada con prácticas de suelo desnudo. En general, se observa que el laboreo convencional disminuye en favor del semilaboreo según aumenta en nivel de intensificación del cultivo. Así, en el tradicional, el LC es la práctica dominante con el 96,64%, en el semi-intensivo desciende al 54,07% hasta alcanzar en el intensivo el 16,64%. En el caso del regadío la práctica del laboreo convencional todavía presenta un importante porcentaje, el 84,20%. Este valor, aun siendo menor que la media del tradicional, es elevado en comparación del resto de niveles de intensificación del cultivo, lo que significa que existe una pervivencia mayor de prácticas tradicionales de los ochenta en el régimen de regadío que distancian a este tipo de explotaciones del proceso de modernización que experimentan el resto de categorías intensivas.

Tabla 8.4. Distribución de los sistemas de manejo asociados al suelo desnudo, 2012

Categorías	Laboreo Convencional	No laboreo con suelo desnudo	Semilaboreo/laboreo mínimo	Total
Tradicional	96,64%	<0,01%	3,36%	100%
Semi-intensivo	54,07%	7,14%	38,79%	100%
Intensivo	16,64%	<0,01%	83,36%	100%
Regadío	84,20%	<0,01%	15,80%	100%
Agrosistema	63,47%	2,84%	33,69%	100%

Fuente: encuesta a agricultores.

Respecto a las operaciones agrícolas, en el caso del laboreo se suele utilizar un cultivador de brazos flexibles con poca profundidad (10-20 cm) en labores de invierno y primavera para preparar el suelo y eliminar las hierbas. Además, si el modelo de agricultura es el convencional, en verano se emplea una grada de púas o rastras para pulverizar el suelo y tapar agujeros y posteriormente se pasa el rulo. Si se trata de semilaboreo/laboreo mínimo, se aplica en otoño un herbicida residual bajo las copas o en la hilera del árbol y se realizan las prácticas de laboreo convencional entre las calles. En el caso de que se trate de explotaciones de no laboreo de suelo desnudo, se utiliza el herbicida en otoño y en invierno. El análisis de las entrevistas en relación a las prácticas de manejo del suelo confirma que los sistemas predominantes son las cubiertas y el semilaboreo/laboreo mínimo. En realidad, en muchas ocasiones, el responsable de la explotación alterna ambos tipos de manejo de suelo, lo que muestra el siguiente comentario de un agricultor entrevistado:

“Yo creo que lo más extendido son labores superficiales y no laboreo, hay también superficies de no laboreo con cubierta vegetal. Del nuevo laboreo desnudo yo creo que no. El no laboreo que existe es el no laboreo con cubierta vegetal. Hay también gente que tiene el no laboreo con cubierta de tres, cuatro años y después dos años de laboreo superficial o no laboreo, entonces, dependiendo también de la zona” (entrevista a agricultor, E6).

Por otra parte, la expansión del sistema de manejo con cubierta vegetal ha tenido un efecto positivo en el equilibrio de los ecosistemas de la zona en los últimos años. Esto se observa en los dos siguientes extractos de la entrevista realizada a un agricultor:

“[...] te estoy hablando de cuatro o cinco años para acá [...] he notado que antes aquí no había palomas torcaes y ahora las hay en el olivar. La torcaz es un animal muy arisco que no anida en cualquier lado, anida en los encinares, en los montes. Ahora mismo te puedo enseñar dos o tres nidos de torcaes en el olivar. Está cambiando algo [...] se lo achaco yo a eso, que se les trata menos, se le echa menos pesticidas, y creo que se le daña menos y entonces ella está aquí estupendamente” (entrevista a agricultor, E16).

“Y después bandadas de ruiseñores, no, el que tiene el piquito rojo, aquí le llamamos jilguero, jilguerito. Sí, se veía pero menos bandas, las bandas más chiquitas, diez individuos o por ahí, ahora es veinticinco o treinta, y además que están completamente se van para un lado, para otro [...]” (entrevista a agricultor, E16).

Por último, la principal entrada directa de materiales en el agrosistema en el manejo del suelo corresponde a los herbicidas. En la tabla 8.5 se expone la cantidad de este insumo, principalmente glifosato, que se incorpora por hectárea en cada uno de los niveles de intensificación agrícola. Estos valores son el resultado de todas las operaciones agrícolas que se realizan en el manejo del suelo, entre las que se incluye la eliminación de la cubierta mediante siega química, las operaciones de semilaboreo y no laboreo con suelo desnudo que corresponden con la eliminación de la hierba. Los resultados muestran un volumen medio de herbicida de 0,36 kg ha⁻¹ para el conjunto del agrosistema, que varía en función del modelo de intensificación de las explotaciones agrícolas. Así, el tradicional es el que presenta el menor valor medio, 0,22 kg ha⁻¹, que asciende a 0,31 kg ha⁻¹ en el olivar de regadío y a un intervalo comprendido entre 0,41-0,43 kg ha⁻¹ en las fincas semi-intensivas e intensivas. Estas diferencias se explican principalmente por el peso que tiene el laboreo convencional en cada tipo de explotación, pues este se caracteriza por no utilizar herbicidas. En el caso de los otros sistemas de manejo se utiliza este tipo de insumos en menor o mayor grado, que, en el caso de las cubiertas, dependerá de las condiciones de cada finca y el modelo funcional de agricultura utilizado. El olivar tradicional y el de regadío son los que utilizan en mayor medida el laboreo convencional (tabla 8.4), lo que se refleja en unos niveles de menores de herbicida (tabla 8.5).

Tabla 8.5. Entradas medias de herbicida en el agrosistema, 2012

Categorías	Cantidad media (kg ha ⁻¹)
Tradicional	0,22
Semi-intensivo	0,43
Intensivo	0,41
Regadío	0,31
Agrosistema	0,36

Fuente: encuesta a agricultores.

8.3.2. Poda

En general, la poda no presenta grandes diferencia entre los distintos tipos de agricultura. La forma de proceder es, principalmente, con una motosierra para ramas y ramones. Para las ramas más pequeñas se suelen utilizar las tijeras de desvareto. Las prácticas del agrosistema del olivar son similares a las que se realizan en el olivar andaluz que consisten en una poda bianual de renovación y su alternancia con una de producción (desvareto) en los años que no se realiza. Los

resultados de la encuesta a agricultores indicaron que en el 44% de la superficie de las plantaciones se realizó un poda severa de renovación, mientras que en el 56% restante, las tareas se dirigieron a la realización del desvareto o limpia, en la temporada agrícola. La biomasa procedente de la poda puede tener varios destinos. Principalmente, en el caso de Estepa, el 82,17% del olivar se poda mediante una máquina trituradora y después se distribuye como cubierta vegetal inerte o enmienda orgánica. Esto beneficia al ciclo de nutrientes del agrosistema, como ya se comentó anteriormente. Por otra parte, en el 17,83% restante del olivar se quema o se destina a otros aprovechamientos fuera del agrosistema como, por ejemplo, leña, fabricación de pellets y otros usos energéticos (tabla 8.6). Estos resultados serán analizados en el siguiente epígrafe sobre fertilización debido a la importancia de los efectos de los restos de poda como nutrientes orgánicos. Por otra parte, en el siguiente extracto de la entrevista realizada a un presidente de cooperativa refleja el cambio que ha experimentado el uso de los restos de la poda en relación a su aprovechamiento:

“Antes los restos de poda se quemaban, ahora esto está prohibido. Lo que se hace es que se pican con una máquina y ahora por ejemplo una tarama²²⁵ que sea así de grande, pues lo deja en pedacitos así, la pican. Y se incorpora al suelo, se pudre y al mismo tiempo eso es bueno para el abono, crea una capa impermeable y evita que se pierda la humedad” (entrevista a presidente de cooperativa, E7, nota añadida).

Tabla 8.6. Destino de la biomasa procedente de la poda, 2012

Categorías	Incorporación de los restos de poda triturados a la explotación (Porcentaje de la superficie)	Otros destinos: quema, aprovechamiento como leña, fabricación de pellets y uso energético (Porcentaje de la superficie)	Total
Tradicional	62,18%	37,82%	100%
Semi-intensivo	86,00%	14,00%	100%
Intensivo	81,84%	18,16%	100%
Regadío	93,30%	6,70%	100%
Agrosistema	82,17%	17,83%	100%

Fuente: encuesta a agricultores.

8.3.3. Fertilización

Los fertilizantes inorgánicos que se aplican para la fertilización del agrosistema del olivar están compuestos principalmente por sulfato amónico, nitrato potásico, otros compuestos nitrogenados en forma sólida y soluciones, urea, potasa y fórmulas genéricas de NPK. Su aplicación se realiza en el suelo, mediante una máquina abonadora y vía foliar, mediante un atomizador para abono foliar.

²²⁵ Rama pequeña de olivo.

Capítulo 8. Análisis de los flujos de materiales

En el caso de la producción integrada, la dosis y número de aplicaciones varía en cada explotación en función del análisis foliar y de suelo que se realiza. De esta forma se estiman las necesidades y se hacen las recomendaciones de abonado.

En la tabla 8.7 se exponen los resultados de las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio que se han estimado a partir de los resultados de las encuestas a los agricultores. La media de estos materiales en el agrosistema es de 52,73 kg N ha⁻¹, 7,24 kg P ha⁻¹ y 13,90 kg K ha⁻¹. De estos nutrientes, el nitrógeno es el más importante por sus efectos en el nivel de flujos del agrosistema, por lo que se procede a comparar los niveles de N obtenidos en el agrosistema del olivar con referentes en de este tipo de fertilización. Antes de iniciar el análisis, hay que señalar que las estimaciones de los distintos autores son variables. En concreto, Fernández-Escobar (2008) recomienda en el caso de que los análisis indiquen un déficit de nitrógeno, una aplicación de 0,5 kg N olivo⁻¹, que no deberá superar 150 kg N ha⁻¹. Por otra parte, Ferreira et al. (1986, citado por Hidalgo et al. 2013, pp. 45-46) señalaron recomendaciones medias de 0,6 kg N olivo⁻¹ para rendimiento de menos de 25 kg aceituna por árbol, entre 0,6-1 kg N olivo⁻¹ para árboles que produzcan entre 25 y 35 kg de aceitunas, y 1 kg N para olivos en los que se coseche más de 35 kg de aceitunas. Por otra parte, Hidalgo et al. (2013) indicaron para el olivar intensivo de regadío unas dosis comprendidas entre 67-81 kg N ha⁻¹, que correspondían con cantidades entre 5-6 g N kg⁻¹ de aceituna. Por parte, la normativa de producción integrada establece un límite en el olivar de secano de 70 kg N ha⁻¹ para las plantaciones de menos de 100 árboles por hectárea (olivar tradicional) y de 120 kg N ha⁻¹ para cultivos más intensivos. Asimismo, la misma regulación fija para el régimen de regadío un máximo de 100 kg N ha⁻¹ para el tradicional y 150 kg N ha⁻¹ para densidades superiores.

Tabla 8.7. Fertilización inorgánica: cantidades medias por hectárea, 2012

Categorías	Nitrógeno (kg ha ⁻¹)	Fósforo (kg ha ⁻¹)	Potasio (kg ha ⁻¹)
Tradicional	63,87	12,14	27,28
Semi-intensivo	46,95	4,88	8,53
Intensivo	66,15	5,04	8,69
Regadío	44,82	9,78	17,53
Agrosistema	52,73	7,24	13,90

Fuente: encuesta a agricultores.

Para comparar los datos expuestos anteriormente con los valores calculados para el sistema agrario del olivar de Estepa, se presenta la tabla 8.8, en la que se muestran las cantidades de N que se han añadido por olivo. Así, se observa que la media del agrosistema es de 0,35 kg N olivo⁻¹, un valor inferior a las recomendaciones medias de 0,5 kg N olivo⁻¹ (Fernández-Escobar 2008) y de 0,6 kg N olivo⁻¹ (Ferreira et al. 1986). Asimismo, la media se encuentra por debajo del límite de la normativa de producción integrada por hectárea (70- 120 kg N ha⁻¹). Sin embargo, un análisis por

nivel de intensificación arroja más información. En este sentido, los resultados del olivar tradicional indican valores bastante superiores a la media, 0,78 kg N olivo⁻¹, mientras que los otros sistemas de explotación muestran cantidades cercanas a 0,3 kg N olivo⁻¹. Además, en el caso del intensivo de secano, sube la dosis media por hectárea hasta 66,15 kg N ha⁻¹, guarismo más cercano al límite establecido por la normativa de producción integrada aunque inferior a éste.

Tabla 8.8. Nitrógeno: cantidades medias de N por superficie y olivo, 2012

Categorías	N (kg ha ⁻¹)	N (kg olivo ⁻¹)
Tradicional	63,87	0,78
Semi-intensivo	46,95	0,32
Intensivo	66,15	0,32
Regadío	44,82	0,26
Agrosistema	52,73	0,35

Fuente: encuesta a agricultores.

De los datos anteriores se extrae la conclusión de que los modelos del olivar que se han intensificado muestran consumos menores y más homogéneos de N por olivo en comparación con las explotaciones tradicionales. Estas diferencias pueden ser explicadas, en parte, porque los sistemas de explotación más intensivos del agrosistema se manejan según las pautas de la producción integrada, lo que implica un control más racional de los flujos de entrada de nutrientes. Así, se efectúan análisis de suelo y hojas que determinan las cantidades de fertilizantes a añadir. El manejo del suelo se realiza principalmente con cubiertas que funcionan como abono verde generando un mayor nivel de fertilización biológica en el agrosistema. Su efecto fertilizador se potencia con la combinación de la incorporación de los restos de poda, lo que repercute positivamente en la mejora del ciclo de nutrientes del agrosistema (Guzmán Casado y Foraster 2011). En general, se puede afirmar que las necesidades de fertilización inorgánica disminuyen con las prácticas asociadas al sistema de producción integrada. Por otra parte, también se justifican porque se recurre adicionalmente a la utilización de abonos orgánicos procedentes del estiércol en todos los modelos del olivar, lo que reduce, en general, las necesidades de abonos inorgánicos. Estas dos argumentaciones se corroboran con los datos que se exponen en la tabla 8.9, en la que se comparan los resultados obtenidos, con la superficie que incorpora los restos de poda al suelo como nutrientes, el uso de cubiertas vegetales y la importancia de fertilización orgánica, principalmente el empleo de estiércol, medida en función de su intensidad por hectárea y árbol.

Tabla 8.9. Fertilización inorgánica y orgánica: cantidades medias, 2012

Categorías	Fertilización inorgánica		Fertilización orgánica			
	N (kg ha ⁻¹)	N (kg olivo ⁻¹)	Estiércol		Superficie en la que se incorporan los restos de poda triturados	Abono verde: superficie con cubiertas
			(kg ha ⁻¹)	(kg olivo ⁻¹)		
Tradicional	63,87	0,78	2.281	28	62,18%	40,92%
Semi-intensivo	46,95	0,32	3.145	21	86,00%	58,85%
Intensivo	66,15	0,32	2.321	11	81,84%	45,43%
Regadío	44,82	0,26	3.069	18	93,30%	52,49%
Agrosistema	52,73	0,35	2.838	19	82,17%	52,13%

Fuente: encuesta a agricultores.

Los datos apuntan a que la mayor necesidad de nutrientes de los modelos más intensivos de olivar es compensada con un mayor reciclado de materiales a través de la incorporación de los restos de poda en el suelo. En cantidades de nutrientes, los restos de poda pueden suponer el 30% de los retirados anualmente por el árbol (García-Ruiz et al. 2011, p. 97), lo que explica la mejora de la eficiencia en la gestión de la fertilización. Así, la incorporación al suelo de restos de poda en el olivar semi-intensivo, intensivo y de regadío, varía en un intervalo comprendido entre el 86% y 94% de su superficie. Estos datos son mucho más elevados que en el olivar tradicional, que solo alcanza el 62%. De esta forma, los modelos más intensivos del agrosistema, al utilizar estas prácticas, son mucho más eficientes en el reciclado de nutrientes que el cultivo tradicional. Por otra parte, también es necesario considerar las entradas de materia orgánica, en concreto el estiércol. En la tabla anterior refleja que las cantidades varían entre 2.281-3.069 kg ha⁻¹, aunque si se distribuyen por olivo, los valores disminuyen en función de la intensificación del cultivo desde 28 kg olivo⁻¹ en el tradicional hasta 11 kg olivo⁻¹ en el intensivo. Esto significa que, en el caso de los modelos no tradicionales, el abonado orgánico se realiza de una forma más racional, al menos en cantidades por árbol, que en el caso de olivar tradicional.

A raíz de la información anterior se aprecia un exceso de fertilización nitrogenada en el olivar tradicional en relación con el resto de modelos, que muestran una aplicación más eficiente, tanto en el uso de abonos de síntesis como en el reciclado natural de nutrientes. Esta diferencia ha sido constatada por Fernández-Escobar (2008, p. 313), que señala la costumbre tradicional en el campo andaluz de sobrefertilización por parte de los agricultores bajo la creencia errónea de que cuanto mayor sea la dosis más rendimiento se obtendrá en la cosecha. Sin embargo, se ha demostrado que los olivos cuya concentración de nitrógeno en hoja estaba por encima del nivel de deficiencia, no respondían frente a aumentos de nitrógeno (Fernández-Escobar et al. 2002, 2003; García-Novelo et al. 2002). En definitiva, el desarrollo experimentado en prácticas agrícolas más modernas bajo los principios de eficiencia ecológica ha supuesto una mejora de la eficiencia en el

flujo de nutrientes. En el caso del olivar de Estepa, estas prácticas agrícolas son las que se asocian a la producción integrada.

8.3.4. Riego

En el análisis de los componentes estructurales del agrosistema se había identificado que el 19,19% del olivar no presenta limitaciones en las disponibilidades de agua. En este apartado se va a analizar las principales características de la gestión de los recursos hídricos en las explotaciones de este tipo de olivar. En primer lugar, se han identificado tres estrategias alternativas para el control de la entrada de agua. En la primera se aplica el riego constante durante un período del año; en la segunda, se programa en función de condiciones climatológicas; y, en la tercera, se lleva a cabo un plan de riego deficitario. Su distribución en función de la superficie se expone en la tabla 8.10, en la que se observa que la estrategia mayoritaria corresponde con el riego deficitario (54,91%); en segunda posición destaca el riego en función de las condiciones climatológicas, que corresponde con la $ET_{C_{max}}$ (35,75%) y, en último lugar, aparece el riego constante durante todo el año, de forma independiente a la condiciones del tiempo (9,34%).

Tabla 8.10. Principales estrategias de riego en el agrosistema de Estepa, 2012

Estrategia	Superficie
Riego constante durante un período del año	9,34%
Riego en función de las condiciones climatológicas ($ET_{C_{max}}$)	35,75%
Riego deficitario	54,91%
Total	100%

Fuente: encuesta a agricultores.

La estrategia mayoritaria coincide con la que se recomienda para una gestión óptima sobre la base de un equilibrio entre uso del recurso y rendimiento de la explotación (Orgaz y Fereres 2008), lo que es indicativo de una buena práctica en el control del flujo de agua en las explotaciones. Los otros dos tipos son menos eficientes en el consumo de agua. Si se compara cada estrategia con el modelo funcional de agricultura, se observa (tabla 8.11), por una parte, que existe una relación entre riego deficitario y producción integrada (72,20%) y, por otra, que la agricultura convencional emplea estrategias más intensivas en consumo de agua por hectárea. Por otro lado, anteriormente, en el análisis de distribución funcional de la agricultura, se obtuvo que el 69,46% del olivar en régimen de regadío se adscribía al sistema de producción integrada, hecho que explica que la estrategia de déficit de riego sea la mayoritaria.

Tabla 8.11. Relación entre estrategia de riego y modelo funcional de agricultura en el agrosistema de Estepa, 2012

Estrategia	Producción integrada (Superficie)	Convencional (Superficie)
Riego constante durante un período del año	10,66%	6,34%
Riego en función de las condiciones climatológicas ($ET_{c_{max}}$)	17,14%	78,06%
Riego deficitario	72,20%	15,60%
Total	100%	100%

Fuentes: encuesta a agricultores e Hidalgo et al. (2010).

A continuación se ha estimado el volumen de agua de riego en función de las distintas estrategias. Para ello, como en la encuesta no se disponía de datos precisos sobre el flujo de agua en cada explotación, ha sido necesario realizar una estimación para cada finca de la muestra en función del tipo de estrategia y la densidad. Asimismo, se ha supuesto que el volumen de copa corresponde al tamaño medio de cada tipo de marco. Los cálculos se han efectuado a partir de las recomendaciones del IFAPA (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía) para riego deficitario en el año 2012, que fueron transmitidas a las comunidades de regantes a través del Sistema de Asesoramiento al Regante de Andalucía. Estas recomendaciones fueron elaboradas por Hidalgo et al. (2010) a partir de la metodología de la FAO (Allen et al. 1998) y de los coeficientes de cultivos obtenidos por Orgaz et al. (2006) y Testi et al. (2006). Los datos fueron aplicados a cada explotación en función de las variables descritas para obtener las cantidades específicas. Asimismo, se consideró un riego deficitario del 20%, lo que permitió efectuar el ajuste en las otras dos estrategias de riego. Finalmente, los valores que se extrajeron para cada una se exponen en la tabla 8.12, donde se aprecian las diferencias de consumo anual con respecto a media de $1.923 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Estos volúmenes hídricos serán tenidos en cuenta posteriormente en la estimación de flujos de energía.

Tabla 8.12. Estimación del volumen de riego en el agrosistema de Estepa, 2012

Estrategia	Volumen de agua (anual) ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)
Riego constante durante un período del año	2.087
Riego en función de las condiciones climatológicas ($ET_{c_{max}}$)	1.990
Riego deficitario	1.852
Media	1.923

Fuente: estimación a partir de encuesta a agricultores e Hidalgo et al. (2010).

8.3.5. Tratamientos de plagas y enfermedades

En general, el número de plagas aumenta en función de la intensificación del cultivo (Alvarado et al. 2008). El agrosistema de Estepa no es la excepción, en este sentido, en la tabla 8.13 se expresa la frecuencia de aparición de plagas en cada tipo de sistemas de explotación referida a la temporada y los cinco últimos años. Como se puede observar, en una explotación media se manifiesta la intrusión de plagas de insectos dañinos para el cultivo de al menos 1,19 veces por temporada, dato ligeramente inferior a la media de los últimos cinco años, 1,45. Las explotaciones tradicionales presentan una fortaleza superior frente a los ataques de plagas, en concreto la media es de 0,86 en la campaña y de 1,06 en los cinco últimos años, lo que confirma la relación entre densidad frecuencia de plagas. Respecto al tipo de plagas, se han identificado, por orden de importancia, el prays (*Prays oleae*), la polilla del jazmín (*Margaronia –Glyphodes- unionalis*), el otiorrinco (*Otiorrhynchus cibriolitis*), la mosca del olivo (*Bactrocera olivae*), el agusanado del olivo (*Euzophera pinguis*), el barrenillo (*Phloetribus scarabaeoides*) y la cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae*).

Tabla 8.13. Frecuencia de aparición de plagas

Categorías	En la última temporada	En los cinco últimos años
Tradicional	0,86	1,06
Semi-intensivo	1,20	1,63
Intensivo	1,57	2,00
Regadío	1,28	1,45
Agrosistema	1,19	1,45

Fuente: encuesta a agricultores.

De forma similar a las plagas, el número de enfermedades aumenta según se intensifica el cultivo (Trapero y Blanco 2008). En la tabla 8.14 se muestran los datos sobre frecuencia de aparición de patógenos que confirman esta relación. Así, el agrosistema presenta una media de 0,81 enfermedades por explotación para la última campaña y 0,85 para los últimos años. Si se consideran esta última referencia, el olivar tradicional es el tipo de explotación que manifiesta una menor frecuencia de aparición de enfermedades (0,63), al mismo tiempo que los modelos más intensivo presentan valores más elevados y próximos entre sí, concretamente de 0,86 para el caso y 1 para el semi-intensivo e intensivo. También hay que matizar que, en el caso de la última temporada, el intensivo muestra un nivel algo inferior, lo que puede explicarse por circunstancias temporales que no corresponden con la tendencia de los cinco últimos años. Por parte, las enfermedades de incidencia elevada que se han identificado corresponden con el repilo (*Fusicladium oleagineum*) y la verticilosis (*Verticillium dahliae*). Por otra parte, también se han manifestado enfermedades de efectos moderados o leves, en concreto la tuberculosis (*Pseudomonas savastanoi pv. savastanoi*) y la negrilla (*Capnodium Elaeophilum*).

Tabla 8.14. Frecuencia de aparición de enfermedades

Categorías	En la última temporada	En los cinco últimos años
Tradicional	0,58	0,63
Semi-intensivo	0,96	1,00
Intensivo	0,60	1,00
Regadío	0,91	0,86
Agrosistema	0,81	0,85

Fuente: encuesta a agricultores.

Respecto a los tratamientos para combatir las plagas y enfermedades descritas, las prácticas varían en función del modelo funcional de agricultura. Así, en la producción integrada, se recurre a los sistemas de lucha integrada de plagas, que priorizan las formas de defensa natural. No obstante, también se utilizan productos químicos de síntesis, aunque su uso está controlado en este modelo de agricultura. En general, se han identificado los principios activos que han sido utilizados en un volumen significativo para los tratamientos contra plagas y enfermedades. En la tabla 8.15 se muestran los que presentan una concentración media igual o superior a 0,01 litros por hectárea del agrosistema, principalmente insecticidas, dimetoato, piretrinas, alfa-cipermetrina, cipermetrina y fungicidas, en concreto derivados del cobre²²⁶. Posteriormente, éstos serán tenidos en cuenta para el cálculo de los flujos energéticos.

Tabla 8.15. Volumen de utilización de los principales principios activos en los tratamientos contra plagas y enfermedades en el agrosistema del olivar, 2012

Tratamientos	Principios activos (1)	Volumen (l ha ⁻¹)
Insecticidas	Dimetoato	1,75
	Piretrinas	0,05
	Alfa-cipermetrina	0,01
	Cipermetrina	0,01
Fungicidas	Derivados del cobre	4,64

(1) Sólo se muestran los que su utilización representa un volumen superior a 0,01 l ha⁻¹.

Fuente: encuesta a agricultores.

²²⁶ Asimismo, en el agrosistema de Estepa se han utilizado otras sustancias en cantidades inferiores. Entre éstas, las que se han podido identificar corresponden con fenoxicarb (insecticida) y cloropicrina (fungicida).

En general, las entradas en el agrosistema de insecticidas y fungicidas son de 1,82 l ha⁻¹ y 4,64 l ha⁻¹ respectivamente de media en la última temporada. Si se comparan los datos de estas sustancias en cada uno de los tipos de sistema de explotación (tabla 8.16) se extrae que el modelo tradicional es el que presenta un volumen de 1,56 l ha⁻¹ de insecticidas, y 3,49 l ha⁻¹ de fungicidas. Estas cantidades aumentan en función del nivel de intensificación, de forma que en el caso del intensivo se presentan las mayores entradas de fungicidas (5,39 l ha⁻¹), aunque también hay que indicar que no es el más elevado en insecticidas, siendo el regadío el que más recurre a estas sustancias (1,97 l ha⁻¹). El hecho de que el modelo intensivo no sea el que más utilice los insecticidas se explica porque el índice de incidencia de enfermedades en la última campaña fue circunstancialmente menor que en los últimos cinco años. Si se empleara como referencia este último periodo, es muy probable que el empleo de estas sustancias subiese a valores superiores en dicho modelo.

Tabla 8.16. Entradas de insecticidas y fungicidas en el agrosistema del olivar, 2012

Categorías	Insecticidas (l ha ⁻¹)	Fungicidas (l ha ⁻¹)
Tradicional	1,56	3,49
Semi-intensivo	1,94	5,30
Intensivo	1,58	5,39
Regadío	1,97	3,63
Agrosistema	1,82	4,64

Fuente: encuesta a agricultores.

8.3.6. Recolección

Los métodos de recogida de la aceituna en el agrosistema del olivar consisten principalmente en el derribo con vibradores de tronco y ramas. En general, se practica un uso combinado de ambos que depende de las características estructurales de cada explotación, entre las que se encuentran el marco de plantación, el tamaño de los olivos y la dimensión de la explotación. En este sentido, cuanto más sube el nivel de intensificación de la explotación, más se recurre al vibrador de tronco. A través de la encuesta se ha obtenido la información referida a la combinación de uso de ambos vibradores en cada explotación. Sin embargo, no se ha podido acceder a información técnica de los vibradores utilizados en las explotaciones, por lo que se ha sido necesario realizar estimaciones medias de rendimiento a partir de los trabajos de Gil-Ribes et al. (2008b), Gil-Ribes (2013) e información adicional de los fabricantes. Asimismo, también se ha considerado el uso de remolques para el transporte de las aceituna en la explotación. Por otra parte, es conveniente puntualizar que las labores de recolección no implican la entrada directa de materiales en el agrosistema. En cambio, suponen consumos de combustible para la maquinaria empleada, así como otros costes energéticos indirectos. Por estos motivos, su análisis se realizará posteriormente en el estudio de los flujos de energía del sistema agrario.

8.3.7. Modelos generales agrarios y flujo de entradas de materiales

En la tabla 8.17 se muestra el resultado de cruzar la información de las entradas de materiales con los dos modelos funcionales de explotación, la producción integrada y la agricultura convencional. Antes de extraer conclusiones es necesario recordar que se habían identificado diferencias estructurales entre el modelo de producción integrada y convencional, lo que implica que los datos de la tabla estarán influenciados por los sistemas de explotación. Por este motivo, no tiene sentido la comparación y análisis de datos, por lo que sólo se considerarán en sentido descriptivo.

En este sentido, los datos reflejan que el modelo de producción integrada corresponde con explotaciones de una densidad media de 160 olivos ha⁻¹, lo que indica un mayor nivel de intensidad y modernización que las fincas que siguen el patrón de la agricultura convencional, que presentan una media de 121 olivos ha⁻¹. Las prácticas utilizadas en la producción integrada implican un menor consumo de nitrógeno (52,4 kg N ha⁻¹) que en la convencional (54,56 kg N ha⁻¹), lo que se compensa en el primer caso con un mayor consumo de estiércol (3.092 kg ha⁻¹) frente al segundo (2.157 kg ha⁻¹). En relación a los insecticidas y fungicidas no se observan grandes diferencias, de modo que la aplicación del primer producto en las explotaciones bajo agricultura integrada (1,83 l ha⁻¹) representa un 2,23% de consumo adicional respecto al modelo convencional, mientras que el uso del segundo tipo de sustancia (4,80 l ha⁻¹) supone un 13,48% más respectivamente. Por otra parte, se aprecia una diferencia en la utilización de herbicidas (0,47 kg ha⁻¹) en la integrada que prácticamente desaparece en la convencional (0,07 kg ha⁻¹) debido al tipo de manejo que se practica en esta última (LC). Finalmente, el consumo de agua las fincas de agricultura convencional supone 1.994 m³ ha⁻¹ frente a 1.892 m³ ha⁻¹ en el caso de la integral, lo que no representa una gran diferencia (5,39%). En general, los datos expuestos muestran que el sistema de agricultura integrada es más eficiente que el modelo convencional.

Tabla 8.17. Modelos generales agrarios y entradas de materiales

Modelo funcional	Densidad (olivos ha ⁻¹)	Nitrógeno inorgánico (kg ha ⁻¹)	Estiércol (kg ha ⁻¹)	Insecticidas (l ha ⁻¹)	Fungicidas (l ha ⁻¹)	Herbicidas (kg ha ⁻¹)	Agua (*) (m ³ ha ⁻¹)
Producción integrada	160	52,04	3.092	1,83	4,80	0,47	1.892
Agricultura convencional	121	54,56	2.157	1,79	4,23	0,07	1.994

Nota: (*): consumo se agua solo en las explotaciones en régimen de regadío.

Fuente: encuesta a agricultores.

8.3.8. Conclusiones del análisis de las entradas de materiales

En general, el sistema de explotación del agrosistema del olivar de Estepa se caracteriza por presentar mayoritariamente (72,85%) un modelo funcional de agricultura integrada, siendo minoritario el sistema convencional (27,15%). Las prácticas de manejo del suelo que se utilizan se dividen entre el suelo desnudo (47,87%) y el mantenimiento de cubiertas (52,13%). En el primer tipo, las más usadas con el laboreo convencional (63,47%) y el semilaboreo (34,56%), mientras que el no laboreo con suelo desnudo es testimonial (2,84%). El segundo tipo de manejo presenta unos efectos positivos para la estabilidad del sistema, pues reduce la pérdida de suelo y aumenta la actividad biológica de las explotaciones con efectos positivos en la fertilidad de la tierra. Estas características del sistema de manejo del suelo condicionan el uso de herbicidas a unas cantidades medias por hectárea de 0,36 kg ha⁻¹. Por otra parte, un aspecto que hay que remarcar es el elevado porcentaje de superficie (82,17%) en la que se practica el reciclado de los restos de poda triturado como enmienda para el suelo. Esto favorece el cierre del ciclo de nutrientes en agrosistema que, junto con el mantenimiento de cubiertas, mejora la fertilidad del suelo. Por otra parte, los agricultores incorporan materia orgánica en forma de estiércol en una cantidad media de 2.838 kg ha⁻¹. Estos dos factores, el cierre del ciclo de nutrientes con el aprovechamiento de los restos de poda y la aplicación adicional de abonos orgánicos, reducen la entrada de fertilizantes inorgánicos, de modo que la aportación del principal abono químico, el nitrógeno, es de 52,73 kg ha⁻¹ y 0,35 kg N olivo⁻¹. Estos valores se encuentran por debajo de las recomendaciones por hectárea de la normativa de producción integrada (70-120 kg N ha⁻¹) y desmarca al olivar de Estepa de las prácticas tradicionales de sobrefertilización del campo andaluz (Fernández-Escobar 2008, p. 313). Por otra parte, si se tiene en cuenta el rango de abonado medio en 79 olivares en Andalucía elaborado por Fernández-Escobar (2008, p. 300), a partir de Fernández-Escobar et al. (1994), el promedio en la región es muy variable y no depende de la producción, sino de las necesidades concretas de los árboles. Los datos que ofrece este autor muestran que esta cantidad se encuentra entre 10 y 210 kg N ha⁻¹ para producciones medias inferiores a 2.500 kg aceitunas ha⁻¹, y entre 25 y 200 kg N ha⁻¹ para una cosecha superior a 4.000 kg aceitunas ha⁻¹, lo que resta sentido a la elaboración de comparaciones.

Por otra parte, las plagas y enfermedades han aparecido en las explotaciones con una frecuencia media de 1,45 y 0,85 veces respectivamente, en los últimos cinco años. Las plagas más usuales son el prays, polilla del jazmín, otiorrinco, mosca del olivo, agusanado del olivo, barrenillo y cochinilla de la tizne. Las enfermedades graves con más incidencia corresponden con el repilo y la verticilosis. Los sistemas de tratamiento que se aplican para combatirlas corresponden con insecticidas tradicionales y los métodos de lucha integrada de plagas y enfermedades, estos últimos obligados por la normativa de producción integrada. En este sentido, las principales entradas corresponden con los fungicidas (4,64 l ha⁻¹) e insecticidas (1,82 l ha⁻¹), fundamentalmente dimetoato y piretrinas.

En general, los niveles de entradas de materiales varían en cada uno de los tipos de sistemas de explotación que componen el agrosistema en función de su nivel de intensificación (tabla 8.18). Concretamente, el modelo tradicional presenta un sistema de manejo del suelo caracterizado por

Capítulo 8. Análisis de los flujos de materiales

un menor uso de cubiertas (40,92%) frente a las prácticas de suelo desnudo (59,08%). Asimismo, dentro de estas últimas, la predominante es el laboreo convencional (96,64%), lo que implica una menor entrada de herbicida por unidad de superficie (0,22 kg ha⁻¹). En relación al abonado, la incorporación de estiércol es de 2.281 kg ha⁻¹, lo que se materializa en 28 kg olivo⁻¹, un valor más elevado por árbol que la media del agrosistema (19 kg olivo⁻¹). La fertilización inorgánica sube a 63,87 kg N ha⁻¹ y 0,78 kg N olivo⁻¹, este último dato es el más elevado de todas las modalidades de explotación. Si se consideran en conjunto las aportaciones orgánicas e inorgánicas, este tipo de olivar es el que recibe mayores aportaciones externas de nutrientes por árbol, lo que se explica por un lado, por una menor utilización de cubiertas, y por otro, por una menor incorporación en el suelo de los restos de poda triturados como nutriente (62,18%) en relación con la media (82,17%). Por otra parte, la menor densidad de plantación influye positivamente en la frecuencia media de aparición de plagas y enfermedades, concretamente 1,06 y 0,63 veces de media en los últimos cinco años, datos por debajo del promedio del agrosistema (1,45 y 0,85 respectivamente). En este sentido, el volumen de entrada de insecticidas y fungicidas es el más bajo de todos los sistemas de explotación, en concreto 1,56 l ha⁻¹ para los primeros y 3,49 l ha⁻¹ para los segundos. En general, estos resultados indican una incorporación de fertilizantes mayor que la media y una menor entrada que insecticidas (1,94 l ha⁻¹) y fungicidas.

Tabla 8.18. Entradas de materiales en el agrosistema de olivar, 2012

Categorías	Fertilización inorgánica		Fertilización orgánica		Herbicidas (kg ha ⁻¹)	Insecticidas (l ha ⁻¹)	Fungicidas (l ha ⁻¹)	Agua m ³ ha ⁻¹
	Nitrógeno (kg ha ⁻¹)	Nitrógeno (olivo ha ⁻¹)	Estiércol (kg ha ⁻¹)	Estiércol (olivo ha ⁻¹)				
Tradicional	63,87	0,78	2.281	28	0,22	1,56	3,49	--
Semi-intensivo	46,95	0,32	3.145	21	0,43	1,94	5,30	--
Intensivo	66,15	0,32	2.321	11	0,41	1,58	5,39	--
Regadío	44,82	0,26	3.069	18	0,31	1,97	3,63	1.923
Agrosistema	52,73	0,35	2.838	19	0,36	1,82	4,64	--

Fuente: encuesta a agricultores. Estimación del volumen de agua a partir de Hidalgo et al. (2010).

En el caso del sistema semi-intensivo, el manejo del suelo que se realiza en el 58,85% de la superficie corresponde a la utilización de cubiertas. En el resto de la extensión, 41,15%, se emplean prácticas relacionadas con suelo desnudo, principalmente laboreo convencional (54,07%), semilaboreo (38,79%) y, en menor medida, no laboreo con suelo desnudo (7,14%). La distribución en el territorio de estas prácticas hace que los niveles de entrada de herbicidas sean de 0,43 kg ha⁻¹. Por otra parte, en el 86% de la superficie se incorporan al suelo como materia orgánica los restos de poda triturados. Las entradas de estiércol son de 3.145 kg ha⁻¹ y 21 kg olivo⁻¹, mientras que las de abonos inorgánicos suponen 46,95 kg N ha⁻¹ y 0,32 kg olivo⁻¹. En general, se suele efectuar un control de las necesidades de nutrientes en función de análisis de suelo y foliar. Por otra parte, hay que indicar que, en relación a las enfermedades y plagas, su incidencia media es respectivamente de 1,63 y 1 veces en los últimos cinco años, valores más

elevados que en el olivar tradicional (1,06 y 0,63), lo que implica también un mayor volumen de entrada de insecticidas (1,94 l ha⁻¹) y fungicidas (5,30 l ha⁻¹).

El modelo intensivo se caracteriza por un sistema de manejo del suelo que se reparte entre la utilización de cubiertas en el 45,43% de la superficie y suelo desnudo en el 54,57% restante. Respecto a las principales prácticas de suelo desnudo, destaca el semilaboreo, con el 83,36% y, en mucha menor medida, el laboreo convencional, que representa el 16,64%. La composición final del sistema de manejo del suelo repercute en el uso de un volumen medio de herbicidas de 0,41 l ha⁻¹. Por otra parte, la reutilización de los restos de poda como materia orgánica supone el 81,84%. Asimismo, la entrada de material orgánico, principalmente estiércol, es de 2.231 kg ha⁻¹ y de 11 kg olivo⁻¹, la menor cantidad de todos los modelos del agrosistema. La aportación de fertilizantes inorgánicos es de 66,15 kg N ha⁻¹ y 0,32 kg olivo⁻¹, cantidades que, en general, son evaluadas previamente mediante un análisis de suelo y foliar. Por último, la aparición de plagas y enfermedades es respectivamente de 2 y 1 vez de media por explotación en los últimos cinco años, lo que supone los valores más elevados del agrosistema. Los principales tratamientos para combatirlas han supuesto en la última temporada un consumo de 1,58 l ha⁻¹ de insecticidas y 5,39 l ha⁻¹ de fungicidas. Respecto a la utilización de insecticidas, hay que matizar que los datos de incidencia de plagas de la última temporada son anormalmente más bajos que la media de los cinco años, por lo que es de esperar que el consumo medio anual en función de la tendencia sea mayor.

Por último, el modelo de explotación de regadío dispone de un sistema de manejo del suelo que se reparte entre la utilización de cubiertas en el 52,49% de la superficie y prácticas de suelo desnudo en el 47,51% restante. Respecto a estas últimas, hay que indicar que la modalidad mayoritaria es el laboreo convencional, con el 84,20%, mientras que el resto de la extensión, el 15,80%, corresponde a semilaboreo. En general, las entradas de herbicida son de 0,31 kg ha⁻¹, dato ligeramente inferior al promedio (0,36 kg ha⁻¹). La distribución de los restos de poda picados en el suelo se realiza en el 93,30%, lo que supone el valor más elevado en los distintos tipos de sistemas de explotación. La incorporación de abonos orgánicos en el agrosistema es de 3.069 kg ha⁻¹ y 19 kg olivo⁻¹. Si se trata de fertilizantes inorgánicos los resultados indican unas cargas medias de 44,82 kg N ha⁻¹ y 0,26 kg N olivo⁻¹, cantidad esta última próxima a los modelos de olivar semi-intensivo e intensivo. En general, de igual forma que en los tipos de explotación semi-intensivo e intensivo, se realiza un análisis de foliar y de suelo para determinar las necesidades de fertilizantes. Por otra parte, la media de aparición de enfermedades y plagas en los últimos cinco años es de 1,45 para el primer caso y 0,86 para el segundo. El consumo medio de insecticida es de 1,97 l ha⁻¹ y el de fungicida de 3,63 l ha⁻¹. Además, otra de las características del regadío es la incorporación de agua como insumo. En concreto, el volumen medio anual del recurso hídrico se ha estimado en 1.923 m³ ha⁻¹, cuya forma de control se centra principalmente en la estrategia de riego deficitario (54,91%), el riego en función de las condiciones climatológicas (35,75%) y el riego constante durante un periodo del año (9,34%).

Si se consideran las características del funcionamiento del sistema de explotación de estas cuatro categorías de olivar se extraen dos conclusiones. La primera es que las mayores diferencias del

nivel de insumos se manifiestan entre el modelo tradicional y el resto de tipos: semi-intensivo, intensivo y regadío. Así, el modelo tradicional requiere menos cantidades de insecticidas, fungicidas para el tratamiento de plagas y enfermedades, lo que es normal por sus características estructurales, pues al disponer de unos marcos de plantación más amplios aparecen menos enfermedades. Asimismo, requiere un volumen de herbicidas menor, aunque, en este caso, el motivo no se asocia a la densidad de olivos sino que se explica por el tipo de manejo de suelo más usual es el laboreo convencional, que no necesita uso de herbicidas. Sin embargo, el olivar tradicional es el que experimenta un mayor nivel de entradas de material para la fertilización inorgánica (por unidad de superficie y olivo) y orgánica (por olivo), que se justifica por un menor uso de cubiertas vegetales y recurrir a la incorporación de la poda triturada en el suelo como materia orgánica en menor medida que las otros sistemas de explotación.

La segunda conclusión es que las diferencias entre las entradas de materiales de los elementos que se consideran menos renovables, en concreto la fertilización nitrogenada inorgánica (agroquímicos de síntesis), herbicidas, insecticidas y fungicidas, muestran en general, unos niveles muy similares entre sí²²⁷, en el caso de medir la intensidad del flujo por árbol, aunque si se evalúan por unidad de superficie aumentan. Esto hace suponer que el control de los flujos de entrada que realiza el agricultor en los tres tipos de olivar más intensivos sigue una pauta distinta al que se efectúa en el modelo tradicional. En general, esta diferencia en el patrón de control puede ser explicada por el modelo funcional de agricultura con el que se identifica el productor. Así, en el olivar tradicional tiene más peso el sistema convencional de agricultura (66,29%) que en los otros. Por el contrario, la agricultura integrada es mayoritaria en el semi-intensivo (82,65%), intensivo (96,97%) y regadío (69,46%). Estos resultados invitan a reflexionar sobre la posible eficiencia productiva y ecológica del modelo de producción integrada. Sin embargo, para extraer alguna conclusión al respecto será necesario evaluar previamente el nivel de salida de materiales y la sostenibilidad del agrosistema. Estos aspectos serán tratados en el siguiente epígrafe.

8.4. Análisis de las salidas de materiales

8.4.1. Rendimientos óptimos en el olivar

8.4.2.1. Consideraciones generales sobre el óptimo de producción

Los primeros investigadores que se centraron en el estudio de la producción en la agricultura llegaron a la conclusión de que a medida que aumentaba el nivel de intensificación del cultivo, el rendimiento de la plantación se aproximaba a un nivel que correspondía con su máximo potencial productivo. Una vez alcanzado este umbral, si el proceso de intensificación continuaba, la producción no aumentaría. Este patrón fue descrito por Turgot (1768, p. 421) como la ley de rendimientos decrecientes que regiría todas las relaciones entre medios de producción y cosecha

²²⁷ Teniendo en cuenta la salvedad explica anteriormente para el caso de las entradas de insecticidas, en concreto se supone que se sigue la tendencia de los últimos cinco años, por lo que es de esperar que el valor medio del consumo por hectárea sea mayor en el olivar intensivo que el referido a la última cosecha.

en la agricultura. Posteriormente, Liebscher (1895) y Mitscherlich (1909, 1924) la redefinieron con el añadido de que incluso los rendimientos podían decrecer al aumentar el nivel de insumos, si se superaba el óptimo de producción²²⁸.

El óptimo de producción subió con el proceso de modernización de la agricultura. Así, los primeros teóricos de este proceso preconizaban que el nivel de insumos y el grado de innovación tecnológicos eran elementos clave para el aumento del rendimiento físico de la tierra y que esto podía ser fomentado por las políticas públicas a través de los mecanismos de la extensión agraria y la política de innovación (Shultz 1956, 1978; Hayami y Ruttan 1970). De esta forma, se modificaron las estructuras y sistemas de explotación de los agrosistemas con la intención de mejorar el óptimo productivo. Sin embargo, la transformación de la agricultura mediante la incorporación constante de insumos y la intensificación de la producción supuso, con el paso del tiempo, la aparición de una serie de efectos adversos que repercutían negativamente en la estabilidad de los sistemas agrarios y que se relacionaban, principalmente, con el deterioro ecológico del agrosistema. Asimismo, este deterioro tendría implicaciones en la reducción de la calidad y cantidad de la cosecha pues, en los casos más extremos, se empezó a manifestar problemas de contaminación en el agrosistema, la producción y en el sistema ecológico general. Todos estos aspectos hicieron cambiar la visión que se tenía del proceso de modernización de la agricultura. Así, se puso el foco de atención sobre los límites del crecimiento, de modo que en la organización de la producción en la agricultura se deberían tener en cuenta los efectos adversos de los insumos, tecnologías y prácticas a largo plazo sobre la sostenibilidad del cultivo (Pimentel et al. 1973; Hudson 1982; Stocking 1985; Lal 1985, 1987, 1998a, 1998b; Lal y Moldenhauer 1987; Fluck 1992; Stocking y Saunders 1992; Ruttan 1994, 2004; Pimentel et al. 1995; Blaschke et al. 2000; Naredo 2004; Gliessman 2007; Pimentel y Pimentel 2008; Blanco-Canquia y Lal 2009; Gomiero et al. 2011, Emadodin et al. 2012, Du et al. 2013.). En este contexto, las estimaciones del óptimo productivo se realizan integrando el objetivo de producción con los aspectos ecológicos, de forma que el resultado final garantice el equilibrio entre producción y estabilidad del sistema.

En el siguiente punto se expondrán los principales referentes sobre rendimientos en el cultivo del olivar. Cada uno corresponde a un nivel de intensificación determinado que se asocia a unos objetivos productivos y ecológicos del sistema. Estos se han elaborado a partir de ensayos en fincas con unas características estructurales (textura y composición del suelo, temperatura, densidad, tamaño, edad) y de explotación (prácticas de manejo) concretas, lo que significa que los resultados no tienen por qué coincidir con los rendimientos de otros sistemas agrarios que dispongan de componentes estructurales distintos. Por estos motivos, la interpretación debe centrarse en los patrones que observan en la comparación entre los distintos niveles de intensificación, y no el dato concreto de rendimiento, el cual solo habrá de ser considerado como una referencia.

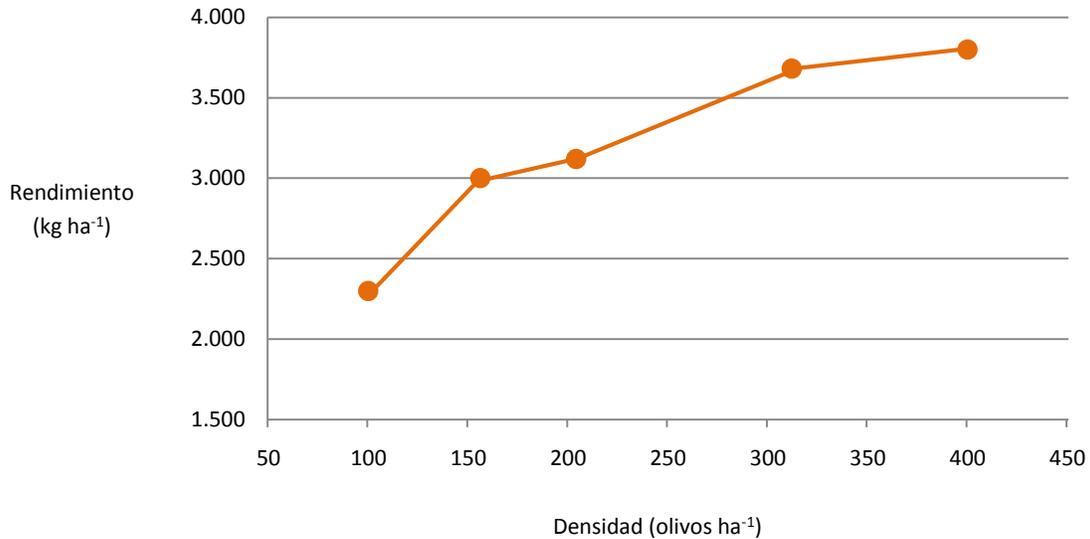
²²⁸ Un revisión más actual de esta ley puede encontrarse en De Wit (1992), Harmsen (2000), Nijland et al. (2008) y Schneeberger (2009, 2010).

8.4.2.2. Principales referentes sobre rendimientos en el olivar

Los principales trabajos sobre rendimientos del olivar corresponden a Pastor et al. (1998). En estos se demostró que para unas determinadas características de suelo, clima, y variedad, existe un determinado volumen óptimo de la copa que es relativamente constante e independiente del marco de plantación. Si se supera este volumen, no se mejora la producción y se reduce la calidad del fruto. La producción del olivar está relacionada con la cantidad de radiación interceptada, de forma que si aumenta la densidad de plantación sube la producción aunque dentro de unos límites (Pastor et al. 1998, p. 62-63). Respecto a esto último, estos autores realizaron una serie de ensayos en tres explotaciones de secano durante 13 años con densidades de 100, 204, 156, 312 y 400 olivos ha^{-1} . Los resultados (gráfico 8.1) mostraron que, en general, el rendimiento aumentaba en función del número de árboles por hectárea. Así, se pasaba de una media de 2.300 kg ha^{-1} hasta aproximadamente 3.800 kg ha^{-1} para las fincas con más densidad de plantación. Sin embargo, también se observó que, en una de las fincas, a medida que pasaba el tiempo, la producción se igualaba en las densidades de 156 y 400 olivos, aunque los marcos de 312 y 400 seguían rindiendo una mayor cosecha. Además, en el caso del ensayo de 400 árboles, si se comparaba los resultados entre las distintas fincas, se presentaban diferencias que en algunos casos podían suponer rendimientos inferiores a las plantaciones de 312 olivos. Asimismo, en otros ensayos previos se había demostrado que, en densidades de más de 300 árboles por hectárea no se había conseguido aumentar la producción en la fase adulta de la plantación (Pastor 1994, p. 741).

Con los resultados anteriores se concluye que **en el olivar de secano, el óptimo de explotación se encontraba por encima de las densidades del olivar tradicional y que este podía encontrarse entre 200 y 300 olivos** por hectárea en función del objetivo de mantenimiento de plantación, el tipo de suelo y las condiciones bioclimáticas. En general, en el diseño de la plantación había que tener en cuenta que, según aumentaba el volumen de los árboles por su crecimiento vegetativo, se podría presentar una competencia entre árboles que afectase negativamente a la producción. Para evitar esto, se requería un mayor control del volumen de la copa de la plantación, que no debería de superar el volumen óptimo productivo. Esto suponía para el agricultor una mayor atención en la práctica de la poda para mantener el tamaño y estructura óptima del olivo, así como otras tareas relacionadas con el sistema de manejo del suelo y el control de enfermedades (Pastor et al. 1998, pp. 65-71).

Gráfico 8.1. Relación entre productividad y plantaciones intensivas en secano



Fuente: Pastor et al. 1998

En relación al olivar de regadío, los citados trabajos de Pastor et al. (1998) concluyeron que también un había un óptimo de producción. En este sentido se realizó un ensayo durante 10 años con la variedad de arbequina en el que se estudiaron seis densidades de plantación comprendidas entre 200 y 450 olivos ha⁻¹, con intervalos de 50. Los resultados mostraron que la mayor producción media se había obtenido en la última temporada, cuando los olivos tenían 13 años. Sin embargo, en densidades superiores a 350 olivos ha⁻¹ se presentó una serie de problemas que obstaculizaban la realización de las labores culturales. El crecimiento vegetativo de los árboles impedía realizar las operaciones de manejo del suelo y dificultaba la recolección de aceitunas, de manera que no se podían introducir vibradores de tronco y la fructificación solo aparecía en las partes altas del árbol más iluminadas. Además, habían aumentado las enfermedades, en particular el repilo, lo que requería un mayor uso de productos fitosanitarios cuya aplicación era complicada con los volúmenes de biomasa que habían adquirido los olivos. Todos estos aspectos hacían inviable la explotación a corto plazo, de forma que si se quería mantener la estabilidad del cultivo para periodos comprendidos entre 25 y 30 años, habría que considerar que el rendimiento óptimo correspondería a densidades menores a 250 olivos ha⁻¹ y superiores a 200 olivos ha⁻¹, es decir, **siempre por debajo de los 300**. Asimismo, las mayores densidades se presentarían en suelos poco fértiles, con unas condiciones climatológicas de baja humedad y con unos objetivos de mantenimiento de la plantación menores (Pastor et al. 1998, p. 72). Finalmente, en otros trabajos se alcanzó conclusiones similares (Pastor 1994; Tous et al. 1999; Hidalgo et al. 2005, 2007; Pastor 2005; Pastor et al. 2005a, 2006a; Moriana et al. 2007). Por estos motivos se puede afirmar que unos objetivos de producción elevados suponen una reducción de estabilidad del agrosistema que deberá ser considerada por el agricultor en su definición.

Por otra parte, si para el agricultor no es relevante el objetivo de estabilidad, sino que trata de aumentar la producción al máximo, se utiliza el modelo de olivar superintensivo, cuya producción puede alcanzar valores comprendidos entre 8.500 y 20.000 kg ha⁻¹ en el año de máxima cosecha (Pastor et al. 2006a; Tous et al. 2007; Hermoso et al. 2011). Sin embargo, su vida útil se reduce a un periodo máximo de 15 años a partir de cual la estructura de la plantación deberá de ser totalmente renovada, con los costes de inversión que conlleva. Asimismo, requiere un elevado nivel de insumos y la modificación de las prácticas culturales. Además, su viabilidad depende también de factores como la variedad empleada, el régimen de lluvia y la fertilidad del suelo. Todos estos motivos hacen que este sistema agronómico no sea un modelo aconsejable para el mantenimiento de la estabilidad a largo plazo de la plantación (Pastor et al. 2006a).

Una vez descrita la relación general entre objetivos de producción y estabilidad de la plantación, se expone a continuación los resultados de los principales ensayos agronómicos que relacionan el rendimiento productivo con los niveles de intensificación para el régimen de secano (tabla 8.19) y de regadío (tabla 8.20). Además, también se incluyen los datos de dos referentes, Cubero y Penco (2012) y Vera et al. (2006), que no han sido elaborados a partir de ensayos sino en función de estimaciones indirectas. Su inclusión se justifica porque son utilizados por la literatura para comparar los rendimientos y balances monetarios entre distintos tipos de olivar, aspecto que será abordado posteriormente en otro apartado. Las estimaciones del primer referente corresponden a expertos en el cultivo del olivar, mientras que los segundos autores han realizado cálculos específicos para las comarcas olivareras de la provincia de Jaén. Por otra parte, es conveniente puntualizar que para interpretar los datos a medida que sube la densidad del cultivo, hay que considerar aspectos relevantes como la edad de la plantación, el lugar y la variedad.

Tabla 8.19. Ensayos y estimaciones sobre rendimientos medios en el olivar en función del marco de plantación del régimen de secano

Densidad (olivos ha ⁻¹)	Rendimiento (kg aceituna ha ⁻¹)	Autores	Observaciones
70-100	1.500	Vera et al. 2006	Estimaciones medias a partir de datos de las comarcas olivareras de Jaén.
100	2.500	Hermoso et al. 2011	Plantación con arbequinas jóvenes en Tarragona.
	2.300	Pastor et al. 1998	Ensayos con plantaciones jóvenes en Córdoba y Jaén. Los resultados corresponden con una edad del olivar de 13 años.
80-120	1.750	Cubero y Penco 2012	Estimaciones medias para olivar tradicional no mecanizable a partir de expertos.
	3.500	Cubero y Penco 2012	Estimaciones medias para olivar tradicional mecanizable a partir de expertos.
156	3.000	Pastor et al. 1998	Ensayos con plantaciones jóvenes en Córdoba y Jaén. Los resultados corresponden con una edad del olivar de 13 años.
200	5.500	Navarro y Parra 2008	La densidad es aproximada. Rendimiento medio de plantación picual con una edad de 10 años.
204	3.120	Pastor et al. 1998	Ensayos con plantaciones jóvenes en Córdoba y Jaén. Los resultados corresponden con una edad del olivar de 13 años.
200-600	5.000	Cubero y Penco 2012	Estimaciones medias para olivar intensivo a partir de expertos.
230	7.200	Navarro y Parra 2008	La densidad es aproximada. Rendimiento medio de plantación picual con una edad de 10 años.
312	3.680	Pastor et al. 1998	Ensayos con plantaciones jóvenes en Córdoba y Jaén. Los resultados corresponden con una edad del olivar de 13 años.
400	3.800	Pastor et al. 1998	Ensayos con plantaciones jóvenes en Córdoba y Jaén. Los resultados corresponden con una edad del olivar de 13 años.

Fuente: autores citados.

Tabla 8.20. Ensayos y estimaciones sobre rendimientos medios en el olivar en función del marco de plantación del régimen de regadío

Densidad (olivos ha ⁻¹)	Rendimiento (kg aceituna ha ⁻¹)	Autores	Observaciones
70-100	1.500-3.000	Vera et al. 2006	Estimaciones medias a partir de datos de las comarcas olivareras de Jaén.
100	5.000	Hermoso et al. 2011	--
80-120	6.000	Cubero y Penco 2012	Estimaciones medias para olivar tradicional mecanizable a partir de expertos.
175	3.000-6.000	Vera et al. 2006	Estimaciones medias a partir de datos de las comarcas olivareras de Jaén.
204	6.118	Pastor et al 2006a	Arbequina en Córdoba, producción media en el año séptimo.
200-408	8.636	Pastor et al. 2005a	Varias fincas en Andalucía, variedad arbequina, cantidades medias seis primeros años.
250-400	12.060	Pastor et al. 2005a	Varias fincas en Andalucía, arbequina, cantidades medias en olivar adulto.
200-250	12.000	Navarro y Parra 2008	Plantaciones de 10 años de joven.
200-600	10.000	Cubero y Penco 2012	Estimaciones medias para el olivar español a partir de expertos.
271	7.500	Hermoso et al. 2011	Media para 15 años, incluyendo la renovación con nuevas plantaciones. Tarragona.
408	17.646	Pastor et al. 2006a	Andalucía, variedad arbequina, producción en el 5 año.
543	9.000	Hermoso et al. 2011	Media para 15 años, incluyendo la renovación con nuevas plantaciones.
816	17.918	Pastor et al. 2006a	Producción media en el 7 año. En el año siguiente se tuvo que intervenir para reducir la densidad. La plantación no fue viable.
1.583	8.500	Hermoso et al. 2011	Media para 15 años, incluyendo la renovación con nuevas plantaciones. Tarragona.
1.000-2.000	10.000	Cubero y Penco 2012	Estimaciones medias para el olivar superintensivo a partir de expertos.
1.904-2.000	10.175	Pastor et al. 2005a	Medias entre el tercer y sexto año de plantación. A partir del 5 año bajo la producción a la mitad. Ensayos en Andalucía.
1904	16.089	Pastor et al. 2006a	Arbequina en Andalucía. Media en el 4 año de producción (máx. producción), rendimiento graso de 17,2.
1.904	19.573	Pastor et al. 2006a	Arbequina en Andalucía. Media en el 5 año de producción (máx. producción). Rendimiento graso de 14,4.
2.469	5.258	Tous et al. 2003	Media en el cuarto año de plantación de las cuatro variedades más productiva. Tarragona
	7.646-13.493	Tous et al. 2007	Media en el 5 año de producción (máxima producción). 6 variedades. Vida útil de la plantación 15 años. Tarragona

Fuente: autores citados.

8.4.2. Análisis del rendimiento productivo en las explotaciones de olivar de Estepa

8.4.2.1. Introducción

En esta apartado se realizará una contrastación de los resultados generales del principal output del agrosistema, el rendimiento, para examinar su grado de coherencia y extraer conclusiones. En la tabla 8.21 se muestran los resultados de las aceitunas producidas por unidad de superficie y árbol. Estos se detallan por nivel de intensificación, en el que también se indica la densidad media para facilitar su comparación con los resultados de otros trabajos de investigación, así como su variabilidad expresada por la desviación estándar de la producción. En general, el rendimiento medio de aceitunas en el agrosistema es de 4.021 kg ha⁻¹, lo que supone 27 kg olivo⁻¹. Este valor es un promedio que se obtiene a partir de la distribución de los distintos sistemas de explotación que configuran el agrosistema. Para abordar su análisis se procederá al estudio detallado en cada uno de los modelos de explotación de la comarca. Para ello se distinguirán en dos puntos separados las explotaciones de secano y regadío, pues el hecho de que el cultivo disponga de accesibilidad al agua tendrá unas implicaciones específicas sobre el rendimiento productivo que requieren un mayor grado de aproximación.

Tabla 8.21. Rendimientos del agrosistema de Estepa por unidad de superficie y olivo, 2012

Categorías	Densidad media	Producción		Desviación estándar de la producción (σ) kg aceituna ha ⁻¹
		kg aceituna ha ⁻¹	kg aceituna olivo ⁻¹	
Tradicional	82	2.941	36	1.566
Semi-intensivo	148	4.024	27	1.609
Intensivo	205	4.836	24	1.610
Regadío	174	4.456	26	1.617
Agrosistema	149	4.021	27	1.602

Fuente: encuesta a agricultores.

8.4.2.2. Análisis de los resultados en el sistema de explotación de secano

Si se analiza la producción por sistema de explotación, el modelo tradicional es el que presenta un rendimiento menor, con 2.941 kg ha⁻¹ para una densidad media de 82 árboles. Este resultado es ligeramente inferior a la media de 3.500 kg ha⁻¹ que aportan Cubero y Penco (2012) para este tipo de explotación. Por otra parte, el rendimiento se encuentra por encima del promedio de los ensayos de Pastor et al. (1998) y Hermoso et al. (2011), que aportaban unos rendimientos de 2.300 y 2.500 kg ha⁻¹ respectivamente. La contrastación de estos resultados permite afirmar que la producción de aceitunas en este sistema de explotación es coherente con los promedios que aporta la literatura para el modelo de olivar tradicional, aunque por debajo de los rendimientos máximos identificados por Cubero y Penco (2012). Estas diferencias son explicadas, como ya se

apuntó anteriormente, porque los olivares estudiados poseen unas características biofísicas que difieren de los modelos experimentales y de los óptimos productivos (edad, tipo de suelo, variedad, etc.).

El siguiente nivel de intensificación corresponde con el olivar semi-intensivo que, con una densidad media de 148 olivos ha^{-1} , produce 4.024 kg ha^{-1} . En este modelo hay menos referencias para su contraste, por lo que habrá que considerar los rendimientos medios de la categoría contigua superior, es decir, del intensivo. La densidad más parecida sobre la que se han calculado los rendimientos corresponde a los ensayos de Pastor et al. (1998) en una plantación de 156 olivos ha^{-1} , que arrojaron una producción de 3.000 kg ha^{-1} . Por otra parte, los trabajos de Navarro y Parra (2008) aportan un rendimiento de 5.500 para una plantación intensiva de 200 árboles. Los resultados obtenidos en la categoría de semi-intensivo se encuentran dentro de estos límites. Por otra parte, los promedios de rendimiento (4.021 kg ha^{-1}) y densidad de plantación (149 olivos ha^{-1}) del agrosistema son prácticamente coincidentes las medias de este modelo de explotación, lo que se puede corroborar la afirmación que se había realizado anteriormente en el análisis de las características estructurales básicas, por la que el agrosistema se asimilaba en general a la categoría de semi-intensivo.

El olivar intensivo de secano presenta la mayor productividad por superficie de todos los sistemas de explotación, en concreto 4.836 $\text{kg aceitunas ha}^{-1}$ para plantaciones de densidades medias de 205 olivo ha^{-1} . Este valor supera a los rendimientos de los resultados Pastor et al. (1998) que arrojaron 3.120 kg ha^{-1} para unas plantaciones jóvenes de 204 olivos ha^{-1} y 13 años de joven, y 3.680 kg ha^{-1} en cultivos de 312 olivos ha^{-1} y la misma edad. Sin embargo, el promedio obtenido es menor que los datos de Navarro y Parra (2008), que reflejan unas producciones medias de 5.500 kg ha^{-1} y 7.200 kg ha^{-1} para unos ensayos de picual con una edad media de plantación de 10 años de densidades de 200 y 230 olivos ha^{-1} respectivamente, y cercanos a la media de 5.000 kg ha^{-1} de Cubero y Penco (2012), aunque por debajo del valor. Estas diferencias, que pueden considerarse como significativas, se explican principalmente por las características del resto de variables estructurales son distintas, en particular la edad.

Los resultados anteriores muestran que el rendimiento del olivar de secano aumenta según se intensifica su marco de producción en unas cantidades medias que suponen 2.941 kg ha^{-1} para densidades de 82 árboles y sube hasta 4.836 kg ha^{-1} para el olivar más intensivo, con 205 olivos por hectárea. Este aumento es coherente con los resultados que se han contrastado de la literatura y refleja distintos estadios del proceso de modernización en la agricultura, desde el modelo tradicional hasta el intensivo. Asimismo, es conveniente precisar que detrás de estos promedios existe una variabilidad que se explica, en parte, porque en cada intervalo los valores de las variables estructurales presentan un escalonamiento gradual de intensificación del cultivo del olivar, pero también existen solapamientos en relación a la producción obtenida por unidad de superficie que se deben a las diferencias entre las características de las explotaciones y a la vecería bienal, de modo que la cosecha varía en años alternos (Rallo y Cuevas 2008). A raíz de estos resultados se puede concluir que la explotación de olivar que manifiesta mejores resultados de productividad en relación con los modelos equivalentes en la literatura es el semi-intensivo, lo que

contribuye a explicar su mayor grado de difusión en la comarca, en relación con el resto de categorías de secano.

8.4.2.3. Análisis de los rendimientos en el sistema de explotación de regadío

A continuación, el tipo de sistema de explotación que más flujo de aceitunas genera es el regadío, en concreto 4.438 kg ha⁻¹ de aceitunas en densidades medias de 174 olivos ha⁻¹. Los datos de referencia en los que las plantaciones presentan más similitud con el marco medio de este modelo corresponden con los trabajos de Vera et al. (2006), que establecen un intervalo comprendido entre 3.000 y 6.000 kg ha⁻¹. Estas cifras contrastan con las medias de Hermoso et al. (2011), que señalan una cantidad algo superior, 5.000 kg ha⁻¹, para una densidad menor (100 olivos ha⁻¹) y con el promedio más elevado de 6.000 kg ha⁻¹ de Cubero y Penco (2012) en marcos medios del cultivo tradicional (80-120 olivos ha⁻¹). Otros investigadores han realizado ensayos con densidades mayores, concretamente Pastor et al. (2006a), que describen un rendimiento de 6.118 kg ha⁻¹ para una plantación joven de siete años y un marco intensivo de 200 árboles, y Pastor et al. (2005a) que muestran una producción de 8.636 kg ha⁻¹ de aceitunas en cultivos de seis años de jóvenes y densidades entre 200-400 olivos ha⁻¹, o Navarro y Parra (2008), con aproximadamente 12.000 kg aceitunas ha⁻¹ para plantaciones medias de 10 años y entre 200-250 olivos ha⁻¹. Los resultados de estas comparaciones indican que **el olivar de regadío de Estepa presenta una productividad sustancialmente más baja** que la que corresponde con los datos de los autores citados que puede ser explicada por tres razones que se justifican a continuación.

La primera se refiere a la edad del cultivo. En este sentido, la media de edad descrita para esta categoría en la comarca es de 48 años, frente a los 7 de las plantaciones de los ensayos en las que los olivos se encuentran en una fase de desarrollo joven-adulto y la densidad es superior. Anteriormente se había expuesto que el crecimiento vegetativo del olivo es mayor en el régimen de regadío que en el secano, por lo que el volumen del árbol más grande y, por tanto, la cosecha. Sin embargo, una vez que las copas de los árboles alcanzan un determinado umbral, se produce una competencia entre los olivos para obtener recursos y comienza a descender la producción. Según el marco es más denso, el umbral se alcanza antes y la estabilidad del cultivo decae. De esta forma, pueden existir plantaciones muy densas, de más de 250 árboles y menos de 300 para periodos óptimos de 25-30 años, pero a medida que sube la edad, los marcos deberán de ser más amplios y generar un producción menor (Pastor et al. 1998). En general, la edad de la plantación es un componente de naturaleza estructural cuya alteración implicaría un proceso de reconversión de la plantación que necesita un periodo de tiempo para que sea llevado a cabo, así como unos condicionantes agrológicos y socioeconómicos para que posibiliten estos cambios. En general, la escala de tiempo asociada a los cambios estructurales es mayor que la que corresponde a las modificaciones funcionales. Estos argumentos explican las diferencias entre la edad media de la plantaciones en regadío en la comarca y los ensayos agronómicos que se realizan para estudiar los rendimientos de las explotaciones modernas de olivar de regadío. Así, en la comarca de Estepa se han identificado plantaciones jóvenes de regadío de alta densidad y rendimientos similares e incluso mayores a los resultados de los ensayos. Sin embargo, la superficie que ocupan en el

conjunto de este sistema de explotación es menor que la extensión de otras explotaciones de mayor edad y menor densidad de árboles por hectárea.

La segunda tiene que ver con las prácticas de la poda. Tradicionalmente, los agricultores han adaptado el volumen de la copa del olivo a las disponibilidades de agua en el suelo en el olivar de secano mediante la poda bienal, más severa, que era alternada con el aclareo o desvareto, más ligero. El resultado era un tamaño del árbol y una densidad del área foliar reducida para paliar el efecto de estrés hídrico del verano. Esto tiene la desventaja de que en los años más húmedos se limita la producción del árbol aunque, en conjunto, contribuyen a la estabilidad de la plantación. Sin embargo, en el regadío, al no presentarse limitaciones de agua para el olivo, su estructura no tiene porqué adaptarse a situaciones de déficit hídrico. En estas circunstancias, el resultado final sería un aumento del volumen de la copa que daría lugar a un incremento de la producción (Hidalgo et al. 2007, p. 6). Por este motivo, en teoría le podría interesar al agricultor reducir al máximo la poda o incluso eliminarla. No obstante, a medida que crecieran los árboles con el transcurso del tiempo, la ausencia de poda conduciría a la plantación a un problema de competencia entre los olivos por las zonas de más iluminación solar y nutrientes del suelo. A la vez, las labores agrarias esenciales para el mantenimiento del cultivo y la recolección de la aceituna se volverían impracticables para el productor puesto que las calles serían mucho más estrechas para la introducción de las máquinas agrícolas y los árboles de mayor tamaño. De este modo, la plantación iría disminuyendo su estabilidad hasta el punto de ser insostenible para los intereses del agricultor. El momento en que se llegase a esta situación se manifestaría antes en las plantaciones más densas que en las menos densas, pues la distancia entre árboles aumenta la estabilidad del cultivo. De esta forma, la poda en el olivar de regadío debe de modificarse hacia un conjunto de prácticas que afecten en menor medida al volumen de la copa, con cortes menos severos enfocados a la renovación de las ramas y limpieza de brotes. Su intensidad variaría cada año en función de dotación de agua para riego y de las condiciones climatológicas. Asimismo, habrá que mantener el volumen de copa dentro de un límite²²⁹ para que los árboles no compitan entre sí y sean practicables las operaciones agrícolas (Pastor et al. 1998; Pastor et al. 2005a; 2006a; Hidalgo et al. 2007; García-Ortiz et al. 2008; Vega et al. 2008; Pastor y Humanes 2010). Sin embargo, generalmente estas prácticas no se suelen realizar en el olivar de regadío andaluz, en el que se siguen utilizando las propias del cultivo de secano (Hidalgo et al. 2007, p.6). Las plantaciones de regadío de Estepa no son una excepción, de forma que, según los resultados de la encuesta a agricultores, el 48,80% de la superficie de olivar de regadío se encontraba en situación de poda bianual (poda severa), lo que implica un rendimiento productivo menor que el que correspondería al volumen de copa óptimo de la explotación.

La tercera razón se relaciona con el volumen de agua de riego en la explotación. Anteriormente se argumentó que la estrategia de riego influía en la producción, de modo que el método más eficiente consistía en la aplicación del riego deficitario y el más eficaz correspondía con la $ET_{c_{max}}$ (Hidalgo et al. 2008). Sin embargo, si se analizan los resultados de rendimiento en función de la estrategia de riego que se exponen en la tabla 8.22, en la que también se ha añadido una columna

²²⁹ Hidalgo et al. (2007:11) señalan un límite para el volumen de copa de $12.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

con información sobre el nivel de densidad media de olivos en cada una, se observa que la estrategia más productiva es el riego en función de las condiciones climatológicas ($ET_{C_{max}}$), que se aplica en el 35,75% de la superficie cuya densidad media es de 164 olivos ha^{-1} y produce unos rendimientos de 5.152 kg aceitunas ha^{-1} . A continuación le sigue la estrategia mayoritaria (54,91%), el riego deficitario, con unas plantaciones un poco más densas, 182 olivos ha^{-1} , y una productividad de 3.988 kg aceitunas ha^{-1} . El método de riego que resulta menos productivo es la aplicación constante de agua todo el año, que es utilizado en el 9,34% del regadío y aporta 2.087 kg aceituna ha^{-1} en explotaciones con una densidad de 146 olivos ha^{-1} , valor menor que en los sistemas anteriores. La distribución de estas estrategias influye en el promedio del rendimiento del sistema de explotación de regadío del agrosistema de Estepa. El mayor uso del riego deficitario, en especial, en las plantaciones de mayor densidad, implica una disminución de la producción potencial de los olivos. Sin embargo, este hecho se puede valorar positivamente desde un punto de vista que contempla una pluralidad de usuarios que han de compartir un recurso que periódicamente manifiesta escasez y su uso debe ser racionalizado en beneficio de la población en general la explotación y tiene en cuenta las necesidades de agua de otros usuarios. De esta forma se realiza un uso más racional del recurso, en relación con el resto de usuarios, que en el caso de emplear la $ET_{C_{max}}$. Por otra parte, el sistema de riego constante durante todo el año ha mostrado ser el menos eficaz y eficiente en términos de producción de aceitunas y consumo de agua, motivo por el que repercute aminorando la productividad media del conjunto de las fincas, aunque en menor medida que el resto por su reducida utilización.

Tabla 8.22. Relación entre rendimiento y estrategia de riego, 2012

Estrategia	Densidad media (olivos ha^{-1})	Rendimiento (kg aceitunas ha^{-1})	Superficie
Riego deficitario	182	3.988	54,91%
Riego en función de las condiciones climatológicas ($ET_{C_{max}}$)	169	5.152	35,75%
Riego constante durante un período del año	146	2.087	9,34%
Media del cultivo en regadío	174	4.456	100%

Fuente: encuesta a agricultores.

En definitiva, los tres factores descritos, edad media de la plantación, práctica de la poda y estrategia de riego, inciden en el nivel de rendimiento en las explotaciones en regadío. Su combinación final explica las diferencias con respecto a la literatura. Los ensayos de Pastor et al. (2006a) se han realizado en unas condiciones estructurales (plantaciones jóvenes-adultas) y prácticas de manejo del campo adecuadas para la optimización de la producción distintas a la situación del sistema de explotación estudiado (plantaciones jóvenes-adultas, gestión del riego y prácticas agrícolas apropiadas). La asimilación de estos cambios por parte de los productores es un proceso lento, pues significa una ruptura con hábitos locales de manejo y un nuevo planteamiento por el que se acortan los tiempos de la vida útil de la plantación. En general, este proceso se sitúa

en la transición de un modelo basado en el conocimiento local y la tradición hacia otro basado en el conocimiento local mejorado que es lento que normalmente se produce por hibridación (Morgan y Murdoch 2000). De esta forma, el modelo de explotación de regadío de Estepa se ubica en un estado de transición cuya situación se refleja en las diferencias obtenidas entre el rendimiento de sus explotaciones y los ensayos agronómicos con el objeto de mejorar la eficiencia en el uso de los recursos.

En conclusión, los rendimientos medios del olivar de regadío de Estepa son menores a las medias de las producciones óptimas que se encuentran en la literatura. En este sentido, se ha constatado tres factores específicos que se manifiestan en las explotaciones de regadío de la comarca: en primer lugar, no se ha alcanzado todo el rendimiento teórico que cabría esperar; en segundo lugar no existe una relación clara entre densidad de plantación y rendimiento, sino que también deben de ser consideradas otras variables estructurales biofísicas como la edad, volumen de copa, variedad, estructura del árbol, etc.; en tercer lugar, las prácticas que los agricultores realizan no están adaptadas complementa a las características específicas del cultivo en regadío, sino que están influenciadas por las que se desarrollan tradicionalmente en secano (poda). En este sentido, el regadío constituye un reto que todavía no está superado.

8.4.2.4. Modelos generales agrarios y rendimientos

En la tabla 8.23 se muestran los resultados de los cruzar los datos de rendimientos con los modelos de la agricultura integrada y la convencional. Por las mismas razones que se expusieron en el apartado de flujos de entrada (los rasgos estructurales son distintos en cada modelo), la información que se presenta ha de considerarse a título descriptivo. Así, las explotaciones adscritas al sistema de producción integrada presentan un rendimiento de 4.057 kg ha⁻¹, mientras que las convencionales generan una cosecha de 3.923 kg ha⁻¹. Estos resultados servirán posteriormente para cuantificar los flujos de energía en los modelos funcionales.

Tabla 8.23. Modelo general agrario y salida de materiales, 2012

Modelo funcional	Producción (kg ha ⁻¹)
Producción integrada	4.057
Agricultura convencional	3.923

Fuente: encuesta a agricultores.

8.5. Análisis conjunto de las entradas y salidas de materiales

En este punto se procede a la evaluación de la eficiencia productiva en la entrada de insumos. En la tabla 8.24 se muestran los resultados referidos a la fertilización. Se ha hallado la relación entre las entradas de fertilizante y las salidas de aceituna por cada unidad consumida en el agrosistema y en cada uno de los sistemas de explotación que difieren en función de si se trata de abonos

inorgánicos y orgánicos. Respecto a los primero, los datos obtenidos indican una producción media de 76,26 kg aceitunas por cada kg N y 1,42 kg aceitunas por cada kg de estiércol. Si se analizan los datos de la fertilización nitrogenada química en función de los tipos de explotación, se extrae que en los modelos más intensivos producen aproximadamente el doble de aceitunas que el sistema tradicional. Así, en el modelo tradicional, la entrada de 1 kg de N produce 46,04 kg de aceituna, mientras que en el regadío, el valor es el máximo del sistema, con 99,41 kg de aceituna por cada kg de N. Después del tradicional, el sistema menos eficiente es el intensivo, con 73,10 kg aceitunas por kg N, siguiéndole el semi-intensivo, con 85,70 kg aceitunas por kg N. Por otra parte, la fertilización orgánica muestra unos resultados más dispares y la tendencia a aumentar es más débil. En este sentido, el tradicional y el semi-intensivo prácticamente presentan la misma eficiencia (1,28 y 1,29 kg aceitunas kg⁻¹ estiércol⁻¹ respectivamente), mientras que el regadío sube a 1,45 kg aceitunas y el intensivo a 2,08 kg aceitunas por unidad de entrada. En líneas generales, en el cultivo de secano, los datos vuelven a constatar la poca eficiencia de las explotaciones tradicionales en comparación con los sistemas más intensivos, que, dentro de las modalidades de secano, el semi-intensivo, ha mostrado ser el más eficiente. Por otra parte, el cultivo de regadío es el que manifiesta un mayor rendimiento de aceitunas en relación a la fertilización.

Tabla 8.24. Eficiencia del consumo de fertilizantes en función del rendimiento productivo, 2012

Categorías	Nitrógeno kg ha ⁻¹	Estiércol kg ha ⁻¹	Eficiencia fertilización: kg aceitunas producidas por cada kg de insumo	
			Nitrógeno	Estiércol
Tradicional	63,87	2.281	46,04	1,29
Semi-intensivo	46,95	3.145	85,70	1,28
Intensivo	66,15	2.321	73,10	2,08
Regadío	44,82	3.069	99,41	1,45
Agrosistema	52,73	2.838	76,26	1,42

Fuente: encuesta a agricultores.

Por otra parte, el consumo de productos fitosanitarios es otro de los flujos de entrada de materiales que se examinó anteriormente. El contenido de la tabla 8.25 expresa la cantidad de aceitunas que se generan el agrosistema por cada kilogramo consumido de herbicidas, insecticidas y fungicidas. Los datos muestran que por cada unidad de estos materiales, el agrosistema produce respectivamente 11,17 t de aceitunas por kilogramo de herbicida, 2,19 t aceituna por litro de insecticida y 0,87 t de aceituna por litro de fungicida. En el análisis del consumo de herbicidas por tipo de explotación hay que tener en cuenta que el sistema de manejo del suelo era el factor determinante en el consumo de este material, por lo que los modelos que recurren en mayor grado al laboreo convencional (tabla 8.3) serán aquellos que presenten una mayor eficiencia. Esto explica que las explotaciones de regadío y las tradicionales sean que muestren un mayor eficiencia en el uso de este insumo en relación a las aceitunas producidas (14,37 t y 13,37 t de aceitunas respectivamente), mientras que el semi-intensivo y el intensivo muestran peores resultados (9,36 t

Capítulo 8. Análisis de los flujos de materiales

y 11,80 t). Sin embargo, en el caso de los insecticidas, las modalidades intensivas presentan una mayor eficiencia en la que aparece en primer lugar el intensivo (3,06 t aceitunas l⁻¹ insecticida), seguido del regadío (2,26 t aceitunas l⁻¹ insumo) y el semi-intensivo (2,07 t aceitunas l⁻¹ insumo), de modo que el tradicional resulta el menos eficiente (1,89 t aceitunas l⁻¹ insumo). Para los fungicidas, el orden de menor a mayor eficiencia corresponde en primer lugar con las semi-intensivas (0,76 t aceitunas l⁻¹ insumo), tradicional (0,84 t aceitunas l⁻¹ insumo), intensivas (0,90 t aceitunas l⁻¹ insumo), y regadío (1,23 t aceitunas l⁻¹ insumo).

En general, estos datos muestran que no existe una relación directa entre eficiencia de herbicidas y fungicidas, a pesar de que la entrada de estos insumos aumenta según se eleva el nivel de intensificación del cultivo, aunque sí se manifiesta en el caso de los insecticidas. Sin embargo, a pesar de estos resultados, hay que considerar que en los cultivos más intensivos suelen aparecer más enfermedades y plagas, por lo que es normal que aumente el consumo de fungicidas e insecticidas. Aun así, las entradas de estos materiales suponen cantidades muy reducidas en términos absolutos por hectárea, que, además, utilizan principios activos autorizados y controlados, en particular, en el caso de la producción integrada, y, por tanto, con un impacto muy reducido en el medio ambiente. En este sentido, los comentarios expuestos anteriormente (epígrafe 8.3.1. *Descripción de las prácticas del sistema de manejo del suelo*) muestran que se ha producido un aumento de la presencia de especies de avifauna asociada al uso de cubiertas vegetales y, por consiguiente, una mejora general de la biodiversidad en relación a la superficie en que se sigue practicando el laboreo convencional, que todavía se sigue utilizando en las explotaciones tradicionales. Desde este punto de vista, los modelos intensivos pueden ser considerados más eficientes que los sistemas de explotación tradicional.

Tabla 8.25. Eficiencia del consumo de productos fitosanitarios en función del rendimiento productivo, 2012

Categorías	Herbicidas (kg ha ⁻¹)	Insecticidas (l ha ⁻¹)	Fungicidas (l ha ⁻¹)	Eficiencia de los productos fitosanitarios: 1.000 kg aceitunas producidas por cada kg o l de insumo		
				Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas
Tradicional	0,22	1,56	3,49	13,37	1,89	0,84
Semi-intensivo	0,43	1,94	5,30	9,36	2,07	0,76
Intensivo	0,41	1,58	5,39	11,80	3,06	0,90
Regadío	0,31	1,97	3,63	14,37	2,26	1,23
Agrosistema	0,36	1,84	4,64	11,17	2,19	0,87

Fuente: encuesta a agricultores.

8.6. Conclusiones

En los puntos precedentes se ha expuesto que en la agricultura existen unos óptimos de producción que siguen la ley de rendimientos decrecientes de Turgot (1768), que explica que a medida que aumenta el nivel de intensificación del cultivo, la producción de la plantación se aproximaba a un nivel que correspondía con su máximo potencial productivo. Con el paso del tiempo, se desarrollaron avances técnicos que permitieron elevar los óptimos de producción en una dinámica continua de intensificación de insumos e incremento de los rendimientos medios. En el caso del olivar, estas innovaciones fueron incorporadas a las explotaciones a través del proceso de modernización que se desarrolló a partir de la segunda mitad del siglo XX, que dio lugar a lo que se denomina nueva olivicultura. El sistema agrario que se conoce en la actualidad es consecuencia de dicho proceso de modernización, pero también de otros factores, que anteriormente fueron identificados con los componentes estructurales, que han determinado su cota de éxito. El resultado es una heterogeneidad de fincas que han transformado su estructura y adaptado su sistema de explotación a diferentes grados de intensificación y producción. El promedio de su rendimiento global será, por tanto, el reflejo del estado de transición del agrosistema hacia la nueva olivicultura.

El nivel del estado transicional del agrosistema ha sido estudiado mediante la contrastación de los resultados de producción de aceitunas por unidad de superficie con los óptimos de producción de la literatura para cada nivel de intensificación. En este sentido, han tenido una especial relevancia los ensayos realizados por investigadores en agronomía del olivar (Pastor 1994; Pastor et al. 1998, 2005a, 2006a, Tous et al. 2003, 2007; Navarro y Parra 2008; Hermoso et al. 2011), así como otras estimaciones elaboradas a partir de datos medios (CAP 2003; Vera et al. 2006) y medias teóricas a partir de expertos (Cubero y Penco 2012) que sirven de referencia para contrastar los resultados. De todos estos referentes, los ensayos en las plantaciones describen, en general, las condiciones estructurales y funcionales para alcanzar los óptimos de producción en cada nivel de intensificación. La comparación de los rendimientos obtenidos en el olivar de Estepa en relación a estos referentes contribuye a la identificación de su grado de modernización. A partir de su estudio se extraen las conclusiones que se detallan a continuación.

De forma general, la producción media de aceitunas es 4.021 kg ha^{-1} en el agrosistema, por lo que el nivel de modernización de sus explotaciones corresponde con el semi-intensivo. Esto confirma las conclusiones sobre componentes estructurales y del sistema de explotación, que mostraban que las características medias del olivar de Estepa se asimilan al intervalo de valores de dicho modelo de explotación. El análisis de resultados en cada sistema de intensificación ha mostrado que el grado de modernización no ha sido homogéneo en todas las categorías, diferenciando, en particular, entre el régimen de secano y regadío. En el primer caso, el máximo grado se presenta en el olivar intensivo, con unas plantaciones que disponen de una densidad media de $205 \text{ olivos ha}^{-1}$ y que alcanza el 15,20% de la superficie de agrosistema. El rendimiento medio es de 4.836 kg ha^{-1} , media que se encuentra dentro de los parámetros de Pastor et al. (1998), pero inferior a los resultados de Navarro y Parra (2008). El resto del cultivo en secano disminuye los rendimientos en

función de la intensificación, de forma que en el 46,31% coexisten fincas de semi-intensivo con densidades de 148 olivos ha⁻¹ que producen un promedio de 4.024 kg ha⁻¹, valor acorde, según los referentes, con su grado de intensificación. Por último, el modelo tradicional representa el 19,30% de la superficie para unas plantaciones de 82 olivos ha⁻¹ con una producción media de 2.941 kg ha⁻¹. Los resultados medios de estos dos últimos modelos son coherentes, en mayor o menor grado, con los referentes de la literatura (Pastor et al. 1998; Navarro y Parra 2008; Hermoso et al. 2011; Cubero y Penco 2012). En líneas generales, las diferencias que se presentan con respecto a los óptimos de producción no son significativas a pesar de que los parámetros de una variable estructural son distintos, en particular, los referidos a la edad de la plantación. Por último, se puede concluir que las explotaciones de secano presentan un grado moderado de desarrollo del proceso de modernización de la nueva olivicultura.

Por otra parte, los cultivos de regadío representan el 19,19% de superficie con una densidad media 174 olivos ha⁻¹ que generan un promedio de 4.456 kg ha⁻¹. El análisis de este dato en relación con los referentes de la literatura (Pastor et al. 2005a, 2006a; Navarro y Parra 2008; Hermoso et al. 2011) revela que su rendimiento se encuentra por debajo de los óptimos agronómicos en este tipo de explotaciones. Las razones de estas diferencias se explican porque las características estructurales y de funcionamiento del sistema de explotación son distintas. En concreto, los rendimientos mayores se presentan en plantaciones jóvenes, con unas prácticas de poda diferentes al cultivo en secano y una estrategia de riego adecuada. Los agricultores asimilan estos cambios de forma muy lenta en el proceso de modernización, pues supone una ruptura con los hábitos tradicionales de manejo y el cambio de la escala de tiempo de la vida útil de la plantación enmarcado en una dinámica de transición de unas formas de conocimiento local hacia otra global que implica una modificación de su relación con el agrosistema (Morgan y Murdoch 2000).

Esto implica que el proceso de modernización, entendido como una adecuación de las variables estructurales y los insumos a los modelos de rendimientos óptimos que se describen en agronomía, requiere un aprendizaje específico por parte de los agricultores que varía en función de las características del nivel de intensificación. En este sentido, los modelos de secano se han mostrado los más proclives a su introducción y éxito en el agrosistemas de Estepa, según reflejan los datos obtenidos. Sin embargo, el modelo de regadío requiere unos cambios para el control efectivo de los flujos que intervienen en el agrosistema cuya interiorización por parte del agricultor implica una modificación de su vínculo local (sustitución de las prácticas tradicionales y la ruptura con la escala temporal) hacia otro mejorado con conocimiento agronómico (estandarización de métodos de control de flujos y adaptación al cambio técnico) en comparación con la intensificación en el modelo de secano.

Por otro lado, se ha estudiado la eficiencia en cada uno de los sistemas de explotación del agrosistema. En este sentido, se ha evaluado la productividad de las entradas de materiales en función de las cantidades de aceitunas producidas por cada unidad de insumo que se introduce. Los resultados obtenidos muestran que, en el caso de la fertilización nitrogenada, la eficiencia aumenta según lo hace el nivel de intensificación. En relación a los fungicidas e insecticidas, los

datos muestran que no existe una relación directa entre eficiencia de herbicidas y fungicidas, a pesar de que la entrada de estos insumos aumenta según se eleva el nivel de intensificación del cultivo. Sin embargo, esta relación sí se manifiesta en el caso de los insecticidas.

Desde un punto de vista general se puede concluir que el modelo más eficiente corresponde con las explotaciones semi-intensivas. En este sentido, este modelo representa una combinación idónea en relación, por una parte, a los objetivos de producción, que superan las medias en relación con los datos de la literatura, y, por otra, a los objetivos ambientales, cuyas prácticas han mostrado una reducción de los impactos originados por la actividad antrópica en las explotaciones en relación a otros modelos de productivos. En este sentido, la mayor extensión de las cubiertas en el sistema semi-intensivo, que se vincula a la agricultura integrada, ha contribuido a la mejoría de la biodiversidad en el ecosistema. Por el contrario, el olivar tradicional, ha mostrado un uso poco eficiente de los insumos en relación con la fertilización y unas prácticas de manejo del suelo que siguen consistiendo en el laboreo convencional, con los efectos negativos en el medio ambiente relativos a la pérdida de suelo, que combinado con un menor rendimiento productivo induce a pensar que este modelo no es el más adecuado desde el punto de vista de la sostenibilidad del sistema agrario. En este sentido, se ha constatado que de forma general, en los sistemas más intensivos se realiza un consumo más racional de los insumos y, en particular, en las explotaciones semi-intensivas, lo que sugiere la existencia de una tendencia en el sistema agrario hacia un patrón de menos intensidad en el consumo de recursos, en el marco de una transición a un nuevo sistema socioecológico. Para confirmar esta tendencia, será preciso realizar un análisis del balance de energía, cuestión que se abordará en el siguiente capítulo.

Capítulo 9. Análisis de los flujos de energía

9.1. Introducción

La cuantificación de los flujos de energía en las explotaciones de olivar se realizará según los principios generales del análisis de balances energéticos en la agricultura, que, como se comentó en el apartado de metodología (3.8.2 *Método para la cuantificación de análisis de los flujos de materiales y energía* del capítulo 3), se centran **en diferenciar, por una parte, los consumos energéticos de los materiales, con la descripción del gasto de cada entrada y, por otra, el coste energético asociado a las operaciones** que realiza el agricultor en el proceso productivo agrario con el fin de obtener un rendimiento (IFIAS 1974; Fluck 1979, 1992a, 1992b; Pimentel 1980, 1984, 2006, 2009; Jones 1989). El sistema concierne a la explotación de olivar y el proceso que siguen los flujos es el que se ha descrito en el sistema de manejo. La forma de contabilización consiste en estimar, por una parte, los flujos de entrada, y, por otro, los de salida. Respecto a los primeros, es necesario recordar que se cuantifican dos tipos de flujos. En primer lugar, el **flujo de energía indirecta** que corresponde, por un lado, con la **energía contenida en los materiales** que se incorporan directamente al sistema, que coinciden con las entradas de los insumos descritos en el análisis de materiales del capítulo anterior, y por otro, con la energía contenida en los materiales que componen la maquinaria agrícola y el sistema de riego necesario para las operaciones agrícolas en el interior de la explotación. En segundo lugar, con un **flujo de energía directa** referido a los **insumos energéticos consumidos directamente** en las operaciones de la explotación, que están referidos, por un lado, al gasto de combustibles fósiles (gasoil, gasolina y lubricantes) utilizados por la maquinaria agrícola, y, por otro, a la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del sistema de riego. Asimismo, para facilitar la comparación de los consumos energéticos entre las distintas operaciones en la explotación, los flujos indirectos se calcularán en función del uso de la maquinaria en cada actividad de forma que se puedan imputar a las operaciones correspondientes y poder evaluar la cantidad total de energía directa e indirecta necesaria para realizar dichas actividades. Todo esto se desarrollará en un primer epígrafe que contendrá, a su vez tres puntos en los que se expondrán respectivamente la cuantificación de la energía contenida en los materiales, las operaciones y, por último, el cómputo de las entradas totales del flujo de energía.

En relación a las salidas, la valoración del flujo se efectuará a partir de la energía contenida en forma de aceite en la producción de aceitunas, según se describió en el apartado metodológico²³⁰, cuestión que se abordará en un segundo apartado. Posteriormente, en un tercer epígrafe se compararán las entradas con las salidas para calcular el balance energético. Finalmente, este capítulo se cierra con un último apartado en el que se expondrán las conclusiones generales que se extraerán del análisis de los flujos energéticos en las explotaciones de olivar de la comarca de Estepa.

²³⁰ Hay que recordar que en la metodología descrita en el apartado 3.8.2 *Método para la cuantificación del flujo de materiales y energía* se excluyó la contabilización en el balance de flujos energéticos la energía contenida en los subproductos del proceso de transformación de la producción de aceitunas en aceite.

9.2. Estimación de los flujos de entrada de energía

9.2.1. Energía contenida en los materiales que se incorporan directamente a la explotación

9.2.1.1. Fertilizantes

En la tabla 9.1 se muestra la cuantificación de los flujos de entrada de energía indirecta que implica la incorporación de fertilizantes en los modelos de explotación de olivar identificados. En primer lugar se presentan las cantidades de la energía indirecta no renovable que contienen los fertilizantes inorgánicos (N, P y K) en la que se incluye la necesaria para su producción y transporte. En segundo lugar se detallan los valores energéticos para el caso de los abonos orgánicos y que equivalen a los flujos de energía no renovable que se necesita para su transporte a la explotación. Por otra parte, las operaciones agrícolas para la distribución de los fertilizantes en la finca suponen un consumo de energía que será tratado en el apartado de las operaciones agrícolas.

Tabla 9.1. Flujos de energía indirecta de los fertilizantes en los sistemas de explotación de olivar de Estepa

Categoría	Fertilizantes inorgánicos				Fertilizantes orgánicos	Total (MJ ha ⁻¹)
	N (MJ ha ⁻¹)	P (MJ ha ⁻¹)	K (MJ ha ⁻¹)	Suma (MJ ha ⁻¹)	Estiércol (MJ ha ⁻¹)	
Tradicional	4.114,0	151,4	230,8	4.496,1	691,4	5.187,5
Semi-intensivo	3.024,0	60,9	72,2	3.157,0	953,2	4.110,2
Intensivo	4.260,8	62,9	73,5	4.397,2	703,4	5.100,6
Regadío	2.887,0	121,9	148,3	3.157,3	930,2	4.087,5
Agrosistema	3.396,1	90,4	117,6	3.604,0	860,3	4.464,3

Fuente: encuesta a agricultores.

Los resultados de la tabla anterior muestran una entrada media de 4.464,3 MJ ha⁻¹ de energía primaria de indirecta en el agrosistema del olivar. Si se comparan los resultados por sistema de explotación, se observa que el tradicional es el que consume más energía indirecta, 5.187,5 MJ ha⁻¹, cantidad ligeramente superior que el gasto energético de estos materiales en el sistema intensivo, con 5.100,6 MJ ha⁻¹. El menor consumo se presenta en el regadío, con 4.087,5 MJ ha⁻¹, y el semi-intensivo, con una cifra ligeramente superior, 4.110,2 MJ ha⁻¹, lo que vuelve a confirmar que, en el régimen de secano, este último tipo de explotación es el que presenta un comportamiento menos intensivo en el consumo de recursos y que el tradicional es el que más energía indirecta requiere por superficie en relación a los fertilizantes. Estas diferencias se explican por la distribución de los flujos de entrada de estos tipos de materiales, que fue abordada anteriormente y se relacionaba con las prácticas agrícolas.

9.2.1.2. Productos fitosanitarios

En la tabla 9.2 exponen las cantidades de energía que corresponden con las entradas de insecticidas, fungicidas y herbicidas en las explotaciones, es decir, los flujos indirectos de energía primaria no renovable que se asocian a al contenido químico, la fabricación y el transporte de estos materiales. Al igual que en la fertilización, las operaciones necesarias para la aplicación de estos productos requieren la utilización de maquinaria agrícola. Los consumos energéticos que se asocian a dichas operaciones se tratarán más adelante en el apartado de maquinaria agrícola. Los datos obtenidos indican una entrada indirecta media de 2.530,4 MJ ha⁻¹ generada por estos insumos en el agrosistema de los que aproximadamente 4/5 partes corresponden a los fungicidas. Por otra parte, los resultados por sistema de explotación muestran que el gasto energético es mayor en las modalidades más intensivas que se explica por un consumo más elevado de fungicidas. Así, el más eficiente sería el tradicional, (1.930,7 MJ ha⁻¹) frente a las explotaciones semi-intensivas (2.854,7 MJ ha⁻¹) e intensivas (2.804,3 MJ ha⁻¹), que se presentan una mayor carga energética.

Tabla 9.2. Energía indirecta asociada a la entrada de productos fitosanitarios en el agrosistema y los sistemas de explotación

Categorías	Insecticidas (MJ ha ⁻¹)	Fungicidas (MJ ha ⁻¹)	Herbicidas (MJ ha ⁻¹)	Total (MJ ha ⁻¹)
Tradicional	371,6	1.460,7	98,4	1.930,7
Semi-intensivo	444,1	2.215,6	195,0	2.854,7
Intensivo	366,8	2.252,8	184,6	2.804,3
Regadío	473,9	1.517,6	142,6	2.134,1
Agrosistema	424,1	1.941,6	164,7	2.530,4

Fuente: encuesta a agricultores.

9.2.2. Energía contenida en las operaciones del proceso productivo de la explotación

9.2.2.1. Operaciones que utilizan maquinaria agrícola

En este punto se cuantificarán los flujos de energía que corresponden a las operaciones agrícolas que se realizan con las máquinas agrícolas, tanto la consumida directamente a través de la combustión de los motores y uso de lubricantes, como la indirecta contenida en los materiales que constituyen dichas máquinas y la que se necesita para la fabricación, mantenimiento, reparación y transporte de estos. Las operaciones fueron descritas en el los apartados correspondientes al sistema de funcionamiento de la explotación en el capítulo anterior. La metodología de análisis se centra en el análisis de los flujos de cada máquina, por lo que es necesario agrupar las operaciones en función de éstas, de modo que las relacionadas con el sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos de enfermedades y plagas se agregarán para facilitar el estudio. Esto se debe a que

algunas actividades pueden realizarse al mismo tiempo como, por ejemplo, el abonado foliar y los tratamientos de enfermedades y plagas, o, en otras ocasiones, utilizan la misma máquina para actividades distintas (atomizadores, pulverizadores, abonadoras, etc.). Asimismo, se separarán, por una parte, las operaciones de poda y picado y triturado, y, por otra, la recolección de la cosecha, pues requieren el uso de máquinas diferenciadas.

La estimación del flujo de energía equivalente primaria no renovable que se asocia a cada máquina se realizará distinguiendo la energía directa consumida en las operaciones agrícolas (combustibles y lubricantes) y la indirecta necesaria para su fabricación, transporte, reparación y mantenimiento. Las máquinas agrícolas en las que se centrará el análisis de las operaciones del sistema de manejo, tratamiento y fertilización son el cultivador, desbrozadora, atomizador, abonadora, rulo compactador, rastra, pulverizador y sembradora. Para las operaciones de poda, picado y triturado, se considerará la motosierra, máquina picadora-trituradora e hileradora. En el caso de la recolección se contemplarán vibradores manuales, de tronco y el remolque de carga. Por otra parte, el tractor será incluido en cada máquina que necesite ser acoplada a éste para su uso.

En la tabla 9.3 se detallan los resultados de la estimación de la entrada indirecta y directa de energía para cada máquina agrícola y el conjunto de operaciones en el agrosistema. Estos han sido elaborados a partir de la aplicación de los conversores detallados en el apartado de metodología. En esta se aprecia que las operaciones de manejo del suelo, fertilización y tratamientos ocupan el primer lugar con el 51,2% del consumo total asociado a la maquinaria, las operaciones de recogida de la aceituna en segundo con el 30,6%, mientras que las que corresponden con la poda, desvareto y picado-triturado sólo suponen el 18,2%. Esto significa que las operaciones asociadas al suelo son más intensivas en el uso de energía no renovable que el resto, lo que se explica porque la máquina que más consume es el cultivador, con $913,7 \text{ MJ ha}^{-1}$, de los que la mayor parte, $826,3 \text{ MJ ha}^{-1}$, corresponden a gasto directo de combustibles y lubricantes. El movimiento y volteado de tierra es una de las tareas agrícolas que más energía necesita para su realización. Otra máquina con un consumo importante es el atomizador ($627,7 \text{ MJ ha}^{-1}$), lo que es debido, más que por el consumo por rendimiento, por su uso extendido en varias tareas agrícolas (abonado foliar y tratamientos).

Por otra parte, los vibradores que se emplean en la recogida de la cosecha también suponen (vibrador de tronco y de rama) un elevado consumo de energía ($1.287,3 \text{ MJ ha}^{-1}$) aunque, en conjunto, el consumo de las operaciones de recogida sea menor que el referido al manejo del suelo de debido a que estas últimas emplean una variedad mayor de máquinas. Sin embargo, el derribo mecánico de la aceituna requiere el uso de una cantidad de energía superior al resto de la maquinaria agrícola en relación al rendimiento por hora y hectárea de trabajo. En general, los rendimientos de los vibradores son sustancialmente más bajos que en otras máquinas agrícolas. Así, la productividad de un vibrador de tronco acoplado al tractor es de $0,118 \text{ ha h}^{-1}$ (Gil-Ribes et al. 2008b), mientras que la media de un cultivador puede estar más 10 veces por encima. Además, el ratio masa/rendimiento por unidad de superficie también es superior, lo que implica que el uso de la energía indirecta contenida en la masa sea más intensivo que en el resto de maquinaria

Capítulo 9. Análisis de los flujos de energía

agrícola. Este repercute, por tanto, en un mayor flujo indirecto de energía (596,1 MJ ha⁻¹) que se materializa en el elevado consumo final de energía.

Tabla 9.3. Energía indirecta y directa asociada cada máquina y por grupo de operaciones agrícolas en las explotaciones del agrosistema

Maquinaria agrícola	Energía indirecta (MJ ha ⁻¹)	Energía directa (MJ ha ⁻¹)	Total (MJ ha ⁻¹)	Porcentaje total
Manejo del suelo, fertilización y tratamientos:				51,2%
Cultivador	87,4	826,3	913,7	
Desbrozadora	36,3	193,7	230,0	
Atomizador	114,6	513,1	627,7	
Abonadora	26,6	169,8	196,4	
Rulo compactador	16,1	55,9	72,0	
Rastra	7,9	65,3	73,1	
Pulverizador	8,2	26,8	35,0	
Sembradora	0,5	6,0	6,5	
Total	297,5	1.856,8	2.154,4	
Operaciones de poda, desvareto y picado-triturado:				
Motosierra poda	2,5	368,4	370,9	
Motosierra desvareto	0,7	128,5	129,2	
Picadora + hileradora	68,9	199,9	268,7	
Total	72,1	696,8	768,9	
Recogida de la cosecha:				30,6%
Vibrador de tronco + vibrador de rama + remolque	596,1	691,2	1.287,3	
Total de las operaciones agrícolas				
Total máquinas agrícolas	965,7	3.244,8	4.210,5	100%

Fuente: encuesta a agricultores.

Capítulo 9. Análisis de los flujos de energía

En general, estas operaciones representan el segundo lugar en consumo medio por hectárea, después de las que se han agrupado en el concepto de manejo del suelo, fertilización y tratamientos (2.154,4 MJ ha⁻¹). Las actividades relacionadas con la poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos de poda requieren de media un flujo energético menor que el resto de operaciones (768,9 MJ ha⁻¹). En conjunto, las operaciones agrícolas que se desarrollan en el agrosistema implican unas entradas media de 4.201,5 MJ ha⁻¹, de los que 3.244,8 MJ ha⁻¹ se deben al gasto directo en combustibles y lubricantes, y 965,7 MJ ha⁻¹ corresponden a los consumos indirectos necesarios para la fabricación, transporte, reparación y mantenimiento de la maquinaria agrícola.

A continuación, se muestran los resultados agrupados por grupo de operaciones por sistema de explotación (tabla 9.4). Se aprecia que, en general, no hay grandes diferencias de entrada de energía por niveles de intensificación, aunque, por operaciones, se observan algunas divergencias. Así, en las referidas al manejo del suelo, fertilización y tratamientos, así como en las que se relacionan con la recolección de la cosecha operaciones suben al tiempo que aumenta el nivel de intensificación. En las operaciones de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos, se observa un ligero descenso del flujo de entrada de energía que puede ser explicado por una optimización de los recursos energéticos que se consigue al disminuir el tamaño de copa de los árboles. El mayor vigor de los árboles en regadío hace que el gasto energético aumente en este tipo de explotaciones frente a las intensivas de secano.

Tabla 9.4. Energía indirecta (EI) y directa (ED) asociada al uso de maquinaria agrícola por grupos de operaciones en los sistemas de explotación

Categorías	Manejo suelo, fertilización y tratamientos (MJ ha ⁻¹)		Poda, desvareto, picado-triturado y distribución (MJ ha ⁻¹)		Recolección de la cosecha (MJ ha ⁻¹)		Energía total (directa + indirecta) (MJ ha ⁻¹)		
	EI	ED	EI	ED	EI	ED	EI	ED	Total
Tradicional	297,4	1.793,8	65,5	901,2	536,1	578,6	899,0	3.273,5	4.172,6
Energía total	2.091,2		966,6		1.114,7				
Semi-intensivo	307,9	1.834,1	69,3	663,5	635,6	651,4	1.012,8	3.149,0	4.161,8
Energía total	2.142,0		732,8		1.287,0				
Intensivo	235,3	1.749,5	76,2	539,4	552,2	952,4	863,6	3.241,3	4.104,9
Energía total	1.984,8		615,6		1.504,6				
Regadío	321,9	2.060,1	82,3	696,0	595,8	693,7	1.000,0	3.449,7	4.449,8
Energía total	2.382,0		778,3		1.289,5				
Agrosistema	297,5	1.856,8	72,1	696,8	596,1	691,2	965,7	3.244,8	4.210,5
Energía total	2.154,4		768,9		1.287,3				

Fuente: encuesta a agricultores.

9.2.2.2. Sistema de riego

A continuación se exponen los resultados obtenidos de las entradas de energía por el uso del sistema de riego en las explotaciones que disponen de acceso al agua del agrosistema (tabla 9.5). El flujo indirecto corresponde a la energía contenida en el sistema de riego para su fabricación, mantenimiento y reparación. El directo es la cantidad de energía primaria no renovable neta que necesita el sistema nacional de generación de energía eléctrica²³¹ equivalente al consumo eléctrico para bombear agua en la explotación desde un nivel piezométrico medio de 45,7 m del acuífero de la Sierra de Estepa. Los datos expuestos reflejan, por una parte, un elevado gasto directo de energía (6.011,7 MJ ha⁻¹) en comparación al indirecto (235,3 MJ ha⁻¹) y, por otra, un flujo final (6.247 MJ ha⁻¹) muy superior a las medias de los insumos expuestos en los apartados anteriores. Esto se explica porque la generación de energía eléctrica se realiza a partir de la energía procedente de fuentes primarias no renovables (gas, carbón, petróleo y nuclear) que ha de ser transformada en eléctrica a través de un proceso térmico poco eficiente, en el que se disipa más de mitad de la energía. Asimismo, otra parte importante se pierde en el sistema de distribución. Por estos motivos, el sistema de riego se convierte en la entrada más elevada de energía en las explotaciones en regadío y, por tanto, es el más intensivo desde el punto de vista energético.

Tabla 9.5. Energía indirecta y directa asociada al sistema de riego en las explotaciones en regadío

	Energía indirecta (MJ ha ⁻¹)	Energía directa (MJ ha ⁻¹)	Total (MJ ha ⁻¹)
Regadío	235,3	6.011,7	6.247

Fuente: encuesta a agricultores.

9.2.2.3. Energía total consumida en las operaciones del sistema de explotación (maquinaria agrícola y sistema de riego)

En la tabla 9.6 se muestran los datos de la energía total consumida por la maquinaria agrícola y el sistema de riego detallada en función de los consumos finales directos e indirectos en el agrosistema y los sistemas de explotación. En esta se aprecia un gasto medio final de 5.409,04 MJ ha⁻¹ en el agrosistema, de los que cerca del 20% corresponden a flujos indirectos de energía contenida en la maquinaria y sistema de riego. Si se observan los resultados por sistema de explotación, el tradicional, semi-intensivo e intensivo presentan entradas similares. Sin embargo, el cultivo en regadío dispara el consumo a 10.696,8 MJ ha⁻¹, cantidad que supone más del doble que los otros tipos de explotación.

²³¹ Se ha descontado para el año 2012 la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables primarias (30%). Los datos de producción eléctrica para dicho año fueron consultados en Red Eléctrica Española.

Tabla 9.6. Energía consumida por la maquinaria en las operaciones agrícolas y el sistema de riego en el agrosistema y los sistemas de explotación

Categorías	Energía indirecta (MJ ha ⁻¹)	Energía directa (MJ ha ⁻¹)	Energía total (MJ ha ⁻¹)
Tradicional	899,0	3.273,5	4.172,6
Semi-intensivo	1.012,8	3.149,0	4.161,8
Intensivo	863,6	3.241,3	4.104,9
Regadío	1.235,3	9.461,4	10.696,8
Agrosistema	1.010,9	4.398,5	5.409,4

Fuente: encuesta a agricultores.

9.2.3. Entradas totales de energía (materiales y operaciones)

En la tabla 9.7 se exponen los datos energéticos de los insumos de fertilizantes, productos fitosanitarios, máquinas empleadas en las operaciones agrícolas y el sistema de riego de forma conjunta para calcular la cantidad final de energía que se consume en el agrosistema y en los sistemas de explotación. La media para el conjunto del sistema es de 12.404 MJ ha⁻¹ y las entradas en cada modelo de explotación son de 11.290,7 MJ ha⁻¹ para el tradicional, 11.126 MJ ha⁻¹ para el semi-intensivo, 12.009,8 MJ ha⁻¹ para el intensivo y, por último, 16.918 MJ ha⁻¹ en las fincas en regadío. En general, el sistema tradicional y semi-intensivo son los que muestran menores consumos de energía, incluso el primero supera muy levemente al segundo en un 1,5%. A continuación, el sistema intensivo aumenta el consumo de energía final en un 7,9% sobre el semi-intensivo y en un 6,4% en relación al tradicional. Estos incrementos son, en general, bastante reducidos en comparación con la energía final que entra en el regadío que representa una subida del 52,1% con respecto al cultivo semi-intensivo y del 49,8% en el tradicional. En general, estos datos confirman que el modelo de explotación semi-intensivo ha logrado intensificar la producción sin aumentar el consumo energético por unidad de superficie con respecto al tradicional. Este proceso constata la existencia de una tendencia, en el marco del sistema socioecológico donde se inserta del olivar, por la que se favorece un tipo de relación entre la sociedad y la naturaleza en la que se **aumenta la producción aunque de una forma subordinada a un objetivo ecológico superior**. De este modo se frena la intensidad del consumo de los recursos energéticos no renovables, que, en el caso del semi-intensivo, incluso manifiesta una leve disminución frente a otros modelos productivistas que se han centrado en el incremento de la producción sobre la base de un gasto energético y que, en la comarca de Estepa, corresponden con las explotaciones tradicionales y el cultivo en regadío.

Tabla 9.7. Entrada total de energía indirecta y directa en el agrosistema y los sistemas de explotación

Categorías	Materiales		Operaciones agrícolas								Total		
	Fertilizantes	Productos fitosanitarios (1)	Manejo del suelo, fertilización y tratamientos		Poda, desvareto, picado, triturado y distribución		Recolección		Sistema de riego (2)		Energía indirecta	Energía directa	Energía total
	EI MJ ha ⁻¹	EI MJ ha ⁻¹	EI MJ ha ⁻¹	ED MJ ha ⁻¹	EI MJ ha ⁻¹	ED MJ ha ⁻¹	EI MJ ha ⁻¹	ED MJ ha ⁻¹	EI MJ ha ⁻¹	ED MJ ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹
Tradicional	5.187,5	1.930,7	297,4	1.793,8	65,5	901,2	536,1	578,6	-	-	8.017,2	3.273,5	11.290,7
Semi-intensivo	4.110,2	2.854,7	307,9	1.834,1	69,3	663,5	635,6	651,4	-	-	7.977,7	3.149,0	11.126,7
Intensivo	5.100,6	2.804,3	235,3	1.749,5	76,2	539,4	552,2	952,4	-	-	8.768,5	3.241,3	12.009,8
Regadío	4.087,5	2.134,1	321,9	2.060,1	82,3	696,0	595,8	693,7	235,3	6.011,7	7.456,9	9.461,4	16.918,4
Agrosistema	4.464,3	2.530,4	297,5	1.856,8	72,1	696,8	596,1	691,2	45,2	1.153,7	8.005,5	4.398,5	12.404,0

Notas: (1) En los productos fitosanitarios se incluye los insecticidas, fungicidas y herbicidas.

(2) La media de la energía del sistema de riego de las explotaciones del agrosistema está referida al promedio de las explotaciones de secano y regadío.

Fuente: encuesta a agricultores.

Una aproximación más profunda sobre los componentes de los flujos, según el enfoque general de análisis de balance energético, arrojará información que permitirá identificar las diferencias que se han manifestado en los sistemas de explotación del agrosistema del olivar. Así, en la tabla 9.7 se aprecia que el mayor coste del consumo final de energía (64,54%) corresponde con la energía indirecta contenida en los materiales y máquinas (8.005,5 M ha⁻¹), mientras que el consumo de energía directa (4.398,5 MJ ha⁻¹), es decir combustibles y electricidad, tiene un peso menor (35,46%) en el coste energético total. Si se observan los distintos conceptos, la mayor carga corresponde a la energía indirecta contenida en los fertilizantes (35,99%), con una media en las explotaciones del agrosistema de 4.464,3 MJ ha⁻¹, y los productos fitosanitarios (20,40%), que suponen 2.530,4 MJ ha⁻¹. A continuación le sigue el consumo de energía directa de las operaciones relacionadas con manejo de suelo, fertilización y tratamiento (14,97%), con un promedio de 1.856,8 MJ ha⁻¹, que se debe principalmente al gasto de combustibles en la maquinaria agrícola. Asimismo, si se considera el peso del sistema de riego en el conjunto de explotaciones del agrosistema, esto supone un promedio de 1.153,7 MJ ha⁻¹ de consumo de energía indirecta, lo que sitúa a este tipo de consumo en cuarto lugar (9,30%) en las fincas de olivar en la comarca de Estepa.

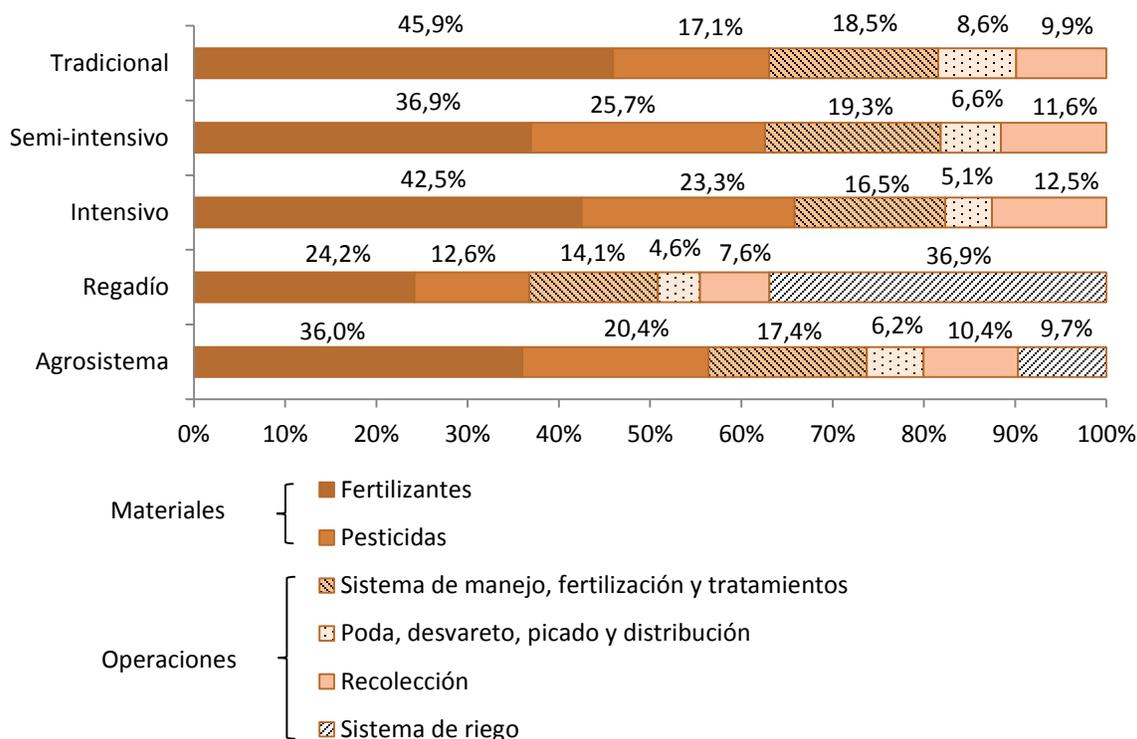
Sin embargo, si se analizan los resultados de la tabla 9.7 en función de las tipologías de explotación se aprecian diferencias entre los niveles de consumo energético final. En este sentido, el cultivo tradicional implica un flujo de energía de 11.290,7 MJ ha⁻¹, cifra que disminuye ligeramente un 1,45% en el caso del semi-intensivo hasta 11.126,7 MJ ha⁻¹. Sin embargo, el gasto en las explotaciones intensivas sube un 7,82% con respecto al tradicional, con 12.009,8 MJ ha⁻¹ y un 43,47% en el regadío, con 16.918,4 MJ ha⁻¹. Si, por otra parte, se tiene en cuenta que los niveles más intensificados son los que manifiestan un mayor rendimiento de aceitunas, los datos muestran que **las explotaciones intensivas son las más eficientes por hectárea de superficie porque logran aumentar la producción con prácticamente el mismo consumo de energía primaria no renovable** que el cultivo tradicional. Esto significa que el cultivo semi-intensivo subordina el objetivo de producción al ecológico, al menos en comparación con los otros modelos de explotación y referido al patrón de consumo energético.

Asimismo, también se puede extraer que el cultivo de regadío es el que peor comportamiento energético manifiesta debido, particularmente, al consumo de energía directa necesaria en forma de electricidad para transportar y distribuir el volumen de agua requerido en las estrategias de riego. De esta forma, se puede concluir que el proceso de modernización agraria ha supuesto una intensificación del cultivo que apenas ha supuesto un aumento del flujo de energía en las explotaciones intensivas e, incluso una leve disminución en las semi-intensivas de secano. No obstante, este proceso no ha tenido el mismo efecto en el cultivo en regadío debido al enorme aumento del flujo energético en este tipo de explotaciones.

Por otra parte, en el gráfico 9.1 se muestra la distribución porcentual del consumo de energía final en función de los materiales y operaciones agrícolas en las explotaciones de olivar. En este sentido, se confirma que existe una gran diferencia en la composición del cultivo en régimen de secano y el regadío debido a la elevada proporción del consumo final que representa el sistema de

riego, que alcanza el 36,9% del total. En general, los tres conceptos que suponen más del 70% del flujo de entrada de energía son los fertilizantes (36,0%), productos fitosanitarios (20,4%), y las operaciones del sistema de manejo, fertilización y tratamientos (17,4%). El resto se reparte entre las operaciones de recolección (10,4%), sistema de riego (10,7%) y, por último, poda, desvareto, picado y distribución (6,2%).

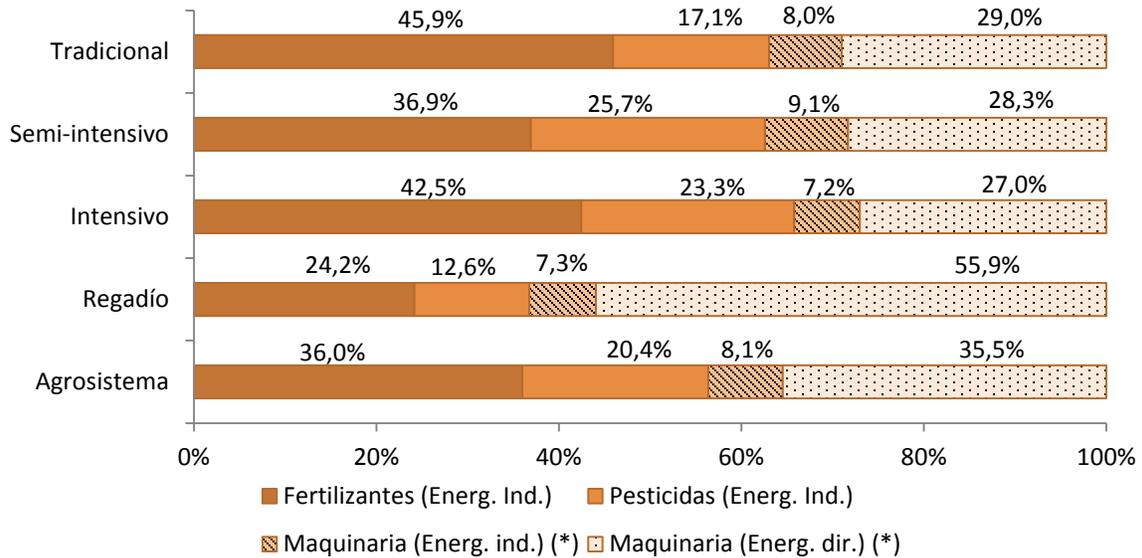
Gráfico. 9.1. Distribución de la energía consumida en las tipologías de explotación del olivar en función de los materiales y operaciones agrícolas



Fuente: encuesta a agricultores

En el gráfico 9.2 se expone la distribución porcentual de la energía consumida en las explotaciones en función de la energía directa (combustibles y lubricantes) e indirecta (fertilizantes, productos fitosanitarios y maquinaria). En este se observa que las explotaciones de secano tienen un comportamiento diferente a las fincas de regadío. En las primeras el flujo de energía indirecta representa más del 70% del total, mientras la energía directa varía entre el 27,0% (cultivo intensivo) y el 29,0% (cultivo tradicional). Sin embargo, el consumo directo de energía se dispara en el regadío hasta el 55,9% debido al consumo eléctrico asociado a este sistema. Estos datos hacen que el promedio del flujo de energía indirecta en las explotaciones del agrosistema del olivar sea el 66,5%, en el que las entradas de fertilizantes suponen el mayor coste energético (36,0%), mientras que el consumo directo (combustibles y electricidad) representa sólo el 35,5%.

Gráfico. 9.2. Distribución de la energía directa e indirecta consumida en los tipos de explotación del olivar en relación a los materiales y maquinaria agrícola



(*) : En la contabilización de la maquinaria agrícola se ha incluido el sistema de riego en las explotaciones de regadío y en la media del agrosistema en la proporción correspondiente a la extensión de este modelo de explotación.

Fuente: encuesta a agricultores

En resumen, los datos anteriores han constatado que el proceso de modernización agrícola en el olivar de secano ha dado lugar a una intensificación de la producción sin un aumento sustancial del consumo energético en relación con las explotaciones tradicionales que en el caso del intensivo sólo supone el 7,82% y, en el cultivo semi-intensivo, incluso se presenta un leve decremento del 1,45%. Esto se debe, por una parte, a una utilización más racional de los insumos de materiales y, por otra, a unas operaciones agrícolas que consumen menos energía indirecta en los cultivos más intensificados, aspectos que, a su vez, se asocian a la difusión de la agricultura integrada. Sin embargo, el proceso de modernización productiva orientada a la puesta en regadío ha conducido a un coste energético ostensiblemente superior (43,47%) al nivel de las explotaciones tradicionales de secano, aspecto que deberá ser tenido en cuenta al evaluar las políticas agrarias en relación con los objetivos ambientales y, más concretamente, en su redefinición para la mejora de la eficiencia energética por unidad de superficie en este tipo de cultivo.

De este modo se constata la existencia de un incipiente cambio en la relación sociedad-naturaleza. Este consiste en la transición de un modelo que tenía por finalidad el aumento de la producción sobre la base de un mayor consumo energético que se relaciona con la agricultura convencional, a otro más intensivo que ha logrado reducir el consumo energético. Asimismo, dentro de esta tendencia, la tipología de intensificación más eficiente correspondería con las explotaciones semi-

intensivas, en las que incluso se manifiesta un leve reducción del gasto energético en relación con las fincas tradicionales. Finalmente, se concluye que el hecho de que las explotaciones en cultivo semi-intensivo sean las más extendidas en el espacio objeto de estudio (46,31%) induce a pensar que el agrosistema del olivar de Estepa se encuentra en una fase de cambio hacia otro patrón de relación naturaleza-sociedad, en el marco del sistema socioecológico que, según Fischer-Kowalski (2011) y Wiedenhofer et al. (2013), presentaría indicios (descensos del consumo energético) de una posible transición hacia otro modelo. No obstante, estos resultados son insuficientes para confirmar la existencia un cambio de tendencia generalizado en la relación sociedad-naturaleza en el mundo. En este sentido, habrá que realizar más investigaciones no sólo en otros cultivos y territorios, sino también en el resto de actividades necesarias para el mantenimiento de las sociedades modernas.

9.3. Estimación del flujo de salida: output energético

El principal flujo de salida de materiales del agrosistema corresponde, según la metodología de análisis de balances energéticos, con la parte de la biomasa del agrosistema que el agricultor dirige al sistema socioeconómico para intercambiarlo por los flujos monetarios, es decir, se trata de la producción de aceitunas. Su valoración energética se realiza en función de la utilidad que supone para los destinatarios finales, que, en este caso, es el consumo de aceite con objetivos alimentarios²³². Por tanto, la cuantificación de este flujo de salida equivale al **valor energético nutritivo del aceite contenido en las aceitunas** que produce el agrosistema por unidad de superficie. En la tabla 9.8 se exponen los resultados de la estimación energética de este material, una vez aplicado el coeficiente de conversión para el output energético expuesto en el apartado 3.8.2 *Método para la cuantificación del flujo de materiales y energía* del capítulo 3. Ésta contiene las salidas energéticas de las tipologías de explotación, cuya media en el agrosistema es de 29.755,4 MJ ha⁻¹, que equivale al valor nutricional del aceite contenido en 4.021 kg de aceitunas que se produce en una hectárea del olivar de Estepa. Como es obvio, el valor energético aumenta en función de la intensificación desde 21.760,5 MJ ha⁻¹ en el olivar tradicional hasta 35.783,3 MJ ha⁻¹ para el caso del intensivo, lo que supone una diferencia del 64,44% con respecto al primero. Asimismo, los aumentos del semi-intensivo, con una media de 29.776,7 MJ ha⁻¹, y regadío, con un promedio de 32.973,6 MJ ha⁻¹, también son considerables en relación a tradicional (36,85% y 51,53%, respectivamente).

²³² En la introducción del capítulo ya se indicó que sólo se contabiliza la energía contenida en el aceite.

Tabla 9.8. Energía asociada al output en función de las tipologías de explotación

Categorías	Energía (MJ ha ⁻¹)
Tradicional	21.760,5
Semi-intensivo	29.776,7
Intensivo	35.783,3
Regadío	32.973,6
Agrosistema	29.755,4

Fuente: encuesta a agricultores.

9.4. Balance de entrada y salida de los flujos de energía

Antes de abordar los resultados del balance de entrada y salida de los flujos energéticos es necesario recordar su significado en relación con la metodología descrita en el apartado 3.8.2 *Método para la cuantificación del flujo de materiales y energía* del capítulo 3 para una interpretación correcta. El output obtenido es el resultado del metabolismo del agrosistema en la transformación de todos los flujos energéticos renovables y no renovables que entran en el agrosistema. Asimismo, hay que remarcar que los datos de entrada que se han considerado corresponden sólo a los flujos no renovables procedentes de la extracción de la energía fósil acumulada en los materiales primarios (gas natural, petróleo y carbón) y minerales nucleares que el sistema socioeconómico realiza, como ya se explicó en. En la tabla 9.9 se presentan los resultados de comparar los valores de entrada de energía con las salidas en las explotaciones. Estos se expresan en gigajulios para mostrar los datos en una escala numérica más comprensible. La primera columna refleja el gasto energético asociado a las entradas totales de energía primaria no renovable en las explotaciones cuyo promedio supone un consumo de 12,4 GJ ha⁻¹. Si se compara esta cifra con la estimación que se había realizado en el citado apartado de metodología de 64.020 GJ ha⁻¹ de energía renovable que recibe el agrosistema de modo natural en forma de energía solar irradiada en la superficie, el porcentaje que se obtiene de energía incorporada por el agricultor en relación a la energía solar es inferior al 0,02%, es decir, del orden de 5.163 veces menor. Además, si se adicionasen a las entradas del agrosistema las cantidades equivalentes de energía del resto de flujos renovables procedentes del ecosistema general (CO₂, H₂O, nitrógeno en forma volatilizada, etc.) es de prever que la diferencia de proporciones se magnificaría sustancialmente, lo que haría insignificante en relación a dicho flujo cualquier variación en los insumos energéticos que introduzca el hombre de forma artificial. Por este razonamiento, la cuantificación de las entradas no renovables en el agrosistema es irrelevante en términos energéticos en comparación con las renovables. Estas relaciones corroboran la justificación que se efectuó en el apartado metodológico sobre la **necesidad de centrar el análisis en los flujos no renovables**, de modo que se elimina su efecto distorsionador en los resultados extraídos.

Los apartados anteriores se han centrado en analizar las diferencias en la producción del agrosistema y su nivel de estabilidad agroecológica en función de la cantidad y forma en que el agricultor incorpora los recursos procedentes de fuentes no renovables. Estas entradas y las operaciones agrícolas que realiza tienen como objetivo no sólo la aportación de nutrientes, sino también la modificación de los flujos renovables que el agrosistema capta del ecosistema general. Pero si se tiene en cuenta la escasa relevancia de las entradas de flujos energéticos no renovables asociadas a dichos insumos en comparación con los renovables, **las variaciones obtenidas en la producción final de aceitunas por unidad de superficie no se pueden explicar por la incorporación de la energía contenida en los flujos e insumos no renovables en el metabolismo de los árboles, sino más bien por la alteración de la forma en que el sistema agrario es capaz de captar los flujos renovables.** El mayor o menor uso que los agrosistemas realicen de este tipo flujos no implica su agotamiento en la biosfera en una escala temporal amplia. Por el contrario, la utilización de recursos no renovables contribuye a la disminución gradual de sus reservas hasta su desaparición, en términos productivos, para el sistema socioeconómico y, por tanto, para el agrosistema como entidad social, en la misma escala de tiempo.

Tabla 9.9. Energía asociada a las entradas y salidas de flujos de energía en los sistemas de explotación y el agrosistema del olivar

Categorías	INPUTS Entradas de energía indirecta y directa total (GJ ha ⁻¹)	OUTPUTS Salidas de energía asociada a la cosecha (GJ ha ⁻¹)	Energía neta (OUTPUTS-INPUTS) (GJ ha ⁻¹)	EROI (OUTPUTS/INPUTS)	Consumo bruto de energía / producción (MJ kg ⁻¹ de producción de aceitunas)	Energía neta / producción (MJ kg ⁻¹ de producción de aceitunas)
Tradicional	11,29	21,76	10,47	1,93	3,84	3,56
Semi-intensivo	11,13	29,78	18,65	2,68	2,77	4,63
Intensivo	12,01	35,78	23,77	2,98	2,48	4,92
Regadío	16,92	32,97	16,06	1,95	3,80	3,60
Agrosistema	12,40	29,76	17,35	2,40	3,08	4,32

Fuente: encuesta a agricultores.

Estos dos aspectos serán contemplados en la evaluación de la eficiencia en el consumo de insumos no renovables. De este modo, los efectos que las unidades adicionales de entradas energéticas tienen en el aumento de la producción de la cosecha se explican por una mejora de la eficiencia de la captación de los flujos energéticos renovables en relación con la producción de biomasa útil para el agricultor. Su incremento no implica un agotamiento de uso del recurso, por lo que será beneficioso para el agrosistema y ha de ser evaluado de forma positiva en términos de productividad. Pero, al mismo tiempo, cada entrada energética no renovable que se añada al agrosistema repercute negativamente en la disminución de las reservas del recurso, por lo que no

se podría mantener el mismo nivel de entradas de flujo a largo plazo. Esto implicará una disminución de la estabilidad como sistema que se materializará, con el transcurso del tiempo, en una reducción de la producción. De este modo, hay que valorar negativamente, en términos ecológicos, el consumo de recursos no renovables. Por tanto, cuanto menos recurra el agrosistema a este tipo de fuentes su sostenibilidad será mayor desde el punto de vista ecológico. Sin embargo, no hay que olvidar que el objetivo final del agrosistema es mantener y reproducir a la sociedad y, por tanto, ésta necesita un determinado nivel de producción que le permita intercambiar el flujo de materiales con el monetario. En este sentido, si la disminución del consumo energético supone un descenso de la producción y, por tanto, una aminoración de los ingresos económicos del agricultor hasta un umbral por debajo del que la explotación no sea capaz de sustentar a las personas que viven del olivar, el sistema agrario deberá ser transformado para su pervivencia en el sistema socioecológico en el que se halla inserto. De esta forma, es necesario analizar conjuntamente las cuestiones energéticas y económicas, aspecto que será tratado en el siguiente capítulo.

En la tabla 9.9 se ha calculado la energía neta a partir de la diferencia entre salidas y entradas (outputs-inputs). Antes de comentar los resultados, es preciso aclarar que las unidades energéticas de las entradas y salidas no son equivalentes en términos de naturaleza y escala (Giampietro et al. 2013). En este sentido, como se indicó antes, los insumos están referidos a la energía primaria no renovable cuya naturaleza se manifiesta en forma de petróleo, gas natural o carbón y otros minerales combustibles, y su escala abarca los millones de años que se necesitan para su transformación en energía fósil o mineral. Por el contrario las salidas están medidas en unidades energéticas cuya naturaleza corresponde a un nivel nutricional mientras que su escala temporal concierne al tiempo necesario para la producción de una cosecha. Sin embargo, el ser humano “invierte” energía primaria no renovable en la explotación con la finalidad de obtener energía alimentaria en forma de aceite a través de una relación de ganancia energética que se puede expresar como energía neta (diferencia entre outputs e inputs en la tercera columna), que habrá de ser positiva, o bien como tasa de retorno energético (EROI, en la cuarta columna), que tendrá que ser mayor que la unidad²³³. Esta “inversión” justifica la comparación entre ambas cantidades de energía en términos equivalentes, a pesar de presentar cualidades y escalas espacio-temporales distintas.

Una observación de los resultados de la tabla 9.9 permite apreciar que el promedio de entrada de energía no renovable es de 12,40 GJ ha⁻¹ y la salida es de 29,76 GJ ha⁻¹ de energía nutricional, lo que supone un balance neto de 17,35 GJ ha⁻¹. Asimismo, la tasa de retorno energético supone un EROI=2,40 que indica que por cada unidad energética (en términos de energía primaria neta no renovable equivalente) necesaria para el funcionamiento del olivar se obtiene más del doble de unidades energéticas nutricionales equivalentes. Por otra parte, el consumo bruto de energía en relación a unidad de producción es de 3,08 MJ kg⁻¹ de aceitunas, mientras que la energía neta que se obtiene por unidad de producción es de 4,32 MJ kg⁻¹ de aceitunas. La comparación de estos

²³³ En el caso de que sea menor que la unidad significaría que existe un subsidio en forma de flujo energético procedente de otros componentes del sistema socioeconómico.

datos en función de los distintos sistemas de explotación permitirá extraer más información sobre el balance energético.

Así, una observación más detallada a la tabla 9.9 permite apreciar que sistema más eficaz en función del balance neto de energía es el intensivo, con $23,77 \text{ GJ ha}^{-1}$, seguido del semi-intensivo, con $18,65 \text{ GJ ha}^{-1}$ y el regadío, con $16,06 \text{ GJ ha}^{-1}$. Por el contrario, el modelo de explotación que muestra una eficacia menor de la energía introducida es el tradicional, con $10,47 \text{ GJ ha}^{-1}$, de modo que una hectárea de explotación semi-intensiva supone un 78,13% más de ganancia energética neta, el intensivo un 127,03%, y el regadío el 53,39% con respecto al primer tipo. Por otra parte, en relación a la tasa de retorno energético, se confirma que el olivar intensivo (EROI=2,98) y semi-intensivo (EROI=2,68) son los más eficientes, mientras que el modelo tradicional (EROI=1,93) y regadío (EROI=1,95) presentan un grado menor de eficiencia energética. Las dos últimas columnas de la tabla muestran que, por una parte, el consumo bruto de energía por unidad de producción y, por otra, la energía neta generada por unidad de producción, siguen una relación de eficiencia similar a la que corresponde con la tasa de retorno energético que constata el mayor rendimiento energético del semi-intensivo e intensivo por kilogramo de aceituna producida.

Las diferencias con respecto al olivar de regadío y tradicional se explican, en el primer caso, por el elevado coste energético que implica el consumo de electricidad en el sistema de riego y, en el segundo, por la presencia de unas prácticas de fertilización, recolección y poda menos eficientes en el uso de energía por la unidad energética (nutricional) producida. Esto vuelve a corroborar que el proceso modernización del olivar de secano centrado en la transformación del olivar tradicional en semi-intensivo e intensivo ha conseguido mejorar la eficiencia energética del cultivo del olivar en el agrosistema de Estepa, cuestión que no se ha logrado en el caso de las explotaciones en regadío.

Por otra parte, es conveniente indicar que, en general, los datos de consumo energético no se suelen comparar en la literatura científica debido a que cada explotación presenta unas características estructurales biofísicas específicas y unas prácticas agrícolas adaptadas a las especificidades del territorio y la tradición. Si a esto se añade que, en algunos casos se computa la energía procedente de fuentes renovables junto con la no renovable y que los conversores de los mismos insumos pueden diferir notablemente, como se expuso en el apartado de 3.8.2 *Método para la cuantificación del flujo de materiales y energía*, difícilmente se podrán comparar los resultados. No obstante, en la tabla 9.10 se exponen los principales referentes en materia de análisis de balances de olivar, que corresponden con los trabajos de Polychronaki et al. (2007) y Kaltsas et al. (2007), para explotaciones en Grecia, y Guzmán y Alonso (2008) y Pérez Neira et al. (2013) sobre el olivar en Andalucía. Una primera observación de los resultados muestra una variabilidad enorme, como cabía de esperar. En este sentido, en el caso del olivar griego, la tasa EROI varía entre 1,1 (Polichronaki et al. 2007) y 2,7 (Kaltsas et al. 2007), mientras que las entradas presentan un rango entre $5,37 \text{ GJ ha}^{-1}$ (Polichronaki et al. 2007) y $69,43 \text{ GJ ha}^{-1}$ (Kaltsas et al. 2007). Sin embargo, las mayores diferencias se presentan en las salidas que oscilan entre $5,90 \text{ GJ ha}^{-1}$ (Polichronaki et al. 2007) y $174,94 \text{ GJ ha}^{-1}$ (Kaltsas et al. 2007). Estas grandes diferencias se explican no sólo por las características biofísicas de las explotaciones, sino también por la

contabilización, en la última cita, de flujos energéticos renovables en las entradas (estiércol, compost y restos de poda), mientras que en las salidas se ha adicionado a la energía del aceite la contenida en el alperujo y en las hojas y ramas que se mezclan con la aceituna en la recolección, lo que eleva las cifras finales.

Tabla 9.10. Principales referentes en materia de balances energéticos del cultivo de olivar

Autores	Inputs (GJ ha ⁻¹) (1)	Outputs (GJ ha ⁻¹) (2)	EROI (3)	Observaciones
Polychronaki et al. (2007)	5,37	5,90	1,1	Cultivo de olivar localizado en Epiro (Grecia).
Kaltsas et al. (2007)	69,43	174,94	2,5	Promedio de 12 explotaciones de olivar convencional localizado en la Isla de Thasos (Grecia), sistema de regadío habitual. Campañas 2000/2003.
	40,48	108,78	2,7	Promedio de 12 explotaciones de olivar ecológico localizado en la Isla de Thasos (Grecia), sistema de regadío habitual. Campañas 2000/2003.
Pérez Neira et al. (2013)	6,53	13,60	2,1	Datos referidos al promedio del cultivo de olivar ecológico para toda Andalucía referidos a la cosecha de 2005.
Guzmán y Alonso (2008)	5,36	n.d.	1,6	Media de 28 explotaciones de olivar de secano convencional (125-130 olivos ha ⁻¹) y en pendiente ubicadas en la comarca de los Pedroches (Córdoba).
	4,92	n.d.	1,9	Datos referidos a la media de 25 explotaciones de olivar de secano ecológico (125-130 olivos ha ⁻¹) y en pendiente ubicadas en la comarca de los Pedroches (Córdoba).
	22,56	n.d.	1,1	Promedio de 10 explotaciones de olivar convencional de secano (70-90 olivos ha ⁻¹) en pendiente ubicadas en Sierra Magina.
	26,03	n.d.	1,7	Media de 13 explotaciones de olivar ecológico de secano (70-90 olivos ha ⁻¹) y con pendiente moderada ubicadas en Sierra Magina.
	56,35	n.d.	0,7	Promedio de 20 explotaciones de olivar convencional de regadío (100-130 olivos ha ⁻¹) en pendiente ubicadas en Sierra Magina.
	62,54	n.d.	0,9	Promedio de 18 explotaciones de olivar ecológico de regadío (100-130 olivos ha ⁻¹) y con pendiente moderada ubicadas en Sierra Magina.
	17,17	n.d.	1,2	Media de 48 explotaciones de olivar convencional de secano (70-90 olivos ha ⁻¹) con pendiente moderada ubicadas en la provincia de Granada.
	72,92	n.d.	2,1	Media de 30 explotaciones de olivar ecológico de secano (70-90 olivos ha ⁻¹) y con pendiente moderada ubicadas en la provincia de Granada.
	41,37	n.d.	0,8	Promedio de 25 explotaciones de olivar convencional de regadío (100-140 olivos ha ⁻¹) y en pendiente moderada ubicadas en la provincia de Granada.
	130,92	n.d.	1	Datos de 24 explotaciones de olivar ecológico de regadío (100-140 olivos ha ⁻¹) y con pendiente moderada ubicadas en la provincia de Granada.

Notas:

(1): Hay que advertir que existen diferencias en la aplicación de conversores de los inputs que suponen, por una parte, diferencias conceptuales en la contabilización del estiércol, el compost y los restos de poda, y, por otra, divergencias en los valores de conversión, a pesar de computar los mismos conceptos (diésel, gasolina, trabajo humano, animal, etc.).

(2): En las salidas de Kaltsas et al. (2007) se incluye la energía contenida en el aceite, el alperujo y en los restos de ramas y hojas. Sin embargo, los datos referidos a los otros autores sólo están referidos a la energía contenida en el aceite.

(3) En el caso de Guzmán y Alonso (2008) se ha tomado el ratio ONRE (non-renewable energy efficiency with respect to olive oil output) como valor equivalente a EROI.

Fuentes: autores citados.

Por otra parte, en relación con los trabajos realizados en el olivar andaluz también se presentan divergencias notables. Por una parte, Pérez Neira et al. (2013) aportan un EROI=2,1 así como un input energético de 6,53 GJ ha⁻¹ y un output de 13,60 GJ ha⁻¹. Por otra, Guzmán y Alonso (2008) contribuyen con un análisis comparado de olivar ecológico y convencional en tres comarcas andaluzas y distintas densidades, pendientes y cultivo en secano y regadío. En el caso del secano, las entradas de energía varían desde 5,36 GJ ha⁻¹ (convencional) y 4,92 GJ ha⁻¹ (ecológico) para el caso de explotaciones semi-intensivas (125-130 olivos ha⁻¹) en la comarca de los Pedroches hasta los 22,56 GJ ha⁻¹ (convencional) y 26,03 GJ ha⁻¹ (ecológico) para las explotaciones de olivar tradicional (70-90 olivos ha⁻¹) en Sierra Mágina (Jaén). Al mismo tiempo, estas entradas suponen un consumo energético de 17,17 GJ ha⁻¹ (convencional) y 72,92 GJ ha⁻¹ (ecológico) en fincas de olivar tradicional (70-90 olivos ha⁻¹) localizadas en Granada. Como se puede apreciar, existe una variabilidad muy elevada del consumo energético que es menor en el caso de los cultivos más intensivos y aumenta, a su vez, en las explotaciones tradicionales y con el cultivo ecológico (salvo en las explotaciones de la comarca de Los Pedroches). Esto último se puede explicar porque se ha computado en el balance de entrada la energía contenida en la materia orgánica del estiércol y compost, tanto la renovable como la no renovable, y el cultivo ecológico suele requerir cantidades más elevadas de este tipo de insumo, motivo por el que se dispara la cifra final del consumo energético desde 17,17 GJ ha⁻¹ (convencional) hasta 72,92 GJ ha⁻¹ (ecológico) para fincas con características estructurales biofísicas similares. Es probable que la aplicación de un conversor que sólo considerase la energía no renovable correspondiente al transporte y distribución de este tipo de input arrojará unas cantidades finales de consumo energético sustancialmente inferiores.

Asimismo, el trabajo de Guzmán y Alonso (2008) también aporta datos sobre el consumo energético en las explotaciones de regadío. En este sentido, las cifras aumentan de forma ostensible con respecto al olivar de secano hasta 56,35 GJ ha⁻¹ (convencional) y 62,54 GJ ha⁻¹ (ecológico) en olivar semi-intensivo (100-130 olivos ha⁻¹) localizado en Sierra Mágina, y 41,37 GJ ha⁻¹ (convencional) y 130,92 GJ ha⁻¹ (ecológico) en explotaciones de olivar semi-intensivo (100-140 olivos ha⁻¹) de la provincia de Granada. En este caso, el aumento se explica, además del por el motivo anterior, por el elevado consumo energético que se requiere en forma de electricidad para el funcionamiento del sistema de riego.

En relación a la tasa de retorno energético, Guzmán y Alonso (2008) muestran un EROI²³⁴ que varía entre 1,1 y 2,1 en el caso de las explotaciones en secano, y entre 0,8 y 1 para las explotaciones de regadío. En este último caso, el hecho de que el valor se encuentre por debajo de 1 implica que el flujo energético está siendo subsidiado por el sistema socioeconómico a través de la relaciones de intercambio entre los distintos flujos que componen las interacciones entre los agricultores y el resto del sistema socioeconómico.

Finalmente, aunque los motivos expuestos justifican que no se comparen los resultados obtenidos en este estudio, el consumo energético medio en las explotaciones de olivar de Estepa supone

²³⁴ Se ha tomado el ratio ONRE (non-renewable energy efficiency with respect to olive oil output) como valor equivalente a EROI.

entre 11,29 GJ ha⁻¹ y 12,01 GJ ha⁻¹, por lo que se encuentra dentro de la horquilla comprendida entre 4,92 GJ ha⁻¹ (olivar semi-intensivo ecológico) y 72,92 GJ ha⁻¹ (olivar tradicional ecológico) para el caso del secano (Guzmán y Alonso 2008). Asimismo, el consumo en las explotaciones de regadío en Estepa representa 16,92 GJ ha⁻¹, cifra muy inferior al rango comprendido entre 41,37 GJ ha⁻¹ (convencional) y 130,92 GJ ha⁻¹ (ecológico) de Guzmán y Alonso (2008). Estas diferencias son debidas al empleo de métodos de contabilización y conversores diferentes, por lo que la comparación carece de sentido.

9.5. Conclusiones

En general, las principales conclusiones que se pueden extraer del análisis se realizan a partir de la comparación de los resultados entre los distintos niveles de intensificación y en los modelos generales agrarios. Así, los datos obtenidos en función de los sistemas de los cuatro sistemas de explotación descritos permiten identificar tres conclusiones. La primera es que no se observan grandes diferencias en los consumos equivalentes de energía primaria no renovable en los tres cultivos de secano. Así, las entradas cuantificadas para el tradicional (11.290,7 MJ ha⁻¹) son muy similares a los insumos que se presentan en las explotaciones semi-intensivas (11.126,7 MJ ha⁻¹), y suben un poco más en el caso de los cultivo intensivos (12.009,8 MJ ha⁻¹). Esto significa que **los procesos de intensificación en el olivar de secano no se han centrado en el aumento de flujos energéticos no renovables, sino en la introducción de modificaciones estructurales que indiquen en una mejor captación de los flujos renovables y de un consumo más racional de los flujos no renovables en el agrosistema**. Este hecho sugiere que la dinámica de modernización del olivar de secano en el agrosistema de Estepa se ha realizado sobre la base de aumentos en la eficiencia de los flujos renovables por unidad de superficie. Esto se explica por la difusión del modelo de producción integrada en las explotaciones más intensivas en el sistema agrario, que se caracteriza por una mayor utilización de cubiertas en el sistema de manejo del suelo que en el sistema convencional y un consumo más racional de los insumos. Esta práctica, combinada con el reciclaje de los restos de poda triturados en la superficie de las plantaciones, contribuye a cerrar el ciclo de nutrientes y, por tanto, disminuye la necesidad de aportaciones externas de fertilizantes, que, al mismo tiempo, son cuantificadas en las fincas en función de un análisis de suelo y foliar. Además, un uso racional de los consumos de insecticidas y fungicidas mediante los principios de control integrado de plagas y enfermedades hace que el aumento de éstas no se corresponda proporcionalmente al intensificar los cultivos con mayores entradas energéticas, a pesar del incremento experimentado en su uso. Por otra parte, en el sistema de poda muestra, en general, un descenso en consumo energético que se explica por una optimización de los recursos empleados por unidad de superficie. Los flujos energéticos que se asocian a las entradas descritas compensan en parte la subida del consumo energético que se manifiesta en la recolección de la cosecha. De esta forma se justifica que, en general, se mantenga el mismo nivel de entradas energéticas en el modelo semi-intensivo que en el tradicional (con una diferencia solo del 1,5%), así como el ligero aumento de los flujos energéticos mostrado entre el intensivo frente al tradicional (6,4%) y semi-intensivo (7,9%).

La segunda conclusión que se extrae se refiere al cultivo del regadío. En este sentido, uno de los aspectos del proceso de modernización del olivar es la puesta en regadío de explotaciones que tradicionalmente eran de secano. Esto ha supuesto la introducción del sistema de riego localizado en las explotaciones con los consiguientes aumentos energéticos en forma de electricidad. La transformación de energía primaria no renovable de origen fósil en energía eléctrica para su consumo final en el sistema socioeconómico se caracteriza por presentar un elevado grado de ineficiencia. Por un lado, parte de la energía primaria original se disipa en el ecosistema general en forma de energía calorífica en el proceso de generación en las centrales térmicas disipada, y, por otro, una fracción de la energía eléctrica transformada se pierde en el sistema de distribución eléctrica. **La contabilización del total de energía primaria no renovable y su imputación al consumo eléctrico para el bombeo de agua desde el acuífero de la Sierra de Estepa eleva notablemente el flujo energético final de las explotaciones en régimen de regadío.** Así, se ha estimado un consumo medio de asociado en este modelo de cultivo de $16.918,4 \text{ MJ ha}^{-1}$, una cantidad que supone un incremento del 41% frente al modelo de las explotaciones intensivas de secano. De esta forma, se puede afirmar que el proceso de intensificación en el consumo de agua en el olivar ha supuesto un notable aumento del consumo de recursos energéticos no renovables, lo que tiene consecuencias negativas en la estabilidad del sistema a largo plazo.

La tercera conclusión se obtiene a partir de análisis de la relación entre entradas y salidas de energía del agrosistema se refiere a que **los modelos intensivos y semi-intensivos son más eficientes en el consumo energético de recursos no renovables para producir una unidad de energía nutricional que el modelo tradicional y las explotaciones en regadío.** Así, la inversión de 1 MJ equivalente de energía primaria no renovable supone la obtención de 2,98 MJ de energía nutricional equivalente en las explotaciones semi-intensivas y 2,68 MJ en las intensivas, mientras que en el caso de las fincas tradicionales sólo revierten 1,93 MJ, cantidad similar a 1,95 MJ de energía nutricional que se obtienen en el cultivo en régimen de regadío. Estos datos confirman que estos dos últimos modelos son los menos sostenibles, desde el punto de vista del consumo de recursos no renovables. Por último, es conveniente contemplar de forma conjunta los aspectos productivos y de mantenimiento de la estabilidad del agrosistema. En este sentido, la viabilidad final dependerá del equilibrio que se alcance a largo plazo en el intercambio de flujos monetarios y materiales que se manifiestan entre el agrosistema y el sistema socioeconómico, aspecto que, como se apuntó anteriormente, será tratado en el próximo capítulo.

Capítulo 10. Análisis de los flujos económicos

10.1. Introducción

El análisis de los flujos monetarios permite extraer información sobre la viabilidad económica de las explotaciones de olivar del agrosistema de Estepa. La forma de proceder en su estudio consistirá en aplicar un método de asignación de costes a las entradas y salidas monetarias para calcular el flujo neto de renta que recibe el agricultor del sistema socioeconómico que fue explicado en el apartado 3.8.3 *Modelo de costes para la estimación del flujo económico* del capítulo 3. A partir de la valoración de los resultados que se obtengan se extraerán conclusiones generales sobre la influencia del sistema socioeconómico en el mantenimiento de los sistemas de explotación. Para ello se desarrollarán seis epígrafes en los que se abordarán las cuestiones que se describen a continuación.

En el primer epígrafe se realizará una breve aproximación a las principales referentes de la literatura que pueden ser útiles para estudio de los costes en el agrosistema objeto de estudio. Este se centrará en las contribuciones que sigan pautas metodológicas similares a las desarrolladas en esta investigación, de modo que los resultados que se obtengan puedan ser comparados con las conclusiones de estos trabajos. En segundo lugar se detallarán en otro apartado los costes unitarios utilizados para la cuantificación de las partidas monetarias. Las fuentes de información proceden de los resultados empíricos de la encuesta y de fuentes secundarias en los casos en que la información no se ha podido obtener de la explotación de los datos.

A continuación, en el apartado tercero, se abordará el análisis de los costes monetarios. Estos se presentan siguiendo el procedimiento de análisis por actividades que fue explicado en el epígrafe metodológico que se cita en el primer párrafo. De esta forma, en un primer punto se cuantifican en relación a las operaciones del sistema de manejo, fertilización y tratamientos, en uno segundo, las relativas a la poda, desvareto y picado-triturado, y, en otro tercero, las relacionadas con la recolección de la aceituna. Asimismo, también se tienen en cuenta los gastos del sistema de riego en el caso del cultivo en regadío en un cuarto punto. Por otra parte, para facilitar las posibles comparaciones de los resultados de esta investigación con otros trabajos se ha añadido otro punto en el que se presentan los costes de amortización del inmovilizado, tal y como se justificó en la metodología. Posteriormente se presenta una visión conjunta de las estimaciones de los costes por actividades en la que se cuantifican los costes monetarios totales de la explotación del olivar de Estepa. Finalmente, este apartado contiene un punto adicional en el que se calculan las horas de trabajo en función de las actividades.

Una vez estimados los costes se procederá a calcular los ingresos de las explotaciones en un cuarto epígrafe. Esto entraña cierto nivel de complejidad porque se incorporan otras partidas distintas de los ingresos de explotación que están referidas a las ayudas económicas de la PAC, y su cálculo se basa en una amplia variedad de conceptos. Por este motivo, se recurrirá a datos de fuentes secundarias cuya utilización será justificada en función de su adaptación al periodo temporal y las características de las explotaciones. El cómputo conjunto de los ingresos de las ventas de

explotación y de las ayudas de la Unión Europea posibilitará la estimación de los ingresos totales de los agricultores.

Una vez calculados los costes e ingresos se procederá a estimar el balance económico de las explotaciones de olivar. Esto se realizará en un quinto epígrafe, en el que se analizarán las diferencias entre las entradas y salidas monetarias. Un aspecto importante que será contemplado es la estimación del umbral de rentabilidad de las explotaciones. Esto se justifica por la necesidad de extraer información sobre la viabilidad económica de la actividad agraria. Estos resultados serán utilizados posteriormente en el capítulo 11 para analizar los flujos de materiales, energía y monetarios de forma conjunta. Finalmente se añade un último epígrafe en el que se presentan unas conclusiones generales sobre el análisis de los flujos monetarios.

10.2. Referentes en análisis de costes de olivar

Las referencias de la literatura en la materia serán tenidas en cuenta, por una parte, para completar la información que no se haya podido obtener de forma empírica sobre costes unitarios de las entradas y, por otra, para comparar los resultados que se extraigan. Las publicaciones más recientes que han tratado de forma general o parcial el estudio de costes e ingresos del olivar en España o Andalucía, sin pretender presentar un lista exhaustiva, han sido elaboradas por Sánchez (2002), Guerrero (2003), García-Brenes (2006a, 2006b), Pastor et al. (2006a), Vera et al. (2006), Navarro (2007), Tous et al. (2007), Gil-Ribes et al. (2008b), Navarro y Parra (2008), Velasco (2009), MARM (2010), Tous (2010), Vilar et al (2010, 2011), Freixa et al. (2011), Gómez-Limón y Arriaza (2011), Hermoso et al. (2011), Pérez Serrano (2011), Fernández-Escobar et al. (2012) y Cubero y Penco (2010, 2012). De todas estas investigaciones, los trabajos de Cubero y Penco (2012) tienen un especial interés por abordar los gastos mediante la aplicación del sistema de costes basado en actividades. Estos se elaboraron por un equipo de trabajo formado por expertos en cada una de las actividades²³⁵, que fueron agrupadas en función del sistema de manejo, fertilización, tratamientos, poda, desvareto, picado-triturado y recogida de la aceituna. La clasificación descrita y el hecho de que los resultados corresponden con la temporada 2012 convierten a los datos del estudio en un referente idóneo para la estimación de costes en el agrosistema. En la tabla 10.1 se muestran los datos sobre costes por hectárea y su relación con las categorías del olivar consideradas por Cubero y Penco (2012).

Por otra parte, Pérez y Serrano (2011) aportan una valoración empírica de los costes del olivar que asigna en función de las actividades (costes ABC) para la provincia de Jaén. La metodología aplicada junto con el hecho de que los resultados incumben a la temporada anterior del agrosistema objeto de estudio, permite considerarlos como un referente. Además, también serán

²³⁵ El equipo de trabajo fue coordinado por J.M. Penco y S. Cubero. Los expertos que participaron en la elaboración de los resultados fueron el Dr. J. Humanes (poda y desvareto), Dra. M. Saavedra (manejo del suelo), Dr. R. Fernández-Escobar (fertilización), Dr. A. Trapero (control de enfermedades), Dr. J. Hidalgo (sistemas de riego), Dr. V. Vega (recolección de la aceituna), Dr. C. Navarro (olivar intensivo) y F. López Varona (olivar en seto).

tenidos en cuenta las contribuciones de Fernández-Escobar et al. (2012), sobre costes de recolección, y Gil-Ribes et al. (2008b), que ofrecen una visión general de los costes asociados a la mecanización del olivar. En relación a este último, es conveniente aclarar que, aunque el año de publicación esté distante del periodo temporal contemplado en esta investigación, la amplia gama de maquinaria tratada y el nivel de detalle de los costes facilitan la elaboración de estimaciones. Una vez revisada la literatura que mejor se adapta a las necesidades del estudio de costes, se procede a continuación a exponer los costes unitarios que han sido empleados para la cuantificación posterior de los gastos por actividades del sistema de explotación.

Tabla 10.1. Clasificación de Cubero y Penco (2012)

	Densidad (olivos ha ⁻¹)	Régimen de cultivo	Producción media (aceitunas) kg ha ⁻¹	Coste total por hectárea € ha ⁻¹	Coste total por kg de aceituna € kg ⁻¹
Olivar tradicional no mecanizable (OTNM)	80-120	Secano	1.750	1.076,2	0,61
Olivar tradicional mecanizable (OTM)	80-120	Secano	3.500	1.512,9	0,43
Olivar intensivo de secano(OI)	200-600	Secano	5.000	1.598,7	0,38
Olivar tradicional mecanizable de regadío (OTM)	80-120	Regadío	6.000	2.261,9	0,32
Olivar intensivo de regadío (OI)	200-600	Regadío	10.000	2.375,7	0,24
Olivar superintensivo (OS)	1.000-2.000	Regadío	10.000	2.468.8	0,25

Fuente: Cubero y Penco (2012).

10.3. Descripción de los costes unitarios

En este apartado se detallan los costes unitarios para el cálculo de los costes de los flujos de entrada de materiales y energía. Para su elaboración se han aplicado los criterios de asignación descritos en la tabla 3.12 del apartado 3.8.3 *Modelo de costes para la estimación del flujo económico* del capítulo 3 a la información obtenida sobre los gastos de la explotación recopilados, principalmente, a partir de los datos extraídos en la explotación de la encuesta a agricultores. Cuando no ha sido posible acceder a los datos, se ha optado por consultar, en primer lugar, a los proveedores de la zona y, en segundo lugar, se han considerado los referentes bibliográficos descritos en el apartado anterior. En las tablas siguientes se exponen los resultados y la fuente utilizada.

La tabla 10.2 contiene los costes unitarios expresados en euros por kilogramo o litro de los materiales que se incorporan directamente a la explotación (fertilizantes de síntesis, estiércol,

insecticidas, fungicidas y herbicidas). La tabla 10.3 expone los costes unitarios en euros por hora de utilización de la maquinaria para las actividades relacionadas con el sistema de manejo, fertilización y tratamientos. La tabla 10.4 muestra los costes unitarios que corresponden a la poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos por la superficie del olivar en euros ha⁻¹. La tabla 10.5 recoge los costes unitarios expresados en euros por kilogramo de aceituna en las actividades necesarias para su recogida y transporte en el interior de la explotación. Finalmente, la tabla 10.6 recopila los costes unitarios del sistema de riego para las explotaciones en régimen de regadío en euros por hectárea.

Tabla 10.2. Costes unitarios para las entradas de materiales directos (fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas), 2012

Materiales	Coste unitario	Fuente
Insecticidas:		€ kg ⁻¹ o € l ⁻¹
Dimetoato	7,55	Cubero y Penco (2012), Pérez Serrano (2011) y proveedores comerciales
Piretrinas	25,00	Proveedores comerciales
Alfa-cipermetrina	11,50	Pérez Serrano (2011)
Cipermetrina	7,81	Proveedores comerciales
Fungicidas	3,00	Información empírica (encuesta)
Herbicidas	5,50	Información empírica (encuesta), proveedores comerciales y Pérez Serrano (2011)
Fertilizantes de síntesis:		€ kg ⁻¹ o € l ⁻¹
Nitrogenados genéricos	0,24	Información empírica (encuesta)
Nitrato de potasio líquido	1,76	
Urea	0,29	
Abono foliar	1,50	
Potasa líquida	3,00	
Sulfato amónico	0,24	
Sulfato potásico	0,20	
Otros abonos compuestos	1,20	
Aminoácidos	3,83	
Abonos orgánicos		
Estiércol	12,31	Información empírica (encuesta)

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes citadas.

Tabla 10.3. Costes unitarios asociados al uso de maquinaria en el sistema de manejo, fertilización y tratamiento, 2012

Maquinaria	Coste unitario € h ⁻¹	Fuente
Cultivador	31,00	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012) y Perez Serrano (2011).
Desbrozadora	31,17	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012) y Perez Serrano (2011).
Atomizador	33,75	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012) y Perez Serrano (2011).
Abonadora	31,70	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012)
Rulo compactador	31,85	Adaptación a partir de Gil-Ribes et al. (2008b)
Rastra	31,70	Adaptación a partir de Gil-Ribes et al. (2008b)
Pulverizador	32,00	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012) y Perez Serrano (2011).
Sembradora	28,53	Adaptación a partir de Gil-Ribes et al. (2008b)

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes citadas.

Tabla 10.4. Costes unitarios asociados a las actividades de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos, 2012

Actividades	Coste unitario (1) € ha ⁻¹	Fuente
Operaciones de poda	120,46 - 149,84	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012)
Operaciones de desvareto	34,65 - 60,61	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012)
Picado-triturado y distribución de los restos de poda	72,01 - 85,26	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012)

Nota (1): Costes unitarios medios máximos y mínimos en función de las características estructurales de la explotación.

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes citadas.

Tabla 10.5. Costes unitarios de la maquinaria en las actividades de recogida de la aceituna y su transporte en el interior de la explotación, 2012

Maquinaria	Coste unitario € kg ⁻¹ aceituna	Fuente
Vibrador manual	0,21	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012) y Fernández-Escobar et al. (2012)
Vibrado tronco + manual	0,16	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012) y Fernández-Escobar et al. (2012)
Vibrador tronco	0,15	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012) y Fernández-Escobar et al. (2012)

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes citadas.

Tabla 10.6. Costes unitarios del sistema de riego en las explotaciones en regadío, 2012

Maquinaria	Coste unitario € ha ⁻¹	Fuente
Sistema de riego	434 - 472	Adaptación a partir de Cubero y Penco (2012)

Fuente: elaboración propia a partir de la fuente citada.

10.4. Estimación de los costes

Una vez descritos los costes unitarios, se procede a cuantificar los costes del cultivo de olivar en función de las agrupaciones de actividades descritas anteriormente. Así, en los puntos siguientes se muestran los resultados obtenidos para el promedio de las explotaciones del agrosistema del olivar y los tipos de explotación en las actividades del sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos; poda, desvareto, triturado-picado de restos y distribución por la superficie de la plantación; recogida y transporte de la aceituna el interior de la explotación; y, por último, el sistema de riego.

10.4.1. Costes de las actividades relacionadas con el sistema de manejo, fertilización y tratamientos

En este punto se van a analizar los costes de los materiales, las operaciones (sin imputar los materiales) y, posteriormente, los gastos totales a partir de la suma de ambos. En primer lugar, en la tabla 10.7 se presentan los costes asociados al primer concepto, las entradas de materiales (fertilizantes de síntesis y orgánicos, insecticidas, fungicidas y herbicidas). En esta se aprecia que el gasto promedio de materiales en el agrosistema de olivar es de 138,39 € ha⁻¹, de los que la mayor parte, el 49,90%, corresponden a los fertilizantes inorgánicos (69,05 € ha⁻¹), seguidos a continuación con el 25,40% por los orgánicos (35,15 € ha⁻¹). El gasto en insecticidas y fungicidas es similar, pues supone un 10,63% en el primer caso y un 10,07% en el segundo, mientras que los fungicidas sólo representan el 4% del gasto en materiales. Si se tienen en cuenta los tipos de explotación se obtiene los costes aumentan a medida que se intensifica el cultivo. Así, las explotaciones tradicionales son las que muestran un coste menor, con 119,68 € ha⁻¹, seguido del cultivo semi-intensivo, con 145,31 € ha⁻¹, e intensivo, con 150,66 € ha⁻¹. Por otra parte, las explotaciones en regadío arrojan un coste de 130,80 € ha⁻¹, lo que sitúa a este cultivo en un lugar intermedio de gasto entre el tradicional y el semi-intensivo.

Tabla 10.7. Costes por hectárea asociados a las entradas de materiales en los tipos de explotación, 2012

Categorías	Fertilizantes inorgánicos (€ ha ⁻¹)	Fertilizantes orgánicos (€ ha ⁻¹)	Insecticidas (€ ha ⁻¹)	Fungicidas (€ ha ⁻¹)	Herbicidas (€ ha ⁻¹)	Total (€ ha ⁻¹)
Tradicional	62,80	29,23	13,86	10,48	3,31	119,68
Semi-intensivo	68,50	39,69	14,66	15,90	6,56	145,31
Intensivo	87,82	27,48	12,99	16,17	6,21	150,66
Regadío	61,79	36,27	17,04	10,89	4,80	130,80
Agrosistema	69,05	35,16	14,71	13,93	5,54	138,39

Fuente: encuesta a agricultores.

Los costes de maquinaria por hectárea asociados a las operaciones agrícolas del sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos se exponen en la en la tabla 10.9. En estos se observa que la media del agrosistema es de 145,61 € ha⁻¹, de los que la mayor parte corresponden con los costes del atomizador (43,10% y 62,76 € ha⁻¹) y el cultivador (28,31% y 41,22 € ha⁻¹), y, en menor medida, la desbrozadora (10,69% y 15,57 € ha⁻¹) y la abonadora (9,35% y 13,62 € ha⁻¹). Por último, los gastos vinculados al uso del rulo compactador, rastra, pulverizador y sembradora representan en conjunto sólo el 8,55% del coste total de la maquinaria agrícola en las explotaciones del agrosistema.

Por otra parte, si se tienen en cuenta los resultados de la tabla 10.8 por tipo de explotación no se observan grandes diferencias entre las modalidades de cultivo en secano, a paesar de que aumentan en función de la intensificación. Así, las explotaciones tradicionales arrojan unos gastos en maquinaria de 132,15 € ha⁻¹, cantidad que sube un 10,28% en las semi-intensivas con una media de 145,73 € ha⁻¹, mientras que en las intensivas sólo asciende un 6,83%, en términos monetarios suponen un coste de 141,18 € ha⁻¹. Sin embargo, en el caso del cultivo en regadío representan un coste de 162,39 € ha⁻¹, es decir, un 22,88% superior al cultivo tradicional. Este aumento se explica en parte por el mayor uso del atomizador en las explotaciones con sistema de riego.

Tabla 10.8. Costes de maquinaria por hectárea asociados a las operaciones agrícolas del sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos en los tipos de explotación, 2012

Maquinaria agrícola	Tradicional (€ ha ⁻¹)	Semi-intensivo (€ ha ⁻¹)	Intensivo (€ ha ⁻¹)	Regadío (€ ha ⁻¹)	Agrosistema (€ ha ⁻¹)
Cultivador	48,03	38,84	34,72	45,27	41,22
Desbrozadora	9,04	17,88	19,61	13,35	15,57
Atomizador	46,68	64,37	61,13	76,35	62,76
Abonadora	7,10	13,67	20,73	14,43	13,62
Rulo compactador	12,21	4,42	0,77	5,69	5,61
Rastra	7,59	2,75	0,48	3,54	3,49
Pulverizador	1,50	3,80	3,74	2,89	3,17
Sembradora	-	-	-	0,87	0,17
Total	132,15	145,73	141,18	162,39	145,61

Fuente: encuesta a agricultores.

Finalmente, a partir de los datos de las dos tablas anteriores se ha elaborado la tabla 10.9 que recoge los costes totales en euros por hectárea los conceptos necesarios para el desarrollo de estas actividades. En estos resultados se aprecia que el coste total por hectárea de materiales y maquinaria en las operaciones del sistema de manejo, fertilización y tratamientos en las explotaciones del agrosistema del olivar ascienden a 284 € ha⁻¹. Estos presentan un cierto equilibrio entre gastos de materiales con el 48,73% (138,39 € ha⁻¹), y coste de la maquinaria, que representa el 51,27% (145,61 € ha⁻¹). Si se observan los resultados por tipo de explotación se aprecia que las modalidades más intensivas experimentan un aumento similar aunque relativamente reducido con respecto a las explotaciones tradicionales. Así, estas últimas tienen un coste total por hectárea en este tipo de operaciones de 251,83 € ha⁻¹, mientras que las semi-intensivas suben un 15,57% hasta 291,04 € ha⁻¹, las intensivas un 15,89% con 291,84 € ha⁻¹ y el cultivo en regadío un 16,42% con 293,19 € ha⁻¹. Esto significa que no se aprecian grandes diferencias en términos absolutos en los costes por tipo de explotación en las operaciones de manejo de suelo, tratamientos y fertilización, a pesar de que el cultivo tradicional presenta una estructura de coste alrededor de un 16% menor que el resto de explotaciones.

Tabla 10.9. Costes totales por hectárea de las actividades del sistema de manejo, fertilización y tratamientos en los tipos de explotación, 2012

Categorías	Materiales (€ ha ⁻¹)	Maquinaria (€ ha ⁻¹)	Total (€ ha ⁻¹)
Tradicional	119,68	132,15	251,83
Semi-intensivo	145,31	145,73	291,04
Intensivo	150,66	141,18	291,84
Regadío	130,80	162,39	293,19
Agrosistema	138,39	145,61	284,00

Fuente: encuesta a agricultores.

10.4.2. Costes de las actividades relacionadas con las operaciones de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos

Los costes asociados a las actividades relacionadas con las operaciones de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos se muestran en la tabla 10.10 para los distintos tipos de explotación y la media del agrosistema. Los datos obtenidos indican que los costes de las operaciones de poda, desvareto y picado-triturado y distribución suponen una media para las explotaciones del olivar de Estepa de 120,01 € ha⁻¹. De estos, la mayor parte (50,11%) se asocia a las operaciones de poda (60,14 € ha⁻¹), casi una tercera parte (29,03%) a las actividades de picado-triturado e hilerado de los restos de poda (34,84 € ha⁻¹), mientras que el resto (20,86%) corresponde con las operaciones de desvareto (25,03 € ha⁻¹). Si se observan los resultados por tipo de explotación en el cultivo de secano se aprecia que los costes no aumentan a medida que el cultivo se intensifica. Así, las explotaciones tradicionales implican un gasto medio de 120,13 € ha⁻¹, en las semi-intensivas desciende el coste un 4,18€ ha⁻¹ hasta 115,11 € ha⁻¹ y, por último, en las intensivas se mantiene prácticamente estable al subir muy ligeramente, el 1,50%, con 121,93 € ha⁻¹. Esto se explica porque los costes de desvareto son menores cuando se intensifica el olivar, hasta cierto límite, por aplicar prácticas de desvareto específicas para cultivos con mayor densidad de plantación pero con menor tamaño de copa. Esto es coherente con las estimaciones de Cubero y Penco (2012) que indican un coste menor para el olivar intensivo en relación al tradicional. Por otra parte, las explotaciones en régimen de regadío manifiestan un incremento de un 8,36% del coste con respecto a las explotaciones tradicionales hasta alcanzar 130,17 € ha⁻¹. Esto se explica porque el cultivo bajo riego manifiesta un vigor vegetativo mayor que el cultivo en secano, hecho que implica un aumento de las tareas de poda que repercute en un incremento del coste final del conjunto de operaciones de estas prácticas agrícolas.

Tabla 10.10. Costes por hectárea de las actividades relacionadas con la poda, desvareto, picado-triturado y distribución de restos en los tipos de explotación, 2012

Categorías	Operaciones de poda (€ ha ⁻¹)	Operaciones de desvareto (€ ha ⁻¹)	Operaciones de picado-triturado y distribución de los restos (hilerado) (€ ha ⁻¹)	Total (€ ha ⁻¹)
Tradicional	55,05	32,17	32,91	120,13
Semi-intensivo	56,91	25,32	32,88	115,11
Intensivo	65,24	19,56	37,13	121,93
Regadío	68,98	21,48	39,70	130,17
Agrosistema	60,14	25,03	34,84	120,01

Fuente: encuesta a agricultores.

10.4.3. Costes de las actividades relacionadas con las operaciones de recolección y transporte de la aceituna en el interior de la explotación

Los costes asociados a las actividades relacionadas con las operaciones recolección y transporte de la aceituna en el interior de la explotación se muestran en la tabla 10.11. Los datos que se exponen indican que los gastos totales de estas operaciones representan una media de 644,26 € ha⁻¹ en las explotaciones del agrosistema del olivar. Si se comparan los resultados en función de los tipos de explotación se observa que los costes aumentan a medida que se intensifica el cultivo. En el caso de las explotaciones tradicionales se ha estimado un coste de 517,93 € ha⁻¹, cantidad que sube un 22,53% en las semi-intensivas hasta alcanzar 634,63 € ha⁻¹, mientras que en las intensivas asciende un 48,70% hasta 710,16€ ha⁻¹. De forma similar, en el cultivo en regadío también experimenta una subida al subir un 37,19% respecto al tradicional, cantidad que corresponde con 710,54 € ha⁻¹. Estos incrementos de costes se asocian a un aumento de la producción de aceitunas en las modalidades más intensivas.

Tabla 10.11. Costes por hectárea de las actividades relacionadas con las operaciones de recolección y transporte de la aceituna en el interior de la explotación en los tipos de explotación, 2012

Categorías	Costes totales
	(€ ha ⁻¹)
Tradicional	517,93
Semi-intensivo	634,63
Intensivo	770,16
Regadío	710,54
Agrosistema	647,26

Fuente: encuesta a agricultores.

10.4.4. Costes asociados al sistema de riego

El gasto medio necesario para el sistema de riego que presentan las explotaciones en regadío se muestran en la tabla 10.12. En concreto, se han estimado un coste medio de 466,84 € ha⁻¹ que corresponde a los gastos de funcionamiento, cánones por el uso del agua, electricidad, reparaciones, reposición y mano de obra requerida para estas actividades.

Tabla 10.12. Costes por hectárea del sistema de riego en las explotaciones en régimen de regadío, 2012

	Costes totales
	(€ ha ⁻¹)
Explotaciones en régimen de regadío	466,84

Fuente: encuesta a agricultores.

10.4.5. Costes de amortización del inmovilizado

En los apartados anteriores se ha incluido la amortización en la contabilización de las partidas que se han asignado en cada una de las operaciones que se desarrollan en el sistema de producción, de acuerdo con el modelo contable de costes ABC. Sin embargo, en el epígrafe metodológico se señaló que, de forma independiente a lo anterior, se computarían las amortizaciones para que los resultados puedan ser comparados con otros trabajos que siguen con la tradición en la contabilidad agraria de considerar la amortización del activo fijo como una rúbrica independiente. De este modo, en este punto se van a detallar los costes de amortización de los activos que se utilizan en la explotación, que deberán de ser detraídos posteriormente en el epígrafe siguiente de los costes totales en cada una de las operaciones agrícolas contempladas. En este sentido, como

se explicó en el apartado metodológico, sólo se va a considerar la maquinaria y aperos necesarios para el desarrollo de las tareas agrícolas sin tener en cuenta la plantación. Es necesario aclarar que el coste del tractor ha sido imputado a las operaciones en función de su uso. Las máquinas empleadas se enuncian a continuación:

- Sistema de manejo, fertilización y tratamiento: tractor, cultivador, desbrozadora, atomizador, abonadora, rulo compactador, rastra, pulverizador y sembradora.
- Poda, desvareto y picado triturado de los restos agrícolas: tractor, motosierra 1, motosierra 2, picadora-trituradora e hileradora.
- Recolección de la aceituna y transporte en el interior de la explotación: tractor, vibrador de tronco, vibrador manual y remolque.
- Sistema de riego (sólo explotaciones de regadío): electrobomba, sistema de programación y control, tuberías de acometida y distribución.

El rubro contable coincide con el concepto de amortización técnica, que tiene en cuenta el coste de obsolescencia y desgaste de la máquina agrícola en el tiempo, según el método desarrollado por la *American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE)*²³⁶. En esta línea, Porras et al. (1995), siguiendo las orientaciones de la ASABE, señalan que las amortizaciones de la maquinaria agrícola tienen una parte fija, que representa a su obsolescencia, y una variable en función de uso, que corresponde con el desgaste, que se calculan a partir de las expresiones que se muestran a continuación para la parte fija:

$$A = \frac{V_a - V_r}{N}$$

y la parte variable:

$$\frac{V_r}{V_a} = k c^N$$

Donde A, es la amortización anual, V_a es el valor de adquisición, V_r , el valor residual, N el número de años en que se queda obsoleta y kc^N adopta el valor descrito en la tabla 10.13 en función del tipo de máquina agrícola.

²³⁶ La ASABE (<http://www.asabe.org>) es la heredera de la *American Society of Agricultural Engineers (ASAE)*. Esta organización se considera un referente mundial en publicaciones y estándares sobre maquinaria agrícola (Porras et al. 1995).

Tabla 10.13. Valor kc^N para el cálculo de las amortizaciones de la maquinaria agrícola

Tipo de máquina	kc^N
Tractores y máquinas con motores estacionarios (motosierras).	0,68-0,920 ^N
Cultivador, desbrozadora, atomizador, abonadora, rulo compactador, rastra, pulverizador, sembradora, vibrador de tronco, vibrador manual y remolque.	0,60-0,885 ^N
Picadora-trituradora	0,56-0,885 ^N

Fuente: Porras et al. (1995).

Después de aplicar el procedimiento anterior para el cálculo de la estimación de la amortización en las explotaciones se han obtenido los resultados que se muestran en la tabla 10.4, en la que aprecia que las fincas de olivar del agrosistema de Estepa tienen unos costes de amortización técnica de 96,16 € ha⁻¹, de los que 49,08 € ha⁻¹, es decir, un 51,02%, corresponden a las máquinas que se utilizan en la recogida de la aceituna (vibrador de tronco acoplado al tractor, vibradores manuales y remolques), 24,25 € ha⁻¹ al sistema de riego (ponderado en toda la superficie olivarera), cantidad que representa 24,21%, mientras que el resto se reparte entre el sistema de manejo del suelo (que incluye cultivador, desbrozadora, atomizador, abonadora, rulo compactador, rastra, pulverizador y sembradora, acoplados al tractor), con 16,70 € ha⁻¹ y el 17,36%, y la poda, desvareto y picado-triturado (vibrador de tronco acoplado al tractor, vibrador manual y remolque), con 6,16 € ha⁻¹ y sólo el 6,41% del coste total de amortización.

En relación a los tipos de explotación, el coste de amortización disminuye según se intensifica el nivel salvo en el caso del regadío. De este modo, se pasa de 89,52 € ha⁻¹ en las explotaciones tradicionales a 69,62 € ha⁻¹ en las semi-intensivas, cantidad que se reduce a 49,84 € ha⁻¹, lo que supone un descenso del 44,33% con respecto al primer tipo. Sin embargo, el regadío experimenta una subida del 127,57% hasta alcanzar 203,72 € ha⁻¹, lo que se explica por el elevado coste de amortización del sistema de riego. Esto confirma que, en el caso del cultivo de olivar en secano, los procesos de modernización han contribuido a mejorar la eficiencia de uso del activo en el olivar semi-intensivo e intensivo, mientras que, esto no se ha manifestado en los sistemas de regadío. En el apartado de costes totales se analizará el porcentaje de gasto que representa esta partida en relación con los otros gastos de explotación.

Tabla 10.14. Costes de amortización técnica de maquinaria agrícola en función de las operaciones realizadas

	Sistema de manejo, fertilización y tratamientos	Poda, desvareto y picado-triturado	Recolección de la aceituna	Sistema de riego	Total
	€ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹
Tradicional	16,12	6,41	67,00	--	89,52
Semi-intensivo	17,40	5,94	46,28	--	69,62
Intensivo	13,59	5,91	30,33	--	49,84
Regadío	18,07	6,64	52,66	126,35	203,72
Agrosistema	16,70	6,16	49,08	24,25	96,19

Fuente: encuesta a agricultores.

10.4.6. Costes totales

En la tabla 10.15 se exponen los costes totales detallando los conceptos en función de las operaciones y maquinaria agrícola, de forma similar a la contabilización de las entradas de materiales y energía. En esta se aprecia unos costes medios de 1.140,86 € ha⁻¹ en las explotaciones de olivar de la comarca de Estepa, de los que el mayor gasto corresponden en general a las operaciones y, en particular a la recogida de aceituna, rubro que alcanza 647,26 seguido del sistema de manejo, con 145,61 € ha⁻¹. Los materiales sólo suponen 104,21 € ha⁻¹ en fertilizantes y 34,18 € ha⁻¹ en productos fitosanitarios, lo que representan el menor coste de todas las partidas. Si se comparan los costes por hectárea entre los distintos sistemas de explotación se aprecia que aumentan en función del nivel de intensificación. Así, el tradicional presenta el menor coste, 889,90 € ha⁻¹, en los sistemas semi-intensivo e intensivo suben asciende respectivamente a 1.040,78 € ha⁻¹ y 1.183,94 € ha⁻¹, mientras que las explotaciones en regadío manifiestan el mayor gasto, 1.600,73 € ha⁻¹. Estos datos serán tenidos en cuenta para realizar el análisis comparado entre los flujos económicos y energéticos en el siguiente capítulo.

Tabla 10.15. Costes finales por hectárea detallados por materiales y operaciones según los tipos de explotación, 2012

Categorías	materiales		operaciones				Total (€ ha ⁻¹)
	Fertilizantes (€ ha ⁻¹)	Productos fitosanitarios (€ ha ⁻¹)	Sistema de manejo, fertiliz. y trat. (€ ha ⁻¹)	Poda, desvareto, triturado-picado y distribución (€ ha ⁻¹)	Recogida de la aceituna (€ ha ⁻¹)	Sistema de riego (€ ha ⁻¹)	
Tradicional	92,03	27,66	132,15	120,13	517,93	0,00	889,90
Semi-intensivo	108,19	37,12	145,73	115,11	634,63	0,00	1.040,78
Intensivo	115,29	35,37	141,18	121,93	770,16	0,00	1.183,94
Regadío	98,07	32,73	162,39	130,17	710,54	466,84	1.600,73
Agrosistema	104,21	34,18	145,61	120,01	647,26	89,59	1.140,86

Fuente: encuesta a agricultores.

Si los costes se consideran sólo en función de las operaciones, los gastos de fertilizantes y productos fitosanitarios se pueden agregar a las operaciones del sistema de manejo, fertilización y tratamientos. En la tabla 10.16 se muestran los resultados en función de este tipo de concepto, a los que se ha añadido una última columna en la que se calcula los costes totales en relación a la producción de aceitunas. La observación de los datos permite apreciar que los gastos del sistema de manejo suponen 284 € ha⁻¹ de promedio en las explotaciones de olivar. Asimismo, los costes totales con respecto al volumen de producción suponen un promedio de 0,28 € kg⁻¹ de aceituna producida en las explotaciones de olivar de Estepa. Esta cantidad se reduce a medida que se intensifica el cultivo en secano, de modo que el sistema de explotación que presenta un coste de producción menor es el intensivo (0,24 € kg⁻¹), seguido del semi-intensivo (0,26 € kg⁻¹) y tradicional (0,30 € kg⁻¹). Sin embargo, en el caso del regadío, al contrario que el en cultivo del secano, el coste aumenta hasta alcanzar el máximo (0,36 € kg⁻¹), lo que conduce a pensar que la elevación del coste no ha ido acompañada del mismo incremento de la producción. De esta forma, se confirma que en procesos de modernización asociados a la intensificación de cultivo en secano ha implicado una mejora de la productividad medida en términos económicos, cuestión que no se ha logrado en el modelo de regadío. Ambas dinámicas obedecen a misma tendencia del sistema socioeconómico en intensificar la producción, aunque los resultados son distintos.

Tabla 10.16. Costes finales por hectárea y producción en función de los tipos de explotación, 2012

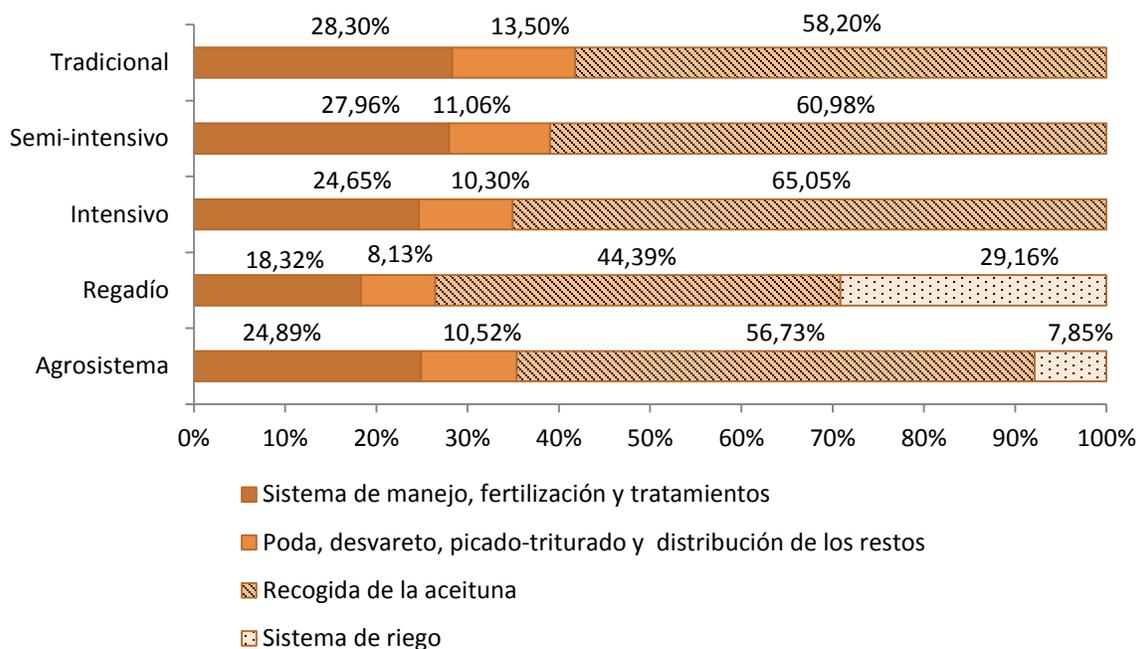
Categorías	Sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos (€ ha ⁻¹)	Operaciones de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos (€ ha ⁻¹)	Recolección de la aceituna (€ ha ⁻¹)	Sistema de riego (€ ha ⁻¹)	Costes totales por hectárea (€ ha ⁻¹)	Costes totales por kg de aceituna (€ kg ⁻¹)
Tradicional	251,83	120,13	517,93	-	889,90	0,30
Semi-intensivo	291,04	115,11	634,63	-	1.040,78	0,26
Intensivo	291,84	121,93	770,16	-	1.183,94	0,24
Regadío	293,19	130,17	710,54	466,84	1.600,73	0,36
Agrosistema	284,00	120,01	647,26	89,59	1.140,86	0,28

Fuente: encuesta a agricultores.

Por otra parte, se puede analizar la estructura de los costes del sistema agrario si se representan los gastos anteriores distribuidos por porcentajes para cada actividad considerada. Así, en el gráfico 10.1 se exponen los resultados en función de los tipos de explotación. En general, la explotación media del agrosistema del olivar presenta una estructura de costes media compuesta por un 56,73% de gastos de actividades de recogida, 24,89% del sistema de manejo, fertilización y tratamientos, 10,52% de las operaciones de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos y, finalmente, el 7,85% del sistema de riego al considerar de forma conjunta las explotaciones en secano y regadío.

El estudio de los resultados por sistemas de explotación arroja información sobre como varía la estructura de costes por actividad. En relación al cultivo en régimen de secano se aprecia que los gastos de las actividades de recogida varían en función del nivel de intensificación desde el 58,20% en las explotaciones tradicionales hasta el 65,05% en el intensivo. Asimismo, se observa una tendencia inversa en los costes del sistema de manejo, fertilización y tratamiento, que representan un 24,65% en el intensivo y aumentan hasta el 28,30% en el tradicional. Los costes de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos manifiestan una variación menor con respecto a otras actividades. Por otra parte, el regadío presenta un reparto distinto del coste por actividad. En este sentido, aunque el gasto asociado a la recogida de la aceituna sigue siendo el mayor (44,39%), el coste del sistema de riego supone el 29,16% del desembolso económico anual que realiza el agricultor.

Gráfico 10.1. Distribución de los costes por actividades en el agrosistema y los sistemas de explotación



Fuente: encuesta a agricultores.

Los datos obtenidos para las explotaciones del agrosistema se pueden comparar con los resultados de otros trabajos. En este sentido, si se tienen en cuenta los costes totales por hectárea de Cubero y Penco (2012) se observan algunas diferencias. En general, los valores que aportan para el secano son, en general, más elevados. Así, para el olivar tradicional no mecanizable en secano estos autores señalaron unos gastos medios de 1.072,2 € h⁻¹. Esta cantidad asciende a 1.512,9 € ha⁻¹ para el olivar tradicional mecanizable y a 1.589,7 € ha⁻¹ para el olivar intensivo de secano. Los datos expuestos anteriormente para las explotaciones de Estepa (tabla 10.22) muestran un intervalo menor, comprendido entre 889,90 € ha⁻¹ en el cultivo tradicional y 1.183,94 € ha⁻¹ en el intensivo. Estas diferencias pueden ser explicadas porque al elevar el nivel de insumos se incrementan los costes pero también sube la producción. Así, los resultados de producción de aceitunas de los autores citados eran de 3.500 kg ha⁻¹ y 5.000 kg ha⁻¹ para el olivar tradicional e intensivo, mientras que el caso de Estepa las cantidades son de 2.941 kg ha⁻¹ y 4.836 kg ha⁻¹. En realidad, la estructura de costes de Cubero y Penco (2012) representa un modelo productivo asociado a unas características estructurales biofísicas del olivar y unas prácticas determinadas que no son exactamente iguales que las que se manifiestan en el olivar de la comarca. Esto se repite en el cultivo en regadío, con unos gastos también superiores para estos autores, en concreto 2.261,9 € ha⁻¹ en el olivar tradicional mecanizable y 2.375,7 € ha⁻¹ para el intensivo, mientras que en las explotaciones estudiadas el valor medio de los gastos es de 1.600,73 € ha⁻¹. De forma similar, la productividad es muy superior, entre 6.000 y 10.000 kg ha⁻¹ frente a 4.021 kg ha⁻¹ en Estepa, lo que es indicativo de que la diferencia del rendimiento productivo es mayor aún que en las explotaciones en régimen de secano.

Estos datos también se pueden comparar en términos de coste por kilogramo de aceituna producido. En este sentido, en la tabla 10.17 se muestran los costes elaborados por Cubero y Penco (2012) para las distintas categorías consideradas por estos autores en el olivar español. Si se analizan estos resultados en relación con los costes unitarios de Estepa (tabla 10.16), se llega a conclusión que la estructura de costes del territorio estudiado es razonable en el cultivo de seco, pues varía entre 0,30 € kg⁻¹ (tradicional), 0,26 € kg⁻¹ (semi-intensivo) y 0,24 € kg⁻¹ (intensivo), cantidades que suponen un menor coste en términos relativos. Por otra parte, en el caso del regadío, las explotaciones de Estepa presentarían una estructura de costes de 0,36 € kg⁻¹, que se aproximaría al modelo de olivar tradicional mecanizable de regadío de Penco y Cubero (2012), que indicaron un coste medio de 0,38 € kg⁻¹ para esta categoría. En este sentido, cabría replantearse el sistema de explotación en regadío en la comarca de Estepa, que está distante de las medias de producción de los modelos empíricos del principal referente en la literatura.

Tabla 10.17. Costes por kilogramo de aceituna producida de Cubero y Penco (2012)

	Densidad (olivos ha ⁻¹)	Coste € kg ⁻¹
Olivar tradicional no mecanizable de seco (OTNM)	80-120	0,61
Olivar tradicional mecanizable de seco (OTM)	80-120	0,43
Olivar intensivo de seco (OI)	200-600	0,32
Olivar tradicional mecanizable de regadío (OTM)	80-120	0,38
Olivar intensivo de regadío (OI)	200-600	0,24
Olivar superintensivo de regadío (OS)	1.000-2.000	0,25

Fuente: Cubero y Penco (2012).

Por último, en la tabla 10.18 se muestran los costes totales en euros diferenciando las amortizaciones de los activos fijos (maquinaria) del resto de los costes en términos relativos en cada uno de los tipos de explotación consideradas en este trabajo. Si estos resultados se presentan en términos porcentuales en relación con los gastos totales en cada operación, se obtiene la tabla 10.19. Cuanto más reducida sea la amortización con respecto al total del gasto de explotación, más eficiente será el uso de la maquinaria. En este sentido, los datos expuestos indican que según aumenta el nivel de intensificación en seco, se reduce la proporción del coste de la amortización y, por tanto, se incrementa la eficiencia. Así, los gastos de amortización representan el 10,06% del total de gastos en las explotaciones tradicionales, cifra que disminuye al 6,69% en las fincas semi-intensivas y al 4,21% en el caso del intensivo. Por el contrario, en el caso del regadío aumenta hasta el 12,73%, el máximo entre todos los tipos de explotación. De esta forma, se ratifica que los procesos de modernización de seco han permitido optimizar el rendimiento de la maquinaria y, por consiguiente reducir los costes asociados su obsolescencia y desgaste, mientras que en el caso del regadío ocurre el proceso inverso. Finalmente, una vez cuantificados los costes operativos de todas las actividades y de forma previa a la estimación de

los ingresos, se añade a continuación un epígrafe adicional que recoge información sobre el número de horas dedicadas a cada una de las operaciones agrícolas.

Tabla 10.18. Distribución de los costes totales (euros) detallando las amortizaciones en las operaciones de las explotaciones de olivar de Estepa, 2012

Categorías	Sistema de manejo, fertilización y trat.		Poda, desvareto y picado		Recolección de la aceituna		Sistema de riego		Total	
	(1) €	(2) €	(1) €	(2) €	(1) €	(2) €	(1) €	(2) €	(1) €	(2) €
Tradicional	16,12	235,72	6,41	113,73	67,00	450,94	--	--	89,52	800,38
Semi-intensivo	17,40	273,64	5,94	109,17	46,28	588,34	--	--	69,62	971,16
Intensivo	13,59	278,25	5,91	116,02	30,33	739,83	--	--	49,84	1.134,10
Regadío	18,07	275,12	6,64	123,53	52,66	657,88	126,35	340,48	203,72	1.397,01
Agrosistema	16,70	267,30	6,16	113,85	49,08	598,18	24,25	65,34	96,19	1.044,67

Notas:

(1): gastos de amortización del activo fijo

(2): resto de gastos de explotación

Fuente: encuesta a agricultores.

Tabla 10.19. Distribución de los costes totales (porcentajes) detallando las amortizaciones en las operaciones de las explotaciones de olivar de Estepa, 2012

Categorías	Sistema de manejo, fertilización y trat.		Poda, desvareto y picado		Recolección de la aceituna		Sistema de riego		Total	
	(1) %	(2) %	(1) %	(2) %	(1) %	(2) %	(1) %	(2) %	(1) %	(2) %
Tradicional	6,40	93,60	5,33	94,67	12,94	87,06			10,06	89,94
Semi-intensivo	5,98	94,02	5,16	94,84	7,29	92,71			6,69	93,31
Intensivo	4,6	95,34	4,85	95,15	3,94	96,06			4,21	95,79
Regadío	6,16	93,84	5,10	94,90	7,41	92,59	27,07	72,93	12,73	87,27
Agrosistema	5,88	94,12	5,13	94,87	7,58	92,42	27,07	72,93	8,43	91,57

Notas:

(1): gastos de amortización del activo fijo

(2): resto de gastos de explotación

Fuente: encuesta a agricultores.

10.4.7. Cuantificación de las horas de trabajo por actividades

En la tabla 10.20 se muestran los datos obtenidos sobre el número de horas de trabajo dedicadas en las operaciones relacionadas con el sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos, operaciones de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos, y recolección de la cosecha. Para el cálculo de horas se ha tenido en cuenta las horas dedicadas al manejo de maquinaria agrícola y los trabajos manuales necesarios para el desarrollo de las operaciones de la explotación. Los resultados indican que se ha requerido una media de 91,2 h ha⁻¹ en el agrosistema. Las tareas que consumen más mano de obra corresponden con la recolección de la aceituna, 75,5 h ha⁻¹, mientras que las actividades relacionadas con el sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos solo supone 5,2 h ha⁻¹. Por otra parte, se observa una disminución de las horas de trabajo en función del nivel de intensificación que es más evidente en el cultivo en secano. En este sentido, el cultivo tradicional necesita 109,1 h ha⁻¹, el semi-intensivo 89,1 h ha⁻¹ y el intensivo 79,7 h ha⁻¹, cantidades que suponen respectivamente un ahorro del 18,33% y 26,95% con respecto al olivar tradicional, mientras que el regadío necesita 91,2 h ha⁻¹, cifra que representa un reducción del 16,41% del tiempo de trabajo.

Por último, hay que añadir que el agricultor suele participar en el desarrollo de las actividades agrícolas y que cuando no puede realizarlas el mismo recurre a la contratación de personal temporal o a empresas de servicios que se encargan de la gestión de todos los aspectos relacionados con la actividad subcontratada. En general, la progresiva reducción de horas de trabajo y el recurso a las subcontratación de tareas agrícolas forma parte de la tendencia del patrón socioeconómico imperante en el sistema socioecológico industrial, por la que el proceso de modernización lleva aparejado una disminución de las horas de trabajo y una flexibilización del sistema productivo con el objetivo del constante aumento de la productividad (Boyer 1994; Jessop 1994).

Tabla 10.20. Estimación de las horas de trabajo por hectárea en función de los tipos de explotación del agrosistema del olivar, 2012

Categorías	Sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos (h ha ⁻¹)	Operaciones de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos (h ha ⁻¹)	Recolección de la aceituna (h ha ⁻¹)	Horas totales (h ha ⁻¹)
Tradicional	4,9	14,4	89,7	109,1
Semi-intensivo	5,2	10,8	73,1	89,1
Intensivo	4,7	8,7	66,3	79,7
Regadío	5,9	11,0	74,3	91,2
Agrosistema	5,2	11,2	75,5	91,9

Fuente: encuesta a agricultores.

10.5. Estimación de los ingresos

Anteriormente se comentó que el agricultor recibe un flujo monetario por la venta de la producción y las ayudas de la PAC. Estos dos conceptos corresponden respectivamente con las partidas contables de ingresos de explotación y subvenciones a la explotación. La cuantificación de la primera se realiza en función al precio que recibe el agricultor por la venta de su cosecha, que se ha estimado en $0,39 \text{ € kg}^{-1}$ de aceituna producido. La valoración de la segunda partida depende de la normativa que regula su cobro. Es conveniente indicar que a partir de la temporada de 2006 se modificó el régimen de ayudas de la PAC²³⁷. Los principales cambios en la regulación tenían como objetivo desacoplar las ayudas a la producción de las explotaciones que, hasta ese momento, era el mecanismo que se empleaba. El nuevo sistema se centró en conceder la subvención sobre la base de una referencia histórica de las ayudas recibidas²³⁸ y unos requisitos de condicionalidad²³⁹ en función de las características estructurales y de funcionamiento de la explotación. Así, para su cálculo se tiene en cuenta la dimensión de la explotación, antigüedad, pendiente, ubicación, modelo de explotación (sistema de manejo en función unos códigos de buenas prácticas) y una serie de derechos de cobro que se relacionan con factores socioeconómicos (herencia, régimen de propiedad y renuncias a otro tipo de derechos de cobro, ente otros aspectos).

En general, la cuantificación de los ingresos por la subvención de la PAC es una tarea compleja debido al elevado número de variables que intervienen y dado que no ha sido posible obtenerlo directamente de los agricultores se ha optado finalmente por adoptar una estimación a partir de la literatura. En este sentido, Cubero y Penco (2012) han calculado una subvención media de $1,05 \text{ € kg}^{-1}$ de aceite producido. Si se considera un rendimiento graso medio del 20% de la producción de aceitunas se obtiene un ingreso de $0,21 \text{ € kg}^{-1}$ de aceituna. Este valor está próximo a la media de $0,22 \text{ € ha}^{-1}$ de los trabajos de Vera et al. (2006) para el olivar de la provincia de Jaén. Por otra parte, Vilar et al. (2010), en consonancia con las investigaciones de Velasco (2009), aplican una subvención de $0,13 \text{ € kg}^{-1}$ de aceituna producida. Para salvar estas divergencias se ha estimado la media de las publicaciones más recientes, en concreto Cubero y Penco (2012) y Vilar et al. (2010). Como resultado, se ha valorado un ingreso medio de $0,17 \text{ € kg}^{-1}$ de aceituna producida, cantidad que será utilizada en la evaluación de la rentabilidad de la explotación²⁴⁰.

En la tabla 10.21 se exponen los ingresos totales que recibe el agricultor y se detallan los que corresponden por ventas de producción y subvención, en función de los tipos de explotación. Los ingresos brutos medios en el agrosistema son de $2.251,76 \text{ € ha}^{-1}$, de los cuales $1.568,19 \text{ € ha}^{-1}$ son

²³⁷ Las modificaciones fueron reguladas en el ámbito europeo a través del Reglamento (CE) nº 1782/2003 y el Reglamento (CE) 796/2004, que desarrolla las condiciones para la aplicación de la condicionalidad, la modulación y el sistema integrado de gestión y control de las explotaciones.

²³⁸ La referencia histórica corresponde con las campañas 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 y 2002/2003.

²³⁹ La Orden de la Consejería de Agricultura y Pesca de 23 de junio de 2005 desarrolla los requisitos de aplicación (condicionalidad) en relación con las ayudas directas en el marco de la PAC.

²⁴⁰ Aunque este procedimiento no permite obtener el dato exacto del valor económico que se imputa a las explotaciones de Estepa por las medidas de desacoplamiento, su utilización se justifica porque es una aproximación realizada a partir de datos históricos sobre el nivel de ayudas de la PAC.

originados por las ventas (70%) y 683,57 € ha⁻¹ son obtenidos a través de la subvención (30%). Estos datos van a ser comparados a continuación con los ingresos medios en el olivar andaluz. En este sentido, si se tiene en cuenta que el año 2012 la producción de aceitunas de la región fue de 2.580.430 toneladas²⁴¹ en una extensión de total de 1.415.377 ha²⁴², se obtiene que el rendimiento medio por superficie es de 1.823,14 kg ha⁻¹, aunque esta cifra sería más elevada si se tienen en cuenta los trabajos de otros autores²⁴³. Si además se tiene en cuenta que las liquidaciones medias en dicha campaña fueron de 1,78 euros por cada kilogramo de aceite obtenido en la almazara²⁴⁴, y si considera un rendimiento graso del 20%, se obtiene que una hectárea media de olivar en Andalucía tiene unos ingresos de 638,10 € ha⁻¹. Si a esta cantidad se le añade una subvención media de 0,17 € kg⁻¹ se obtiene una ayuda de 309,93 € ha⁻¹, lo que supone unos ingresos finales de 948,03 € ha⁻¹, cifra que se sitúa por debajo de los umbrales de rentabilidad, en coherencia con los análisis de Cubero y Penco (2012) para el caso del olivar tradicional no mecanizable para España y Vera et al. (2006) para el tradicional de las comarcas olivareras de Jaén.

Sin embargo, los resultados que se han obtenido para el agrosistema de Estepa son sustancialmente más elevados (2.251,76 € ha⁻¹), en línea con los datos de producción que fueron expuestos en el epígrafe 8.4 *Análisis de las salidas de materiales*. Esto se explica porque los procesos de modernización del olivar introducidos desde los años noventa en el olivar orientados a la mejora de la calidad en la producción (véase epígrafe 4.3.5 *Hacia una nueva transición del régimen socioecológico: la incorporación de la calidad territorial y el medio ambiente en las políticas públicas*) han tenido una importante repercusión en la comarca, en concreto con el desarrollo de la denominación de origen y la introducción de la producción integrada. En general, esto ha supuesto la incorporación de prácticas agrarias que fueron analizadas en el capítulo 8 y que estaban enfocadas a la mejora de la producción, que inciden en la fertilización, sistema de manejo del suelo (uso extensivo de las cubiertas), reutilización de los restos de poda y un consumo más racional de insumos, entre otros aspectos. De forma paralela, los procesos de modernización han dado lugar a una intensificación de las explotaciones hacia el cultivo semi-intensivo e intensivo de secano, de modo que ambos representan el 61,51%, el regadío el 19,19%, mientras que el tradicional de secano sólo abarca el 19,30% del olivar. Todos estos procesos de mejora del olivar e introducción de prácticas agrarias junto con las características de los condicionantes naturales de Estepa (principalmente localizado en campiña y sin problemas de erosión ni marginalización del cultivo) han dado lugar a dos hechos significativos: por una parte, un aumento de la producción media en comparación con el resto del olivar andaluz (4.021 kg ha⁻¹ frente a la media andaluza de 1.823,14 kg ha⁻¹) y, por otra, una diferencia de renta debida a la calidad reconocida por la

²⁴¹ Dato del Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2013.

²⁴² Dato del Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2013.

²⁴³ En este sentido, Gómez et al. (2014, p. 176) estima un rendimiento medio del olivar en Andalucía en las campañas 2006/2010 de 3.205 kg ha⁻¹, mientras que Delgado Cabeza (2014, p. 110, gráfico 4) calcula para la campaña de 2009 un rendimiento promedio entre 3.500 y 4.000 kg ha⁻¹.

²⁴⁴ Según los datos del Observatorio de Precios y Mercados de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

introducción de dichos procesos de mejora (este aspecto será estudiado en el capítulo 12, dedicado al análisis socioeconómico del SIAL). Esto último se refleja en el hecho de que en Estepa se pague una liquidación por kilogramo de aceite producido al agricultor de 1,95 € ha⁻¹, es decir, un 9,55% superior a la media del Observatorio de Precios (1,78 € ha⁻¹) y un 14,04% más elevado que la liquidación de Poolred²⁴⁵ (1,71€ ha⁻¹). En general, la presencia de tipologías de olivar más próximas a las categorías de intensivas de secano de Cubero y Penco (2012), junto con el desarrollo de prácticas agrarias orientadas a la mejora de la producción, contribuye a explicar los mayores ingresos en el cultivo de olivar de Estepa.

Por otra parte, si se analizan los resultados obtenidos en la tabla 10.21 en función de las tipologías de olivar se aprecia que el nivel de ingresos brutos aumenta según se incrementa el nivel de intensificación, de forma que el valor medio de 1.646,74 € ha⁻¹ estimado para el sistema tradicional se eleva hasta 2.707,93 € ha⁻¹ en el intensivo, una cantidad superior en un 36,7%. Asimismo, el cultivo en regadío muestra unos ingresos de 2.495,30 € ha⁻¹, cantidad que es inferior a los ingresos del cultivo intensivo de secano, hecho que era de esperar debido al menor rendimiento de productivo de este tipo de explotaciones en la comarca de Estepa por los motivos que fueron explicados en el epígrafe 8.4.2.3 *Análisis de los rendimientos en el sistema de explotación de regadío*.

Tabla 10.21. Ingresos por ventas y subvención a la explotación en el agrosistema y modelos de explotación, 2012

Categorías	Ventas de la producción (€ ha ⁻¹)	Subvención a la explotación (€ ha ⁻¹)	Ingresos totales (€ ha ⁻¹)
Tradicional	1.146,84	499,90	1.646,74
Semi-intensivo	1.569,31	684,06	2.253,37
Intensivo	1.885,88	822,05	2.707,93
Regadío	1.737,80	757,50	2.495,30
Agrosistema	1.568,19	683,57	2.251,76

Fuente: encuesta a agricultores.

10.6. Estimación del margen operativo

La estimación del umbral de rentabilidad de la explotación, punto de equilibrio o margen operativo se realiza calculando la diferencia entre los ingresos de explotación (ventas de la producción) y los costes totales. El valor resultante es el margen bruto antes de impuestos y subvenciones y refleja el nivel de costes a partir del cual la explotación es viable por sí misma desde el punto de vista económico. Este margen también se puede expresar en porcentaje sobre

²⁴⁵ Poolred es el sistema de información de precios en origen del aceite de oliva de la Fundación del Olivar. El dato está referido a mayo de 2012 y ha sido tomado de Cubero y Penco (2012, p. 42).

los costes totales, de forma que el dato obtenido representa la rentabilidad económica, también conocido como ROA (*return on assets*)²⁴⁶, que es independiente de la estructura financiera de la explotación.

En la tabla 10.22 se muestran las cantidades obtenidas correspondientes a estos conceptos para el agrosistema y los sistemas de explotación. La media del margen bruto operativo es de 427,32€ ha⁻¹ con una rentabilidad económica de 27,2% sobre los costes de operación. Por otra parte, si se observan los resultados por sistema de explotación se distinguen diferencias entre los cultivo en régimen de secano y regadío. Si se atiende al margen bruto, los beneficios de la explotación ascienden en función del nivel de intensificación desde 256,94 € ha⁻¹ en el cultivo tradicional hasta 701,94 € ha⁻¹ en el intensivo, una cantidad 2,73 veces superior. Si se tiene en cuenta la rentabilidad económica, las subidas no guardan la misma proporcionalidad. Así, las explotaciones tradicionales presentan una rentabilidad del 22,4%, valor que alcanza los 37,2% en el intensivo, lo que supone un incremento de la rentabilidad en 0,7 veces el dato inicial. Esto significa que el aumento de los costes en una unidad monetaria adicional implica un aumento marginal decreciente en los ingresos económicos por ventas conforme se eleva el nivel de intensificación. Es decir, se manifiesta una disminución marginal de la rentabilidad según se intensifica el cultivo, lo que implica que las explotaciones más intensivas presenten una estructura operativa más razonable en términos económicos que las tradicionales.

Tabla 10.22. Margen operativo bruto del agrosistema y de los tipos de explotación, 2012

Categorías	Ventas de la producción (€ ha ⁻¹)	Costes totales (€ ha ⁻¹)	Margen bruto (€ ha ⁻¹)	Rentabilidad económica (*) (%)
Tradicional	1.146,84	889,90	256,94	22,4%
Semi-intensivo	1.569,31	1.040,78	528,53	33,7%
Intensivo	1.885,88	1.183,94	701,94	37,2%
Regadío	1.737,80	1.600,73	137,07	7,9%
Agrosistema	1.568,19	1.140,86	427,32	27,2%

(*) La rentabilidad económica se ha asimilado al la rentabilidad bruta de explotación (véase nota de pie de página del primer párrafo de este apartado).

²⁴⁶ En principio la rentabilidad económica se calcula a partir del rendimiento de los activos sin tener en cuenta la estructura financiera. No obstante, dadas las características de los activos de las explotaciones agrarias del olivar en la comarca, que fueron explicadas en el apartado 3.8.3.2 *Modelos generales de asignación de costes*, por la que los agricultores, por una parte, no suelen valorar el principal activo (la plantación) en función de la su capacidad de producción sino en función de otras variables relacionadas con aspectos sociales, y, por otra, no suelen tener en cuenta los gastos de amortización de la maquinaria, no parece oportuno calcular este ratio en función del valor de los activos. La solución que se ha considerado más adecuada es asimilar la rentabilidad económica a la rentabilidad bruta de la explotación, que se calcula dividiendo el margen bruto entre las ventas. De esta forma se evita la utilización de los valores contables de los activos fijos en el cálculo de este ratio y, por tanto, la posible distorsión del valor final con respecto a la rentabilidad económica contemplada por el agricultor.

Fuente: encuesta a agricultores.

En relación al cultivo en régimen de regadío, el margen bruto (427,32 € ha⁻¹) y el nivel de rentabilidad de las fincas (7,9%) es notablemente menor que en el resto de sistemas de explotación. En principio, la introducción del sistema de riego supone un aumento de la cosecha de aceitunas debido a la eliminación de las restricciones de los recursos hídricos para el cultivo. Como consecuencia se generan unos ingresos monetarios mayores por la venta de la producción (1.737,80 € ha⁻¹) que se acercan a la media del cultivo intensivo en secano (1.885,88 € ha⁻¹). Sin embargo, si se observan los costes totales de las explotaciones en regadío se aprecia que son los más elevados del agrosistema, pues suponen una media de 1.600,73 € ha⁻¹, valor superior en un 35,2% a los costes del intensivo de secano, el siguiente más alto de los modelos de explotación. Esto se explica porque los gastos asociados al sistema de riego (466,84 € ha⁻¹) repercuten en unos costes finales más elevados que no se traducen en una mejora proporcional de la producción y, por tanto, de los ingresos por ventas. En conclusión, el sistema de explotación en régimen de regadío es el que presenta la estructura productiva menos óptima, desde el punto de vista económico.

Para completar el análisis de la viabilidad económica de la explotación hay que considerar el resto de entradas monetarias que no se generan por la actividad productiva (ventas) pero que afectan a la estructura de gastos e ingresos. En concreto, se trata de contabilizar los ingresos por la subvención de la PAC. Para ello se emplea el concepto de margen neto, que se calcula detrayendo las subvenciones al margen bruto. Es conveniente matizar que a este último concepto no se le ha restado los impuestos porque se aplican sobre el beneficio o renta neta del agricultor y, por tanto, no son determinantes para el estudio de la sostenibilidad económica. En la tabla 10.23 se detallan los resultados obtenidos para el margen neto expresado en euros generados por hectárea y por kilogramo de aceituna producida. Este supone una media 1.110,89 € ha⁻¹ en el agrosistema, de los que la mayor parte (61,5%), 683,57 € ha⁻¹ corresponden a la subvención, mientras que el resto (38,5%), 427,32 € ha⁻¹, es el margen bruto (ingresos por ventas menos costes de explotación). Estos datos son indicativos de la importancia de la subvención en la estructura de costes y, por consiguiente, en el rendimiento económico neto de las explotaciones.

Si se realiza el mismo análisis por tipos de explotación, se aprecian resultados diferentes en función del régimen de secano y regadío de forma similar que en el estudio por margen bruto. En este sentido, los datos obtenidos muestran que el margen neto aumenta desde 756,84 € ha⁻¹ en el sistema tradicional hasta 1.523,99 € ha⁻¹ en el intensivo. En este caso, el margen neto solo asciende a prácticamente el doble (101,4%), mientras que el margen bruto se multiplicaba por 2,71 entre ambos modelos de explotación. De esta forma, por efecto de la subvención se produce una mejora del margen de explotación más elevada en el modelo tradicional que el intensivo, es decir, las políticas públicas agrícolas actúan como un mecanismo de redistribución de la rentas de explotación en el agrosistema. Asimismo, se observa que el margen neto por kilogramo producido de aceituna sube al mismo tiempo que lo hace el nivel de intensificación, de modo que se pasa de un beneficio de 0,26 € kg⁻¹ de aceituna en el tradicional a 0,32 € kg⁻¹ en el intensivo. Por otra parte, en el caso de los cultivos en régimen de regadío, el efecto subvención también repercute en una

mejora de la viabilidad económica, pues el beneficio aumenta desde 137,07 € ha⁻¹ de margen bruto hasta 894,57 € ha⁻¹ de margen neto, lo que contribuye a subir el umbral de rentabilidad a un nivel intermedio entre el modelo tradicional (756,84 € ha⁻¹) y las explotaciones intensivas (1.212,58 € ha⁻¹). Finalmente, una vez expuestos los datos anteriores, se procede a extraer unas conclusiones generales en el siguiente apartado a partir de una visión conjunta de los resultados obtenidos.

Tabla 10.23. Margen operativo neto del agrosistema y de los tipos de explotación, 2012

Categorías	Margen bruto (€ ha ⁻¹)	Subvención a la explotación (€ ha ⁻¹)	Margen neto (€ ha ⁻¹)	Margen neto (€ kg ⁻¹ aceitunas)
Tradicional	256,94	499,90	756,84	0,26
Semi-intensivo	528,53	684,06	1.212,59	0,30
Intensivo	701,94	822,05	1.523,99	0,32
Regadío	137,07	757,50	894,57	0,20
Agrosistema	427,32	683,57	1.110,89	0,28

Fuente: encuesta a agricultores.

10.7. Conclusiones

Los datos obtenidos a través de la cuantificación de los flujos monetarios del agrosistema contribuyen a conocer en qué medida el agrosistema presenta un grado de estabilidad socioeconómica. Sin embargo, antes de extraer conclusiones, es necesario distinguir los factores que intervienen en la relación final del intercambio de flujos entre el sistema agrario y el sistema socioeconómico. Estos se identifican con elementos endógenos y exógenos que van a determinar lo que cambia en la relación de intercambios entre ambos sistemas. A continuación se realiza una exposición de las ideas que se derivan de esta diferenciación.

Factor endógeno

El factor endógeno se relaciona con los elementos estructurales biofísicos y las prácticas relacionadas con los modelos generales agrarios que dotan a las explotaciones la capacidad para mantener la relación de flujos que las vinculan con el sistema socioeconómico y que, por tanto, determinan un grado concreto de estabilidad socioeconómica. Principalmente está referido a la salida de materiales que lo conectan con el conjunto de estructuras formadas por los agentes e instituciones que intervienen en el intercambio del flujo de materiales, o de demanda de producción, y monetario u oferta del mercado. Este último se entiende como un subsistema del sistema socioeconómico que tiene como función principal la formación de precios.

Por otra parte, esta función del mercado también tiene otras implicaciones importantes en el nivel de entrada de insumos en agrosistema. Su importancia radica en que los sistemas agrarios

modernos se caracterizan por la introducción de un nivel significativo de materiales y energía procedentes del sistema socioeconómico (Pimentel y Pimentel 2008). Estos insumos necesitan ser intercambiados previamente en el mercado por un flujo de salida monetario del sistema agrario a través del mecanismo de formación de precios. De esta manera influirá en el nivel de entrada de materiales y energía en la medida en que el coste final de las compras sea más o menos favorable para el agricultor y, por tanto, en la producción final. En consecuencia, la producción final del agrosistema y, por consiguiente, el factor endógeno queda restringido por la relación de flujos monetarios que lo conectan al sistema socioeconómico a través del mercado.

En conclusión, la valoración monetaria del flujo de entrada y salida del agrosistema está condicionada, por una parte, por las características estructurales biofísicas y prácticas que permiten obtener una determinada producción y, por otra, por el funcionamiento del mercado como componente institucional del sistema socioeconómico. La cantidad económica que paga el agricultor por los insumos y el montante que recibe por la producción son el reflejo del conjunto de relaciones que intervienen en el mecanismo de formación de precios. El estudio de los gastos e ingresos asociados a las operaciones de compra y venta que realiza el agricultor para la adquisición de los insumos y la enajenación de la producción ofrece información sobre la estabilidad socioeconómica de los sistemas de explotación. En general, para su valoración se aplican modelos de representación contables de costes cuyos resultados estarán más próximos a la realidad del agricultor cuando los valores que se asignen a las entradas y salidas sean los más cercanos a los desembolsos y cobros efectuados en las operaciones de explotación.

En el caso del agrosistema estudiado la valoración monetaria del flujo entradas y salidas se ha realizado mediante la aplicación de un método de contabilidad de costes orientado a representar el valor económico de los gastos e ingresos desde el punto de vista más cercano al agricultor como sujeto responsable final del control de flujos en el proceso productivo de la explotación del olivar. La herramienta metodológica aplicada ha sido el modelo de costes basado en actividades (ABC), que prioriza la relación medio-fines sobre la relación causa-efecto y, por tanto, establece una jerarquía del sistema de partidas contables en función de las necesidades del destinatario de la información. La principal ventaja de la utilización de este sistema es que la valoración final se aproxima, en la medida de lo posible, a la realidad económica del agricultor. Por otra parte, la aplicación de este método permite valorar los activos de un modo más acorde a la forma en que el agricultor contempla este concepto y que puede ser explicada a través de las dos ideas siguientes.

La primera se refiere a las formas tradicionales de valoración de los principales activos en el campo, principalmente tierra, plantación y maquinaria. En este sentido, la forma tradicional de transmisión de la propiedad de la explotación en el agrosistema es a través de herencias, por lo que la finca no se suele comprar o vender. Por otra parte, en el caso de que se realice una compraventa el precio refleja el prestigio social que recibe el propietario de la tierra por su posesión y, por tanto, no depende del potencial productivo de la plantación. En consecuencia, la consideración de la finca como una inversión productiva y la incorporación de su valor en un modelo contable de costes distorsionaría el margen de explotación, pues se añadirían conceptos contables que no son equivalentes. Así, el margen de explotación corresponde con las

entradas y salidas económicas necesarias para realizar las operaciones para el funcionamiento de la explotación entendida como una actividad productiva, no como un activo social. Por otra parte, en relación al segundo activo, una de las características de las plantaciones permanentes de olivar (marcos amplios y antigüedad de la plantación) es que mantienen su capacidad productiva en una escala temporal amplia (Pastor et al. 1998, 2006a; Navarro y Parra 2008). La media de 49 años de edad y 149 olivos ha⁻¹ de las plantaciones del agrosistema hacen pensar que este periodo temporal es superior a la vida laboral del agricultor, lo que implica que la amortización por depreciación de no incorporada como gasto operativo de la explotación. Respecto a la maquinaria, el agricultor tiende a mantenerla por encima del periodo de vida útil, por lo que los gastos de amortización se recuden y son suplidos en parte por costes de reparación y mantenimiento más elevados que son computados como gastos operativos de la explotación, no como amortización del activo. En general, estas tres formas de valorar los activos reflejan una tendencia a desvincular el valor de los activos de la explotación en el agrosistema.

La segunda idea es que existe una tendencia global a disminuir el peso del activo fijo en el sistema socioeconómico. Esto se debe a que la dinámica de los procesos de flexibilización productiva que surgieron en la organización de las actividades económica en la década de los ochenta, y que en la actualidad son predominantes, favorece la reducción y eliminación de los costes fijos en el sistema productivo, pues los niveles de producción se adaptan a una demanda variable e incierta (Boyer 1994; Jessop 1994). De esta forma se aminoran todos los conceptos relacionados con los gastos fijos a través de externalización, por lo que pasan a ser variables. Entre dichos conceptos se incluye el activo (instalaciones, fábricas, edificios, etc.) y las plantillas permanentes, que tienen a ser sustituidas por personal laboral temporal. La manera de organizar la gestión de las actividades económicas de las explotaciones agrícolas estudiadas presenta similitudes con este modelo de organización productiva flexible, a pesar de provenir de la tradición rural.

En general, la forma en que el agricultor contempla el activo y los gastos operativos hace pensar que adopta simultáneamente dos modos de valorar la finca. La primera correspondería con una organización productiva que se gestiona según las pautas del mercado, por la que se tiende a que todos los gastos sean variables y que no existan activos. En este sentido, las actividades que no pueden ser desarrolladas por el agricultor son externalizadas mediante la subcontratación de empresas suministradoras que se encargan de realizar las actividades que implicar unos gastos mayores, en particular la recolección de la aceituna y las operaciones de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos. La segunda consistiría en concebir el patrimonio de la empresa y, en particular, la tierra, como el reflejo de su situación social en función de un orden de valores tradicionales que son característicos del sistema socioeconómico local donde desempeña su función productiva. Estos aspectos serán estudiados posteriormente en el análisis de sistema socioeconómico.

Una vez argumentado el modo de valoración de los activos por parte del agricultor, se justifica el empleo del modelo de contabilidad de costes por actividades como el más idóneo para reflejar el balance de las entradas y salidas de flujos monetarios del agrosistema, puesto que ha demostrado ser lo suficientemente flexible para incluir los costes fijos como gastos de explotación necesarios

para el desarrollo de las operaciones agrícolas. El análisis de los resultados obtenidos por la aplicación de este método ha arrojado información sobre el nivel de estabilidad socioeconómica endógena del sistema agrario. En este sentido, se ha considerado la utilización del margen bruto operativo y la rentabilidad económica de la explotación como indicadores. El primero se ha cuantificado en una media de 427,32€ ha⁻¹ y el segundo en un 27,2% de rendimiento económico medio de la explotación. La viabilidad final de la explotación dependerá del número de hectáreas necesarias para obtener una renta suficiente para el mantenimiento del agricultor. Así, el 80,77 % de los agricultores disponen de explotaciones con una dimensión media por debajo de 20 ha, por lo que su renta sería inferior a 8.546,5 € que generaría una finca de ese tamaño. Esto significa que el agrosistema no presenta una sostenibilidad socioeconómica endógena o desde el punto de vista del mercado para la mayor parte de los titulares de las explotaciones.

Por otra parte, si se observan los datos medios del margen operativo bruto en cada uno de los niveles de intensificación del cultivo en secano se aprecia que aumenta desde 256,94 € ha⁻¹ en el cultivo tradicional hasta 701,94 € ha⁻¹ en el intensivo, una cantidad 2,73 veces superior. Estos rendimientos económicos son el resultado del proceso de modernización de la agricultura. Asimismo, si se tienen en cuenta la rentabilidad de la explotación, los incrementos son menores, lo que quiere decir que los modelos más intensivos se encuentra próximos al óptimo de producción. Esto implica que los aumentos de los insumos en términos monetarios repercuten en la producción en menor medida en los modelos más intensivos de explotación que en los que manifiestan un grado de intensificación menor. Asimismo, también se ha visto que el sistema de explotación en regadío es el que presenta una estructura de costes menos eficiente en relación a los ingresos generados por cada unidad monetaria introducida, que se materializa en una rentabilidad de 7,9€, valor muy reducido en comparación con la media (27,2%). En general, los escasos rendimientos medios del agrosistema son compensados por el sistema socioeconómico mediante la incorporación de otro flujo monetario que afecta a las relaciones con el sistema socioeconómico y es exógeno a la relación entre el agrosistema y el mercado. A continuación se comentan y se extraen conclusiones.

Factor exógeno

El segundo factor contemplado para evaluar la sostenibilidad socioeconómica del agrosistema se relaciona con los elementos ajenos al intercambio de los flujos de producción y monetario que se realiza en el subsistema del mercado. En concreto, el sistema socioeconómico genera un flujo monetario adicional de entrada en el agrosistema que se justifica por la existencia de un interés general para que las explotaciones del sistema agrario continúen su actividad productiva. El valor de este flujo monetario se cuantifica en relación otros que se generan en la explotación de forma directa e indirecta y que repercuten positivamente en la estabilidad del sistema socioeconómico.

La existencia de este flujo se explica por una nueva asignación de funciones al agrosistema denominada multifuncionalidad que tiene su origen en la superación de la crisis del modelo basado en el paradigma productivista que estuvo provocada, a su vez, por el fracaso de las políticas agrarias, la reducción del empleo agrario originada por los procesos de intensificación

tecnológica, así como el dualismo estructural. En general, las nuevas funciones se relacionan con el mantenimiento de la población por la actividad agraria desarrollada en el agrosistema y por la existencia de objetivos ecológicos no valorados por los mecanismos de formación de precios del mercado (Delgado et al. 2003; Ramos 2003; Wilson 2007; Renting et al. 2009; Sanz-Cañada 2010; Sanz-Cañada et al. 2010).

Este flujo corresponde con la subvención que la PAC concede a los agricultores por aplicar unas prácticas agrícolas que deben de cumplir los requisitos de condicionalidad establecidos por la normativa de las instituciones que regulan el sistema de ayudas. La inclusión de este valor económico en el sistema de costes utilizado en el análisis ha dado como resultado la obtención de un margen neto que supone la entrada de un flujo monetario de 1.110,89 € ha⁻¹ en el agrosistema, de los que 61,5% corresponden al factor exógeno al mercado (subvención) y el 38,5% al endógeno (margen bruto obtenido de los ingresos por ventas menos los costes operativos). Estos datos son demostrativos de la importancia de la subvención en la estructura de costes y, por consiguiente, en la estabilidad socioeconómica del agrosistema.

De esta forma, el margen operativo neto se multiplica por 2,6 con respecto al margen operativo bruto, lo que implica una mejora sustancial de renta. Así, las explotaciones de 20 ha pasan de generar 8.546,5 € de renta bruta a 22.217,9 € de renta neta. Esto hace que nivel de ingresos que correspondía a una finca 20 hectáreas sin subvención equivalga con la adición de la renta de la PAC a una explotación de 7,7 ha. Si se tiene en cuenta que el 68,2% dispone de explotaciones de menos de 10 hectáreas y que el 31,9% posee fincas con una dimensión entre 5 y 10 ha, el efecto final de la subvención desempeña un papel importante en el mantenimiento socioeconómico de las explotaciones del agrosistema con menor tamaño. En conclusión, la actuación de la política agraria pública en materia de ayudas a los agricultores tiene unos efectos en la viabilidad económica de la pequeña propiedad.

Por otra parte, los efectos de la PAC se manifiestan en una redistribución de la renta entre los distintos niveles de intensificación de las explotaciones agrícolas. Los análisis que se han realizado por modelo de explotación muestran que la mejora del margen es más elevada en el tipo tradicional que en el intensivo. Esto se justifica porque el valor del margen del intensivo multiplicaba por 2,7 la media del tradicional antes de la subvención, mientras que si se computa en la estructura de costes la diferencia solo se multiplica por 2. En conclusión, se puede afirmar que el sistema de rentas de la política agraria repercute en una convergencia de rentas entre los distintos modelos de explotación que favorece a los que presentan una estructura de costes menos rentable y que, en el caso del secano, corresponde el sistema tradicional. Por otra parte, las explotaciones en regadío también se ven beneficiadas por el efecto renta, que, en este caso, no se asocia a un nivel concreto de intensificación, sino a unas características determinadas por su estructura de costes. Estos resultados son el reflejo de una contradicción que la PAC debe de afrontar. En este sentido, las políticas públicas deben de apoyar, por una parte, a los pequeños agricultores porque tienen un impacto social más importante que los grandes propietarios (son más numerosos y contribuyen a mantener la población rural) y, por otra, deben favorecer la difusión de las mejores prácticas en relación con el medio ambiente. El problema es que los

primeros se suelen asociar a las explotaciones tradicionales con un nivel menor de intensificación productiva menor pero con unas prácticas agrarias con mayor impacto ambiental que los modelos semi-intensivo e intensivo de secano. Este hecho sugiere la necesidad continuar investigando en el futuro sobre las relaciones sociedad-naturaleza en otros territorios para obtener conclusiones que puedan orientar al diseño de las políticas públicas para mantener unos niveles de desarrollo socioeconómico socialmente justo y, al mismo tiempo, respetuoso con el medio ambiente.

Por último, para finalizar, es necesario realizar un comentario en relación al modelo de producción del regadío. En general, los datos obtenidos sobre este tipo de explotaciones en la comarca de Estepa han mostrado que su grado de modernización que no corresponde con los estándares de producción que se había identificado en la revisión de la literatura. El hecho de que la media de las fincas en régimen de regadío manifieste un menor nivel de modernización en comparación con el que se establece como el adecuado para este tipo de explotación desde el punto de vista agronómico (Pastor et al. 1998; Pastor et al. 2006a; Navarro y Parra 2008; Cubero y Penco 2012), repercute negativamente en su estructura de costes y, por consiguiente, en su rentabilidad.

Capítulo 11. Análisis conjunto de los flujos de materiales, energéticos y económicos

11.1. Introducción

En este capítulo se examinarán conjuntamente las relaciones entre los flujos de materiales, energía y económicos en las explotaciones de olivar de Estepa. Hay que aclarar que, en primer lugar, el análisis se realizará distinguiendo entre flujos económicos y energéticos asociados a los materiales, y los que corresponden a las operaciones, según el modelo metodológico expuesto en el apartado 3.8.2 *Método para la cuantificación del flujo de materiales y energía*. Hay que aclarar que esta diferenciación de conceptos también fue tenida en cuenta en la contabilización de los costes económicos que se efectuó en el capítulo 10. De este modo, se presenta un esquema conceptual referido al sistema de explotación del cultivo del olivar que ha sido compartido tanto en el análisis de los flujos de materiales y energía como en el económico, lo que posibilita la comparación de valores físicos, energéticos y monetarios, a pesar de que estén descritos en unidades no equivalentes en la escala espacio-temporal.

Es conveniente recordar que en relación al flujo de materiales se sigue el método de valoración del análisis energético citado anteriormente. En este sólo se consideran los conceptos que implican un consumo de energía no renovable. Asimismo, las entradas de materiales están vinculadas al flujo energético mediante un conversor que sirve para establecer una relación de equivalencia entre unidades energéticas, referidas a la energía primaria no renovable equivalente, y los materiales físicos, en términos de masa y volumen. Los datos físicos y energéticos que se tomarán proceden del análisis efectuado en el epígrafe 9.2.1 *Energía contenida en los materiales que se incorporan directamente a la explotación* del capítulo 9.

Por otra parte, en relación a la valoración de los flujos energéticos, además de los datos sobre materiales citados anteriormente, se utilizarán los resultados obtenidos en el apartado 9.2.3 *Entradas totales de energía (materiales y operaciones)*. La consideración por separado del consumo de materiales y operaciones permitirá extraer información sobre el efecto de la maquinaria en el consumo energético en relación con los materiales que se incorporan directamente. Sin embargo, en el balance económico hay que puntualizar que, además del coste monetario de los recursos energéticos, también se considera el gasto asociado a la mano de obra, servicios de alquiler, gastos de reparación y mantenimiento, así como los necesarios para el desarrollo de la actividad productiva en la explotación. Los datos que se emplearán proceden del apartado 10.4.6 *Costes totales*, en el que se detallan los gastos en función de los materiales y operaciones agrícolas.

Una vez realizadas estas aclaraciones se procede a comentar el contenido de este capítulo, que se desarrolla en cuatro epígrafes. El primero corresponde con el análisis comparado de los flujos de entrada de materiales con sus costes energéticos y económicos. Para ello se tendrá en cuenta la entrada física de fertilizantes inorgánicos (N, P, K) y orgánicos, productos fitosanitarios (insecticidas, fungicidas y herbicidas), los costes energéticos de estas sustancias y el gasto económico que suponen para el agricultor. La comparación se realizará a partir de relacionar estas entradas con los balances energéticos y económicos de la explotación. En un segundo epígrafe se

abordará el estudio conjunto de los flujos asociados a las operaciones agrícolas en la explotación, según el esquema propuesto en esta investigación en relación con sus costes energéticos y económicos. Esto se realizará en un primer punto distinguiendo las entradas de materiales de las operaciones y, posteriormente, en un segundo punto, imputando los valores de dichas entradas a las operaciones agrícolas. De esta forma, se computan los materiales en términos energéticos, lo que facilitará las comparaciones que se realizarán en el apartado siguiente, en el que se presenta una visión conjunta de los balances de entrada y salida de los flujos energéticos y económicos. Finalmente, el capítulo se cierra con unas conclusiones generales sobre los resultados obtenidos del comportamiento económico y energético de las explotaciones con el sistema socioeconómico y las relaciones entre ambos.

11.2. Análisis comparado de los flujos de entradas de materiales con sus costes energéticos y económicos

Los insumos de materiales que se incorporan directamente a la explotación son, por un lado, los fertilizantes y, por otro, los productos fitosanitarios. En relación al primer tipo, en la tabla 11.1 se exponen los resultados obtenidos de las entradas físicas de materiales asociadas a la fertilización inorgánica (N, P, K) y orgánica (estiércol), así como el coste energético, que refleja el gasto de la energía primaria no renovable equivalente contenida en estos insumos, y el económico, que representa las cantidades monetarias necesarias para su adquisición en el sistema socioeconómico en las explotaciones de olivar de la comarca de Estepa. Los datos medios del agrosistema son de 52,73 kg N ha⁻¹, 7,24 kg P ha⁻¹, 13,90 kg K ha⁻¹, en el caso de los fertilizantes inorgánicos y de 2.838 kg estiércol ha⁻¹ de orgánicos. El coste energético de estos materiales asciende a 4.464,3 MJ ha⁻¹, mientras que el económico supone 104,21 € ha⁻¹.

Por otra parte, en el capítulo 8 se ha mostrado que los procesos de intensificación del olivar han dado lugar a un consumo más racional de fertilizantes inorgánicos en relación con el cultivo tradicional que se compensa con una mayor carga de consumo de abono orgánico (aunque más leve en el intensivo). En relación a esto, los nuevos patrones de consumo implican, en primer lugar, una disminución de los costes energéticos no renovables asociados a los fertilizantes, especialmente en el caso del semi-intensivo y regadío, que suponen respectivamente 4.110,2 MJ ha⁻¹, 4.087,5 MJ ha⁻¹ frente al tradicional, que presenta un coste energético de 5.187,5 MJ ha⁻¹. En segundo lugar, se produce un ligero aumento del coste económico al pasar de 92,03 € ha⁻¹ en las explotaciones tradicionales a 108,19 € ha⁻¹ en el semi-intensivo, 115,29 € ha⁻¹ en el intensivo y, por último, 98,07 € ha⁻¹ en el cultivo en regadío.

La diferencia entre estos niveles de costes, tanto energéticos como económicos, refleja la existencia de una variación de elementos cualitativos que componen las características físico-químicas de los fertilizantes entre las categorías más intensificadas que, entre otros aspectos, se relaciona con un mayor peso de la fertilización orgánica. Es evidente que el estudio de las repercusiones de estas modificaciones no se puede ser aislado del resto de interacciones y componentes del sistema de explotación, sino que han de ser analizadas desde una perspectiva

comprehensiva que permita tener en cuenta las complejas relaciones entre las operaciones agrarias y el consumo de materiales. Por este motivo, los efectos de estos cambios en el balance energético y económico general de las explotaciones se examinarán más adelante en relación con el resto de entradas de materiales y las operaciones que se realizan en el proceso productivo.

Tabla 11.1. Entrada de materiales, energía y coste económico asociado a la fertilización en función del tipo de explotación

Categorías	Entrada de materiales				Coste energético de los fertilizantes	Coste económico de los fertilizantes
	Fertilización inorgánica			Orgánica		
	N kg ha ⁻¹	P kg ha ⁻¹	K kg ha ⁻¹	Estiércol Kg ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹
Tradicional	63,87	12,14	27,28	2.281	5.187,5	92,03
Semi-intensivo	46,95	4,88	8,53	3.145	4.110,2	108,19
Intensivo	66,15	5,04	8,69	2.321	5.100,6	115,29
Regadío	44,82	9,78	17,53	3.069	4.087,5	98,07
Agrosistema	52,73	7,24	13,90	2.838	4.464,3	104,21

Fuente: encuesta a agricultores.

Por otra parte, los productos fitosanitarios son el segundo tipo de materiales que se incorporan directamente a la explotación. La tabla 11.2 muestra las entradas en el sistema de explotación de los productos fitosanitarios cuantificados según el volumen (insecticidas y fungicidas) o masa (herbicidas) por hectárea de los principios activos que se introducen en el cultivo, así como los costes energéticos y económicos asociados a estos materiales. Los datos muestran que una explotación media del agrosistema entran 1,82 l ha⁻¹ de insecticida, 4,46 l ha⁻¹ de fungicida y 0,36 kg ha⁻¹ de herbicidas. El coste energético asociado es de 2.530,4 MJ ha⁻¹ y el económico es de 34,18 € ha⁻¹.

Si se observan los datos expuestos se aprecia que al intensificarse el sistema de producción aumenta el consumo de productos fitosanitarios y se incrementan los costes energéticos y económicos. De este modo, se pasa de 1.930,7 MJ ha⁻¹ y 27,66 € ha⁻¹ en las explotaciones tradicionales a 2.134,1 MJ ha⁻¹ y 32,73 € ha⁻¹ en el regadío, 2.804,3 MJ ha⁻¹ y 35,37 € ha⁻¹ en el intensivo, 2.854,7 MJ ha⁻¹ y 37,12 € ha⁻¹ en el semi-intensivo. En el capítulo 8 se explicó que este ascenso se debe, por una parte, al mayor número de enfermedades y plagas que aparece al densificar el cultivo²⁴⁷, y, por otra, a un consumo de herbicidas más elevado que se asocia con el control de la cubierta en las prácticas de producción integrada²⁴⁸. No obstante, este hecho hay que estudiarlo en relación al comportamiento económico y energético del conjunto de componentes

²⁴⁷ Epígrafe 8.3.5 *Tratamientos de plagas y enfermedades*.

²⁴⁸ Epígrafe 8.3.1 *Descripción de las prácticas de sistema de manejo del suelo*.

de la explotación, aspecto que será analizado posteriormente en el epígrafe 11.3 *Análisis de los flujos relacionados con las operaciones agrícolas*.

Tabla 11.2. Entrada de materiales, energía y coste económico asociado a la incorporación de productos fitosanitarios en función del tipo de explotación

Categorías	Entrada de materiales			Coste energético de los productos fitosanitarios	Coste económico de los productos fitosanitarios
	insecticidas	fungicidas	herbicidas		
	l ha ⁻¹	l ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹
Tradicional	1,56	3,49	0,22	1.930,7	27,66
Semi-intensivo	1,94	5,30	0,43	2.854,7	37,12
Intensivo	1,58	5,39	0,41	2.804,3	35,37
Regadío	1,97	3,63	0,31	2.134,1	32,73
Agrosistema	1,82	4,64	0,36	2.530,4	34,18

Fuente: encuesta a agricultores

Por otra parte, si se suman los resultados de los costes energéticos y económicos de los materiales (fertilizantes y productos fitosanitarios) se obtiene la tabla 11.3 en la que, además, se han añadido unas columnas que contienen los balances energéticos y económicos de la explotación y que se refieren al flujo neto de energía (input-output), el margen económico bruto de la explotación y el neto. La diferenciación que se hace de estas dos últimas variables se debe a que es necesario, por un lado, examinar los resultados la explotación económica de forma independiente del sistema socioeconómico en el que se inserta para estudiar su grado de autonomía y, por otro, analizar su comportamiento económico considerando las conexiones económicas que mantiene con éste, es decir, contabilizando los flujos monetarios adicionales que afectan a la viabilidad económica del cultivo. De esta forma, el análisis no se restringe a las implicaciones económicas y energéticas asociadas a estos materiales, sino que se interpreta en el marco del conjunto de prácticas agrarias que dan lugar a unos resultados económicos y energéticos en el ámbito de la unidad de explotación que, a su vez, serán comparados en relación a los distintos grados de intensificación del cultivo para evaluar la sostenibilidad del consumo de este tipo de insumos.

Una primera observación de los datos de la tabla 11.3 permite extraer que el promedio energético de las entradas de materiales (fertilizantes y productos fitosanitarios) en las explotaciones del agrosistema de olivar de Estepa es de 6.994,7 MJ ha⁻¹, cantidad que, al mismo tiempo, lleva asociada un coste económico de 138,39 € ha⁻¹. El consumo de estos materiales con la combinación de un conjunto determinado de prácticas agrícolas genera un flujo neto de energía de 17.351,3 MJ ha⁻¹, un margen bruto de explotación de 0,11 € kg⁻¹ de aceitunas y, por último, un margen neto de 0,28 € kg⁻¹ de aceitunas.

Tabla 11.3. Coste energético y económico asociado a la entrada de materiales (fertilizantes y productos fitosanitarios) en las explotaciones de olivar

Categorías	Coste energético de los materiales	Coste económico de los materiales	Balances energéticos y económicos de la explotación		
			Flujo neto de energía (input-output)	Margen bruto de la explotación	Margen neto de la explotación
	MJ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	€ kg ⁻¹ de aceitunas	€ kg ⁻¹ de aceitunas
Tradicional	7.118,2	119,68	10.469,8	0,09	0,26
Semi-intensivo	6.964,9	145,31	18.650,0	0,13	0,30
Intensivo	7.904,9	150,66	23.773,5	0,15	0,32
Regadío	6.221,6	130,80	16.055,3	0,03	0,20
Agrosistema	6.994,7	138,39	17.351,3	0,11	0,28

Fuente: encuesta a agricultores.

Una segunda observación de la tabla 11.3 más profunda a través de la comparación de los resultados en función de los tipos de explotación permite extraer más información sobre las implicaciones energéticas y económicas del consumo de materiales. En este sentido, a medida que se intensifica el cultivo se manifiesta una reducción del gasto energético de los materiales (salvo en el intensivo, que aumenta) al mismo tiempo que se elevan los costes de los materiales. Así, el tradicional presenta un gasto de 7.118,2 MJ ha⁻¹ y 119,68 € ha⁻¹, el semi-intensivo 6.964,9 MJ ha⁻¹ y 145,31 € ha⁻¹, el intensivo 7.904,9 MJ ha⁻¹ y 150,66 € ha⁻¹ y, por último, el regadío 6.221,6 MJ ha⁻¹ y 130,80 € ha⁻¹. Estas diferencias permiten apreciar que los materiales empleados en las explotaciones más modernas se caracterizan por presentar una intensidad energética menor (excepto en el intensivo) pero con un coste económico mayor, lo que conduce a pensar que los productos que se introducen han experimentado una serie de transformaciones previas en el sistema socioeconómico en las que el componente energético de origen no renovable pierde peso en relación con otros elementos que aumentan el valor final. Estos nuevos elementos valóricos estarán vinculados con la incorporación de materiales de origen renovable (por ejemplo estiércol), el trabajo humano, tanto en su componente físico (trabajo manual mecánico) como intelectual (conocimientos específicos que son necesarios para la transformación de los productos), así como otros relacionados con la regulación del sistema socioeconómico (derechos de propiedad, patentes, royalties, etc.). De esta forma, se puede afirmar que los materiales de las explotaciones más intensivas implican una movilización y transformación de recursos naturales que en comparación con las explotaciones tradicionales supone un coste mayor en términos económicos aunque, al mismo tiempo, una carga energética no renovable menor.

La utilización de los materiales en los niveles más intensificados se traduce en una mayor eficiencia económica y energética en el ámbito de la explotación que se consigue a través de la combinación de estos productos (fertilizantes y productos fitosanitarios) con un conjunto de prácticas. En este sentido, en la tabla se observa que, en el caso del secano, el flujo neto de energía de la explotación y los márgenes económico brutos y netos aumentan respectivamente desde los 10.469,8 MJ ha⁻¹,

0,09 € kg⁻¹ y 0,26 € kg⁻¹ de aceitunas del cultivo tradicional a 18.650,0 MJ ha⁻¹, 0,13 € kg⁻¹ y 0,30 € kg⁻¹ de aceitunas en el semi-intensivo y 23.773,5 MJ ha⁻¹, 0,15 € kg⁻¹ y 0,32 € kg⁻¹ de aceitunas en las explotaciones intensivas. De esta forma, el cultivo semi-intensivo muestra una mejora del 78,13% del balance energético y del 50,32% del margen económico bruto respecto al tradicional, mientras que el intensivo experimenta una subida del 127,7% del flujo energético neto y un 66,13% del margen económico en relación al mismo.

En lo que concierne al cultivo en regadío es conveniente destacar que a pesar de que también presenta cierta mejora de la eficiencia energética aunque de modo menor que el resto (16.055,3 MJ ha⁻¹ de flujo energético neto), este manifiesta, por el contrario, una reducción del rendimiento económico hasta alcanzar 0,03 € kg⁻¹ de aceitunas producidas, lo que se refleja en un descenso del margen bruto del 64,80% con respecto al cultivo tradicional. Asimismo, este rendimiento no llega a compensarse con las ayudas económicas de la PAC, aspecto que se evidencia al presentar un margen neto de 0,20 € kg⁻¹ de aceitunas, cantidad un 28,20% inferior a la cifra que presentan las explotaciones tradicionales.

En general, se puede concluir que el mayor consumo de materiales en las explotaciones semi-intensivas e intensivas en combinación con un conjunto de prácticas agrícolas conduce a un rendimiento energético y económico superior a las fincas que mantienen el cultivo tradicional. Estas diferencias también, se manifiestan, aunque de forma más moderada, en las explotaciones bajo cultivo integrado respecto al convencional, lo que se explica por la existencia de otros factores que se pueden asociar a elementos estructurales biofísicos (densidad de plantación y pendiente) que inciden en la eficiencia económica y energética del cultivo de olivar. Finalmente, los resultados señalan que el cultivo en regadío ha experimentado una reducción notable del margen económico que sólo es compensada con políticas públicas de redistribución de la renta, en concreto la PAC, a pesar de mostrar una mejoría del flujo energético neto, aunque en menor medida que el resto de sistemas de explotación.

11.3. Análisis comparado de los flujos relacionados con las operaciones agrícolas y sus costes energéticos y económicos

En este epígrafe se examinan los flujos energéticos y económicos relacionados con las operaciones agrícolas. Hay que aclarar que, en primer lugar, se va a realizar el análisis distinguiendo los flujos económicos y energéticos asociados a los materiales de los que corresponden a las operaciones. Respecto a este último concepto, es conveniente recordar que el valor del flujo energético representa el consumo directo (combustibles y lubricantes) e indirecto de energía (el contenido en los componentes) de las máquinas agrícolas, mientras que el caso del flujo económico, además del coste monetario de la energía también se incluyen los gastos asociados a la mano de obra, servicios de alquiler, gastos de reparación y mantenimiento, así como los necesarios para el desarrollo de la actividad productiva en la explotación. Posteriormente, se asignarán las entradas de materiales a las operaciones relacionadas con el manejo del suelo, fertilización y tratamiento, y

se compararán los resultados entre las distintas operaciones. Las dos formas de contabilización se exponen respectivamente en los dos puntos que se desarrollan a continuación.

11.3.1. Análisis de los flujos con la distinción de materiales y operaciones

A partir de los datos de las tablas 11.2 y 11.3 se ha elaborado la tabla 11.4 en la que se muestran los resultados de los costes energéticos que se asocian, por una parte, a los materiales que se incorporan directamente en la explotación (fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas) y, por otra, a las operaciones que se desarrollan en el interior de la finca que requieren el uso de máquinas agrícolas (incluido el sistema de riego). También se exponen los costes económicos necesarios para la adquisición de los materiales y el desarrollo de las operaciones agrícolas. Asimismo, de forma similar al estudio realizado en el epígrafe anterior, se ha añadido el flujo energético neto y los márgenes brutos y netos la subede cada uno de los tipos de explotación de olivar en el agrosistema de Estepa.

Una primera observación de la tabla 11.4 muestra que en una explotación media del agrosistema produce un flujo energético neto de $17.351,3 \text{ MJ ha}^{-1}$, presenta un margen bruto de $0,11 \text{ € ha}^{-1}$ y uno neto de $0,28 \text{ € ha}^{-1}$. Para ello necesita emplear $6.994,7 \text{ MJ ha}^{-1}$ en materiales que se incorporan directamente a la explotación con un coste de $138,39 \text{ € ha}^{-1}$ y $5.409,4 \text{ MJ ha}^{-1}$ en operaciones con un gasto económico de $1.002,47 \text{ € ha}^{-1}$. Como se observa, existe un cierto equilibrio entre el coste energético de los materiales (56,39%) y operaciones (43,61%) que no se manifiesta en las partidas económicas, pues los primeros suponen el 12,13% de los gastos de explotación frente al 87,87% de los segundos. Esta diferencia se debe a los motivos que se explicaron en el epígrafe anterior, es decir, a que las operaciones incorporan costes monetarios como, por ejemplo, la mano de obra y otros elementos valóricos cuyo aporte energético no es comparable con los costes energéticos no renovables.

Si se realiza el análisis por tipos de explotación la información obtenida indica que los procesos de intensificación en el cultivo de secano suponen, por una parte, una reducción o mantenimiento de los costes energéticos de los materiales y las operaciones, salvo en las intensivas que, por el contrario, aumentan los relativos a los primeros, y, por otra, un incremento de los costes económicos en ambos tipos de conceptos. Así, los gastos energéticos de los materiales oscilan entre $6.964,9 \text{ MJ ha}^{-1}$ (semi-intensivo) y $7.904,9 \text{ MJ ha}^{-1}$ (intensivo), mientras que los vinculados con las operaciones presentan un rango comprendido entre $4.104,9 \text{ MJ ha}^{-1}$ (intensivo) y $4.172,6 \text{ MJ ha}^{-1}$ (tradicional). Asimismo, los datos económicos muestran, por un lado, un intervalo de costes relativo a los materiales comprendido entre $119,68 \text{ € ha}^{-1}$ (tradicional) y $150,66 \text{ € ha}^{-1}$ (intensivo), y, por otro, una horquilla para el gasto de operaciones que varía entre $770,21 \text{ € ha}^{-1}$ (tradicional) y $1.033,28 \text{ € ha}^{-1}$ (intensivo). La interpretación de los resultados confirma que el incremento del coste económico en las explotaciones más modernas, asociado a prácticas agrarias y maquinaria más eficiente, repercute en la mejora del flujo energético neto (de $10.469,8 \text{ MJ ha}^{-1}$ en el tradicional a $18.650,0 \text{ MJ ha}^{-1}$ en el semi-intensivo y $23.773,5 \text{ MJ ha}^{-1}$ en el intensivo) y de los márgenes económicos brutos y netos, aspecto que ya fue adelantado en el apartado anterior. Además, este aumento del flujo energético neto se hace manteniendo los costes energéticos, lo

que corrobora que **los procesos de modernización en secano consiguen aumentar el flujo neto controlando los niveles de consumo energético.**

En relación a las explotaciones de regadío hay que remarcar que no muestran el mismo comportamiento que el cultivo de olivar semi-intensivo e intensivo de secano. En este sentido, a pesar de mantener unos costes energéticos de las entradas de materiales que no indican la existencia de grandes diferencias con el resto de los tipos de explotación, el coste asociado a las operaciones se eleva hasta 10.696,8 MJ ha⁻¹, cantidad que duplica a los costes de este concepto en el secano. Al mismo tiempo, también se incrementan los costes económicos de las operaciones hasta 1.469,93 € ha⁻¹, lo que supone un aumento del 90,85% con respecto a las explotaciones tradicionales de secano. Esto contribuye a explicar el bajo rendimiento económico del regadío en relación con los sistemas de secano, a pesar del esfuerzo modernizador, aspecto que será tratado posteriormente con más detalle en el análisis de los conceptos que conforman las distintas operaciones en la explotación del olivar.

Tabla 11.4. Coste energético y económico asociado a la entrada de materiales y operaciones en las explotaciones de olivar (*)

Categorías	Materiales		Operaciones		Flujo energético neto	Margen bruto	Margen neto
	coste energético	coste económico	coste energético	coste económico			
	MJ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹			
Tradicional	7.118,2	119,68	4.172,6	770,21	10.469,8	0,09	0,26
Semi-intensivo	6.964,9	145,31	4.161,8	895,47	18.650,0	0,13	0,30
Intensivo	7.904,9	150,66	4.104,9	1.033,28	23.773,5	0,15	0,32
Regadío	6.221,6	130,80	10.696,8	1.469,93	16.055,3	0,03	0,20
Agrosistema	6.994,7	138,39	5.409,4	1.002,47	17.351,3	0,11	0,28

(*): Los datos de esta tabla se han elaborado a partir de la información contenida en las tablas 11.2 y 11.3.

Fuente: encuesta a agricultores.

En general, la distinción realizada entre materiales y operaciones permite extraer tres tipos de conclusiones. La primera se refiere a que en las explotaciones de secano, el coste energético de los materiales es superior al de las operaciones, en concreto, un 70,59% más en el tradicional, un 67,35% más elevado en el semi-intensivo y un 92,57% en el intensivo. Además, **el coste energético de las operaciones se mantiene estable de forma independiente a la intensificación**, lo que refleja una mejora de eficiencia energética en el uso de maquinaria agrícola en los procesos de modernización agrícolas. La segunda, también referida al secano, es que los costes económicos de las operaciones determinan la principal partida de gasto en la explotación y este aumenta con el proceso de modernización, a diferencia de coste energético asociado a dichas operaciones que no se incrementa. Esto significa que **existe un equilibrio energético pero no monetario**, lo que se explica por la presencia de componentes de valor económico que no se relacionan con el consumo

de energías no renovables. En tercer lugar hay que destacar que **los tipos de explotación más ineficientes desde el punto de vista energético y económico son las tradicionales y el regadío**. Las primeras porque a pesar de no presentar un coste energético elevado en comparación con el resto son las que generan el flujo energético neto más reducido, en concreto $10.469,8 \text{ MJ ha}^{-1}$, mientras que las semi-intensivas y intensivas producen respectivamente un 78,13% y un 127,07% más. Además, el cultivo tradicional también muestra un margen bruto muy reducido ($0,09 \text{ € ha}^{-1}$) en comparación con el resto de explotaciones de secano ($0,13 \text{ € ha}^{-1}$ las semi-intensivas y $0,15 \text{ € ha}^{-1}$ las intensivas), lo que refleja una rentabilidad económica menor. Por otra parte, el cultivo en regadío es aún más ineficiente que el tradicional en términos energéticos y económicos. Así, el aumento de consumo de energía no es compensado de la misma forma con el flujo energético neto generado, pues el gasto en operaciones se incrementa un 153,36% y el flujo se eleva sólo en un 53,35%. De la misma forma, estas explotaciones también llevan asociadas una elevación del coste económico que no es compensado con el margen bruto, que se reduce hasta $0,03 \text{ € ha}^{-1}$, el menor de todos los tipos de explotación. De este modo, se vuelve a ratificar la mayor eficiencia energética y económica de los sistemas semi-intensivo e intensivo en relación al tradicional y, en particular, al regadío.

11.3.2. Análisis de las operaciones

Una vez analizados los resultados a través de la diferenciación entre costes de materiales y operaciones, se procede a continuación a profundizar en el estudio conjunto de las operaciones y sus efectos económicos y energéticos en la explotación del cultivo de olivar. Para ello, las operaciones que se van a considerar son las expuestas en el capítulo 8 y se refieren al sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos; operaciones de poda, desvareto, picado-triturado y distribución de los restos; actividades relacionadas con las operaciones de recolección y transporte de la aceituna en el interior de la explotación; y, por último, el sistema de riego. Antes de abordar el estudio conviene recordar que los costes de los materiales (fertilizantes y productos fitosanitarios) se van a asignar a los flujos energéticos y económicos asociados a las operaciones del sistema de manejo, fertilización y tratamientos. Los resultados de los costes energéticos y económicos relativos a las explotaciones de olivar se detallan en términos absolutos en la tabla 11.5 y en relativos en la 11.6. En los párrafos siguientes se procede a realizar el análisis de estos en relación con los flujos netos de energía y el margen económico.

Los datos expuestos en la tabla 11.5 y 11.6 indican que en una explotación media de olivar los costes energéticos del sistema de manejo, fertilización y tratamientos, una vez añadidos los flujos de materiales, representan $9.149,0 \text{ MJ ha}^{-1}$, cantidad que supone la principal partida de gasto energético (73,76%), seguida a mayor distancia por las actividades de recolección de la cosecha con $1.287,3 \text{ MJ ha}^{-1}$, cifra que alcanza el 10,38%. No obstante, si se elimina el efecto del sistema de riego, estas cantidades oscilan entre 81,57% para el tradicional, 81,85% en las explotaciones semi-intensivas y 82,35% en las intensivas. En el caso del cultivo en regadío, la partida del sistema de riego asciende a $6.247,0 \text{ MJ ha}^{-1}$, el 36,92% del total, aunque el sistema de manejo (en el que también se contabiliza el consumo de materiales) continúa siendo el concepto que utiliza mayor

carga energética con 8.603,5 MJ ha⁻¹ y el 50,85%. Por otra parte, los datos de costes económicos muestran que el principal rubro coincide con las actividades de recolección de aceituna, con 647,26 € ha⁻¹ de media en las explotaciones y un 56,73% del total. La siguiente actividad que supone mayor coste económico concierne al sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos, cuya media asciende a 293,19 € ha⁻¹ y representa el 24,89% de las partidas de gasto. Por otra parte, en el caso de las explotaciones en regadío, el sistema de riego representa el segundo concepto que implica un mayor gasto con 466,84 € ha⁻¹, cifra que supone el 29,16% del total.

En general, los datos anteriores reflejan que no existe una correspondencia entre el valores energéticos y económicos de las operaciones, salvo en el caso del sistema de riego. Este hecho se explica porque los primeros sólo miden la energía primaria de origen no renovable que es empleada, mientras que los segundos son el resultado del sistema de regulación y, por tanto, en estos últimos no sólo influye la demanda y oferta de energía, sino también factores como la mano de obra y otros costes asociados al mantenimiento del sistema socioeconómico en el que se realizan los intercambios. Estos gastos dependerán, en última instancia, del sistema institucional y normativo que regula la forma en que se realizan dichos intercambios y, por tanto, su valoración, que, además, no se rige por la misma escala espacio-temporal que el sistema natural que dio lugar a la generación de energía fósil, sino más bien sus dimensiones se adecuan a los intereses de las personas que intervienen en la toma de decisiones.

Tabla 11.5. Coste energético y económico asociado a las operaciones en las explotaciones de olivar

Categorías	Sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos (1)		Poda, desvareto, triturado-picado y distribución		Recogida de la aceituna		Sistema de riego		Balances de la explotación		
	coste energético	coste económico	coste energético	coste económico	coste energético	coste económico	coste energético	coste económico	flujo energético neto	margen bruto	margen neto
	MJ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	€ kg ⁻¹ de aceitunas	€ kg ⁻¹ de aceitunas
Tradicional	9.209,4	251,83	966,6	120,13	1.114,7	517,93	--	--	10.469,8	0,09	0,26
Semi-intensivo	9.106,9	291,04	732,8	115,11	1.287,0	634,63	--	--	18.650,0	0,13	0,30
Intensivo	9.889,7	291,84	615,6	121,93	1.504,6	770,16	--	--	23.773,5	0,15	0,32
Regadío	8.603,5	293,19	778,3	130,17	1.289,5	710,54	6.247,0	466,84	16.055,3	0,03	0,20
Agrosistema	9.149,0	284,00	768,9	120,01	1.287,3	647,26	1.198,9	89,59	17.351,3	0,11	0,28

Nota (1): los costes de los materiales se han asignado al concepto de sistema de manejo, fertilización y tratamientos.

Fuente: encuesta a agricultores.

Tabla 11.6. Coste energético y económico asociado a las operaciones en las explotaciones de olivar

Categorías	Sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos (1)		Poda, desvareto, triturado-picado y distribución		Recogida de la aceituna		Sistema de riego		Total	
	coste energético	coste económico	coste energético	coste económico	coste energético	coste económico	coste energético	coste económico	coste energético	coste económico
	MJ ha ⁻¹ (%)	€ ha ⁻¹ (%)	MJ ha ⁻¹ (%)	€ ha ⁻¹ (%)	MJ ha ⁻¹ (%)	€ ha ⁻¹ (%)	MJ ha ⁻¹ (%)	€ ha ⁻¹ (%)	MJ ha ⁻¹ (%)	€ ha ⁻¹ (%)
Tradicional	81,57%	28,30%	8,56%	13,50%	9,87%	58,20%	--	--	100%	100%
Semi-intensivo	81,85%	27,96%	6,59%	11,06%	11,57%	60,98%	--	--	100%	100%
Intensivo	82,35%	24,65%	5,13%	10,30%	12,53%	65,05%	--	--	100%	100%
Regadío	50,85%	18,32%	4,60%	8,13%	7,62%	44,39%	36,92%	29,16%	100%	100%
Agrosistema	73,76%	24,89%	6,20%	10,52%	10,38%	56,73%	9,67%	7,85%	100%	100%

Nota (1): los costes de los materiales se han asignado al concepto de sistema de manejo, fertilización y tratamientos.

Fuente: encuesta a agricultores.

Por otra parte, a continuación se describen tres aspectos relacionados con los costes económicos y energéticos que contribuyen a explicar las diferencias entre los procesos de intensificación en el olivar de secano. En primer lugar, se ha experimentado una contención del coste energético del sistema de manejo del suelo, fertilización y tratamientos (en el semi-intensivo es similar al tradicional, con un leve descenso del 1,11%, y en el intensivo aumenta de forma moderada un 7,39%) que ha ido acompañada de un aumento del coste económico (15,57% el semi-intensivo y 15,89% en el intensivo). En segundo lugar, se ha manifestado una disminución del consumo energético de la poda, desvareto, triturado-picado y distribución de los restos de poda (24,19% menor en el semi-intensivo y 36,32% de reducción en el intensivo) al mismo tiempo que se mantienen los costes económicos (que en el caso del semi-intensivo descienden de forma suave un 4,18%). En tercer lugar, según se intensifica la producción aumentan los costes energéticos (15,46% en el semi-intensivo y 34,97% en el intensivo) y económicos (22,53% semi-intensivo y 48,70% en el intensivo) de la recogida de la aceituna, lo que es lógico debido a que la mayor densidad de árboles y el aumento del volumen de la cosecha comporta un nivel de consumo energético más elevado y una carga superior de mano de obra. La combinación de estas actividades agrícolas junto con los costes energéticos y económicos descritos mejora la eficiencia energética y económica de las explotaciones semi-intensivas y tradicionales, hecho que reflejaron los resultados del balance de explotación (flujo energético neto, margen bruto y margen neto) comentados en el epígrafe anterior.

En relación al regadío, las fincas que siguen este sistema soportan una elevada carga energética ($6.247,0 \text{ MJ ha}^{-1}$) y económica ($466,84 \text{ € ha}^{-1}$) específica que se asocia al sistema de riego y que no repercute de la misma forma en la explotación que los niveles de costes económicos y energéticos de los modelos semi-intensivo e intensivo. En este sentido, a pesar de que experimentan un consumo adicional energético vinculado al uso de la electrobomba, se produce un balance energético positivo en relación con el cultivo tradicional ($16.055,3 \text{ MJ ha}^{-1}$ frente a $10.469,8 \text{ MJ ha}^{-1}$), aunque de forma menor que las explotaciones de secano más modernas ($18.650,0 \text{ MJ ha}^{-1}$ en las semi-intensivas y $23.773,5 \text{ MJ ha}^{-1}$ en las intensivas). Sin embargo, este balance energético positivo sólo se ha logrado con una reducción sustancial del margen económico ($0,03 \text{ € kg}^{-1}$ de aceitunas frente a $0,09 \text{ € kg}^{-1}$ de aceituna en las explotaciones tradicionales de secano) que hace que este tipo de explotación sea menos sostenible para el agricultor desde el punto de vista económico, cuestión que sólo se soluciona en parte con las ayudas económicas procedentes del sistema de redistribución de rentas diseñado en las políticas públicas. De nuevo, se ratifica la ineficiencia económica y ecológica de la modalidad de cultivo en regadío. Por otra parte, la racionalidad ecológica y económica de los procesos de modernización en secano apunta la existencia de un tipo de prácticas en común que han contribuido a la mejora de estos cultivos que se podría relacionar con la producción integrada.

11.4. Visión conjunta de los flujos energéticos y económicos

El examen anterior ha permitido identificar la forma en que los componentes económicos y energéticos de las entradas asociadas a los materiales y las operaciones influyen en el flujo

económico y energético de la explotación. En este epígrafe se estudiará el grado de sostenibilidad ecológica y económica del cultivo del olivar a través de la profundización en las relaciones que existen entre el comportamiento económico y energético de los distintos niveles de intensificación de las explotaciones de olivar y las modalidades generales agrarias. Esto se efectuará a partir del análisis de datos procedentes de una serie de variables y ratios que se exponen en las dos tablas siguientes, la primera referida a las relaciones entre las entradas y salidas de los flujos monetarios y energéticos en los distintos tipos de explotación de olivar, y la segunda en función de los modelos generales de la agricultura.

En la tabla 11.7 muestran los costes energéticos (columna A) y económicos (columna B) necesarios para el funcionamiento de los distintos tipos de explotación de olivar y se relacionan con las salidas energéticas y económicas mediante siete ratios. Así, el primero que se presenta es el EROI (columna C), seguido de la relación equivalente en términos monetarios, en particular los euros brutos obtenidos por cada euro gastado en la explotación²⁴⁹ (columna D). El tercero corresponde con la energía extraída por cada euro destinado a la producción (E), el cuarto informa sobre las ventas brutas expresadas en euros que genera cada unidad energética invertida (columna F). El quinto se refiere al margen bruto (ventas menos costes) que se consigue por cada MJ de energía utilizada (columna G). Por último, también se añaden otros dos ratios para expresar los dos últimos conceptos pero teniendo en cuenta el efecto redistributivo de las políticas públicas (columnas H e I).

La observación de los resultados de la tabla 11.7 permite apreciar que una finca promedio del agrosistema de olivar de Estepa presenta los siguientes datos: tiene un coste energético (A) de 12.404 MJ ha⁻¹; un coste económico (B) de 1.140,86 € ha⁻¹; muestra un EROI=2,40 (C) que significa que genera 2,4 MJ de energía nutricional contenida en el output por cada unidad energética primaria no renovable invertida en el sistema de producción; aporta 1,37 euros por cada euro de gasto de explotación (D); por cada unidad monetaria gastada en la explotación genera 26,1 MJ de energía nutricional (E); por cada megajulio equivalente de energía primaria no renovable invertido se obtiene una media de 0,13 € brutos (F), que aumenta hasta 0,18 € por el efecto redistributivo de las políticas públicas (H); finalmente, el margen bruto medio obtenido por cada unidad energética invertida es de 0,03 € (G), cantidad que aumenta hasta 0,09 € si se tienen en cuenta las subvenciones de la PAC (I). De forma genérica, estos datos reflejan la viabilidad económica y energética de las explotaciones medias del agrosistema del olivar.

Si se realiza el análisis por tipos de explotación se puede extraer información sobre los distintos grados de sostenibilidad económica y ecológica, esta última evaluada en términos energéticos. **En el cultivo de olivar de secano se aprecia que existe una relación entre la variación del EROI y la**

²⁴⁹ Se ha optado por utilizar los gastos de explotación para diferenciarlo del concepto de costes de inversión que en contabilidad tiene un significado distinto a su equivalente energético en el ratio EROI. En este sentido, las partidas de gastos de explotación incorporan la parte correspondiente de las amortizaciones de los activos fijos, que como se explicó en el capítulo 10, es contemplada de forma indirecta por los agricultores en otras partidas que sustituyen a este concepto al considerar todos los costes de la explotación variables.

cantidad de euros brutos generada por cada euro destinado al funcionamiento de la explotación. Así, el retorno económico y energético de las explotaciones semi-intensivas e intensivas es mayor que las fincas de olivar tradicional, de modo que se pasa de un EROI de 1,93 (columna C) y una tasa de rentabilidad bruta de cada euro empleado en la explotación de 1,29 (columna D) en este último tipo de cultivo a un retorno energético de 2,68 y otro económico de 1,51 en el semi-intensivo que aumentan respectivamente a 2,98 y 1,59 en el intensivo. Por otra parte, si se compara la relación entre el EROI y el ratio de retorno económico en las explotaciones de regadío se observa que se presenta una correspondencia más débil entre ambas que en el caso de las explotaciones de secano. En particular, el EROI de las explotaciones en regadío es 1,95, cifra próxima al valor de 1,93 que posee el cultivo tradicional, mientras que la tasa de retorno económico es de 1,09 en el primer caso (la menor de todos los tipos de explotación) y de 1,29 en el segundo, cantidad que es un 18,71% más elevada. De esta forma **sólo se confirma la relación de eficiencia energética y económica en los cultivos de secano**, aspecto que dista de cumplirse en el cultivo en regadío, que se presenta como el menos eficiente desde el punto de vista ecológico y económico.

La relación entre eficiencia económica y energética de las explotaciones semi-intensivas e intensivas de secano se puede observar si se comparan los ratios de energía generada por cada euro empleado en los gastos de explotación. En este sentido, la tabla 11.11 muestra (columna E) que por cada euro empleado en el cultivo tradicional se obtienen 24,5 MJ de energía alimentaria en el sistema productivo, 28,6 MJ en el semi-intensivo y 30,2 MJ en el intensivo. Sin embargo, en las explotaciones de regadío esta cifra desciende hasta 20,6 MJ €⁻¹, valor que es un 15,76% más bajo que la energía producida en el tradicional y 31,85% más reducido que la cantidad que concierne a las fincas intensivas.

La conexión anterior también puede ser contemplada desde otro punto de vista si se comparan las ventas brutas en euros que se producen por cada unidad equivalente de energía primaria no renovable invertida en los distintos niveles de explotación de secano (columna F). En la penúltima columna de la tabla 11.7 se aprecia que por cada megajulio de energía primaria no renovable equivalente invertida en la explotación se obtienen unos ingresos brutos por ventas de 0,10 € en las explotaciones tradicionales, 0,14 € en las semi-intensivas y 0,16 € en las intensivas, es decir, unos aumentos del 40% y del 60% con respecto a los ingresos de las primeras. El cultivo en regadío no experimenta ningún incremento de las ventas con respecto al tradicional al mantenerse en 0,10 €, a pesar de introducir 49,84% más de carga energética por hectárea que este último tipo de explotación. Esto significa que no se consigue mejorar la eficiencia económica en el regadío por cada unidad energética de origen no renovable consumida en la explotación, de forma que sólo logra aumentar las ventas con un incremento energético marginal más elevado que el correspondiente al cultivo tradicional.

Las estimaciones anteriores también se pueden realizar teniendo en cuenta el efecto redistributivo de las políticas públicas en la explotación (columna H). Si se adicionan las ayudas de la PAC a los ingresos de explotación (ventas netas) se obtienen 0,15 € MJ⁻¹ en el cultivo tradicional, 0,20 € MJ⁻¹ en el semi-intensivo y 0,23 € MJ⁻¹ en el intensivo. Estas cantidades suponen un

aumento de los ingresos por MJ de energía no renovable con respecto al nivel de ventas anterior a los subsidios del 50,00% (tradicional), 42,86% (semi-intensivo) y 43,75% (intensivo). En el caso del regadío, las políticas de apoyo suben los ingresos de ventas netas por MJ hasta 0,15 €, es decir, hasta el mismo nivel que las explotaciones tradicionales (50%).

Otra forma de analizar la relación entre la eficiencia energética y económica es a través de la evaluación del efecto de cada megajulio de energía primaria no renovable equivalente en el margen de la explotación. En la columna G se aprecia que el margen bruto (sin contar el efecto de las políticas de redistribución) de las explotaciones de secano es de 0,02 € MJ⁻¹ en el cultivo tradicional, 0,05 € MJ⁻¹ en el semi-intensivo y, por último, 0,06 € MJ⁻¹ en las fincas intensivas. En este sentido, se observa que el retorno económico por cada megajulio invertido un 150% más elevado en el semi-intensivo que en el cultivo tradicional, cantidad que aumenta un 200% en el intensivo con respecto a este último. En el caso del regadío, sólo se genera 0,01 € MJ ha⁻¹, lo que supone sólo la mitad que el retorno económico por megajulio de las explotaciones tradicionales (0,02 € MJ⁻¹). Esto significa que **las explotaciones de regadío necesitan consumir el doble de energía primaria no renovable equivalente que el cultivo tradicional para mantener el mismo nivel de sostenibilidad económica**, sin tener en cuenta el efecto redistributivo de las políticas públicas.

Si se consideran las ayudas económicas de la PAC en el resultado de explotación por cada megajulio de energía invertido se obtiene la columna I de la tabla. Los datos indican que el margen neto por megajulio consumido sube un 250% en las explotaciones tradicionales (0,07 € MJ⁻¹), 120% las semi-intensivas (0,11 € MJ⁻¹) y 116,67% las intensivas (0,13 € MJ⁻¹). De esta forma, las políticas públicas ejercen tienen un impacto mayor en la mejora de la sostenibilidad económica de las explotaciones tradicionales que en el caso de los modelos más intensivos de secano en territorio estudiado. Sin embargo, las políticas de ayuda al sector tienen un efecto en la sostenibilidad económica de las explotaciones de regadío mayor que en las fincas de secano al aumentar su margen un 400% por cada megajulio de energía consumida.

Tabla 11.7. Relación entre los resultados económicos y energéticos de las explotaciones de olivar

Categorías	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Coste energético	Coste económico	Energía obtenida por unidad de energía invertida (EROI)	Euros brutos obtenidos por cada euro de gastos de explotación	Energía obtenida por cada euro de gastos de explotación	Euros (ventas brutas) obtenidos por unidad energética invertida	Euros (margen bruto) obtenidos por unidad energética invertida	Euros (ventas netas) obtenidos por unidad energética invertida	Euros (margen neto) obtenidos por unidad energética invertida
	MJ ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	MJ	€	MJ € ⁻¹	€ MJ ⁻¹	€ MJ ⁻¹	€ MJ ⁻¹	€ MJ ⁻¹
Tradicional	11.290,7	889,90	1,93	1,29	24,5	0,10	0,02	0,15	0,07
Semi-intensivo	11.126,7	1.040,78	2,68	1,51	28,6	0,14	0,05	0,20	0,11
Intensivo	12.009,8	1.183,94	2,98	1,59	30,2	0,16	0,06	0,23	0,13
Regadío	16.918,4	1.600,73	1,95	1,09	20,6	0,10	0,01	0,15	0,05
Agrosistema	12.404,0	1.140,86	2,40	1,37	26,1	0,13	0,03	0,18	0,09

Fuente: encuesta a agricultores.

11.5. Conclusiones

Los datos elaborados en los epígrafes anteriores sobre las relaciones entre eficiencia económica y energética permiten extraer una serie de conclusiones sobre la sostenibilidad ecológica (en términos energéticos) y económica referida a los distintos niveles de intensificación de las explotaciones. El comportamiento ecológico se puede observar de dos formas. En primer lugar si se tiene en cuenta el consumo energético por hectárea, se obtiene que los cultivos de secano presentan una intensidad energética similar que en el caso del regadío se eleva un 49,84% con respecto al gasto de este recurso en el tradicional, lo que indica que, *a priori*, el cultivo en régimen de secano consume menos recursos energéticos que el regadío. Sin embargo, si se considera la tasa de retorno energético del output (energía nutricional) con respecto al input (energía primaria no renovable equivalente), el resultado final es que las explotaciones semi-intensivas (EROI=2,68) e intensivas (EROI=2,98) de secano presentan un comportamiento más eficiente a la hora de transformar la energía no renovable en energía alimentaria frente a las tradicionales (EROI=1,93) y el regadío (EROI=1,95). Esta disminución del EROI es debida, en el caso de la agricultura que se considera tradicional, a que presentan un consumo más elevado de fertilizantes, productos fitosanitarios e insumos relacionados con la maquinaria por cada unidad energética generada, mientras que en el regadío se explica por la gran cantidad de energía que se requiere para el funcionamiento del sistema de riego. De esta forma, se concluye que **el proceso de modernización agraria sobre la base del cultivo semi-intensivo e intensivo ha logrado mejorar la eficiencia energética y, por tanto, su sostenibilidad en términos de este recurso natural, mientras que el modelo tradicional y de regadío no han logrado el mismo grado de comportamiento.**

Por otra parte, **existe una coherencia general entre los indicadores energéticos y ecológicos en los modelos de secano en el marco del agrosistema de olivar de Estepa.** Esto se explica por la relación que existe entre la tasa de retorno energético y la tasa de retorno económico por cada euro empleado en los sistemas de explotación de secano. En esta línea, las explotaciones tradicionales presentan un EROI=1,93 y una rentabilidad bruta de 1,29 € por cada euro de gastos de explotación, las semi-intensivas un EROI=2,68 y una rentabilidad bruta de 1,51 €, y las intensivas un EROI=2,98 y una rentabilidad bruta de 1,59 €. Sin embargo, estas relaciones no se han confirmado en el cultivo de regadío que con un similar al tradicional, EROI=1,95, manifiesta un descenso notable de la rentabilidad bruta hasta 1,09 €. Esto significa que la rentabilidad económica de la cada unidad energética invertida en el regadío es la menos favorable de todos los sistemas de explotación. De este modo, una unidad energética gastada en este tipo de explotaciones retorna 0,01 € MJ⁻¹, cantidad que supone la mitad de euros que genera el cultivo tradicional (0,02 € MJ⁻¹) por cada unidad energética consumida.

Los resultados del regadío se explican por dos motivos. En primer lugar porque a pesar de mostrar un ratio de transformación energética similar al cultivo de tradicional presenta una carga por hectárea más elevada que éste (49,84%) que hace que sea menos sostenible desde el punto de vista del consumo de recursos no renovables. En segundo lugar manifiesta una estructura de costes que conlleva un gasto adicional asociado al sistema de riego que, como se expuso en el

capítulo 10, convierte a este modelo en el cultivo menos rentable desde el punto de vista del margen bruto. Estos dos factores implican que el comportamiento energético y económico de este tipo de cultivo sea el más ineficiente de todos los sistemas de explotación, como se refleja en la tasa de retorno económico de los ingresos netos (descontada la estructura de costes) por cada megajulio de energía primaria no renovable equivalente ($0,01 \text{ € MJ}^{-1}$). De esta forma **se constata que el cultivo de olivar en regadío es el menos sostenible** desde el punto de vista ecológico (en términos energéticos no renovables) y económico, mientras que **los cultivos semi-intensivo e intensivo presentan el mayor grado de sostenibilidad** ecológica y económica de todos los modelos de explotación del agrosistema de olivar.

En general, la mejora de la sostenibilidad en las explotaciones de semi-intensivo e intensivo se ha realizado a partir del mantenimiento de la carga energética procedente de los recursos naturales no renovables y, sobre todo, por las transformaciones estructurales experimentadas por el olivar y la optimización de las prácticas mediante la adopción de la producción integrada. El incremento del retorno económico del olivar por cada unidad de energía primaria de origen no renovable sólo puede ser explicado por un incremento de la biomasa útil y, por tanto, del output energético. Sin embargo, si se ha mantenido el nivel de carga energética no renovable en el olivar semi-intensivo e intensivo con respecto al tradicional, el aumento del output energético tiene que deberse, al menos en parte, a la sustitución de energía de origen fósil por renovable. En este sentido, las prácticas agrarias relacionadas con el manejo del suelo, en particular la utilización de cubiertas, el recurso a la fertilización orgánica, la mejora de las técnicas de poda y la reutilización de los restos como enmienda orgánica, la densificación de olivar en marcos razonables siempre por debajo de $300 \text{ olivos ha}^{-1}$, así como la difusión de la producción integrada han contribuido a que el cultivo capte un mayor volumen de energía renovable procedente de los ciclos naturales de los ecosistemas y que, incluso, parte de ésta haya reemplazado a la energía de origen no renovable. Estas transformaciones productivas muestran que se puede lograr una mejora de la rentabilidad económica sin un aumento del deterioro ecológico, lo que se significa que **puede existir cierto margen de actuación, aunque siempre restringido a los límites físicos y biológicos de los condicionantes naturales, para que las relaciones entre la economía y ecología no sean conflictivas**, al menos en el caso de estudio.

A partir de los resultados anteriores se puede concluir que existe de una tendencia de cambio en el patrón de relación sociedad-naturaleza en el olivar de Estepa, aunque de forma parcial y restringida a los modelos semi-intensivo e intensivos, cuya comprensión sólo puede ser abordada a través del análisis de los aspectos institucionales y normativos que condicionan el comportamiento humano. La aproximación a los componentes institucionales y normativos que inciden en la organización de la producción agraria se realizará en el siguiente capítulo mediante es estudio del SIAL de Estepa.

Capítulo 12. Análisis del sistema socioeconómico: el SIAL de Estepa

12.1. Introducción

En este capítulo se aborda el papel que desempeñan los actores, normas e instituciones en el modo en que los agricultores organizan la producción agraria con la finalidad de proveer el sustento necesario para el mantenimiento y reproducción de sus condiciones de vida en el marco del sistema socioeconómico en que se hallan insertos. Este análisis se va a realizar, como ya se apuntó en el capítulo 3, sobre la base del esquema conceptual del enfoque SIAL (Muchnik 1996, 2006; Torres Salcido et al. 2010). De este modo, se identificarán los actores, instituciones y normas, así como las interrelaciones entre estos elementos, cuyos resultados establecen las condiciones del funcionamiento del sistema agroalimentario localizado y, por consiguiente, de la forma en que se organiza la producción en las explotaciones de olivar del agrosistema de Estepa. De esta forma, la aplicación de este esquema conceptual contribuirá a conocer las conexiones entre el sistema agrario y el entorno socioeconómico en el que se inserta.

Uno de los elementos clave para la comprensión del SIAL es el conocimiento del proceso de activación institucional. En este sentido, éste se realiza en dos fases, una primera que corresponde con la *acción colectiva estructural* por la que se constituye el grupo social que legitima la actuación, y una segunda que se refiere a la *acción colectiva funcional* por la que se institucionaliza la relación entre un recurso del territorio y una estrategia de diferenciación que beneficia a los componentes del sistema agroalimentario localizado (Boucher 2004, 2007; Correa et al. 2006; Boucher et al. 2010; Fournier y Muchnik 2012). En el caso de Estepa, la primera fase consistió en la creación de una cooperativa de segundo grado, Oleoestepa, por parte de las cooperativas de primer grado formadas por los agricultores de la comarca. La segunda ha concernido a la creación de una estrategia de calidad para la comercialización de la producción agroalimentaria sobre la base de reconocimiento de un vínculo con el territorio y una mejora del proceso productivo en relación con el medio ambiente. Dicha estrategia se ha desarrollado mediante una acción colectiva en la que han intervenido principalmente Oleoestepa y las cooperativas de primer grado y ha dado lugar a la aparición de dos nuevos tipos de instituciones, por un lado, las API y Atria, con el objetivo de mejorar los procesos de producción agraria, y, por otro, el Consejo Regulador de la DOP de Estepa, con la finalidad de garantizar el vínculo del producto con el lugar.

La organización del contenido del capítulo se basa en los dos elementos claves del enfoque SIAL. Así, el primer epígrafe se centra su exposición en el análisis de la activación institucional estructural por la que se establecen las bases relacionales de carácter socioeconómico que van a condicionar el funcionamiento del SIAL. Para ello, se desarrollan tres puntos: en el primero se abordan las características generales de los agricultores; en el segundo se examina el proceso de desarrollo y configuración de las cooperativas de primer grado; en último lugar, en el tercer punto se analiza la cooperativa de segundo grado.

Una vez descrita la activación institucional estructural se presenta a continuación en un segundo epígrafe los elementos y relaciones que van a caracterizar la activación institucional funcional. Esto se desarrolla en los seis puntos siguientes: en el primero se aborda una visión general de la acción

colectiva funcional en la que se describe los elementos principales que intervienen y que se relacionan con la estrategia de calidad; en el segundo se profundiza en las instituciones relevantes en el diseño de la acción funcional, en concreto el Consejo Regulador de la D.O. y los actores relacionados con la producción integrada; en el tercero, cuarto y quinto, se entra en el análisis de las interrelaciones que son consideradas clave para la definición de la estrategia de calidad; por último, en el sexto punto, se presentan unas conclusiones sobre dicha estrategia de calidad. Finalmente, se añade un epígrafe en el que se extraen unas conclusiones generales sobre el SIAL de Estepa.

12.2. Activación institucional: acción colectiva estructural del SIAL de Estepa

Cualquier acción colectiva tiene su origen en las personas que comparten un objetivo común. En el caso del SIAL de Estepa, la acción colectiva nace como un proceso gradual a partir de los años cincuenta, en el marco de las políticas de modernización agraria, por el que se crean las primeras cooperativas agrarias, con el objetivo de centralizar la molturación de la aceituna y venta del aceite para asegurar unos ingresos a los agricultores por la compra de su producción agraria. El número de cooperativas agrarias ha ido aumentando desde aquella época hasta 18 entidades en 2012. Este interés por concentrar la oferta dio lugar a la creación en 1986 de la Cooperativa de Segundo Grado, Oleoestepa, mediante una *acción colectiva* de segundo nivel que abarcaba a la práctica totalidad de las cooperativas agrarias de la comarca de Estepa. De esta forma, Oleoestepa representa la institución en la que se materializa el interés general de los agricultores en la construcción de una estrategia compartida para comercializar la producción y elevar el nivel de ingresos de los agricultores, y, por consiguiente, su sostenibilidad económica. A continuación se analizan las formas de coordinación que caracterizan a los actores e instituciones que forman parte, en distintos niveles, del proceso de creación de la estructura institucional: agricultores, cooperativas de primer grado y Oleoestepa.

12.2.1. Agricultores

El análisis de las entrevistas ha permitido identificar a grandes rasgos dos tipologías de agricultores en función de la actividad principal a la que se dedica. En este sentido, el hecho de que los ingresos de la explotación sean o no el sustento de su economía familiar influirá en el mantenimiento de estructuras de costes que no son rentables desde el punto de vista económico. Esto se refleja en el extracto de los comentarios de un actor local entrevistado, agricultor y técnico de una asociación de agricultores, que establece la diferencia en agricultor profesional y no profesional:

“aquí en Estepa hay gran volumen de agricultores profesionales que se dedican profesionalmente a ello como actividad principal, yo diría que puede ser un cuarenta por ciento. Pero también hay un gran volumen de agricultores que lo tienen como actividad secundaria, a ver si me explico, empresarios que teniendo otra actividad tienen un invertido en un olivar en los últimos años y llevan, además, su otra

empresa y su explotación de olivar [...]. Aquí con la fábrica de mantecados, con la fábrica de ladrillos y demás, pues la gente lo que ha hecho es comprar olivar...” (agricultor y técnico de asociación de agricultores, E6).

Cada uno de estos tipos de agricultor adopta un mecanismo de coordinación diferente. Así, en las **explotaciones con agricultores profesionales**, cuya actividad principal es el campo, su renta dependerá de la producción que obtenga por la explotación del olivar, así como de la estructura de ingresos y costes asociada. Por tanto, la organización de la producción, desde el manejo de campo hasta la contratación de servicios y empleados va a ser determinante en su economía familiar, y no el estatus asociado a la posesión de la tierra. En relación a esto último hay que diferenciar la gestión de la explotación de la adquisición de la propiedad de la tierra, la cual se transfiere de padres a hijos principalmente a partir de la herencia y, por tanto, está fuera de la lógica del mercado y, por tanto, la amortización de la finca no se interioriza en la estructura de costes, que se considera como patrimonio asociado a la persona. Esto se refleja en el siguiente comentario de la misma persona entrevistada:

“[...] uno tenía su explotación y seguía viviendo de su explotación hasta que moría y cuando moría si tenía tres hijos pues repartía su explotación entre sus tres hijos, y cada uno lleva su explotación, y ahí seguía su explotación hasta que moría y entonces eso se sigue manteniendo quizá porque no se tienen de la actividad agrícola una visión profesional, una visión empresarial, sino que se tiene, o se tenía, como una actividad de subsistencia porque eso venía de una idea muy arraigada de que el campo iba muy ligado con la persona, que esta es mi finca, esto yo lo tengo hasta que yo me muera,[...] entonces la regeneración o el reemplazo del empresario se hace ya por edad porque ya el empresario ha fallecido o tiene ya noventa años” (agricultor y técnico de asociación de agricultores, E6).

El segundo tipo es el **agricultor no profesional**, es decir, el titular cuya fuente de ingresos principal no se relaciona con la actividad agraria, la cual se concibe como una actividad a tiempo parcial. En esta categoría se pueden diferenciar, asimismo, dos subtipos: por un lado, el titular que procede de otros sectores, principalmente el del polvorón o el inmobiliario, que ha adquirido la finca por cuestiones de prestigio social; por otro, el heredero de un finca que ha sido repartida entre varios hermanos y su actividad principal no se relaciona con el campo. Esto se debe al “prestigio social” que supone la posesión del olivar, más que al mero rendimiento económico obtenido de su explotación, pues es de suponer que sus necesidades económicas ya están satisfechas con otras actividades. En el medio rural la tierra representa un bien apreciado que permanece en el tiempo al que, además, siempre se podrá recurrir en caso de necesidad. Este valor se refuerza por la existencia de un vínculo afectivo entre ésta y la persona que la posee, como se muestra en el siguiente comentario de la persona entrevistada:

“es un bien que tú tienes ahí y, cuando la empresa desaparece, está ahí y se alquila, **se revaloriza**. En eso han influido aparte de la propia visión que tenemos, o que tenían los agricultores, de **ese cariño a la tierra**, de esa cosa de que la tierra..., un

fabricante de mantecados no le tiene a su fábrica de mantecados tanto aprecio como a las veinte hectáreas que compró hace veinte años. ¡Uy! las veinte hectáreas que compré hace veinte años, [...] es como [...] más sentimental” (agricultor y técnico de asociación de agricultores, E6, resaltado en negrita añadido).

La presencia de agricultores no profesionales explica la existencia de explotaciones poco rentables o incluso por debajo de los umbrales de viabilidad económica. El hecho de que estos agricultores tengan sus necesidades económicas cubiertas con otras actividades no agrarias contribuye a mantener unas estructuras de costes que no compensan los ingresos por ventas de la producción agraria, lo que también repercute indirectamente en las relaciones de intercambio económico de los agricultores profesionales. El siguiente comentario es ilustrativo de esta situación:

“[...] que no tenga la actividad de olivar diciendo ahí la tengo, si me cuesta el dinero, a mí me da igual, porque yo tengo mi actividad principal y yo con esto vivo y si a mí..., porque eso repercute al que se dedica profesionalmente, porque si tú estás contratando por encima de precio de obra, si tú estás dando menos ahora en el campo, si estás haciendo una serie de cosas que en el conjunto perjudican al resto de los profesionales, pues no es bueno [...] que me da, bien, que no me da, no pasa nada [refiriéndose al agricultor no profesional] yo tengo aquí mi fábrica de ladrillos, mi fábrica de no sé qué y mientras esto me dé de comer me da igual, o sea que si ahí hay cinco personas que no están haciendo nada, bueno, que aquello no genera riqueza, no me importa” (agricultor y técnico de asociación de agricultores, E6).

12.2.2. Cooperativas de primer grado

Las primeras acciones colectivas que los agricultores emprendieron en el SIAL de Estepa se relacionan con la creación de las cooperativas agrarias de primer grado. En la tabla 12.1 se muestra el listado de las cooperativas almazaras de agricultores que existen en 2012 en la comarca de Estepa. En el apartado 4.3.4.2 *El proceso de reestructuración del olivar* del capítulo 4 se expuso que el objetivo fundacional de estas instituciones era mejorar el nivel de ingresos de los agricultores asegurando la compra de su producción, que posteriormente se transformaba en aceite y se vendía a terceros. La acción colectiva del movimiento cooperativo se sustenta en la búsqueda del bien común de los agricultores, el cual está reconocido y legitimado por la sociedad al promoverlo e impulsarlo desde otras instancias superiores. El funcionamiento de las cooperativas se rige por la normativa que las regula²⁵⁰, las cuales, a su vez, estarán condicionadas por la ideología del contexto del que emanan.

²⁵⁰ La normativa estatal está recogida Ley 27/1999, de 16 de julio, de Cooperativas, aprobada en el BOE nº 170 de 17 de julio de 1999. La normativa autonómica corresponde con la Ley 14/2011, de 23 de diciembre, de Sociedades Cooperativas Andaluzas, aprobada en el BOJA nº 255 de 31 de diciembre de 2011.

Tabla 12.1. Cooperativas almazaras en la comarca de Estepa, 2012.

Municipio	Nombre de la Cooperativa
Aguadulce	Puricon, S.C.A.
	Arbequisur, S.C.A.
Badolatosa	Olivarera Nuestra Señora de La Fuensanta, S.C.A.
	Olivarera San Plácido, S.C.A.
Casariche	Cooperativa Olivarera de Casariche, S.C.A.
Estepa	Olivarera Sor Ángela de La Cruz, S.C.A.
	Nuestra Señora de La Paz, S.C.A.
Gilena	Olivarera San Isidro de Gilena, S.C.A.
Herrera	La Purísima de Herrera, S.C.A.
	Agropecuaria de Herrera, S.C.A. (Antigua Coop. San Isidro de Herrera, S.C.A.)
Lora de Estepa	Olivarera San José, S.C.A.
Marinaleda	Olivarera San Nicolás de Marinaleda, S.C.A.
Pedrera	Cooperativa Olivarera de Pedrera, S.C.A.
	Agrícola Roda, S.C.A. (Antigua Coop. Ntra. Sra. de Los Llanos, S.C.A.)
	La Inmaculada Concepción de La Roda S.C.A.
El Rubio	Agrícola El Rubio, S.C.A.

Fuente: elaboración a partir del SIG de Industrias Agroalimentarias de la Junta de Andalucía.

Hasta los cincuenta, década en que aparecen las primeras cooperativas en la comarca, el discurso ideológico de estas organizaciones estaba más próximo al de los sindicatos agrarios cuya estrategia respondía históricamente a la defensa de los intereses de sus bases sociales, donde la tradición y el mantenimiento del orden agrario formaban parte de su ideario. En el contexto de la posguerra, todo el sistema cooperativo español se integra en una nueva estructura organizativa, la Obra Sindical de Cooperación de la Organización Sindical²⁵¹ (Sanz Jarque 1985; Gómez López 2004). Los principios marcados por los estatutos de las organizaciones cooperativas agrarias aludían a la gestión democrática (cada socio un voto) y solidaridad mutua, lo que significaba que este tipo de acción social era concebido como un movimiento de personas y no de capitales, diferenciándose de la lógica empresarial de sociedades capitalistas (Moyano 1997), a pesar de que el destino final de la producción sea su intercambio en el mercado. El contexto socioeconómico en que se desarrollan las primeras cooperativas se caracterizaba por una intervención del Estado en la economía con el objetivo de subordinar el mercado a los intereses generales mediante la regulación de los precios agrícolas (desde la postguerra hasta la década de los cincuenta). Sin embargo, a partir de los cambios estructurales de la economía que experimenta la economía española desde mediados de los cincuenta y, en particular, con los planes de desarrollo de los sesenta (véase el apartado 4.3.4.1 *El proceso de modernización industrial en el olivar* del capítulo 4), se liberaliza la economía y disminuye la intervención del Estado. En los sesenta, la lógica

²⁵¹ En virtud de la Ley de unidad Sindical y la Ley de Cooperativas del 2 de enero de 1942.

empresarial va ganando terreno en la esfera de las actividades económicas hasta llegar a los setenta, década en la que se introducen cambios normativos en el movimiento cooperativo que reflejan los nuevos principios de gestión empresarial. En esta línea, se promulga la Ley General de Cooperativas de 19 de diciembre de 1974, además, destacaba el carácter empresarial de la sociedad cooperativa y la necesidad de adaptarse a las exigencias de una organización de mercado, además de no contener referencia alguna a la inexistencia de ánimo de lucro (Gómez López 2004).

El tránsito de la organización de la cooperativa tradicional y solidaria hacia un esquema de principios empresariales, con concepciones más acordes con los métodos de gestión y administración de empresas, está vinculado al desarrollo político, económico y social que experimenta España desde los sesenta. En 2012, la normativa vigente en España sobre el régimen de funcionamiento de las cooperativas²⁵² sigue el principio democrático por el que a cada persona le corresponde un voto, aunque abre la posibilidad del voto ponderado en cooperativas de segundo grado (salvo en el caso de que participasen personas físicas). Esto es una fuente de conflicto entre los distintos socios cooperativista, como muestra el siguiente comentario:

“Un socio un voto, ¡no!. Un kilo o cien kilos de aceite cada uno es un voto, lo que no puedes es que te cambien una reunión, por ejemplo te hablo de una asamblea general donde hay trescientos por decirte, trescientos socios, y hay veinticinco que son la mayoría de los kilos, por decirte, y el resto, los doscientos setenta y cinco son minoritarios, hablando de minoritarios con cinco mil, diez mil, veinte mil, cuarenta mil, cincuenta mil [...]. Porque antiguamente estaba muy bien lo de una persona un voto, por supuesto, pero ya, yo es que no lo veo” (entrevista a agricultor, E16).

Aunque el conflicto existe, las discrepancias no son lo suficientemente significativas, al menos de momento, para la ruptura del movimiento cooperativo. Esto se debe a la importancia de los vínculos familiares y de vecindad entre socios en el seno de estas organizaciones, que las mantiene unidas, a pesar de las divergencias, con el objeto de mantener el orden agrario tradicional. En este caso, este orden se puede relacionar con el mantenimiento del estatus de agricultor referido a los pequeños y medianos productores frente a los grandes, que no necesitan organizarse en cooperativas para mantener su posición en la estructura social agraria. En la siguiente cita de un gerente se muestra la aceptación de los principios democráticos en los órganos rectores de la cooperativa:

“En una empresa que funciona todos los días [...], pero sí, las discrepancias pueden surgir y nosotros somos un Consejo activo en ese aspecto que se discute bastante todos los temas que tenemos, pero no en plan conflictivo de batalla, sino diferentes posturas que son analizadas y, al final, si hay discrepancias entre distintos miembros, por votación se deciden ciertas acciones” (entrevista a gerente de cooperativa, E9).

El máximo órgano rector de la cooperativa, la asamblea general y el consejo rector se rigen por principios democráticos, mientras que la gestión está se ha adaptado al contexto del mercado a

²⁵² Ley 27/1999, de 16 de julio, de Cooperativas.

través de la figura del gerente. Esto implica una profesionalización de las actividades productivas, situación que se refleja en el siguiente comentario extraído de la entrevista a un gerente de cooperativa:

“En el año noventa y siete me incorporo, es un paso de profesionalización, por ejemplo la persona que yo sustituí que ya se jubilaba al año siguiente, era una persona que había estado toda la vida, tenía su formación a base de la experiencia de la vida. Yo, por ejemplo, soy un licenciado en económicas, la incorporación de los técnicos de producción integrada también con una formación media, también ha dado un paso más a la profesionalización y poder abrirse ciertos campos mayores” (entrevista a gerente de cooperativa, E9).

12.2.3. Cooperativa de segundo grado: Oleoestepa

La creación de Oleoestepa en 1986 supone un grado más en el proceso de concentración de la oferta que se manifestó en el SIAL de Estepa durante los años ochenta. El contexto socioeconómico de la época se caracterizaba por una ampliación de los mercados internos y externos de cara a la integración de España en la Comunidad Económica Europea (CEE) en 1986. Este hecho supuso la intensificación, en los años previos a la entrada del país en la CEE, del proceso de modernización productiva y la redefinición de la estrategia comercial de las empresas que, con el apoyo de las políticas públicas, se estaba llevando a cabo en España desde los años sesenta en el sector agrario²⁵³ (Naredo 2004).

En esta línea, las políticas públicas tenían como objetivo la concentración de la oferta a través del apoyo a la creación de dos tipos de instituciones, por un lado, las Agrupaciones de Productores Agrarios (APA), mediante la Ley 29/1972, y, por otro, las Organizaciones Profesionales Agrarias (OPA) a finales de los setenta. Estas dos formas de acción colectiva de ámbito agrario actuarán en la configuración del movimiento cooperativo de segundo grado en Estepa, como se refleja en el siguiente comentario de una de las personas que intervinieron en su creación y experta conocedora de la realidad del sector olivarero de la comarca:

“Al mismo tiempo había algunas asociaciones como eran las agrupaciones de productores agrarios y las organizaciones de productores que unos eran los que, las APAs y las OPAs. Las APAS eran las que comercializaban en común y las OPAS eran las que gestionaban la ayuda a la producción. Entonces, mi trabajo en Asaja Sevilla²⁵⁴ (OPA) que yo era jefe de servicios técnicos en aquella época, era intentar adaptar la normativa comunitaria a la provincia de Sevilla. Estuve dos años promoviendo una

²⁵³ En este sentido, la firma del Acuerdo Preferencial CEE/España en 1970 supuso una serie de reducciones arancelarias para determinados productos agrícolas, entre los que se encontraba el aceite de oliva (Díaz-Uder 1982).

²⁵⁴ ASAJA (Asociación de Jóvenes Agricultores) es una OPA con una fuerte representación y una actividad muy importante en el territorio objeto de estudio.

APA, habíamos proveído una agrupación de productores agrarios y bueno, fruto de este movimiento en la provincia de Sevilla, se fue de alguna forma a las cooperativas, como si dijéramos que seguían estas reuniones que manteníamos en los pueblos en el año ochenta y cinco, ochenta y cuatro, ochenta y cinco, sobre todo de Osuna, en la zona de Estepa, [...]. Al final hubo una escisión por una serie de motivos, de la zona de Estepa, y se funda Oleoestepa” (entrevista al presidente del Consejo Regulador de DOP, E13).

Estas dos instituciones, las APA y OPA, fueron las catalizadoras del proceso de creación de Oleoestepa. Al mismo tiempo, también determinaron las características de las formas de organización de la producción y sus relaciones en el seno de ésta así como con el entorno. El primer tipo, las APA, seguía el modelo de agrupación de productores que existía en la agricultura francesa. Según la normativa que la regulaba²⁵⁵, esta forma de acción colectiva tenía como objetivo la concentración de la oferta, así como la mejora en la gestión de la producción a través de una serie de requisitos que debían de cumplir en cuanto a número de socios, volumen de producción, profesionalización de la gerencia y normas internas de estandarización de del producto final, el aceite. Asimismo, la normativa las capacitaba para desempeñar una función activa en la regulación de los mercados, para lo que, además, contaban con un apoyo económico (Langreo 1997; Moyano 1997, 2002; Moyano y Entrena 1997, 2002).

La otra forma de organización que interviene en la acción colectiva, la OPA, se establece en el contexto de la transición a la democracia, en 1977. En aquella época, los agricultores se organizan a través de diferentes asociaciones representativas para la defensa de sus intereses profesionales de un modo sectorial y reivindicativo. De este modo, se crearon las Organizaciones Profesionales Agrarias, asociaciones de carácter general por su visión global y transversal de los problemas de los agricultores que responden a sus preocupaciones en cuanto a la necesidad de legitimar su representación. Asimismo, tienen un papel destacado como interlocutor representativo de los productores agrarios en su relación con las administraciones regionales, nacional y europea (Arnalte y Ceña 1993; Garrido y Moyano 2000).

Por otra parte, es conveniente remarcar la participación de las OPA en la aplicación y articulación concreta de la Política Agrícola Común a través de las políticas sectoriales y territoriales, que les otorga una relación con las autoridades responsables en las comunidades autónomas de la política agraria y una presencia en los comités consultivos europeos. Al mismo tiempo, estas relaciones con los responsables de la Administración confieren a las organizaciones un papel fundamental en la aplicación de la política pública agraria. En el caso de ASAJA, se trata de una OPA cuyos objetivos se centran en la mejora de los ingresos económicos desde un punto de vista empresarial, sin renunciar a la intervención de las políticas públicas (ayudas, subvenciones directas, etc.). En esencia, el ideario de esta institución considera que las fuerzas del mercado, junto con políticas agrarias para la reestructuración y modernización de las explotaciones agrarias, son clave para el

²⁵⁵ Ley 29/1972, de 22 de julio, de Agrupaciones de Productores Agrarios.

éxito de las actividades agrarias en el contexto socioeconómico (Gómez Benito 2001). El papel que desempeñó ASAJA en la creación de Oleoestepa se refleja en la cita siguiente:

“[...] era fruto del trabajo de Asaja-Sevilla, yo era un técnico de Asaja-Sevilla, teníamos que explicarle a las cooperativas cómo estaba organizada la Organización Común de Mercado de aceite de oliva, de materias grasas, dentro del reglamento de materias grasas. Entonces íbamos a los pueblos convocando a las cooperativas para organizar, para vender en común nuestro aceite. Ese reñidero era vender en común el aceite y, al mismo tiempo, también era gestionar la ayuda a la producción, también eran APAS y OPAS. Entonces hay un movimiento que dice que las sedes tienen que estar en Estepa y Asaja-Sevilla dice pues bueno, si está en Estepa ya no lo podemos llevar desde Sevilla, está a cien kilómetros, por lo tanto preocuparos vosotros y montar una cooperativa de segundo grado como oficina y sede social en Estepa. Y por eso surge Oleoesepe, como una escisión de un movimiento organizado por Asaja-Sevilla” (entrevista al presidente del Consejo Regulador de DOP, E13).

De esta forma, la institución se constituye mediante una acción colectiva por la que los agricultores le delegan, a través de las cooperativas de primer grado, la gestión de las acciones comerciales en relación con el entorno socioeconómico. En la creación participaron 10 almazaras cooperativas²⁵⁶ y posteriormente se incorporaron otras cooperativas de la comarca hasta alcanzar 16²⁵⁷, es decir, la práctica totalidad, salvo una, de las almazaras cooperativas de la comarca. En la tabla 12.2 se muestra el listado de cooperativas que forman parte de Oleoestepa en 2012.

²⁵⁶ También habría que añadir dos almazaras privadas que, al poco tiempo tuvieron que darse se baja porque la normativa impedía que las entidades que no eran cooperativas no podían pertenecer a una cooperativa de segundo grado (información obtenida de la entrevista al presidente del Consejo Regulador de DOP, E13).

²⁵⁷ Información obtenida de la entrevista al presidente del Consejo Regulador de DOP (E13).

Tabla 12.2. Listado de cooperativas pertenecientes a Oleoestepa, 2012

Municipio	Nombre de la cooperativa
Aguadulce	Arbequisur, S.C.A.
Badolatosa	Olivarera Nuestra Señora de La Fuensanta, S.C.A.
	Olivarera San Plácido, S.C.A.
Casariche	Coop. Olivarera de Casariche, S.C.A.
Estepa	Olivarera Sor Angela de La Cruz, S.C.A.
	Nuestra Señora de La Paz, S.C.A.
Gilena	Olivarera San Isidro De Gilena, S.C.A.
Herrera	La Purísima de Herrera, S.C.A.
	Agropecuaria de Herrera, S.C.A. (Antigua Coop. San Isidro de Herrera, S.C.A.)
Lora de Estepa	Olivarera San Jose, S.C.A.
Marinaleda	Olivarera San Nicolás de Marinaleda, S.C.A.
Pedrerá	Coop. Olivarera de Pedrerá, S.C.A.
La Roda de Andalucía	Agrícola Roda, S.C.A. (Antigua Coop. Ntra. Sra. de Los Llanos, S.C.A.)
	La Inmaculada Concepción de La Roda S.C.A.
El Rubio	Agrícola El Rubio, S.C.A.
Puente Genil (*)	Olivarera Pontanense, S.C.A. (*)

(*): Hay que aclarar que la cooperativa Olivarera Pontanense, S.C.A. se ubica en Puente Genil, fuera del área de estudio de este trabajo de investigación, que se centra en la comarca de Estepa.

Fuente: Oleoestepa.

La acción colectiva por la que se crea Oleoestepa tiene como objetivo la mejora de las rentas de los agricultores a través de la inserción en el mercado de la producción agraria y una reorganización de ésta para la mejora del producto final, el aceite, de acuerdo a los estándares del mercado y el gran consumo. El efecto de este proceso es la creación una nueva estructura institucional, Oleoestepa, como cooperativa de segundo grado, y la introducción de nuevas normas de producción que llegan a los productores a través de las cooperativas de primer grado. Estas normas tienen como objetivo la reorganización de la producción para elaborar un aceite que sea apreciado por el mercado, de acuerdo con las tendencias en el consumo alimentario y que permita maximizar el beneficio de la explotación agrícola. El siguiente comentario refleja la importancia de producir con respecto a los nuevos estándares del mercado, en los que, se comienza a plantear la necesidad de mejorar la calidad:

“Tratamos de aprovechar la organización común de mercado materias grasas y ahí **explicábamos que el aceite de oliva en Europa se pagaba por calidad**, no solamente por grado de acidez” (entrevista al presidente del Consejo Regulador de DOP, E13, resaltado en negrita añadido).

Es a partir de este momento cuando **se define una estrategia de calidad** que se termina difundiendo y extendiendo en el territorio a través de los mecanismos de coordinación institucional: OPA (Asaja), Oleoestepa y las cooperativas que la integran. Esta nueva estructura organizativa va influir en la redefinición del proceso productivo en el SIAL de Estepa, desde la forma de la explotación agrícola y su gestión, su transformación en las almazaras y la distribución y comercialización. Este proceso consistió, en una primera fase, en transferir las decisiones sobre comercialización desde las cooperativas de primer grado a la gerencia de Oleoestepa, mientras que en una segunda fase se centralizaron las decisiones sobre la producción de aceite.

“[...] para mejorar las almazaras, que muchas lo hicieron, pero también para mejorar en común, porque en las APAS había unas ayudas específicas. Nosotros cuando montamos Oleoestepa pensábamos en las ayudas a productores agrarios que eran ayudas a la comercialización, [...] los tres primeros años [...]. Por tanto, a través de esas ayudas nos invitaban a la comercialización, después se aprovecharon las ayudas a la producción [...], pero había que vender en común. Después ha habido un proceso de traspaso del poder de decisión, es que **la decisión de venta pasaba de la cooperativa de primer grado al gerente de Oleoestepa**” (entrevista al presidente del Consejo Regulador de DOP, E13, resaltado en negrita añadido).

En conclusión, la acción colectiva de los agricultores, a través de las cooperativas de primer grado, se materializa en la creación de una nueva institucionalidad, Oleoestepa, con el objetivo de adecuar el sistema agrario al contexto socioeconómico en el que se desarrolla y, de esta forma, contribuir al mantenimiento de las estructuras de producción agraria. Al mismo tiempo, los actores que intervienen en la institución definen una estrategia compartida sobre la base de la mejora de calidad de la producción agraria. Dicha estrategia compartida es denominada por Boucher (2004, 2007) como *acción colectiva funcional*, cuyas características serán abordadas en el siguiente epígrafe.

12.3. Activación institucional: acción colectiva funcional del SIAL de Estepa

12.3.1. Visión general

Un *acción colectiva funcional* consiste en vincular un recurso del territorio a una estrategia de calidad con el objeto de mejorar los ingresos de los productores que constituyen el SIAL (Boucher 2004, 2007). El vínculo territorial actúa como un condicionante para el desarrollo de actividades en el mundo mercantil. De esta manera no sólo se refuerza el vínculo de los actores con el territorio, sino también entre éste y el resto del sistema socioeconómico (consumidores) donde se producen los intercambios. Esto se realiza a través de la construcción de una estrategia de diferenciación de la calidad sobre la base del fortalecimiento de un vínculo territorial, es decir, a través de la identificación del producto con el territorio del que procede y, por consiguiente, con las personas y tradiciones que forman parte de este. Esto se lleva a cabo mediante una acción

colectiva por la que se establecen las normas que deberán seguir para la consecución de la estrategia. En el caso de Estepa esto se ha realizado a partir de dos procesos:

- 1) La creación de una institución que tiene el cometido de definir, por una parte, los rasgos del producto en relación con el territorio y, por otra, el sistema de control que garantiza la autenticidad del producto. Esta institución se ha materializado en la creación del Consejo Regulador de la Denominación de Origen de Estepa.
- 2) El aumento de la calidad del producto a través de la introducción de mejoras en el sistema de explotación. Estas se han realizado, por un lado, a través de la introducción de la producción integrada y, por otro, mediante la utilización de prácticas agrícolas que repercuten en beneficio de las cualidades organolépticas del aceite producido. Las instituciones que intervienen en el primer aspecto son las ATRIA-APIS que asesoran a los agricultores sobre las prácticas de manejo, mientras que, en el segundo caso, son las cooperativas quienes orientan a los productores.

Estos dos procesos son los elementos constitutivos de la estrategia de calidad territorial diferenciada y se articulan a través de las interacciones entre los distintos actores del SIAL de Estepa. En este sentido, se han identificado tres tipos de interacciones relevantes entre actores que serán denominadas nodos, en los que intervienen los siguientes elementos y relaciones:

- Primer nodo: está integrado por la gerencia y departamento comercial de Oleoestepa, el laboratorio de Oleoestepa y el Consejo Regulador de la DO de Estepa. En este se definen los estándares relativos a la calidad de la producción.
- Segundo nodo: abarca a los responsables de la gestión técnica de las cooperativas de primer grado y a los agricultores. Los primeros se encargan de la transmisión a los agricultores de las directrices y prácticas relativas a la explotación, así como velar por su cumplimiento, de acuerdo con la estrategia de calidad. Los segundos son los encargados de llevar a cabo dichas directrices y prácticas en las explotaciones de olivar.
- Tercer nodo: está compuesto por la ATRIA de Oleoestepa, las API de las cooperativas y los agricultores. Su función consiste en asesorar a los agricultores sobre las prácticas de producción integrada en el cultivo de olivar.

Antes de pasar a describir el funcionamiento de los tres nodos se procede a continuación a abordar las características de dos actores importantes que van a intervenir en la estrategia de la calidad: por una parte, el Consejo Regulador de la Denominación de Origen y, por otra, las ATRIA-API. Esto se realiza en el apartado siguiente.

12.3.2. Instituciones relevantes en la acción colectiva funcional del SIAL de Estepa

12.3.2.1. Consejo Regulator de la DO de Estepa

En el año 2004 se constituye el Consejo Regulator de la Denominación de Origen de Estepa. En la creación de la institución influyen de forma notable dos factores. El primero concierne a las condiciones del entorno socioeconómico descrito en el epígrafe 4.3.5 *Hacia una nueva transición del régimen socioecológico: la incorporación de la calidad territorial y el medio ambiente en las políticas públicas*, en concreto, al impulso de las políticas públicas de desarrollo rural de la Unión Europea, descrita anteriormente, y su aplicación por parte de las Administraciones sectoriales y territoriales (respectivamente el Ministerio de Agricultura y la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía) a través del desarrollo normativo y las iniciativas que promueven la constitución de denominaciones de origen. Pero también hay que contemplar un segundo factor sin el que las actuaciones públicas no podían surtir efecto. En el caso del SIAL de Estepa, esta acción fue instituida a través de Oleoestepa, que actuó como promotora y catalizadora del proceso de constitución, como se refleja en el siguiente comentario:

“Oleoestepa se da cuenta a principios del año 2002-2003 de que bueno, ya habían hecho todo el proceso comercializador, tenían unos buenos laboratorios, tenían unos buenos cimientos por parte del sector empresarial de que los aceites de Estepa se estaban pagando un poco más o bastante más que el resto de aceites existentes en el territorio autonómico y en el territorio nacional. A ese proceso de apuesta por la calidad, de apuesta por el medio ambiente, donde esta comarca era pionera, le faltaba digamos la guinda. Una guinda que **protegiere esa identidad territorial**, esa diferenciación de nuestros aceites y que lo protegiese, **sobre todo, comercialmente**, de cara a que, bueno, ya habíamos consolidado una estructura empresarial” (entrevista al secretario del Consejo Regulator de la DO, E2, resaltado en negrita añadido).

Las políticas públicas puestas en marcha por la Unión Europea habían impulsado la creación de un cuerpo normativo que protegía la tipicidad de los productos locales frente a terceros y permitía el desarrollo de una estrategia de calidad basada en la diferenciación de un producto arraigado al territorio. En el siguiente relato, el entrevistado refleja la influencia del contexto socioeconómico, en concreto las experiencias que se habían llevado a cabo en otros SIAL en La Toscana (Italia) y que habían dado lugar al desarrollo de las denominaciones de origen del aceite (Sanz-Cañada 2009).

“Esto será el año dos mil, y yo cuando iba a Italia, cuando empezaba en una empresa como Oleoestepa con marcas, pero sí pensábamos siempre cuando íbamos allí, los ‘tipici’, en Italia es típico, típico de la Toscana, típico de distintas zonas y lo discutía [...] pero llegó un momento que estaba en situación suficientemente madura para organizar una denominación de origen porque había que defender el nombre de Estepa. O sea ¿para qué se crea una denominación de origen? Primero, además de **para diferenciar nuestros aceites** y explicarlo al público, por lo menos a los

consumidores, también para que **no haya nadie que utilice el nombre de Estepa con mezclas**” (entrevista al presidente del Consejo Regulador, E13, resaltado en negrita añadido).

El Consejo Regulador se configura como el principal mecanismo de toma de decisiones en la Denominación de Origen. Su ámbito territorial de producción viene recogido en el reglamento del Consejo Regulador²⁵⁸ y abarca a la comarca natural de Estepa, constituida por 11 términos municipales de la provincia de Sevilla (Aguadulce, Badolatosa, Casariche, El Rubio, Estepa, Gilena, Herrera, La Roda de Andalucía, Lora de Estepa, Marinaleda y Pedrera) y uno de la provincia de Córdoba (Miragenil, margen izquierdo de Puente Genil²⁵⁹). La superficie de olivar de las explotaciones de olivar adscritas suman 38.000 ha que en el año 2012 produjeron 18.000 toneladas de aceite certificado bajo denominación de origen (en estos datos se incluyen las fincas que pertenecen al término municipal de Córdoba, fuera del área de estudio de esta investigación).

Su composición está formada por un presidente, un secretario y 20 vocales. Estos últimos corresponden con las 16 cooperativas están agrupadas en Oleoestepa, la propia Oleoestepa que hace el número 17, más otras tres almazaras²⁶⁰ que no pertenecen a la cooperativa de segundo grado (tabla 12.3.). Cada representante tiene voz y voto en la toma de decisiones. Hay que remarcar que la estructura del Consejo es muy singular en comparación con la de otras denominaciones de origen, pues el 97% de éste representa a Oleoestepa y sus cooperativas asociadas, lo cual se va a reflejar a la hora de la toma de decisiones en el seno del Consejo.

²⁵⁸ Orden de 15 de septiembre de 2004, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen Estepa y de su Consejo Regulador.

²⁵⁹ Es conveniente aclarar que el término municipal de Puente Genil no ha sido incluido en el territorio objeto de estudio de esta investigación.

²⁶⁰ De estas tres una corresponde con una cooperativa y las otras dos son almazaras industriales.

Tabla 12.3. Almazaras adscritas a la D.O. de Estepa, 2012

Municipio	Nombre
Aguadulce	Puricon, S.C.A.
	Arbequisur, S.C.A.
	Sierra del Aguila S.L. (Hacienda Ípora)
Badolatosa	Olivarera Nuestra Señora de La Fuensanta, S.C.A.
	Olivarera San Plácido, S.C.A.
Casariche	Coop. Olivarera de Casariche, S.C.A.
Estepa	Olivarera Sor Angela de La Cruz, S.C.A.
	Oleoestepa, S.C.A.
	Nuestra Señora de La Paz, S.C.A.
Gilena	Olivarera San Isidro De Gilena, S.C.A.
Herrera	La Purísima de Herrera, S.C.A.
	Agropecuaria de Herrera, S.C.A. (Antigua Coop. San Isidro de Herrera, SCA)
Lora de Estepa	Olivarera San Jose, S.C.A.
Marinaleda	Olivarera San Nicolás de Marinaleda, S.C.A.
Pedrerá	Coop. Olivarera de Pedrerá, S.C.A.
La Roda de Andalucía	Agrícola Roda, S.C.A. (Antigua Coop. Ntra. Sra. de Los Llanos, S.C.A.)
	La Inmaculada Concepción de La Roda S.C.A.
El Rubio	Agrícola El Rubio, S.C.A.
Puente Genil (*)	Olivarera Pontanense, S.C.A.
	Ingesar, S. L. (Finca Las Valdesas)

(*): Este municipio está fuera del área de estudio que se ha definido en el capítulo 3.

Fuente: Consejo Regulador de la DO de Estepa.

En la definición de las normas de calidad de la institución reguladora intervienen, además los aspectos relacionados con el vínculo de origen, esto es, las relaciones de proximidad y la dimensión del territorio, otros factores como, por ejemplo, el nivel de diferenciación de los productos y de la competencia, así como el peso de los distintos actores involucrados en la negociación (Letablier y Delfosse 1994, 1995). En el caso de la denominación de Estepa, los integrantes del Consejo Regulador son los que definen los estándares de calidad y las normas de control. En este sentido, la preocupación por mantener el nivel y elevar el nivel de calidad se muestra con el plan de inspección que se ha adaptado en el Consejo Regulador:

“[...] todos los años elaboramos un plan anual de inspecciones tanto a olivareros comoalmazaras, como envasadoras, como producto, que este año se adaptará a la norma 45.011 en la cual todos, y digo todos los lotes que se producen en nuestro territorio se certifican por la Denominación de Origen y se investigan documentalmente dichos lotes, que con la norma 45.011 esto puede ser aleatorio,

no tiene por qué ser todos. En el caso concreto de nuestra comarca todos los lotes de la Denominación de Origen se inspeccionan” (entrevista al secretario del Consejo Regulador de la DO, E2)

12.3.2.2. Instituciones relacionadas con la producción integrada: ATRIA-APIS

En el epígrafe 4.3.5.1 *Introducción a los objetivos de las políticas públicas para afrontar los problemas del régimen socioecológico industrial en el sector agrario* se había expuesto que las políticas públicas impulsaron la producción integrada desde finales de los noventa como respuesta a los problemas ambientales asociados a la intensificación de la agricultura. La introducción de las prácticas de producción integrada implica dos efectos importantes para la explotación agrícola. En primer lugar, incide en la disminución de los costes de cultivo por el ahorro de tratamientos al mismo tiempo que aumenta la efectividad de los que se llevaban a cabo. En segundo lugar, supone un beneficio ambiental para el entorno al racionalizar el consumo de productos fitosanitarios que repercute que conlleva el respeto a la fauna auxiliar, la disminución del riesgo de residuos en aceitunas y aceites, así como la reducción de la contaminación ambiental de suelos y aguas (Alarcón y Saavedra 2003; CAP 2011).

El proceso de introducción de la producción integrada se realiza a través de las ATRIA y APIS, que son instituciones. Estas se constituyen mediante la contratación de un técnico por parte de una agrupación de agricultores que está especializado en el asesoramiento de las prácticas de control integrado de la producción. De acuerdo con la normativa²⁶¹, la función de los técnicos consiste en controlar el sistema de producción agraria a través de una serie de recomendaciones y prácticas obligatorias que deberá llevar a cabo el agricultor que abarcan a los siguientes aspectos (CAP 2011):

- Sistemas de manejo del suelo: medidas preventivas y obligatorias para la conservación, mejora y protección del suelo frente a la erosión. Estas consisten en la limitación del laboreo, establecimiento y manejo de cubiertas vegetales, corrección de cárcavas, control de herbicidas mediante la “orden de tratamiento”, conservación de la vegetación natural de las lindes, setos, árboles aislados que sirven de refugio a la fauna auxiliar. Por otra parte, también se dan recomendaciones para la plantar olivos en función del perfil del suelo y fomentando la utilización de plantones con garantías de calidad sanitaria e identidad varietal en Andalucía.
- Fertilización y enmiendas: plan de fertilización en función de análisis del nivel de fertilidad de suelos, del agua de riego (en el caso de regadío) y el estado nutritivo del árbol mediante análisis foliar, requerimientos del cultivo y la cubierta vegetal.

²⁶¹ La normativa básica está regulada por el Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, sobre “Producción Integrada de productos agrícolas” (BOE 287 de 30 noviembre 2002). La normativa específica está recogida en la Orden de 15 de abril de 2008 de la Consejería de Agricultura y Pesca, que desarrolla el reglamento específico para la producción integrada en el olivar en la comunidad autónoma.

- Tratamientos de enfermedades y plagas: el objetivo es mantener a las poblaciones de patógenos por debajo de los niveles que determinan los umbrales de pérdidas económicas en la cosecha. Para ello se utiliza una combinación de sistemas biológicos, culturales, físicos, genéticos y químicos. El uso de estos últimos está limitado a la ausencia de otros métodos alternativos y siempre con la elección del producto más selectivo y con menos efectos secundarios.
- Recomendaciones de poda para el mantenimiento de la capacidad de producción del olivar en función de sus características.
- Recomendaciones para la recolección y transporte orientadas al ahorro en costes y su contribución a la calidad y seguridad alimentaria. Identificación del momento óptimo de recolección.

En el caso del SIAL de Estepa, la contratación del técnico con competencias en producción integrada se ha realizado a través de las cooperativas. La producción integrada en Estepa se materializó a partir del proceso de organización interprofesional impulsado por Oleoestepa y las políticas de ayudas públicas. Las primeras APIs se constituyeron en la campaña 2001/02 (Sor Ángela de la Cruz de Estepa SCA y Arbequisur SCA), pero se fueron extendiendo paulatinamente hasta alcanzar a partir de 2012 la totalidad del olivar adscrito a la DOP de Estepa. En los dos párrafos siguientes se exponen respectivamente los comentarios del gerente de la cooperativa y de un técnico de una asociación agraria en relación al proceso de implantación y difusión de este tipo de modalidad de agricultura.

“Se montaron en 2002, [...] sí, de hecho fueron de las primera APIS, fue un poco en plan piloto en esa época, empezó a haber agricultores que se fueron incorporando, y ya asambleariamente (en la cooperativa), ya que había un volumen importante, se decide que todo el mundo debía de estar en producción integrada” (entrevista a gerente de cooperativa, E9).

“Se estableció un API en la Cooperativa Sor Ángela, que fue la primera API aquí en la comarca. Aquello funcionó durante dos, tres, cuatro años y la gente veía que nosotros seguíamos con nuestra aceituna, que seguíamos haciendo nuestras cosas, que seguíamos labrando, manteniendo nuestros olivares en perfecto estado, o fertilizando correctamente, haciendo el tratamiento correctamente, dosificando nuestras máquinas de tratamiento, haciendo las cosas de forma lógica y acostumbrando a ver a los técnicos, a pedirles consejo y asesoramiento. Y eso funcionó bastante bien y después ya se dio más oportunidad para que la gente siguiera metiéndose, y se hizo otra, y después otra [...]” (entrevista a técnico de asociación agraria, E6).

La implantación de este sistema se ha decidido en el máximo órgano rector de las cooperativas, la asamblea general de socios. De esta forma, los agricultores adoptan este tipo de prácticas que benefician a la colectividad en dos aspectos. En primer lugar, en relación a la mejora de medio ambiente, mediante una aminoración del consumo de insumos, un uso más racional de los

recursos y una reducción de los residuos en el producto final. En segundo lugar, beneficia a la economía de los agricultores, por un lado, al vincular la idea de respeto al medio ambiente en el producto final, y, por tanto, al territorio (a través del sello de calidad territorial) y, por otro lado, al mejorar la estructura de costes e ingresos en relación a la disminución de gastos asociados a los insumos y operaciones agrícolas. En este sentido, las actividades que se desarrollan buscan mejorar el equilibrio ecológico en las explotaciones para hacer más resistente al cultivo frente a plagas y enfermedades, al mismo tiempo que se refuerza el ciclo de nutrientes (cubiertas vegetales, plan de fertilización, etc.), pero también se introduce el umbral económico a la hora de tomar decisiones en relación al tipo de tratamiento a aplicar con el objeto de mantener una rentabilidad económica en la explotación. De esta forma, la producción integrada implica un equilibrio entre las relaciones ecológicas y socioeconómicas del SIAL de Estepa.

Los beneficios de esta modalidad de sistema de manejo del olivar son reconocidos tanto por las cooperativas de primer grado como por el Consejo Regulador de la D.O. de Estepa, que en tenía previsto su implantación obligatoria cosechas posteriores a 2012. Así, en dicho año había 14 técnicos²⁶² (incluidos los directores técnicos) agrupados en varias API que estaban al cargo del control de la superficie de olivar de los agricultores de 10 cooperativas, además de un técnico ATRIA que daba servicio a los agricultores de 6 cooperativas (tabla 12.4).

²⁶² Estos datos fueron suministrados por el Consejo Regulador de la D.O. de Estepa. Si se considera la zona adscrita a la D.O. de Estepa la cifra de técnicos API aumenta a 16.

Tabla 12.4. Distribución de API/ATRIA en las cooperativas de la comarca de Estepa, 2012.

Municipio (1)	Nombre de la cooperativa almazara (2)	Sistema de agrupación
Aguadulce	Puricon, S.C.A.	API
	Arbequisur, S.C.A.	API
Badolatos	Olivarera Nuestra Señora de La Fuensanta, S.C.A.	API
	Olivarera San Plácido, S.C.A.	API
Casariche	Coop. Olivarera de Casariche, S.C.A.	ATRIA
Estepa	Olivarera Sor Angela de La Cruz, S.C.A.	API
	Nuestra Señora de La Paz, S.C.A.	API
Herrera	La Purísima de Herrera, S.C.A.	ATRIA
	Agropecuaria de Herrera, S.C.A. (Antigua Coop. San Isidro de Herrera, SCA)	ATRIA
Lora de Estepa	Olivarera San Jose, S.C.A.	API
Marinaleda	Olivarera San Nicolás de Marinaleda, S.C.A.	ATRIA
Pedrera	Coop. Olivarera de Pedrera, S.C.A.	API
La Roda de Andalucía	Agrícola Roda, S.C.A. (Antigua Coop. Ntra. Sra. de Los Llanos, S.C.A.)	ATRIA
La Roda de Andalucía	La Inmaculada Concepción de La Roda S.C.A.	ATRIA
El Rubio	Agricola El Rubio, S.C.A.	API

Notas:

(1): se ha excluido el municipio de Puente Genil al no estar considerado en el ámbito de estudio de esta investigación.

(2): Aunque no se ha incluido en el listado, la cooperativa Olivarera San isidro de Gilena estaba en proceso de creación de una API.

Fuente: Consejo Regulador de la Denominación de Origen de Estepa.

En conclusión, las API y ATRIA, junto con el Consejo Regulador de la Denominación de Origen, son dos instucionalidades que se crean en el SIAL de Estepa con el objetivo de desarrollar una estrategia de calidad territorial. Esta estrategia es liderada por Oleoestepa, que representa a las cooperativas de primer grado mediante una acción colectiva de segundo nivel y éstas, a su vez, a los agricultores, a través de la acción colectiva de primer nivel. En los puntos siguientes se describen los nodos principales en la definición y ejecución de la estrategia de calidad territorial, que es la acción colectiva funcional. Estos incluyen a los actores e interacciones entre éstos que son necesarias para el desarrollo de dicha estrategia.

12.3.3. Primer nodo de la estrategia de calidad del SIAL

Desde la gerencia de Oleoestepa se centraliza el poder de decisión en cuanto a comercialización y producción. Las normas de calidad van a surgir del proceso en el que confluyen tres actores. En

primer lugar, el responsable de la comercialización, concretamente la gerencia de Oleoestepa y su departamento comercial, que desarrollan el posicionamiento comercial y están en contacto con los clientes y conocen sus estándares de calidad específicos. En segundo lugar, el laboratorio de Oleoestepa que, desde un punto de vista técnico realiza los análisis a las muestras de aceite y establece unas recomendaciones en función de los resultados. En tercer lugar, el Consejo Regulador de la Denominación de Origen para la producción que se comercializa bajo esta marca de calidad territorial, que establece la normativa general que contiene las definiciones de los parámetros y características que han de cumplir el aceite producido para recibir el sello de calidad territorial.

12.3.3.1. La gerencia de Oleoestepa y la comercialización

La gerencia y departamento comercial de Oleoestepa son los encargados de introducir en el mercado el aceite producido. Desde este ámbito se establecen y definen los tipos de productos y gamas que se van a vender y sus calidades exigidas. Los ingresos por ventas van a ser redistribuidos en función de estas calidades en la cadena agroalimentaria hacia atrás, en primer lugar hacia las cooperativas de primer grado asociadas y, posteriormente, desde éstas hacia los agricultores. Para ello se ha desarrollado un sistema de remuneración que se legitima a través de las cooperativas, como se muestra en el siguiente comentario:

“Yo de Oleoestepa, pues el tener la comercialización en común es una cosa que marca precedente, pues pone un precio y se vende a ese precio. Después no hay las disputas que hay entre las cooperativas, que yo he vendido diez pesetas más que tú, que tú has vendido más que yo, después a la hora de repartir reparte según producción que hayas tenido. Normalmente aquí, cuando llega el dinero, lo primero que se hace es repartírselo a los socios y tanto aquella cooperativa como esta cogen los mismos dineros prácticamente” (entrevista a agricultor, E16).

Por otra parte, la cooperativa de segundo grado tiene libertad para seleccionar el tipo de mercado y cliente que definirá como *target* va a condicionar la estrategia de calidad. En función de este posicionamiento, Oleoestepa comercializa dos grandes tipos de productos, **aceite a granel** y **aceite envasado**, cada uno con circuitos de comercialización diferentes que determinarán variantes en la estrategia de calidad. A continuación se profundiza en las características de los mercados de destino de estos dos tipos de aceite, así como la forma en que se distribuyen y comercializan.

Aceite a granel

El aceite a granel representa la mayor parte de las ventas de Oleoestepa, el 90%. Este tipo de aceite se destina tanto al mercado nacional como al exterior. El primero abarca aproximadamente un tercio (35%) de las ventas. La forma de comercialización es a través de acuerdos directos con empresas de distribución, alianzas estratégicas y corredores. En este tipo de acuerdo se negocia la calidad del aceite. En general, los mercados finales de esta modalidad conciernen a los de gran consumo, y, más específicamente, al consumo de aceite de gama media-alta.

“En el tema de granel, directamente, es decir, sin corredor, con algunas empresas directamente y a través de acuerdos de alianzas estratégicas que tenemos, en las que está definido casi todo antes de empezar el partido. De cuáles van a ser las cantidades, las calidades, los plazos, los calendarios, las formas de pago, todo” (entrevista al gerente de Oleoestepa, E20).

Respecto al mercado exterior, éste representa los dos tercios restantes (65%) de la producción de Oleoestepa. Los principales países de exportación son Francia, Portugal y, en menor medida, Japón y otros países asiáticos. En relación a los canales de comercialización, la cooperativa trabaja con distribuidores importadores o con la figura de importador y distribuidor, a la vez. Hay que tener en cuenta que España es el principal país productor del mundo de aceite de oliva, lo que se refleja en las exportaciones. A lo largo de los últimos años, se ha manifestado un incremento continuo de en las partidas a la exportación. Según datos de la Agencia para el Aceite de Oliva, en la campaña 2011/2012, las exportaciones supusieron más de 875.000 toneladas de aceite, un 30% más que es comparación con la campaña 2007/2008 (tabla 12.5). Las políticas públicas de fomento de las exportaciones han contribuido en parte a este aumento, en concreto, a través de instituciones como el ICEX (Instituto de Comercio Exterior) o Extenda (Agencia Andaluza de Promoción Exterior), como se refleja en el siguiente comentario:

“Hemos ido con ICEX a la feria de Nueva York. Ahora tenemos a una persona que la tuvimos como becaria y después se ha incorporado al departamento de exportación, dentro de los programas de Extenda. Hemos constituido una sociedad en Francia que se llama la Estepa-Francia que está también subvencionada por Extenda en los gastos de constitución e implantación, en fin, sí que hacemos cosas también [...]” (entrevista al gerente de Oleoestepa, E20).

Tabla 12.5. Datos de producción y exportación de aceite de oliva en España (cantidades en miles de toneladas)

	Campañas				
	2007/2008 (t x 1.000)	2008/2009 (t x 1.000)	2009/2010 (t x 1.000)	2010/2011 (t x 1.000)	2011/2012 (t x 1.000)
Producción de aceite	1.236,1	1.030	1.401,5	1.391,9	1.613,4
Exportaciones	666,1	675,3	780,1	828,4	875,9

Fuente: Agencia para el Aceite de Oliva.

Aceite envasado

A pesar de que la gama de aceite envasado representa un peso menor en las ventas de Oleoestepa, es uno de pilares clave de la estrategia de calidad debido a dos aspectos que es

conveniente señalar. En primer lugar, la mayoría del aceite que se destina a esta línea comercial se envasa con los distintivos de calidad que lo vinculan al territorio, es decir, bajo la Denominación de Origen de Estepa. En segundo lugar, solo se destina a esta gama los aceites que presentan la máxima calidad en el SIAL de Estepa. El resultado es una oferta de productos que se subdivide en los siguientes tres subgrupos:

- **Aceite de gama alta** o Premium orientados a los canales de distribución tipo gourmet y tiendas especializadas. La marca con la que se comercializa, “Estepa Virgen”, es una alusión directa al territorio, por lo que incorpora el sello de la Denominación de Origen. Respecto a su composición, se trata de un *coupage* que contiene todas las variedades de aceituna representativas del territorio. Su principal característica es que la aceituna se recolecta en un periodo de tiempo concreto, el envero, que le va a otorgar un determinado grado de madurez y rendimiento graso. Esto se relaciona con una calidad superior que va a ser controlada por el laboratorio los distintos nodos que intervienen en el SIAL de Estepa.
- **Aceite de gama media-alta**, destinado a los canales de distribución del gran consumo y tiendas especializadas. Todos llevan en su etiqueta el nombre de “Oleoestepa” y el sello de la Denominación de Origen, lo que también refuerza su vínculo con el territorio. No obstante, hay que advertir que también aparecen otras marcas minoritarias bajo la Denominación de Origen, que corresponden con las almazaras adscritas a la marca territorial pero que no son socios de Oleoestepa, por lo que no son comercializadas por la cooperativa, aunque sí que controla la calidad. Bajo el nombre de “Oleoestepa” se venden las siguientes productos:
 - “Selección”: se trata de una combinación de aceite de oliva vírgenes extra principalmente de las variedades hojiblanca y arbequina.
 - “Arbequino”: es un aceite de oliva virgen extra elaborado a partir de la variedad arbequina.
 - “Hojiblanco”: se elabora esencialmente a partir de la variedad predominante en el territorio, la hojiblanca.
- **Segundas marcas** que pertenecen a Oleoestepa pero que no aluden al territorio, por lo que no se comercializan bajo la Denominación de Origen. Aquí entrarían marcas con una calidad específica a demanda de un posible cliente o bien para entrar en determinados mercados externos.

Oleoestepa es la institución que lidera la estrategia de calidad en el SIAL. En este sentido, sus normas son más exigentes que los estándares de propio Consejo Regulador de la Denominación de Origen. Esto es el reflejo de la importancia que supone para la cooperativa la adopción de la estrategia de calidad en su posicionamiento en el mercado, que trata de situar a sus aceites en un segmento de gran consumo de gama media-alta. Este interés se transmite a los productores en

forma de reglamentación interna que es asumida por estos, aspecto que se muestra en los dos comentarios siguientes:

“Nadie tiene unas normas de régimen interno tan exigentes como las tiene Oleoestepa, nuestra Denominación de Origen Estepa a la hora de calificar un 7 como Denominación de Origen, no es el 6´5 o el 4 actual, sino que tiene que superar un 7, es decir, medio punto más que un virgen extra normal, con lo cual todo eso viene influido porque el propio sector así lo tiene, es decir, Oleoestepa así se lo ha marcado [...]” (entrevista al secretario del Consejo Regulador de la DO, E2).

“Aquí hay una clarísima filosofía de calidad, [...], aquí [Oleoestepa] paga por calidad desde el principio, es una norma de régimen interno muy exhaustiva y aquí la gente está concienciada de que o hace las cosas bien o se va a la calle, entonces aquí no hay el engañar, no hay una empresa que te intente engañar [...]. Oleoestepa tiene un régimen interno que es más exigente en normas de calidad que las que tiene el propio Consejo Regulador” (entrevista al secretario del Consejo Regulador de la DO, E2).

El grueso de la producción envasada corresponde con los tipos de gama media-alta, orientados al gran consumo. Esta gama y la Premium aluden directamente en el etiquetado al territorio, tanto con el nombre comercial como con el sello de la Denominación de Origen. En este circuito se sigue el modelo de creación de una estrategia de calidad vinculada con el territorio en la que el arraigo, la identidad y el aprovechamiento de los recursos locales de una forma respetuosa con el medio ambiente, son los elementos consustanciales y definidores de una acción colectiva orientada a la mejora de rentas de los actores locales (Sanz-Cañada y Macías 2005; Sanz-Cañada 2009; Sanz Cañada y Muchnik 2011).

El hecho de que la selección del aceite con mejor calidad de destine al envasado refleja el interés por transmitir la imagen de pertenencia al territorio, pues el producto de más calidad tendrá más capacidad para preservar el vínculo territorial que el aceite que presente unos estándares inferiores. Esto se muestra en los dos comentarios que se muestran a continuación extraídos de las entrevistas en profundidad:

“Todo el aceite que se vende con marca Oleoestepa y Estepa Virgen lleva asociado la Denominación de Origen [...]. No podemos envasar nada con la marca Oleoestepa que no sea denominación de origen, porque precisamente la similitud fonética provocaría un problema” (entrevista al gerente de Oleoestepa, E20).

“A la hora de elegir el aceite para nuestro envasado normalmente lo elegimos de finales de noviembre a mediados de diciembre, es cuando vamos eligiendo, entonces, las partidas que vayan, que veamos, que vienen en mejores condiciones son las que destinamos y entonces vamos haciendo una separación [...]” (entrevista a gerente de cooperativa de primer grado, E1).

Respecto a los mercados de destino para el aceite envasado, el nacional representa aproximadamente tres cuartas partes y el resto al exterior, si bien hay una puesta por incrementar las ventas de envasado en este último. Esto también se debe a las complejidades del sistema de distribución de aceite en España con una gran distribución dominada por un reducido número de operadores y una demanda alimentaria saturada, lo que conlleva reducidos márgenes para el productor. En este contexto, una demanda exterior creciente que reconoce la importancia de la calidad es capaz de pagar una prima por unos atributos y estándares superiores a los de la demanda de gran consumo en España. Este es el *target* objetivo del mercado exterior de Oleoestepa.

“Estamos apostando muchísimo por el comercio exterior, el envasado todavía está muy lejos del envasado del mercado nacional pero puede representar quince o veinte por ciento de lo que envasamos ya del total y desde luego hay que estar experimentando los crecimientos más importantes [...]. El nacional está estancado, por esa competencia con la distribución, el de exportación va creciendo, es mucho más grande [...]” (entrevista al gerente de Oleoestepa, E20).

12.3.3.2. El Laboratorio de Oleoestepa

Otro de los centros neurálgicos en las decisiones sobre la estrategia de calidad en el primer nodo es el laboratorio de Oleoestepa. Este departamento va a determinar los parámetros de calidad de los aceites que se producen en cada cosecha. En este sentido, cabe destacar que ha implantado en la organización la norma UN-EN 1725 de ensayo y calibración, y posee un panel de cata reconocido por el Consejo Oleícola Internacional, por lo que los actores que intervienen en el SIAL le van a delegar las funciones de la definición de calidades, como demuestra el convenio entre Oleoestepa y el Consejo Regulador de la Denominación de Origen para la utilización del laboratorio.

“Las decisiones más importantes las tomamos cuando definimos cuál es el tipo de aceite, las calidades, las exigencias de calidad que le pedimos. Esto lo define principalmente el envasador, que es Oleoestepa junto con el Consejo Regulador, por lo tanto el laboratorio de Oleoestepa es tan importante como puede ser el de secretario del consejo. El secretario del consejo tiene que preguntarle al laboratorio de Oleoestepa qué calidades y qué aceite y cuáles son las exigencias que debemos de exigir [...]” (entrevista al presidente del Consejo Regulador de la D.O. de Estepa, E13).

Las decisiones sobre las normas de calidad se realizan en función de estándares industriales de calidad. En este sentido, el laboratorio desempeña un papel relevante al efectuar los análisis y obtener unos resultados en función de unos parámetros. El siguiente comentario muestra la importancia de los análisis en la definición de la calidad:

“Hay dos parámetros que se discuten mucho, el índice global de calidad y el índice organoléptico [...] si es más sabor, y este tiene más analítica [...] los aceites buenos son los más frescos, en noviembre, diciembre. Y luego, ya en enero, febrero, están

los aceites más suaves, la aceituna más madura y no es igual, y entonces la analítica de los aceites frescos sale más mala porque a lo mejor se suben algunos niveles [...]” (entrevista al presidente del Oleoestepa, E7).

Por otra parte, el laboratorio también desempeña una función de control de la calidad asociada que es asumida por las cooperativas de primer grado y los agricultores en función de una normativa interna. Esto se refleja en el relato siguiente extraído de la entrevista a la técnico responsable del laboratorio de Oleoestepa, que describe los efectos que los procedimientos de trazabilidad tienen sobre los agricultores:

“Aquí está la gente muy concienciada en ese aspecto porque también, por las normas nuestras de régimen interno, si nosotros detectáramos un depósito de aceite que tuviera el límite de residuos o cualquier residuo por encima del establecido, pues ese quedaría ya aparcado. Entonces se busca la trazabilidad y qué agricultores han podido o no, han metido aceitunas, para ver de dónde viene el problema, fiabilidad hacia atrás, hasta la finca” (entrevista a técnico del laboratorio de Oleoestepa, E18).

Por otra parte, el servicio prestado por el laboratorio es reconocido por el resto de los actores del SIAL de Estepa. En esta línea, el siguiente comentario muestra el nivel de confianza entre el gerente de una de las cooperativas de primer grado y el laboratorio de Oleoestepa:

“Bueno, pues el funcionamiento de Oleoestepa es bastante correcto, nos aporta ciertos servicios que, por ejemplo, también necesitábamos que nos lo hiciesen de fuera, por el tema de laboratorio y estas cosas. Ya se hace desde ahí, que redundo en un mejor servicio, un menor coste porque somos nosotros mismos lo que nos lo hacemos y en ese aspecto son bastante positivos. Y la comercializadora (Oleoestepa) el haber aglutinado a dieciséis cooperativas de la zona, ponernos de acuerdo, entre unas normas de funcionamiento que se revisan todos los años es bastante positivo” (entrevista a gerente de cooperativa de primer grado, E9).

12.3.3.3. El Consejo Regulador de la Denominación de Origen

Los estándares de calidad para la producción de aceite adscrita a la Denominación de Origen de Estepa son acordados por el Consejo Regulador de esta institución. Las principales decisiones que se toman en el Consejo Regulador de la Denominación de Origen en relación con a la estrategia de calidad territorial conciernen a dos cuestiones: la definición de los estándares y la certificación del producto. Respecto a estos aspectos, en el epígrafe 12.3.2.1 *Consejo Regulador de la DO de Estepa* se expuso que el Consejo Regulador establecía, por una parte, los parámetros que debía de cumplir el aceite para admitir el sello de calidad territorial, y, por otra, los controles de calidad para verificar la adecuación de producto a los estándares.

La importancia de del Consejo Regulador radica en la capacidad de reconocimiento oficial que tiene el sello que certifica la denominación de origen. Este trasciende a la acción colectiva del SIAL y es asumida por la sociedad en general a través de otras acciones colectivas de orden superior.

Así, el hecho de que la normativa que regula la constitución de denominaciones de origen esté respaldada por los poderes públicos legitima el establecimiento de estándares de calidad y los controles necesarios para asegurar su veracidad.

Por otra parte, el sello por sí sólo no es suficiente para garantizar el éxito de la estrategia de calidad sino que, además, debe contener unos atributos específicos que sean valorados por los consumidores finales que toman la decisión de elegir este producto en lugar de otros similares. Esto justifica que la estrategia de calidad se construya sobre la base de una notoriedad, algo que sea un factor diferenciador y decisivo para el cliente en el proceso de decisión. Así, el cliente valorará al producto en función de los atributos que transmita. Si además se tiene en cuenta que la mayoría de la producción envasada se destina al gran consumo, el éxito de la estrategia dependerá, en buena parte, de la opinión que tengan los consumidores del aceite con el sello de la denominación, lo que implica realizar un importante esfuerzo de marketing y promoción del sello. En esta línea, desde el Consejo Regulador de la D.O. se realizan actividades de promoción de las marcas adscritas al sello territorial, como se expone en el siguiente comentario.

“[...] promoción, nosotros invertimos una parte de nuestros recursos para promocionar los aceites en nuestro territorio, [...], evidentemente nosotros tenemos también una política muy clara, y es que somos un Consejo regulador muy marquista porque nuestra propia historia así lo marca a diferencia de otros, eso sí es verdad. Puede ser un tema a la hora de discutir la filosofía de una D.O., lo que nosotros sí tenemos muy claro es que la denominación de origen o las entidades que están dentro de la D.O. venden aceite o cerramos [...], aquí no se mantienen, yo voy a la feria [...] y prefiero llevar las marcas porque el consumidor me tiene que conocer, mis marcas que son las que van a estar en los supermercados y en las tiendas, y eso marca la filosofía de esta D.O. que es una filosofía marcadamente marquista desde el punto de vista de la calidad” (entrevista al secretario de la D.O., E2).

12.3.4. Segundo nodo de la estrategia de calidad del SIAL

La definición del producto va a repercutir tanto en la remuneración del productor como en las características de las formas de producción. Una vez establecidos los parámetros en el nodo anterior, estos son transmitidos a los productores a través de las cooperativas. Así, en este nodo está compuesto por la gerencia y responsables técnicos de las cooperativas almazaras, los agricultores que deben llevar a cabo las directrices y, por último, el sistema interno de control y gestión necesario para que funcione correctamente. Este es uno de los puntos clave donde se van a tomar decisiones que van a influir en la calidad final del producto. Las cooperativas del primer grado van a desempeñar un papel relevante al estar en contacto directo con los agricultores, que va a consistir en la selección y remuneración de las partidas de la producción de aceitunas en función de los estándares de calidad que ya han sido negociados en el nodo anterior. A continuación, se describen los factores clave que más van a incidir en la configuración de la calidad final y que conciernen a la recogida en el punto óptimo, la recolección, la reducción del tiempo de transporte, la disminución de los residuos y la separación de variedades.

12.3.4.1. Recogida en su punto óptimo

Las partidas que corresponden a un determinado periodo de recogida, en concreto el envero, van a tener una prima sobre el resto. Son las primeras aceitunas que entran en la almazara destinadas a molturación, principalmente en noviembre, justo después del verdeo. Una de las características de estas aceitunas es su mayor rendimiento graso de las aceitunas recolectadas en esa época. Eso se puede observar en los dos argumentos que se exponen a continuación respectivamente de dos gerentes de cooperativas de primer grado:

“Es una labor que se lleva haciendo hace muchos años. El precio, por ejemplo este año, se ha puesto aparte la liquidación de los aceites del mes de noviembre a través de Oleoestepa, porque, vegetativamente, las plantas si le retiras antes el fruto, evolucionan mejor en la siguiente campaña. Entonces el agricultor también, al ver lo que pasa [...], pues ve que al año siguiente la planta está madura y puede tener mejor producción, pues también va adelantando la recolección” (entrevista a gerente e cooperativa, E9).

“A la hora de elegir nuestro envasado normalmente lo elegimos de finales de noviembre a mediados de diciembre. Entonces, las partidas que vemos que vienen en mejores condiciones son las que destinamos y entonces vamos haciendo una separación [...]” (entrevista a gerente e cooperativa, E1).

Si recogida se realiza justo al iniciarse el período de maduración y adelantando algunas fechas sobre el mismo, como resultado se obtienen unos aceites más afrutados y aromáticos. La recolección de la aceituna es tarea que, pese a los avances en su mecanización, todavía exige abundante mano de obra, de ahí el carácter social que se atribuye al cultivo del olivar, a pesar de que se trata de ocupación estacional o temporera.

12.3.4.2. La recolección

Otro de los aspectos que han sido identificados y que va a influir de forma notoria en la calidad del aceite final es la forma de recolección de la aceituna. Esto se ha introducido en todas las cooperativas de primer grado y han puesto en marcha mecanismos de remuneración al socio en función si la recogida es de vuelo o de suelo. La categoría vuelo corresponde a frutos que se han derribado del árbol por procedimientos mecánicos y se entregan en la almazara sin haber tocado el suelo, por lo tanto no contienen piedras ni tierra. Las de suelo corresponden a las aceitunas que se han caído por su propia maduración, o bien se han derribado sobre éste para su recogida por procedimientos mecánicos. Estas diferencias hacen que la aceituna de vuelo presente menos impurezas en forma de piedras, arena o suciedad, al mismo tiempo presenta una piel menos dañada. La del suelo puede perder calidad por su contacto con piedras y arena, la rotura de la piel iniciando el proceso de degradación ya en el olivar. Por estos motivos, se han puesto en marcha mecanismos de remuneración al agricultor en función del tipo de recogida que se describen en las dos citas siguientes:

“Nosotros en el tema de aceite tenemos dos tipos de aceitunas, aceituna de vuelo y aceituna de suelo, entonces normalmente la calidad de los aceites la de vuelo todos son bastante buenos, no tienen ningún problema, entonces ahí vamos en función del rendimiento, y es una cuenta aparte totalmente de la aceituna de suelo. La aceituna de suelo lleva otros precios y otras..., también lleva otros..., pagar pagamos siempre en función del rendimiento. Ahora, esta campaña, esta última campaña, y ha sido a través del grupo, de Oleoestepa, los aceites producidos en el mes de noviembre se liquidan independientemente del resto ¿qué quiere decir? Que no entran en la bolsa común. Se liquidan primero los de noviembre a los precios que se hayan vendido en función de una fórmula y unas normas de régimen interno que tenemos y el resto de los aceites se liquidan aparte” (entrevista a gerente de cooperativa, E16).

“Sí, desde hace veinte años se lleva haciendo esa separación (de suelo y vuelo), y la gran ventaja ha sido un tema de concienciación al socio más que de penalice no, de concienciación y de demostrarle que con la separación gana todo el mundo. Siempre ha habido el que ha tenido la picaresca de mezclarlo, pero cuando se ha escogido se ha sancionado. Ha sido más un tema de concienciación y además se le ha demostrado al socio lo que costaba coger un kilo de aceitunas del suelo, porque ya muchas de esas aceitunas ya no se arreglan porque el coste que tienen es muy elevado. Antes lo que pasaba es que como se cogía todo junto hacia una cuenta diaria del total, entonces lo que menos te costaba era coger la de arriba siempre disimulado con la aceituna de abajo, ahora el socio va viendo está separando lo que es una recolección y otra, y va viendo cuál es su coste. Entonces ya va echando sus números, pues oye, para cuarenta y tantos metros cómo me puede salir... a mí no me interesa recoger esto” (entrevista a gerente de cooperativa, E9).

Otra cuestión que se tiene en cuenta en las cooperativas y que va a influir en la calidad del aceite es en la entrada de las aceitunas en las instalaciones sin ramas, hojas u otros elementos que puedan afectar a las características finales de los componentes del aceite. La gestión de este punto crítico se lleva a cabo mediante un sistema de control de la calidad a la entrada las partidas que entregan los agricultores para que, en caso de no corresponder con los estándares, funcione un mecanismo de aviso y penalización. Esto se aprecia en el siguiente párrafo.

“Teníamos que, de alguna forma, evaluar los puntos críticos y uno de los más importantes que tenemos en la recepción de la aceituna es la suciedad que entra. Entonces se evalúa si hay una cantidad importante de hoja, porque es verdad que hay árboles que se le caen las hojas con el vibreo y el repilo, y al vibrarlas hay unas variedades que es más fácil que suelten. Respecto al tema de las ramas, no se cae con un vibrador. Por este motivo tenemos un umbral máximo del 5 por ciento, y damos un aviso previo cuando el socio se pasa excesivamente, de que sus aceitunas no vienen en condiciones y en la próxima vez se le penalizará. La siguiente vez que nos traigan las aceitunas en las mismas circunstancias se le penaliza” (entrevista a gerente de cooperativa, E1).

12.3.4.3. La reducción del tiempo de transporte

El tiempo que se emplea en trasladar las aceitunas recogidas en la explotación de olivar hasta la almazara va a influir en la calidad final del aceite. Las cooperativas han instaurado el sistema de pronta recogida y los agricultores están concienciados de esta necesidad para la mejora de la calidad del aceite. La rapidez en el transporte de las partidas junto con la recolección temprana del punto anterior ha supuesto en determinados momentos de la campaña de la existencia de grandes volúmenes de aceituna en la almazara que han de ser molidos de forma inmediata para no perder las propiedades que confieren el nivel de calidad. Esto ha implicado un aumento de la capacidad de recepción y transformación de aceite en las instalaciones de las cooperativas que se ha llevado a cabo en los últimos 20 años con el apoyo de las políticas públicas de modernización del sector. Los tres siguientes comentarios realizados por representantes de cooperativas son ilustrativos de esta evolución:

“Por ese contacto que tenemos con los técnicos, concretamente, yo me acuerdo que antes decían que había que sacar calidad y que si los aceites se elaboraban a las cuarenta y ocho horas de la entrada en la almazara no pasaba nada. Y hemos llegado a la conclusión por estudios que el aceite, no a las cuarenta y ocho horas, sino que a las diez horas, la aceituna está apelmazada y empieza a fermentar. Y hemos aprendido a mejorar la calidad más por el contacto y colaboración que tenemos. Este aceite es mejor porque el aceite porque las aceitunas están cogidas, sacados al día, a las horas, y los otros peores porque han tardado un poco más” (entrevista a presidente de Oleoestepa, E7).

“Que la aceituna que entra hoy, mañana a las dos de la tarde tiene que estar molida porque queremos un producto de calidad, para poder venderlo mejor, para que ganéis más dinero y no me vale de un día para otro [...].(entrevista a gerente de cooperativa, E10).

“El patio fue remodelado en el 2004, se pusieron máquinas en acero inoxidable, la recepción de todo el bastón también está en acero inoxidable. El año pasado, por ejemplo, se compró un lubricante nuevo también mucho más grande para las campañas de molturación, las bodegas han ido ampliándose durante los distintos años y todas esas fases han ido teniendo sus inversiones” (entrevista a gerente de cooperativa, E9).

12.3.4.4. Disminución de los residuos

Además de los parámetros típicos de calidad y características organolépticas, también se contemplan en la estrategia del SIAL de Estepa otros aspectos relacionados con la garantía alimentaria y el medio ambiente, en concreto el nivel de residuos que pudiera contener el aceite. Este dependerá de los sistemas que se han empleado para la fertilización, control de plagas y, en particular, los herbicidas aplicados, así como el método de recolección utilizado en la recolección.

Aunque es posible la mejora de la eficiencia en los procesos de lavado para la eliminación de residuos (García Rubio 2008), su disminución en origen es el objetivo en el caso de Estepa. El mecanismo de control es la toma de muestras en las almazaras, su posterior análisis en el laboratorio y, en función de éste, la remuneración al agricultor. Los dos comentarios siguientes reflejan la implantación de estos métodos:

“En la recepción de la aceituna, para todas las muestras, se hace una analítica de análisis graso que va a servir para liquidarle al socio y aleatoriamente se cogen muestras para obtener los niveles de multirresiduos a las partidas de distintos socios” (entrevista a gerente de cooperativa, E9).

“Aquí [en el laboratorio] hacemos fisicoquímicos, organolépticos y de calidad, pureza y multirresidual también” (entrevista a técnico del laboratorio de Oleoestepa, E18).

12.3.4.5. Separación de variedades

Es conveniente distinguir los conceptos de calidad y de variedad en el aceite de oliva. Por una parte, cada variedad de aceituna va a tener unas propiedades específicas que van a conferir una serie de características organolépticas al sabor final del aceite extraído. Por otra, la calidad se concibe en este punto como una construcción social que se asocia a determinados sabores. En este sentido, el Consejo Regulador de la Denominación de Origen introduce como elemento diferenciador de la competencia “*los sabores afrutados de nuestros aceites...*”²⁶³. Por estos motivos, en el SIAL se efectúa una separación de variedades que, posteriormente, se destinarán a distintas líneas de envasado que tendrán distintos sabores. Esta separación sólo se realiza entre la variedad arbequina y el resto, como se muestra en el siguiente comentario.

“Nosotros ahora mismo estamos separando lo que es arbequina y el resto de variedades. Y si a lo mejor pues el mercado nos pidiese por ejemplo monovarietal, por ejemplo otra variedad que tenemos bastante importante que es la manzanilla nos pidiese un monovarietal más, se podría separar, un hojiblanco monovarietal, un marteño que son menores, podría ser. Pero ahora mismo la separación que se hace es el arbequino del resto” (entrevista a gerente de cooperativa, E9).

12.3.5. Tercer nodo de la estrategia de calidad

La cosecha obtenida mediante producción integrada incorpora un valor añadido adicional por su respecto a medio ambiente. De ahí la necesidad de diferenciar, garantizar sus características e informar al consumidor. Sin embargo, en la literatura científica apenas se han realizado estudios respecto a las posibles diferencias de calidad intrínseca de los productos de producción integrada en comparación con los obtenidos por métodos tradicionales, más allá de la mejora en los aspectos higiénico-sanitarios de la calidad, obtenida por el mayor control en la utilización de

²⁶³ <http://www.doestepa.es>

agroquímicos (Cayuela et al. 2006 y Fernández-Escobar et al. 2006; Hinojosa-Rodríguez et al. 2006).

La diferenciación entre producción integrada y convencional es reconocida en la remuneración del agricultor en las liquidaciones que efectúan las cooperativas. Hay que recordar que la mayor parte de la producción en el SIAL de Estepa es integrada y que, como se ha expuesto anteriormente, este sistema es uno de los elementos básicos de la estrategia de calidad, lo que justifica que la cooperativa reconozca esta diferenciación en el pago al agricultor. En este punto adquieren especial relevancia, como mecanismo de control las instituciones responsables de la producción integrada, en concreto los técnicos de las API y ATRIA, que actúan como nodo de difusión de las prácticas para la mejora de la calidad en contacto con los agricultores. En los dos siguientes relatos se muestra la importancia de la producción integrada en la estrategia de calidad:

“Nuestro funcionamiento principal es la máxima calidad, pues entendíamos que producción integrada implicaba una garantía sanitaria para los consumidores y que eso nos iba a dar ventajas a la hora de comercializar nuestros productos. Entonces como entendíamos que eso iba a ser una mejora de calidad, y que eso era necesario, pues lo que se hizo fue separar las liquidaciones o separarlas, por supuesto que se tiene que separar el fruto pero aparte de separar el fruto, separar liquidaciones. Separar precio y decir de producción integrada va a tener siempre una ventaja, y entonces pues la gente también por esa ventaja entra también” (entrevista a agricultor y representante de asociación agraria, E6).

“Las únicas diferenciaciones que hacemos ahora mismo, actualmente, es suelo, vuelo y API y no API (producción integrada), es lo único que diferenciamos en liquidaciones [...]” (entrevista a gerente de cooperativa, E1).

A pesar de esta diferenciación, hay cooperativas en las que es obligatorio la producción integrada. Esto incluso reduce los costes de mantener dos sistemas productivos distintos. Esta tendencia es cada vez más evidente, de forma que a partir de 2012 estaba previsto que toda la producción que comercializaba Oleoestepa fuera integrada. La labor de Oleoestepa, los API y ATRIA ha sido primordial en la difusión de la producción integrada, de forma que se ha configurado como uno de los pilares básicos en la estrategia de calidad. Esto ha implicado la puesta en marcha de los controles específicos que repercutían en las características de la producción final.

El servicio de asesoramiento que ofrecen los técnicos de las API y ATRIA en el SIAL de Estepa son muy apreciados por los actores, especialmente por los agricultores. El desarrollo de estas instituciones se puede considerar como una forma exitosa de profesionalización de la actividad en el campo. Estos técnicos, que poseen una titulación y formación específica, han sido contratados a través de las cooperativas con el apoyo de subvenciones de las políticas públicas y siguen programas de formación continua por parte de Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía. Los dos siguientes comentarios reflejan el valor que los agricultores otorgan a este servicio:

“La gente cada vez ha utilizado más el servicio [de API], cada vez es más responsable de apuntar sus tratamientos, sus labores, de la recogida de los residuos fitosanitarios y cada vez van haciéndole más caso a los técnicos, por un doble motivo, tienen cierto conocimiento los técnicos y además que le asesoran la mejor opción económicamente y se ha eliminado productos que se estaban aplicando al campo de una manera excesiva con un coste para el agricultor, entonces el agricultor cuando ha visto que un técnico le ha dicho ‘con que echas estas cantidades de nutrientes va muy bien porque todo lo demás te va a costar el dinero’, y ellos ven que eso está funcionando pues cada vez están haciendo más caso al tema del técnico” (entrevista a gerente de cooperativa, E9).

“Si se puso las API es porque vieron que por parte de la cooperativa era importante, ya que nuestro criterio, el del funcionamiento de Oleoestepa, de la Denominación de Origen y de las cooperativas, nuestro funcionamiento principal es la máxima calidad, pues entendíamos que producción integrada implicaba una garantía sanitaria para los consumidores y que eso nos iba a dar ventajas a la hora de comercializar nuestros productos. Entonces como entendíamos que eso iba a ser una mejora de calidad, y que eso era necesario, pues lo que se hizo fue separar las liquidaciones” (entrevista a agricultor y representante de asociación agraria, E6).

Uno de los problemas que conlleva la producción integrada es el escaso reconocimiento en los aceites destinados al gran consumo en el mercado nacional. Esto se debe a que el consumidor medio nacional es muy sensible al precio y, mayoritariamente, no aprecia en su decisión de compra las características relacionadas con la calidad sanitaria y medioambiental, además de la existencia de barreras de entrada impuestas por la gran distribución (Ruiz Avilés 2007). Sin embargo, en los mercados externos, estas cualidades del aceite de Estepa son reconocidas y valoradas, lo que también ha contribuido a la consolidación de la producción integrada y su incorporación en la estrategia de calidad del SIAL de Estepa. Esto se aprecia en el siguiente comentario

“Es un tema muy complejo porque el consumidor final no aprecia que garantices que el producto está libre de sustancias perjudiciales para su salud. El consumidor final (en el mercado nacional), y en estos últimos años más todavía, va al precio. Si bien es cierto, entiendo que hay otro tipo de consumidores más selectos, que son quizás los nuestros, consumidores europeos, japoneses, etc. No es ya que te lo exija el consumidor, sino que es el intermediario el que te va a exigir que para que tu producto que entre en esa red de distribución cumpla con esas condiciones, tenga esos niveles de límite máximo de residuos [...]” (entrevista a agricultor y representante de asociación agraria, E6).

12.3.6. Conclusiones sobre la estrategia de calidad

La cooperativa de segundo grado Oleoestepa se configura como el principal actor en la construcción de la estrategia de calidad en el SIAL. Esto se debe a que ocupa una posición central en el sistema agroalimentario y que le permite controlar la producción de la práctica totalidad de la producción del sistema agroalimentario que le otorga capacidad de negociación frente al sistema socioeconómico a la hora de realizar los intercambios económicos. Su funcionamiento se justifica mediante la acción colectiva que le confiere el poder para establecer normativas internas de producción y control en relación a la estrategia comercial.

Oleoestepa ha definido una política comercial con la diferenciación de dos grandes líneas de productos que comercializa en circuitos distintos: por un lado, el aceite vendido a granel y, por otro, el envasado. En el caso del aceite a granel, la estrategia de calidad se centra en valorar los aspectos de la producción que tienen que ver con procesos y estándares de calidad reconocidos por el mercado exterior, más que el nacional, en el que se compite en precios. Aunque los graneles ocupan la gran mayoría del volumen de aceite comercializado en origen, el caso de Estepa es una excepción en España como comarca donde se obtienen rentas de diferenciación por calidad significativas mediante la venta de graneles cualificados.

También hay que indicar que, aunque no se transmiten los atributos territoriales de la producción debido a que el aceite no está envasado, sí que se apuesta por unas cualidades de la producción que se vinculan con parámetros químicos y organolépticos el respeto al medio ambiente. Estos aspectos son apreciados por los consumidores de terceros países en el mercado de exportación. De esta forma, se configuraría la primera variante, la **estrategia de calidad diferenciada**, que estaría vinculada a los procesos, no al territorio.

La otra gran línea de productos, la de aceite envasado, presenta diferencias con respecto a lo anterior. En el proceso de elaboración del aceite envasado se ponen en marcha mecanismos de selección que comienzan en la almazara. En particular, las partidas de aceituna que entran en el patio de las instalaciones de transformación que presentan una mayor calidad (recogida en el periodo óptimo, niveles de parámetros de calidad superior, etc.), de acuerdo con los estándares establecidos en la definición de la estrategia de calidad, van a ser destinadas a la línea de envasado. Este aceite es considerado como la bandera insignia de la calidad en el SIAL de Estepa, por lo que entran en juego los mecanismos que refuerzan esta idea a través del reconocimiento de la Denominación de Origen en el envase. De esta forma se configuraría la segunda variante que, en este caso, sería una **estrategia de calidad territorial diferenciada** debido al fuerte vínculo con la comarca de Estepa.

Por otra parte, hay que añadir que el valor que el mercado concede, en términos de rentabilidad, a estos dos tipos de aceites no coincide con el valor que los actores del SIAL le otorgan a través de la estrategia. Esto se observa en el aceite comercializado en el segundo circuito, pues el que se vende en el mercado a granel obtiene un mayor margen de beneficio, incluso por encima de los envasados con la marca del territorio, a pesar de que estos últimos presentan un mayor nivel de

calidad. Esto es debido a las características de la demanda de aceite en España, controlada por la gran superficie que impone al productor un margen muy reducido (García-Brenes 2005), además del desconocimiento de las diferencias entre el aceite de oliva y el virgen extra (Ruiz Avilés 2007). La menor rentabilidad del envasado frente al granel se refleja en el siguiente comentario del gerente de una de las cooperativas de primer grado.

“[...] tampoco el mercado da mucho más juego, el gran caballo de batalla que es el envasado, pues no arrancamos, [...] se ha dado la paradoja que cuánto más envases más pierdes, el aceite es un producto gancho para las grandes superficies, nada más hay que ver todas las ofertas tan agresivas que hay en el mercado, que de hecho son ofertas por debajo de lo que cuesta un kilo de aceite a granel [...]. Eso hace que el envasado te cueste mucho tiempo, te compensa más vender el aceite a granel que venderlo envasado, entonces por esto no avanzamos todo lo que quisiésemos en ese aspecto” (entrevista a gerente de cooperativa, E9).

La menor rentabilidad de los aceites envasados disminuye el peso de la estrategia de calidad territorial frente a la de procesos. Esto explica que el 90% de las ventas sean de aceite a granel frente al 10% de los envasados. Pero, además, hay que tener en cuenta que el mercado nacional está controlado por la Gran Distribución sobre la base de una estrategia de competencia en precios, no de calidad, lo que dificulta entrada de los graneles de Estepa, elaborados mediante procesos orientados a la mejora de la calidad. Este hecho impulsa a Oleoestepa a la búsqueda de otros mercados que reconozcan la importancia de los atributos de calidad de sus aceites a granel. Estos mercados están en terceros países, lo que justifica el peso que las exportaciones presentan en la estrategia comercial, que alcanza el 65% del total de graneles.

12.4. Conclusiones

El análisis que se ha efectuado en los epígrafes anteriores permite extraer una serie de conclusiones sobre el enfoque teórico utilizado y a la información obtenida. En este sentido, el enfoque SIAL (Muchnik 1996, 2006; Torres Salcido et al. 2010) ha permitido realizar un estudio de las relaciones existentes en el sistema agroalimentario desde un punto de vista institucional. De este modo, se ha contemplado la estrategia de calidad como una construcción social que los actores locales llevan a cabo como a través de una acción colectiva (activación institucional) cuyo principal resultado es el refuerzo la autonomía del sistema agroalimentario en las relaciones de intercambio con los agentes externos al territorio.

En el caso de Estepa, la aplicación de este marco conceptual ha posibilitado el conocimiento, por una parte, de los principales actores e instituciones que controlan el proceso y, por otra, del modo en que se desarrollan las interacciones entre el SIAL y el entorno en el que se produce el intercambio. En relación al primer aspecto, o *activación institucional estructural* (Boucher 2004, 2007), los procesos de acción colectiva han sido desarrollados por los agricultores en el contexto socioeconómico de las políticas públicas, en particular, condicionado por los procesos de modernización y reestructuración de la agricultura. Estos han dado lugar, en etapas sucesivas, a la

emergencia del movimiento cooperativo de primer grado, desde la década de los cincuenta, y de segundo grado, a través de la creación de Oleoestepa, en 1986, con los objetivos de concentrar la producción y comercialización, respectivamente, en los agricultores de la comarca. En este sentido, cabe destacar el papel desempeñado por Oleoestepa, que ha liderado el proceso de construcción de una estrategia de calidad, o *activación institucional funcional* (Boucher 2004, 2007), con dos variantes, una centrada en los procesos y otra en el territorio (Ilbery et al. 2005). La primera de ellas, que se ha denominado estrategia de calidad diferenciada, consiste en la elaboración de aceites de calidad que se venden a granel y que se destinan principalmente a la exportación (65%) y, en menor medida, al mercado nacional (35%).

La segunda es una estrategia de calidad territorial que consiste en la transmisión de un vínculo territorial al producto mediante un certificado avalado por la denominación de origen de Estepa. Este sello de calidad territorial se asocia al producto envasado y se destina a consumidores nacionales de aceites de gama media-alta. Asimismo, en ambas estrategias se ha implantado la producción integrada con el objetivo de controlar el proceso productivo y disminuir el uso de recursos, al mismo tiempo que se reduce el impacto ambiental en el entorno. Este tipo de prácticas, junto con otras que conciernen a la recolección, la reducción del tiempo de transporte, separación de variedades, entre otras, ha posibilitado incrementar la calidad del producto final, elemento esencial de ambas variantes de la estrategia de comercialización.

Uno de los aspectos más llamativos es la existencia de grandes diferencias entre los pesos de las estrategias en relación a los ingresos. El circuito de envasado contribuye sólo con el 10%, mientras que la mayoría de la producción, el 90% restante, se comercializa a granel. Esto se explica por los factores que intervienen en la composición de la demanda de aceite en España, controlada por la gran distribución, que impone márgenes muy reducidos y que, en esencia, concibe al aceite como un producto indiferenciado que compite en precios (García-Brenes 2005, Ruiz Avilés 2007). Estos resultados confirman que las estrategias de calidad basada en el vínculo territorial aún son débiles en el sector del aceite, en el mercado nacional. Por otra parte, a medida que se agranda la distancia entre el consumidor y productor, el vínculo territorial se debilita hasta desaparecer en el caso en los mercados externos, de forma que la práctica totalidad de la exportación de aceite se realiza a granel.

Por otra parte, la riqueza de actores e instituciones se ha traducido en la existencia de una variedad interacciones que reflejan la complejidad del SIAL, tanto en sus relaciones internas como con respecto al exterior. Pero entre éstas, las relacionadas con el movimiento cooperativo, tanto de primer grado como de segundo, han desempeñado un papel fundamental en la configuración del SIAL. Desde el punto de vista de la jerarquía de sistemas (O'Neill et al. 1989) las cooperativas y Oleoestepa pueden ser contempladas como los componentes aglutinadores de los vínculos relacionales entre los productores y el resto de los agentes que intervienen, de modo que se establece una jerarquía funcional en la que el centro de la toma de decisiones se sitúa en esta instituciones (legitimadas, a su vez, por la acción colectiva). Esto puede ser visto como un proceso de emergencia que da lugar a un nuevo componente que actúa de una forma diferente y con cierto grado de autonomía, pero su existencia se justifica por la necesidad de desarrollar un nuevo

tipo de interacción con el entorno que sea beneficiosa con el sistema agrario del cual emana. En concreto, la autonomía está referida a la organización de las relaciones de intercambio entre el SIAL y el entorno socioeconómico en el que se desarrollan dichas relaciones y, más concretamente, en lo relativo a la obtención de ingresos económicos (flujo monetario) a través de la venta de la producción (flujo físico), cuyo poder de negociación ha sido delegado a Oleoestepa.

Finalmente, aunque por las características de esta investigación no se puede establecer una relación directa entre tipologías de explotación y la estrategia de calidad, es evidente que las normas asociadas a los procesos de mejora de la calidad tienen unas implicaciones en las relaciones naturaleza-sociedad. En concreto, estas se relacionan con la introducción de prácticas de producción integrada y controles de calidad sobre los posibles niveles de residuos que pudiera contener el aceite. En última instancia, estos dependen de los sistemas que se han empleado para la fertilización, control de plagas y, en particular, los herbicidas aplicados en las explotaciones. De lo anterior se deduce que la estrategia de calidad ha contribuido a la difusión de prácticas agrarias que han repercutido en la disminución del impacto ambiental. Por otra parte, es lógico pensar que la introducción de estas prácticas también haya repercutido en la disminución de la intensidad energética. Sin embargo, para confirmar esta última afirmación sería necesario llevar a cabo una investigación adicional en la que se analizaran las relaciones entre “niveles de calidad” y consumo energético en función de las tipologías de explotación identificadas. Esta cuestión queda abierta para futuras investigaciones.

Conclusiones generales

En este trabajo se han estudiado las relaciones ser humano-naturaleza a través de los procesos de transformación productiva en el olivar. Esto ha requerido comprender previamente las relaciones que existen entre las actividades de las personas y los procesos naturales que influyen en el modo en que se realizan las transformaciones. La comprensión de los vínculos entre sociedad, economía y naturaleza ha supuesto el planteamiento de dos cuestiones esenciales que debían de ser resueltas para su entendimiento. La primera hacía referencia a la causa y naturaleza de la existencia de los procesos de cambio y transformación que se manifiestan en el mundo y la segunda aludía a la forma de abordar su conocimiento. Para buscar respuesta a estas preguntas se ha recurrido a realización de una revisión ontológica y epistemología de las principales escuelas de filosofía de la ciencia que han abordado dichas cuestiones.

La respuesta ontológica se ha encontrado en el realismo crítico (Bhaskar 1975, 1979, 2011). En general, la principal aportación de esta metateoría consiste en su capacidad para explicar el mundo a través de una *ontología relacional estratificada*, a diferencia de las filosofías *substanciales* que lo conciben a partir de una composición de elementos constituyentes susceptibles de ser analizados mediante su atomización y separación. Los postulados del realismo crítico contemplan que la realidad está compuesta por distintos estratos ordenados desde un punto de vista jerárquico en los que actúan los procesos naturales y sociales. Al mismo tiempo, estos procesos están conectados entre sí a través de un vínculo relacional que abarca desde el mundo microscópico (afinidades químicas, procesos bioquímicos, relaciones moleculares, etc.) hasta el mundo macroscópico en el que, por ejemplo, se presentarían los cultivos y los fenómenos de cambio en las sociedades humanas (Elder-Vass 2010). Asimismo, según esta visión ontológica, los procesos existen en dos dimensiones, una *intransitiva*, en la que se sitúan los procesos que existen de forma independiente a su conocimiento y al propio ser humano, y otra *transitiva*, en la que se manifiestan los procesos y se puede acceder a su conocimiento con la finalidad de modificar y neutralizar sus efectos a través del control y alteración de otros procesos en un mundo de sistemas abiertos (Bhaskar 2011). La asunción de estos postulados ha permitido superar los errores de voluntarismo y reificación, así como las divisiones metodológicas tradicionales de holismo e individualismo que se asociaban a las epistemologías relacionadas con la tradición fenomenológica hermenéutica y el positivismo.

Por otra parte, los planteamientos del realismo crítico han ayudado a encontrar la respuesta a la segunda cuestión, el conocimiento del ser, a través de la epistemología de la complejidad y transdisciplinariedad (Preiser y Cilliers 2010; Cilliers y Nicolescu 2012; Montuori 2013a, 2013b). Este enfoque permite superar la tradicional visión parcial y disciplinar de las relaciones naturaleza-sociedad y acceder a una perspectiva holística y, al mismo tiempo, no totalizante, por la que también se consideran los aspectos de los componentes que son esenciales para la comprensión del objeto de conocimiento.

La asunción de los postulados ontológicos del realismo crítico y la adopción de la epistemología de la complejidad y transdisciplinariedad han permitido establecer tres niveles para el estudio de las relaciones naturaleza sociedad que se manifiestan en el sistema de producción del olivar. El primero, o *estrato A*, está referido a una *dimensión intransitiva de la realidad*, a la que se vinculan

Conclusiones generales

los procesos y tendencias naturales, y, más concretamente, los procesos de transformación de la materia y energía. Estos actúan de forma independiente a su conocimiento, al proceso histórico y, por tanto, a la escala espacio-temporal. No obstante, sus efectos se conocen a través de una conexión óptica que vincula los ecosistemas (en los que también se incluyen a las sociedades humanas) con los procesos termodinámicos en el espacio y tiempo (Jørgensen y Fath 2004; Jørgensen et al. 2007).

El segundo nivel identificado, o estrato B, comprende a la *dimensión transitiva de la realidad* en la que emergen los procesos naturales y antrópicos que el ser humano puede modificar en beneficio propio. En este se manifiestan los ecosistemas y las transformaciones de materiales y energía que las personas realizan para obtener los recursos necesarios para su modo de vida y, en particular, la producción agraria y las relaciones de intercambio de la producción. Dentro de este mismo estrato se han distinguido dos subniveles, uno ecológico, referido a los procesos naturales que emergen en esta dimensión y que son necesarios para la vida, y otro *antrópico*, que concierne a las interacciones del hombre en la naturaleza para el aprovechamiento de los recursos. Este último está referido en la presente investigación al cultivo del olivar, así como otros procesos de transformación (industria agroalimentaria, sector industrial y sistema económico, entre otros) que se requieren para el funcionamiento de las actividades de su sistema productivo. Ambos subniveles están conectados entre sí a través de un *vínculo relacional* (Bhaskar 2011).

El tercer nivel, o estrato C, representa una *dimensión intransitiva antrópica* referida al dominio de los valores y normas de la sociedad que guían el comportamiento humano. Este ámbito es inseparable de la propia existencia de las sociedades humanas y ejerce un poder de influencia sobre el comportamiento de las personas, a las que condicionan, aunque no las determinan, como miembros de la sociedad, al mismo tiempo que éstas influyen en la modificación de los valores de dicha sociedad (Bhaskar 2011). De esta dimensión emanan las normas que van a influir en la construcción de las instituciones sociales que van a intervenir en la configuración del sistema agroalimentario del olivar de Estepa (Muchnik et al. 2008; Sanz-Cañada y Muchnik 2011), las cuales están condicionadas por las relaciones de poder (Torres Salcido et al. 2010; Torres Salcido 2013).

Una vez identificados los tres estratos y los vínculos relacionales que los conectan se han estudiado los procesos naturales y antrópicos que han condicionado las relaciones sociedad naturaleza en el marco del cultivo del olivar. Esto se ha realizado sobre la base de la aplicación de un conjunto de marcos teóricos que están, a su vez, relacionados entre sí a través de los niveles descritos anteriormente. En este sentido, se ha recurrido a seis enfoques teóricos que han demostrado su capacidad para explicar las distintas dimensiones de la realidad. Estos han correspondido con los *principios termodinámicos* y *relaciones de ganancia energética* que condicionan el flujo de energía y materiales y, por tanto a los procesos económicos (Georgescu-Roegen 1971; Hall 1972; Ayres 1998; Murphy y Hall 2010; Aoki 2012; Giampietro et al. 2013); los *sistemas socioecológicos* para el estudio de las relaciones entre los sistemas sociales y el ecológico (Berkes y Folke 1998; Tainter 2006; Berker 2012; Glaser et al. 2012); la *agroecología*, que ha ayudado a comprensión de las relaciones entre los sistemas humanos y agrarios desde el punto de

vista de los procesos naturales y sociales (Altieri y Nicholls 2000; Francis et al. 2003; Gliessman 2007); la *teoría de los regímenes alimentarios*, que se ha aplicado en el estudio de las relaciones entre agricultura, industria y consumo de alimentos en el marco del sistema capitalista de producción industrial (Friedmann y McMichael 1988; McMichael 2013); la *economía ecológica*, que ha aportado un marco integrador entre los procesos económicos y los naturales a través de un vínculo jerárquico (Naredo 1987/2003; Costanza 2009; Spash 2011, 2013); y, por último, los *sistemas agroalimentarios localizados* (Muchnik 1996, 2006; Torres Salcido et al. 2010), que han permitido examinar los procesos sociales y económicos en relación a los actores, instituciones y normas que han intervenido en las en la construcción del SIAL de Estepa.

De este modo, se ha aplicado una visión transdisciplinar en el estudio de las relaciones sociedad-naturaleza, contempladas, al mismo tiempo, desde la perspectiva de la complejidad. La aproximación a estas se ha realizado a través del objetivo general de estudiar las interacciones entre los flujos económicos, energéticos y de materiales en el sistema agrario del olivar de la comarca y su contribución a los procesos de sostenibilidad económica, social y ecológica. A través del estudio de primer objetivo específico, es decir, del análisis de los procesos antrópicos y naturales se han identificado **en la historia reciente del olivar dos tendencias en la relación sociedad-naturaleza**, ambas asociadas al modelo imperante del *sistema socioecológico industrial* (Berkes y Folke 1998; Tainter 2006; Berker 2012; Glaser et al. 2012), aunque con distinto grado de impacto en el medio ambiente. La primera está relacionada con los procesos de modernización de la agricultura española manifestados a partir de los cincuenta en el marco del *segundo régimen alimentario* (McMichael 2013). Estos tuvieron como objetivo la producción de alimentos baratos destinados a una población urbana que en los años sesenta empezó a consumir otras grasas con un menor coste de producción, como el aceite de girasol y soja, con las que el aceite de oliva debía de competir (De la Puerta y Civantos 1984; Zambrana 2000, 2004, 2005). De esta forma, se industrializa la producción agraria con la incorporación de insumos químicos, fertilizantes y maquinaria agrícola con el objetivo de aumentar la producción y abaratar los costes del producto final.

Esta dinámica implicó unos cambios en los componentes estructurales biofísicos del cultivo. Así, los marcos de plantación comenzaron a disminuir acortando la distancia entre árboles, el número de variedades se redujo, se generalizó la utilización de insumos industriales y se introdujeron estructuras arbóreas que facilitasen la mecanización no solo del sistema de manejo, sino también de la recogida. Sin embargo, este proceso fue lento y gradual, pues suponía el arranque de las plantaciones tradicionales y su sustitución por variedades más productivas y más adaptadas a la maquinaria agrícola (Naredo 2004). Estos cambios fueron extendiéndose por el impulso de las políticas públicas, y, en particular, por los sucesivos planes de reconversión y reestructuración del olivar en los años setenta y ochenta (Guzmán Álvarez 2005), de modo a finales de siglo XX, **las relaciones sociedad-naturaleza en el cultivo del olivar se enmarcaban en un patrón de consumo industrial fundamentado en las energías fósiles** (Infante Amate et al. 2013).

Este proceso de modificación de los componentes biofísicos del cultivo del olivar tuvo su impacto en la comarca de Estepa. En este sentido, las transformaciones supusieron un arranque de los

Conclusiones generales

olivos tradicionales menos productivos, la sustitución de los animales de tiro por tractores, eliminando, por una parte, la necesidad de disponer de “tierra calma” para el pasto del ganado y, por otra, el estiércol de los animales como fuente de abono. De esta forma, durante la década de los setenta y ochenta la comarca de Estepa experimentó un proceso gradual de modificación del paisaje agrario consistente en la intensificación del olivar: se comenzaron a transformar las plantaciones tradicionales de tres y cuatro pies, con una densidad media entre 80 y 120 árboles por hectárea, en otras modernas de un solo pie cercanas a las 200 plantas por hectárea, dinámica que ha sido corroborada por los resultados de las entrevistas en profundidad a actores locales. Estos cambios implicaron la transformación de los *sistemas agrarios tradicionales* (Toledo 1993) en un modelo agrícola radicalmente diferente sobre la base de la intensificación de insumos y la desterritorialización de la producción, que se denomina *agricultura convencional*. De esta forma, **las explotaciones tradicionales de olivar que no fueron capaces de proveer el sustento económico al agricultor y las que tampoco pudieron adaptarse a las interacciones del sistema socioecológico industrial terminaron desapareciendo.**

Sin embargo, a partir de los noventa se manifestaron cambios en las formas de producción agrarias que son el origen de la emergencia de una **segunda tendencia en el cultivo del olivar**. Estos se situaron en un contexto en el que los procesos de intensificación industrial habían implicado, en algunos casos, el deterioro de la salud de los consumidores y la contaminación de los ecosistemas. Pero también se deben a la necesidad de mejorar las rentas de los agricultores, que habían visto cómo disminuían sus ingresos mediante la producción de alimentos baratos que caracterizó al segundo régimen alimentario (McMichael 2013). En este sentido, algunos agricultores cambiaron las pautas de producción agraria hacia un modelo menos intensificado que dio lugar a la aparición de productos del territorio, ecológicos, alternativos, artesanales, etc. En esta línea, a través de las prácticas de agricultura ecológica se comenzó a sustituir el consumo de energía fósil por aportaciones orgánicas, se mejoraron los ciclos de materiales y energía, y se redujeron los impactos sobre el medio ambiente. Asimismo, los productos artesanales y alternativos se trataron de elaborar según las formas tradicionales de producción, de acuerdo con las prácticas vinculadas al territorio a la vez que se eliminaban o minimizaban los procesos industriales. Esta tendencia se ubica en el régimen de “alimentos de algún lugar”, descrita por McMichael (2009a; 2013), considerada por este autor como minoritaria frente a la dominante de “alimentos de ningún lugar” del *régimen alimentario corporativo*, características de los alimentos indiferenciados de producción en masa.

Por otra parte, esta dinámica fue impulsada en Europa por las políticas públicas. De este modo, se favoreció la difusión e implantación de estos nuevos procesos de producción y prácticas con la creación de reglamentos, normas e instituciones de apoyo como, por ejemplo, el Reglamento de *producción ecológica*²⁶⁴, las *indicaciones geográficas y denominaciones de origen protegidas*²⁶⁵ y

²⁶⁴ La normativa fue introducida en Europa por el Reglamento (CEE) 2092/91.

²⁶⁵ La primera normativa europea fue introducida por el Reglamento (CEE) nº 2081/92 del Consejo, de 14 de julio de 1992, relativo a la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios. Posteriormente en 2006 fue modificada y actualizada por el

las normas de *producción integrada*²⁶⁶. Estas últimas hacen referencia a un modelo de producción que tiene como objetivo la priorización en el uso de los productos de origen orgánico y la reducción de la utilización de productos de síntesis como agroquímicos y fertilizantes, que supedita su aplicación a la ausencia de sustitutos agrarios y es sometida a una autorización y control por parte de las autoridades públicas²⁶⁷. La idea principal es la búsqueda de un equilibrio entre el medio ambiente, la rentabilidad y las exigencias sociales a través de la reducción de insumos y la introducción de códigos de buenas prácticas agrarias (Boller et al. 2004; Baur et al. 2011). La comarca de Estepa no fue ajena a esta tendencia. Por una parte, se introduce la producción integrada en 2003 y se extiende en 2012 hasta alcanzar el 72,85% de la superficie de cultivo en el territorio, según los datos obtenidos en la encuesta a agricultores. Por otra parte, en 2004 se constituye en 2004 en el Consejo Regulador de la Denominación de Origen de Estepa²⁶⁸ con el objetivo de proteger la identidad territorial del aceite de acuerdo a una normativa de calidad específica.

Por otra parte, en el **objetivo específico segundo** se había planteado el análisis de los flujos de materiales, energía y monetarios en las explotaciones de olivar. Previamente a su estudio se ha realizado una clasificación de las tipologías de olivar de la comarca a partir de información cartográfica y de los trabajos de De Graaff y Eppink (1999) y Guzmán Álvarez (1999) por la que se identifican cuatro tipos de explotaciones. Los resultados indican que el agrosistema de Estepa presenta tres niveles de intensificación de secano y uno de regadío.

Los que corresponden con el secano son el **cultivo tradicional, semi-intensivo, intensivo y regadío**. El primero se extiende por el 19,30% de la superficie y presenta una densidad media de 82 olivos ha⁻¹ con marcos plantación antiguos (10x10, 11x11 y 12x12). El siguiente nivel es el semi-intensivo y ocupa el 46,31% del olivar con una media de 148 árboles ha⁻¹, con marcos más reducidos (7x8, 8x8 y 9x9). A continuación le sigue el intensivo, que está presente en el 15,20% del agrosistema y manifiesta una media de 205 árboles ha⁻¹ con marcos más estrechos (6x6, 6x8 y 7x7). Cada una de estas categorías supone un escalón gradual en la adaptación de la estructura del agrosistema al proceso de modernización de la agricultura. La cuarta categoría, el regadío, alcanza

Reglamento (CE) n° 510/2006 del Consejo, de 20 de marzo de 2006, sobre la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios.

²⁶⁶ En Andalucía que Andalucía se creó el primer sistema normativo a través del Decreto 214/1995 de 19 de septiembre desarrollado por la Orden de 19 junio de 1996. En España está regulada en España por el Real Decreto 1201/2002, aunque son las comunidades autónomas las encargadas de elaborar la normativa para cada cultivo. La Orden de 15 de abril de 2008 de la Consejería de Agricultura y Pesca desarrolla el reglamento específico para la producción integrada en el olivar.

²⁶⁷ La producción ecológica, a diferencia de la integrada, sólo permite la aplicación de productos naturales y algunos de uso tradicional.

²⁶⁸ La Denominación de Origen de Estepa abarca a la comarca natural de Estepa, constituida por 11 términos municipales de la provincia de Sevilla (Aguadulce, Badolatosa, Casariche, El Rubio, Estepa, Gilena, Herrera, La Roda de Andalucía, Lora de Estepa, Marinaleda y Pedrera) y uno de la provincia de Córdoba (Miragenil, margen izquierdo de Puente Genil). La superficie de olivar de las explotaciones de olivar adscritas suman 38.000 ha que en el año 2012 produjeron 18.000 toneladas de aceite certificado bajo denominación de origen.

Conclusiones generales

el 19,19% de la superficie del sistema agrario y las explotaciones muestran una densidad media de 174 árboles, lo que la sitúa en un nivel intermedio entre el semi-intensivo y el intensivo, con marcos de plantación característicos de ambos tipos. Estas cuatro categorías de explotación se han asociado a las relaciones sociedad-naturaleza del régimen socioecológico industrial.

El análisis de los flujos de materiales y energía ha permitido extraer una serie de conclusiones sobre el nivel de consumo energético de las distintas tipologías. La primera es que no se observan grandes diferencias en los consumos equivalentes de energía primaria no renovable en los tres cultivos de secano. Así, las entradas cuantificadas para el tradicional ($11.290,7 \text{ MJ ha}^{-1}$) a las que se presentan en las explotaciones semi-intensivas ($11.126,7 \text{ MJ ha}^{-1}$), y suben un poco más en el caso de los cultivo intensivos ($12.009,8 \text{ MJ ha}^{-1}$). Esto significa que **los procesos de intensificación en el olivar de secano no se han centrado en el aumento de flujos energéticos no renovables, sino en la introducción de modificaciones estructurales que indiquen en una mejor captación de los flujos renovables y de un consumo más racional de los flujos no renovables en el agrosistema**. Este hecho sugiere que la dinámica de modernización del olivar de secano en el agrosistema de Estepa se ha realizado sobre la base de aumentos en la eficiencia de los flujos renovables por unidad de superficie. Esto se explica por la difusión del modelo de producción integrada en las explotaciones más intensivas en el sistema agrario, que se caracteriza por una mayor utilización de cubiertas en el sistema de manejo del suelo y, por tanto, implican un consumo más racional de los insumos.

Otra conclusión se obtiene a partir de análisis de la relación entre entradas y salidas de energía del agrosistema se refiere a que **los modelos intensivos y semi-intensivos son más eficientes en el consumo energético de recursos no renovables para producir una unidad de energía nutricional que el modelo tradicional y las explotaciones en regadío**. Así, si se tiene en cuenta la tasa de retorno energético o EROI (Murphy y Hall 2010), la inversión de 1 MJ equivalente de energía primaria no renovable supone la obtención de 2,98 MJ de energía nutricional equivalente en las explotaciones semi-intensivas y 2,68 MJ en las intensivas, mientras que en el caso de las fincas tradicionales sólo revierten 1,93 MJ, cantidad similar a 1,95 MJ de energía nutricional que se obtienen en el cultivo en régimen de regadío. De esta forma, se concluye que **el proceso de modernización agraria sobre la base del cultivo semi-intensivo e intensivo ha logrado mejorar la eficiencia energética y, por tanto, su sostenibilidad en términos de este recurso natural, mientras que los modelos tradicionales y de regadío no han logrado el mismo grado de comportamiento**.

Por otra parte, el análisis comparado de los flujos monetarios y energéticos ha permitido concluir que **existe una coherencia general entre los indicadores energéticos y ecológicos en los modelos de secano en el marco del agrosistema de olivar de Estepa**. Así, las explotaciones tradicionales presentan un $\text{EROI}=1,93$ y una rentabilidad bruta de 1,29 € por cada euro de gastos de explotación, las semi-intensivas un $\text{EROI}=2,68$ y una rentabilidad bruta de 1,51 €, y las intensivas un $\text{EROI}=2,98$ y una rentabilidad bruta de 1,59 €. Esto se explica por la relación que existe entre la tasa de retorno energético y la tasa de retorno económico por cada euro empleado en los sistemas de explotación de secano. Sin embargo, estas relaciones no se han confirmado en el cultivo de regadío que con un similar al tradicional, $\text{EROI}=1,95$, manifiesta un descenso notable de

la rentabilidad bruta hasta 1,09 €. De esta forma **se constata que el cultivo de olivar en regadío es el menos sostenible** desde el punto de vista ecológico (en términos energéticos no renovables) y económico, mientras que **los cultivos semi-intensivo e intensivo presentan el mayor grado de sostenibilidad** ecológica y económica de todos los modelos de explotación del agrosistema de olivar.

Estas transformaciones productivas muestran que se puede lograr una mejora de la rentabilidad económica sin un aumento del deterioro ecológico, lo que se significa que puede existir cierto margen de actuación, aunque siempre restringido a los límites físicos y biológicos de los condicionantes naturales para que las relaciones entre la economía y ecología no sean conflictivas, al menos en el caso de estudio. A partir de los resultados anteriores se puede concluir que **desde el inicio del siglo XXI existe una incipiente tendencia de cambio en el patrón de relación sociedad-naturaleza en el olivar de Estepa que al menos detiene el patrón de rápido deterioro ecológico observado en décadas precedentes**, aunque, en todo caso, de forma parcial y limitada a los modelos semi-intensivo e intensivo, lo que confirma la hipótesis de partida de esta investigación. De cualquier forma, hay que resaltar que, pese a las mejoras relativas observadas, los parámetros ecológicos actuales del olivar en Estepa distan de aproximarse a los propios de la olivicultura anterior a los años cincuenta.

El tercer objetivo específico, el estudio de los procesos socioeconómicos que condicionan la organización de los flujos de materiales y energía en las explotaciones de olivar de Estepa ha contribuido a explicar la existencia de la tendencia constatada en el objetivo específico anterior a través del análisis de las instituciones y las redes de actores que intervienen en el sistema de producción del olivar de Estepa que se ha realizado mediante el enfoque de los *sistemas agroalimentarios localizados* (Muchnik 1996; Torres Salcido et al. 2010; Sanz-Cañada y Muchnik 2011). Los resultados han permitido identificar a los actores que han desempeñado un papel relevante en la configuración del SIAL de Estepa, entre los que cabe destacar a la cooperativa de segundo grado Oleoestepa por el liderazgo desarrollado en la articulación institucional del proceso de cambio, que agrupa a casi todas las cooperativas de primer grado de la comarca²⁶⁹ y éstas, a su vez, a los productores agrarios, en lo que se denomina *activación colectiva estructural* (Boucher 2004, 2007). Uno de los elementos fundamentales de este ha sido la construcción de una estrategia de calidad o *activación colectiva funcional* (Boucher 2004, 2007) con dos variantes, una primera *centrada en procesos* que consiste en la introducción de prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente y unos estándares organolépticos que se asocian a productos de gama media-alta, y otra *centrada en el territorio*, en la que además de la mejora de los procesos productivos se establece un vínculo entre el producto y el territorio a través de la denominación de origen. En ambas, la introducción de la producción integrada ha desempeñado un papel relevante en la definición de las prácticas agrarias que han redundado en la utilización de cubiertas en el sistema de manejo del suelo, la reducción del laboreo convencional y el uso racional de insumos, entre otros aspectos. Asimismo, hay que recordar que estos procesos se

²⁶⁹ Oleoestepa agrupaba en 2012 a 15 de las 16 cooperativas del área de estudio.

Conclusiones generales

enmarcan en la dinámica de cambios que se ha identificado desde finales de los noventa en la comarca de Estepa en el primer objetivo específico.

El análisis de las dos variantes de la estrategia de calidad ha señalado que la producción que se comercializa a través de la modalidad centrada en *procesos* supone el 90% de la producción total, mientras que la enfocada al *territorio* representa sólo el 10% de las ventas. Esto se explica por las características de la demanda de aceite en España, cuyo mercado es el principal destino de esta producción. En este sentido, la demanda nacional de este alimento está controlada por la Gran Distribución, que concibe el aceite como un producto indiferenciado que compite en precios (García-Brenes 2005; Ruiz Avilés 2007), lo que confirma que las estrategias de calidad basadas en la calidad territorial aún son minoritarias en el sector del aceite. Sin embargo, el éxito de la primera estrategia se debe al reconocimiento de la calidad de procesos en los mercados de exportación, principal destino de estas ventas. Hay que indicar que los consumidores de estos mercados valoran el respeto al medio ambiente como atributo del producto, entre otros aspectos relacionados con estándares organolépticos. Esto refleja la existencia de una tendencia a nivel mundial, aunque minoritaria y reducida a determinados segmentos de consumidores que no basan sus estrategias en el consumo en productos indiferenciados y baratos, sino que buscan un producto elaborado con otro patrón en el que la relación sociedad-naturaleza se caracteriza por presentar un menor impacto sobre el medio ambiente. Esto se puede interpretar de forma similar a la *ecología a distancia* de Friedmann (2005) pero con un efecto contrario al caso descrito por esta autora en el primer régimen alimentario, en el que el consumo a gran distancia de bienes alimentarios baratos en los años veinte del siglo XX tuvo impactos negativos sobre la estabilidad de los ecosistemas del medio oeste americano en los años treinta (desertificación y tormentas de polvo²⁷⁰). Así, en el caso de Estepa, la estrategia de calidad tendría una implicación directa en la *ecología a distancia* en la que, a diferencia de la descrita por Friedmann, los consumidores finales tratarían de reducir el impacto en el medio ambiente de una forma consciente en los procesos de producción y transformación agraria que se ubican en ecosistemas lejanos a través de su comportamiento en el consumo, aunque también habría que valorar el impacto ecológico del sistema de distribución y transporte. En general, la escasa importancia que tiene la variante de *calidad territorial* en el circuito de comercialización junto con la necesidad añadida de buscar nichos de consumidores en el mercado mundial que valoren la estrategia de *calidad en procesos* confirma que estas tendencias todavía son minoritarias.

Sin embargo, el hecho de que sea minoritaria no significa que no sea viable desde el punto de vista económico. En este sentido, los análisis efectuados anteriormente en el objetivo 2 de investigación mostraron que los procesos sociales llevados a cabo en el SIAL para la puesta en marcha de la estrategia, que consistieron en la creación de nuevas normas e instituciones en el territorio que orientan, regulan y controlan el comportamiento de los actores en relación con los procesos de transformación productiva (cooperativa de segundo grado Oleostepa, ATRIA, API, Consejo Regulador de la Denominación de Origen, etc.), junto con los procesos de intensificación centrados

²⁷⁰ Referido al fenómeno de Dust Bowl explicado en el epígrafe 2.5.5 *Relación entre los regímenes alimentarios y la naturaleza*.

en el olivar semi-intensivo e intensivo, han dado lugar a un aumento de la rentabilidad económica media que se ha logrado a través de un incremento de la producción física (4.021 kg ha⁻¹ en Estepa frente a 1.823 kg ha⁻¹ de media en el resto de Andalucía²⁷¹) y de una mejora cualitativa del producto final que se traduce en unos ingresos mayores para el productor por kilogramo de aceituna (9,55% más elevado que la media en Andalucía por kilogramo producido).

No obstante, este proceso ha implicado la constitución de nuevos componentes e interacciones que se traducen en un aumento de la complejidad. Según Tainter (2006), todo incremento de la complejidad supone una subida del consumo energético. Sin embargo, los resultados de esta investigación no contradicen el planteamiento de este autor. Así, en relación a las explotaciones de secano, el aumento de la cosecha se ha conseguido con el mismo nivel de intensidad de energía fósil que ha tenido que ser compensado con una mayor transformación de energía renovable a través del reciclaje de los materiales orgánicos y de unas prácticas que han favorecido una captación mayor de energía solar mediante la fotosíntesis. Esto corresponde con la primera zona de la curva de Tainter, en la que una elevación del nivel de complejidad mejora el rendimiento del sistema. Por otra parte, el cultivo en regadío ha experimentado un mayor consumo de energía no renovable con respecto al tradicional de secano que no ha repercutido en la misma proporción en el aumento de la cosecha, hecho que sitúa a este tipo de explotaciones en una zona de la curva próxima al punto en que los incrementos de complejidad no suponen una mejora del rendimiento. Esto hace pensar que **la segunda tendencia identificada en las relaciones sociedad-naturaleza sólo puede presentarse en los procesos productivos en los que el aumento de la complejidad se relaciona con el incremento del consumo de energía de fuentes energéticas renovables**. Este sería el camino a seguir para evitar el conflicto entre economía y ecología, al menos en términos energéticos.

Finalmente, como reflexión general, los procesos descritos en esta investigación pueden ser contemplados desde una visión más amplia en el espacio y tiempo que engloba a la biosfera. En este sentido, la tendencia que se ha identificado como minoritaria puede ser interpretada como una respuesta de adaptación del *sistema socioecológico* a la biosfera (Fischer-Kowalski 2011; Wiedenhofer et al. 2013). En principio, según disminuya la disponibilidad de energías fósiles en la Tierra, las sociedades humanas intentarán sustituir de forma gradual el consumo energético no renovable por el procedente de fuentes renovables, aunque el éxito de estos procesos a nivel mundial dependerá de dos tipos de condicionantes, uno de tipo ecológico y otro social. El primero es la respuesta de la biosfera a la relación sociedad-naturaleza a través de la emergencia de nuevos procesos físicos y biológicos que pueden ser desfavorables para las actividades de producción humana como, por ejemplo, el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad o la desertificación. Estos fenómenos aparecen como reacción de la corteza terrestre a los procesos antrópicos en lo que se ha denominado la época del *Antropoceno* (Crutzen 2006; Zalasiewicz et al. 2010, 2011; Steffen et al. 2011, Barnosky et al. 2012). En la actualidad la ciencia se encuentra investigando la respuesta de la Tierra con el objetivo de identificar el grado de reversibilidad y la

²⁷¹ Estimado a partir del Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2013.

Conclusiones generales

irreversibilidad de estos procesos para el mantenimiento de las actividades humanas (Barnosky et al. 2014; Barnosky y Hadly, 2014). Por otra parte, en relación al segundo tipo de condicionante, la sustitución de energía renovable por energía fósil supondrá la aparición de nuevos procesos institucionales que tendrán como objetivo facilitar la introducción de estas fuentes energéticas en las actividades humanas. Sin embargo, el agotamiento y abandono de las formas de producción energética fósil implicará que las personas, normas e instituciones que están relacionadas con la extracción y transformación de estas fuentes energéticas tiendan a dificultar la sustitución de las tradicionales por renovables. La forma en que se desenvuelvan las relaciones de poder (Foucault 1980) será un condicionante que podrá actuar como un obstáculo o, por el contrario, facilitar la aparición de nuevas normas e instituciones orientadas a facilitar el cambio. El resultado final a largo plazo dependerá de cómo se desencadenen estas dinámicas de coevolución entre el sistema socioecológico, la biosfera y las sociedades humanas (Kallis y Norgaard 2010; Worden 2010). El desarrollo de investigaciones sobre las relaciones entre la sociedad y la naturaleza contribuirá a saber más de los procesos de cambio, sus posibles efectos en la biosfera y en el ámbito de las sociedades humanas.

Bibliografía

- AA.VV. (1854). *Bulletin de la Société Botanique de France*, Tome Quatrième, pp. 107-108. Available from: <http://www.botanicus.org/item/31753002239884>.
- Abad, C., Naredo, J.M. (1997). Sobre la 'modernización' de la agricultura española (1940-1995): de la agricultura tradicional hacia la capitalización agraria y la dependencia asistencial. En: Gómez Benito, C., González Rodríguez, J.J. (eds.). *Agricultura y sociedad en la España contemporánea*. Centro de Investigaciones Sociológicas y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 249-316.
- Adams, R. (1988). *The Eighth Day: Social evolution as the self-organization of energy*. Austin: University of Texas Press.
- Alarcón, R., Saavedra, M. (2003). Cultivo del olivo bajo normas de producción integrada. *Vida Rural*, 168, pp. 42-54.
- Alcántara, A.M., Gómez, J.A., Fereres, E. (2006). Evaluación del riesgo de erosión y productividad del olivar en producción integrada. *Agricultura*, 885, pp. 426-433.
- Alcántara, C. (2005). Selección y manejo de especies crucíferas para su uso como cubiertas vegetales en olivar. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, 152 p.
- Alcántara, C., Pujadas, A., Saavedra, M. (2008). Selección y manejo de especies crucíferas para su uso como cubiertas vegetales. *Agricultura*, 912, pp. 846-849.
- Alcántara, C., Saavedra, M. (2005). Manejo de cubiertas de especies crucíferas en el olivar. Comunicación OLI-72 en el Foro del Olivar. Jaén, XII Simposio Científico-Técnico Expoliva-2005.
- Alcántara, C., Sánchez, S., Saavedra, M. (2004). Siega mecánica y capacidad de rebrote de cubiertas de crucíferas en olivar. *Phytoma España*, 155, pp. 14-17.
- Alhajj, A.S., Tedone, L., De Mastro, G. (2013). A comparison of the energy consumption of rainfed durum wheat under different management scenarios in southern Italy. *Energy* 61, pp. 308-318.
- Almorox Alonso, J., López Bermúdez, F., Rafaelli, F. (2010). La degradación de los suelos por erosión hídrica: métodos de estimación. Murcia: Universidad de Murcia, 384 p.
- Altieri, M., Nicholls, C.I. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México: PNUMA.
- Altieri, M.A. (1985). *Agroecología. Bases Científicas de la Agricultura Alternativa*. Valparaíso: CETAL.

Bibliografía

- Altieri, M.A. (1987). *Agroecology: The Scientific Basis of Alternative Agriculture*. Boulder, CO: Westview Press.
- Altieri, M.A. (1989). Agroecology: A new research and development paradigm for world agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 27, pp. 37-46.
- Altieri, M.A. (1995). Agroecology. In: *Encyclopedia of Environmental Biology*, vol. 1. NY: Academic, pp. 31-36.
- Altieri, M.A., Letourneau, D.K., Davis, J.R. (1983). Developing sustainable agroecosystems. *BioScience*, 33, pp. 45-49.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16 (1): 3-12. Available from: <http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/133>
- Alvarado, M., Civantos, M., Durán, J.M. (2008). Plagas. En: Barranco, D., Fernández-Escobar R., Rallo, L. (eds.). *El cultivo del olivo*. Junta de Andalucía y Mundi-Prensa. 6ª Edición. Madrid, pp. 509-593.
- Álvarez, J.M.S., Caballero, B.O. (2010). Gestión del conocimiento y sistemas de calidad en los clusters de empresas familiares. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 68, pp. 70-85.
- Allaire, G., Sylvander, B., Belletti, G., Marescotti, A., Barjolle, D., Thévenod-Mottet, E., Tregear, A. (2005). Les dispositifs français et européens de protection de la qualité et de l'origine dans le contexte de l'OMC: justifications générales et contextes nationaux. In: *Symposium International sur Territoires et Enjeux du Développement Regional*, INRA, Lyon du 9 au 11 mars 2005.
- Allen, R.C. (2009). *The British industrial revolution in global perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: guide-lines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper N° 56*. Rome: FAO.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: FAO. Estudio Riego y Drenaje, 56, 323 p.
- Allen, T.F.H., Tainter, J.A., Hoekstra, T.W. (2003). *Supply-Side Sustainability*. New York: Columbia University Press.

- Alluvione, F., Moretti, B., Sacco, D., Grignani, C. (2011). EUE (energy use efficiency) of cropping systems for a sustainable agriculture. *Energy*, 36, pp. 4468-4481. doi:10.1016/j.energy.2011.03.075.
- Amin, A. (1994). Post-Fordism: Models, Fantasies and Phantoms of Transition. In: A. Amin (ed.) Post-Fordism. A Reader. Oxford: Blackwell Publishers, Reprinted 2000, pp. 1-39.
- Anderberg, M.R. (1973). Cluster Analysis for Applications. New York: Academic Press.
- Andersson, E., Brogaard, S., Olsson, L. (2011). The political ecology of land degradation. *Annual review of environment and resources*, 36, pp. 295-319.
- Andres, L. (2012). Designing and Doing Survey Research. London: Sage.
- Aoki, I. (2012). Entropy Principle for the Development of Complex Biotic Systems. Organisms, Ecosystems, the Earth. London, UK, and Waltham, MA: Elsevier.
- Apostel, L., Berger, G., Briggs, A., Michaud, G. (eds.) (1972). L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche. Paris: Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement, Organisation de Cooperation et de Développement Économique (OCDE).
- Archel Domench, P., Gómez Villegas, M. (2014). Crisis de la valoración contable en el capitalismo cognitivo. *Innovar*, 24(52), pp. 103-116. Doi: 10.15446/innovar.v24n52.42526.
- Archer, M. (1995). Realistic Social Theory: The Morphogenetic Approach. Cambridge: CUP.
- Archer, M. (1996). Social Integration and System Integration: Developing the Distinction. *Sociology*, 30(4), pp. 679-699.
- Archer, M. (2002). Realism and the problem of agency. *Alethia*, 5(1), pp. 11-20.
- Archer, M. (2004). Objectivity and the growth of knowledge. In: Archer, M., Outhwaite, W. (eds.). (2004). On Defence of Objectivity. Essays in honour of Andrew Collier. London and New York: Routledge, pp. 117-128.
- Archer, M., Bhaskar, R., Collier, A., Lawson, T., Norrie, A. (eds.) (1998). Critical Realism. Essential Readings. New York: Routledge.
- Archer, M., Outhwaite, W. (eds.) (2004). On Defence of Objectivity. Essays in honour of Andrew Collier. London and New York: Routledge.
- Arnalte Alegre, E. (1980). Agricultura a tiempo parcial y transformaciones del campesinado. *Agricultura y Sociedad*, 17, pp. 203-223.
- Arnalte, E., Ceña, F. (1993). La agricultura y la política agraria en España durante el período de transición democrática. *Agricultura y sociedad*, 68, 289-313.

Bibliografía

- Arnoldus, H., (1977). Predicting soil losses due to sheet and rill erosion. FAO Conservation Guide N. 1: Guidelines for watershed management, pp. 99-123.
- Arquero, O., López Escudero, F.J., Serrano, N., Trapero, C., Roca, L., Trapero Casas, A. (2012). Estado actual de la Verticilosis del olivo. *Revista de fruticultura*, 18, pp. 4-19.
- Arrow, K.J., Debreu, G. (1954). The Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. *Econometrica*, 22 (3), pp. 265-290.
- Atkins, P., Bowler, I. (2001). Food in society: economy, culture, geography. London: Arnold, Hodder Headline Group, 328 p.
- Audouin, M., Preiser, R. Nienaber, S. Downsborough, L. Lanz, J., Mavengahama. S. (2013). Exploring the implications of critical complexity for the study of social-ecological systems. *Ecology and Society* 18(3): 12. Doi: 10.5751/ES-05434-180312.
- Aylesworth, G. (2013). Postmodernism. In: Edward N. Zalta (ed.). The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2013 Edition), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/postmodernism/>>
- Ayres, R.U. (1998). Eco-thermodynamics: economics and the second law. *Ecological Economics*, 26 (2), pp. 189-209. Doi:10.1016/S0921-8009(97)00101-8.
- Ayres, R.U., Ayres, L.W. (2002). A Handbook of Industrial Ecology. Cheltenham, UK and Northampton MA, USA: Edward Elgar.
- Ayres, R.U., Kneese, A.V. (1969). Production, consumption, and externalities. *The American Economic Review*, 59, pp. 282-297.
- Babich, B. (2014). Introduction. In: B. Babich, D. Ginev (eds.). The Multidimensionality of Hermeneutic Phenomenology. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer, pp. xv-xxxv.
- Bacon, F. (1620/2014). *Novum Organum*. The Internet Archive. Ebook. Accesible desde URL: <https://archive.org/details/baconsnovumorgan00bacoiala> (Reeditado en formato digital a partir de la edición inglesa de 1889 de Oxford: The Clarendon Press).
- Bachelard, G. (1940). *La Philosophie du non: essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*. Paris: PUF.
- Bachelard, G. (1953). *Le matérialisme rationnel*. Paris: PUF.
- Bair, J. (2005). Global capitalism and commodity chains: Looking back, going forward. *Competition and Change*, 9(2), pp. 153-180.

- Barjolle, D., Sylvander, B. (2003). Facteurs de succès des produits d'origine certifiée dans les filières agroalimentaires en Europe: marché, ressources et institutions. *Productions Animales*, 16 (4), pp. 289-293.
- Barnosky, A.D., Brown, J.H., Daily, G.C., Dirzo, R., Ehrlich, H.N., Ehrlich, P.R., Eronen, J.T., Fortelius, M., Hadly, E.A., Leopold, E.B., Mooney, H.A., Myers, J.P., Naylor, R., Palumbi, S., Stenseth, N.C., Wake, M.H. (2014). Introducing the Scientific Consensus on Maintaining Humanity's Life Support Systems in the 21st Century: Information for Policy Makers. *The Anthropocene Review* 1(1), pp. 78-109. Doi: 10.1177/2053019613516290.
- Barnosky, A.D., Hadly, E.A. (2014). Problem solving in the Anthropocene. *The Anthropocene Review* 1(1), pp. 76-77. Doi: 10.1177/2053019613516935.
- Barnosky, A.D., Hadly, E.A., Bascompte, J., Berlow, E.L., Brown, J.H., Fortelius, M., Getz, W.G., Harte, J., Hastings, A., Marquet, P.A., Martínez, N.D., Mooers, A., Roopnarine, P., Vermeij, G., Williams, J.W., Gillespie, R., Kitzes, J., Marshall, C., Matzke, N., Mindell, D.P., Revilla, E., Smith, A.B. (2012). Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature* 486, pp. 52-58. Doi: 10.1038/nature11018.
- Barranco, D. (1994). Estructura varietal del olivo en España. *Agricultura*, 746, pp. 731-732.
- Barranco, D. (2008). Variedades y patrones. En Barranco, D., Fernández-Escobar R., Rallo, L. (eds.). El cultivo del olivo. Junta de Andalucía y Mundi-Prensa. 6ª Edición. Madrid. pp. 62-92.
- Barranco, D., Fernández-Escobar R., Rallo, L. (eds.). (2008). El cultivo del olivo. Junta de Andalucía y Mundi-Prensa. 6ª Edición. Madrid. pp. 62-92.
- Bateson, G. (1972). Steps to an Ecology of Mind: Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology. Chicago: University of Chicago Press.
- Baumgärtner, S., Becker, C., Frank, K., Müller, B., Quaas, M. (2008). Relating the philosophy and practice of ecological economics: The role of concepts, models, and case studies in inter- and transdisciplinary sustainability research. *Ecological Economics*, 67(3), pp. 384-393.
- Baur, R., Wijnands, F., Malavolta, C. (eds.). (2011). Integrated production: Objectives, Principles and Technical Guidelines. IOBC/WPRS Bulletin, Special Issue.
- Baveye, P.C., Rangel, D., Jacobson, A.R., Laba, M., Darnault, C., Otten, W., Radulovich, R., Camargo, F.A. (2011). From Dust Bowl to Dust Bowl: Soils are Still Very Much a Frontier of Science. *Soil Science Society of America Journal*, 75(6), pp. 2037-2048. Doi: 10.2136/sssaj2011.0145.
- Baynes, K. (2004). The transcendental turn: Habermas's "Kantian pragmatism". In: F. Rush (ed.), *The Cambridge Companion to Critical Theory*. Cambridge: CUP, pp. 191-218.

Bibliografía

- Beaufoy, G. (1997). Environmental Considerations for the Reform of the CAP Olive Oil Regime. EFNCP Occasional Publication Number 3. Madrid: Asociación para el Análisis y Reforma de la Política Agro-Rural, España.
- Beaufoy, G. (1998). Update: Environmental Considerations for the Reform of the CAP Olive Oil Regime. EFNCP Occasional Publication Number 14. Madrid: Asociación para el Análisis y Reforma de la Política Agro-Rural, España.
- Beaufoy, G. (2001). The Environmental Impact of Olive Oil Production in the European Union: Practical Options for Improving the Environmental Impact. Peterborough, UK: European Forum on Nature Conservation and Pastoralism; Asociación para el Análisis y Reforma de la Política Agro-rural. Available from: <http://ec.europa.eu/environment/agriculture/pdf/oliveoil.pdf>
- Beaufoy, G. (2008). Reflections from an external evaluator on the future of olive production systems on sloping land. *Journal of Environmental Management*, 89 (2), pp. 140–142.
- Beaufoy, G., Baldock, D. and Clark, J. (1994). *The Nature of Farming: Low-Intensity Farming Systems in Nine European Countries*. Institute for European Environmental Policy, London, 66 p.
- Becattini, G. (1979). Dal «settore» industriale al «distretto» industriale. Alcune considerazioni sull'unità d'indagine dell'economia industriale. *Rivista di economia e politica industriale*, 5 (1), pp. 7-21.
- Becker, E. (2012). Social-ecological Systems as Epistemic Objects. In: M. Glaser, G. Krause, B. Ratter, M. Welp (eds.), *Human-Nature Interactions in the Anthropocene: Potentials of Social-Ecological Systems*. London, New York: Routledge, pp. 37-59.
- Becker, E., Breckling, B. (2010). Border Zones of Ecology and Systems Theory. In: *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. Dordrecht: Springer, pp. 385-403. Doi: 10.1007/978-90-481-9744-6_27.
- Becker, E., Jahn, T. (2003/2005). Societal Relations to Nature. Outline of a Critical Theory in the ecological crisis. Institut für sozial-ökologische Forschung, Edited 2005. Available from URL: http://www.isoe.de/ftp/darmstadttext_engl.pdf [Published in German in: G. Böhme, A. Manzei (eds.), 2003. *Kritische Theorie der Technik und der Natur*. München: Wilhelm Fink, pp. 91-112].
- Becker, E., Jahn, Th. (eds.) (2006). *Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen*. Frankfurt am Main: Campus.
- BEDCA (2014). Base de Datos Española de Composición de Alimentos v1.0. AESAN/BEDCA. Available from: <http://www.bedca.net/bdpub/index.php>.
- Beiser, F.C. (2005). *Hegel*. New York, London: Routledge.

- Bellomo, F., Godini, A. (2003). Primeros campos experimentales de olivo superintensivo en Puglia, Italia. *Olint*, 7, pp. 29-30.
- Bellon, S. Penvern, S. (eds.) (2014). *Organic Food and Farming as a Prototype for Sustainable Agricultures*. Amsterdam: Springer Netherlands, 489 p. Doi: 10.1007/978-94-007-7927-3_1
- Benassy, C. (1977a). Lucha biológica e integrada en la protección de plantas. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 3(1), pp. 75-86.
- Benassy, C. (1977b). La lucha integrada en agrumicultura. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 3(1), pp. 133-138.
- Benjaminsen, T.A., Aune, J.B., Sidibé, D. (2010). A critical political ecology of cotton and soil fertility in Mali. *Geoforum*, 41(4), pp. 647-656. Doi: 10.1016/j.geoforum.2010.03.003.
- Benkahla, A., Boutonnet, J.P., Fort, F. (2005). Enjeux de la certification d'origine et stratégies d'acteurs; le cas de l'AOC Pélardon. *Économies et Sociétés*, 27, pp. 877-894.
- Ben-Naim, A. (2011). Entropy: Order or Information. *Journal of Chemical Education*, 88 (5), pp. 594–596. Doi: 10.1021/ed100922x.
- Bensin, B.M. (1928). *Agroecological Characteristics Description and Classification of the Local Corn Varieties Chorotypes* (editor desconocido).
- Bensin, B.M. (1930). Possibilities for international cooperation in agroecological investigations. *Internatl. Rev. Agr. Mo. Bull. Agr. Sci. and Pract.* (Rome) 21, pp. 277–284.
- Bérard L., Marchenay P. (1995). Lieux, temps et preuves. La construction sociale des produits de terroir. *Terrain*, 24, pp. 153-164.
- Bérard, L., Marchenay, P. (2004). *Les produits de terroir. Entre cultures et règlements*. Paris: CNRS Editions, 229 p.
- Berger, P.L., Luckmann, T. (1966/1986). *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires: Amorrortu (Traducción de 1986 de la obra original en inglés, 1966: *The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge*, Garden City, NY: Anchor Books).
- Berkes, F., Colding, J., Folke, K. (eds.) (2002). *Navigating Social–ecological Systems. Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge: CUP (Ebook edition, 2003).
- Berkes, F., Folke, C. (1998). Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. In: F. Berkes, C. Folke (eds.), *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. New York: Cambridge University Press, pp. 1-25.

Bibliografía

- Bernhardt, K.J., Allen, J.C., Helmers, G.A. (1996). Using cluster analysis to classify farms for conventional/alternative systems research. *Review of Agricultural Economics*, 18, pp. 599-611.
- Bernstein, J.M. (1995). *Recovering Ethical Life: Jurgen Habermas and the Future of Critical Theory*. New York: Routledge.
- Besnard, G., Baradat, P., Bervillé, A. (2001). Genetic relationships in the olive (*Olea europaea* L.) reflect multilocal selection of cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 102 (2-3), pp. 251-258.
- Bhaskar, R. (1975). *A Realist Theory of Science*. New York and London: Routledge. E-book edition published in Taylor & Francis e-Library, 2008.
- Bhaskar, R. (1979). *The Possibility of Naturalism*. New York and London: Routledge. Third Edition 1998, e-book edition published in Taylor & Francis e-Library, 2005.
- Bhaskar, R. (1986). *Scientific Realism and Human Emancipation*. London: Verso.
- Bhaskar, R. (1993). *Dialectic: The pulse of Freedom*. Oxford: Blackwell.
- Bhaskar, R. (1994). *Plato Etc*. London: Verso.
- Bhaskar, R. (1998a). Philosophy and Scientific Realism. In: Archer, M., Bhaskar, R., Collier, A., Lawson, T., Norrie, A. (eds.). *Critical Realism. Essential Readings*. New York: Routledge, pp. 16-47.
- Bhaskar, R. (1998b). Society. In: Archer, M., Bhaskar, R., Collier, A., Lawson, T., Norrie, A. (eds.). *Critical Realism. Essential Readings*. New York: Routledge, pp. 206-247.
- Bhaskar, R. (2002). *Reflections on meta-reality: Transcendence, emancipation and everyday life*. London: Sage.
- Bhaskar, R. (2010). Contexts of interdisciplinarity. In: Bhaskar, R., Frank, C., Høyer, K.G., Næss, P., Parker, J. (eds.). *Interdisciplinarity and Climate Change. Transforming knowledge and practice for our global future*. New York: Routledge, pp. 1-24.
- Bhaskar, R. (2011). *Reclaiming Reality. A critical introduction to contemporary philosophy*. London and New York: Routledge.
- Bhaskar, R., Danermark, B. (2006). Metatheory, interdisciplinarity and disability research: a critical realist perspective. *Scandinavian Journal of Disability Research*, 8 (4), pp. 278–297.
- Bhaskar, R., Hartwig, M. (2010). *The Formation of Critical Realism. A personal perspective*. London y New York: Routledge.

- Bignal, E., Baldock, D., Tubbs, C. (1996). The EU's Agri-Environment Regulation No. 2078/92: Examples of Environmental Benefits (*EFNCP Occasional Publication*, Number 8). September.
- Bignal, E.M., McCracken, D.I. (1996). The ecological resources of European farmland. In: M. Whitby (ed.), *The European environment and CAP reform: policies and prospects for conservation*. Wallingford: Centre for Agriculture and Biosciences International, pp. 26-42.
- Biletzki, A., Matar, A. (2014). Ludwig Wittgenstein. In: E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition). URL : <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/wittgenstein/>>.
- Binder, C.R., Hinkel, J., Bots, P.W.G., Pahl-Wostl, C. (2013). Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society*, 18(4): 26. Available from URL: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05551-180426>.
- Blanco-Canquia, H., Lal, R. (2009). Crop Residue Removal Impacts on Soil Productivity and Environmental Quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28 (3), pp. 139-163. Doi: 10.1080/07352680902776507.
- Blaschke, P.M., Trustrum, N.A., Hicks, D.L. (2000). Impacts of mass movement erosion on land productivity: a review. *Progress in Physical Geography* 24 (1), pp. 21-52.
- Blázquez, J.M. (1996a). Origen y difusión del cultivo. En: Consejo Oleícola Internacional (ed.), *Enciclopedia Mundial del Olivo*. Barcelona: Edit. Plaza y Janés, pp. 19-20.
- Blázquez, J.M. (1996b). Últimos trabajos sobre la exportación de aceite de oliva bético a Roma y al ejército. En: Consejo Oleícola Internacional (ed.), *Enciclopedia Mundial del Olivo*. Barcelona: Edit. Plaza y Janés, pp. 43-46.
- Blázquez, J.M., Remesal, J., Rodríguez, E. (1994). Excavaciones arqueológicas en el monte Testaccio (Roma). Memoria campaña 1989. Madrid: Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos.
- Bohlen, P.J., House, G. (eds.) (2009). *Sustainable Agroecosystem Management: Integrating Ecology, Economics, and Society*. Boca Raton: CRC Press.
- Bohman, J. (2013). Critical Theory. In: E. N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2013 Edition), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2013/entries/critical-theory/>>.
- Bohman, J., Rehg, W. (2014). Jürgen Habermas. In: E. N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2014 Edition), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/habermas/>>.

Bibliografía

- Boisvert, V., Vivien, F.D. (2012). Towards a political economy approach to the Convention on Biological Diversity. *Cambridge Journal of Economics*, 36 (5), pp. 1163-1179.
- Boltzmann, L. (1872). Weitere Studien über das Wärmegleichgewicht unter Gasmolekülen, *Wiener Berichte*, 66, pp. 275–370. In F. Hasenöhr (ed.) (1909) *Wissenschaftliche Abhandlungen*, Vol. I, paper 23. Leipzig: Johann Ambrosius Barth (Reimpresión de 1969, New York: Chelsea).
- Boltzmann, L. (1896-1898/1964). *Vorlesungen über Gastheorie: Vol I, Vol II*. Leipzig: J.A. Barth (traducido al inglés en 1964 por S.G. Brush: *Lectures on Gas Theory*. Berkeley: University of California Press).
- Boller, E.F., Avilla, J., Joerg, E., Malavolta, C., Wijnands, F.G., Esbjerg, P. (eds.). (2004). *Integrated Production: Principles and Technical Guidelines*. 3rd Edition. *IOBCwprs Bulletin*, 27 (2), 49 p.
- Bombino, G., Tamburino, V., Zema, D.A., Zimbone, S.M. (2011). Hydrological Effects of Different Soil Management Practices in Mediterranean Areas. In: D. Godone (ed.) *Soil Erosion Issues in Agriculture*, InTech, pp. 163-182. Doi: 10.5772/24216. Available from: <http://www.intechopen.com/books/soil-erosion-issues-in-agriculture/hydrological-effects-of-different-soil-management-practices-in-mediterranean-areas>
- Bonanno, A. (1991). La Globalización del Sector Agrícola y Alimentario y las Teorías del Estado. *Revista Internacional de Sociología sobre Agricultura y Alimentos*, 1, pp. 31-47.
- Bonanno, A., Constance, D.H. (2001). Globalization, Fordism, and Post-Fordism in Agriculture and Food: A Critical Review of the Literature. *Culture & Agriculture*, 23(2), pp. 1-18.
- Borin, M., Menini, C., Sartori, L. (1997). Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. *Soil Till Res*, 40(3-4), pp. 209-226.
- Bosch, A., Boixadera, J. (2010). Los sistemas agrarios como marco de la tecnología de suelos. Enfoques en la Unión Europea. En: Usón, A., Boixadera, J., Bosch, A., Martín, A.E. (eds.). *Tecnología de suelos: estudio de casos*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza. pp. 123-139.
- Bossel, H. (2003). Assessing viability and sustainability: a systems-based approach for deriving comprehensive indicator sets. In: B.M., Campbell, J.A. Sayer, (eds.), *Integrated Natural Resource Management: Linking Productivity, the Environment and Development*. Oxon, UK, and Cambridge, MA: CABI Publishing, pp. 247-266.
- Bouby, L. (2000). Restituer les pratiques agraires par la carpologie archéologique. *Études rurales*, pp. 177-194. Available from: <http://etudesrurales.revues.org/document10.html>

- Boucher, F. (2004). Enjeux et difficulté d'une stratégie collective d'activation des concentrations d'Agro-Industries Rurales, le cas des fromageries rurales de Cajamarca, Pérou. Thèse de doctorat, Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines.
- Boucher, F. (2007). L'agro-industrie rurale et les systèmes agroalimentaires localisés: de nouvelles approches pour le développement territorial. En: XLIII^e Colloque de l'ASRDLF: Les dynamiques territoriales: Débats et enjeux des différentes approches disciplinaires. Grenoble et Chambéry 11-12 et 13 juillet 2007, France.
- Boucher, F., Requier-Desjardins, D., Brun, V. (2010). SYAL: un nouvel outil pour le développement de territoires marginaux. Les leçons de l'alliance des agro-industries rurales de la Selva Lacandona, Chiapas. In: E. Coudel, H. Devautour, C-T. Souldard, B. Hubert (eds.). ISDA 2010. Montpellier, France: Cirad-Inra-SupAgro, 12 p. Available from URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00521013>.
- Boulding, K.E. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. In: H. Jarrett (ed.) Environmental Quality in a Growing Economy. Baltimore, MD: Resources for the Future/Johns Hopkins University Press, pp. 3-14.
- Bourdeau, M. (2014). Auguste Comte. In: E. N. Zalta (ed.). The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Fall Edition. URL: <http://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/comte>
- Bowers, W. (1992). Agricultural field equipment. Energy in farm production. In: Fluck, R.C. (ed.). Energy in World Agriculture, Vol. 6. Amsterdam: Elsevier, pp. 117–129.
- Boyd, E., Folke, K. (eds.) (2012). Adapting Institutions: Governance, Complexity and Social–Ecological Resilience. Cambridge: CUP.
- Boyer, R. (1986/1992). La teoría de la regulación. Un análisis crítico. Valencia: Eds. Alfons el Magnànim-IVEI, 155 p. (Edición de 1992 en castellano traducida del original en francés de 1986: La théorie de la régulation. Une analyse critique. Paris: La Découverte).
- Boyer, R. (1994). Las Alternativas al Fordismo. De los años 80 al siglo XXI. En: Benko, G., Lipietz, A. (eds.). Las Regiones que Ganan. Valencia: Edicions Alfons El Magnànim, pp. 185-218.
- Brandt, P., Ernst, A., Gralla, F., Luederitz, C., Lang, D.J., Newig, J., Reinert, F., Abson, D.J., Wehrden, H. von. (2013). A review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecological Economics*, 92, pp. 1-15.
- Bretón Solo de Zaldívar, V. (1993). ¿De campesino a agricultor? La pequeña producción familiar en el marco del desarrollo capitalista. *Noticario de Historia Agraria*, 5, pp. 127-159.
- Breton, C., Terral, J.F., Pinatel, C., Médail, F., Bonhomme, F., Bervillé, A. (2009). The origins of the domestication of the olive tree. *C. R. Biologies* 332, pp. 1059–1064.

Bibliografía

- Breton, C.M., Warnock, P., Berville, A.J. (2012). Origin and History of the Olive. In: Muzzalupo, I. (ed.). Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry. InTech. Doi: 10.5772/51933. Available from URL: <http://www.intechopen.com/books/olive-germplasm-the-olive-cultivation-table-olive-and-olive-oil-industry-in-italy/origin-and-history-of-the-olive>
- Brian, A. (2014). Complexity and the economy. New York and Oxford: Oxford University Press.
- Broto, V.C. (2013). Adapting institutions: governance, complexity and socio-ecological resilience. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 31 (1), pp. 182-U199. Doi: 10.1068/c460wr1.
- Brown, R. (2005). Comte and positivism. In: C.L. Ten (ed.) Routledge History of Philosophy. Volume VII. The Nineteenth. Ebook Edition of Taylor and Francis E-Library, First Edition 1994. New York and London: Routledge, pp. 122-145.
- Bruggeman, A., Masri, Z., Turkelboom, F., Zöbisch, M., El-Naheb, H., (2005). Strategies to sustain productivity of olive groves on steep slopes in the northwest of the Syrian Arab Republic. In: Benites, J., Pisante, M., Stagnari, F. (eds.), Integrated Soil and Water Management for Orchard Development; Role and Importance. FAO Land and Water Bulletin, vol. 10. Rome, Italy: FAO, pp. 75–87.
- Bubici, G., Cirulli, M. (2012). Control of Verticillium wilt of olive by resistant rootstocks. *Plant and Soil*, 352 (1-2), pp. 363-376. Doi: 10.1007/s11104-011-1002-9.
- Buijs, J-M., Eshuis, J., Byrne, D. (2009). Approaches to Researching Complexity in Public Management. In: G.R. Teisman, M.W. van Buuren, L.M. Gerrits (eds.). Managing complex governance systems: Dynamics, self-organization and coevolution in public investments. New York and London: Routledge, pp. 37-55.
- Buttel, F., Goodman, D. (1989). Class, state, technology, and international food regimes. *Sociologia Ruralis* 29(2), pp. 86-92.
- Buxó, R., Molist, M. (dir.) (2007). From the adoption of Agriculture to the Current Landscape: long term interaction between Men and Environment in the East Mediterranean Basin. European project ICA3-CT-2002-10022. Barcelona: Monografies 9, MAC.
- Byrne, D. (1998). Complexity Theory and the Social Sciences: An Introduction. London: Routledge.
- Byrne, D., Callaghan, G. (2014). Complexity and the Social Sciences: The State of the Art. London and New York: Routledge.
- Byrne, D.S. (2011). Exploring organizational effectiveness: The value of complex realism as a frame of reference and systematic comparison as a method. In: P. Allen, S. Maguire, B. McKelvey (eds.) The Sage Handbook Of Complexity And Management. London: Sage, pp. 131-141.

- Caballero Páez, M. (2004). Historia del olivar en la Comarca de Estepa. Sevilla: Junta de Andalucía.
- Cahill, D. (2014). The End of Laissez-Faire? On the Durability of Embedded Neoliberalism. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Calatrava, J., Franco-Martínez, J.A., (2011). Diffusion of soil erosion control practices in the olive orchards of the Alto Genil basin (Granada Spain). *Estudios de Economía Aplicada*, 29, pp. 359–384.
- Calatrava-Leyva, J., Franco Martínez, J.A., González-Roa, M.C. (2005). Adoption of soil conservation practices in olive groves: the case of Spanish mountainous areas. Copenhagen (Denmark): XIth Congress of EAAE, 23-27 August.
- Calatrava-Leyva, J., Franco Martínez, J.A., González-Roa, M.C. (2007). Analysis of the adoption of soil conservation practices in olive groves: the case of mountainous áreas in southern Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 5(3), pp. 249-258.
- Caldentey, P., Gómez, A.C. (1996). Productos típicos, territorio y competitividad. *Agricultura y sociedad*, 80-81, pp. 57-82.
- Cámara Rascón, A., García Torrent, J., Montes Villalón, J.M., Querol Aragón, E. (2006). Química Física. Madrid: Departamento de Ingeniería Química y Combustibles, E.T.S. Ingenieros de Minas, Universidad Politécnica de Madrid.
- Campbell, H. (2009). Breaking new ground in food regime theory: corporate environmentalism, ecological feedbacks and the 'food from somewhere' regime? *Agriculture and Human Values* 26, pp. 309–319. Doi: 10.1007/s10460-009-9215-8.
- Cantwell, J. (1987). What is a global industry? *Multinational Business*, 87 (1), pp. 45-49.
- CAP (2003). El Olivar Andaluz. Sevilla: Unidad de Prospectiva de la Consejería de Agricultura y Pesca.
- CAP (2011). Producción Integrada de Olivar. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 160 p.
- Capellán-Pérez, I., Mediavilla, M., de Castro, C., Carpintero, Miguel, L.J. (2014). Fossil fuel depletion and socio-economic scenarios: An integrated approach. *Energy*, 77(1), pp. 641–666. Doi: 10.1016/j.energy.2014.09.063.
- CAPMA (2012). Estimación de Pérdida de Suelo en Andalucía. Estadísticas asociadas al Informe de Medio Ambiente. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Available from: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_seguimiento_anual_erosion_suelo?

Bibliografía

- Caravaca, I., González, G., Silva, R. (2003). Redes e innovación socio-institucional en sistemas productivos locales. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 36, pp. 103-115.
- Carpintero, O., Naredo, J.M. (2006). Sobre la evolución de los balances energéticos de la agricultura española, 1950-2000. *Historia Agraria*, 4, pp. 531-554.
- Carrión, Y., Ntinou, M., Badal, E. (2010). Olea europaea L. in the North Mediterranean Basin during the Pleniglacial and the Early–Middle Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 29 (7-8), pp. 952-968.
- Carroll, W.K. (2013). Discipline, Field, Nexus: Re-Visioning Sociology. *Canadian Review of Sociology/Revue canadienne de sociologie* 50 (1), pp. 1-26. Doi: 10.1111/cars.12000.
- Castro, J. (1993). Control de la erosión en cultivos leñosos con cubiertas vegetales vivas. Tesis Doctoral. Córdoba: Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba.
- Castro, J. (2000). Cubiertas vegetales en el olivar: funciones tipos y manejo. *Vida Rural*, 113, pp. 38-40.
- Cayuela, J.A., García, J.M., Gutiérrez-Rosales, F. (2006). Influencia de la producción integrada del olivar sobre la calidad del aceite de oliva virgen. *Grasas y Aceites*, 57 (4), pp. 422-428.
- Çengel, Y., Boles, M. (2009). Termodinámica. Sexta Edición. México: McGraw Hill (traducción al castellano del original en inglés: Thermodynamics. An Engineering Approach).
- Cervinka, V. (1980). Fuel and energy efficiency. In: Pimentel, D. (ed.). Handbook of Energy Utilization in Agriculture. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 15–21.
- Cilliers, P. (1998). Complexity and Postmodernism. Understanding Complex Systems. London: Routledge.
- Cilliers, P. (2005a). Complexity, deconstruction and relativism. *Theory, Culture and Society*, 22(5), pp. 255–267. Doi: 10.1177/0263276405058052.
- Cilliers, P. (2005b). Knowledge, limits and boundaries. *Futures*, 37, pp. 605–613. Doi: 10.1016/j.futures.2004.11.001.
- Cilliers, P. (2010). Difference, Identity and Complexity. In: P. Cilliers, R. Preiser (eds). Complexity, Difference and Identity. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, pp. 3-17.
- Cilliers, P., Nicolescu, B. (2012). Complexity and transdisciplinarity – Discontinuity, levels of Reality and the Hidden Third. *Futures*, 44, pp. 711–718.
- Cilliers, P., Preiser, R. (2010). Preface. Why Difference. In: P. Cilliers, R. Preiser (eds.), Complexity, Difference and Identity. Dordrecht, Heidelberg, London and New York: Springer, pp. i-ix.

- Cipolla, C.M. (1979). *Historia económica de Europa*. Barcelona: Ariel.
- Civantos, L., Torres, J. (1981). Ensayos sobre sistemas de mantenimiento del suelo en olivar. *ITEA*, 44, pp. 38-43.
- Clausius, R. (1850). Ueber Die Bewegende Kraft Der Wärme Und Die Gesetze, Welche Sich Daraus Für Die Wärmelehre Selbst Ableiten Lassen. *Annalen der Physik*, 79, pp. 368–397, 500–524.
- Clausius, R. (1865). Ueber verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie. *Annalen der Physik* 125 (7), pp. 353–400 (Accesible en Bibliothèque nationale de France, URL: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k152107/f369.table>).
- Clausius, R. (1867). *The Mechanical Theory of Heat– with its Applications to the Steam Engine and to Physical Properties of Bodies*. London: John van Voorst, 1 Paternoster Row (Accesible en Internet Archive, URL: <https://archive.org/details/mechanicaltheor04claugoog>).
- Cleveland, C.J. (2005). Net energy from oil and gas extraction in the United States, 1954–1997. *Energy*, 30, pp. 769–782.
- Cleveland, C.J., Costanza, R., Hall, C.A.S., Kaufmann, R. (1984). Energy and the U.S. economy: a biophysical perspective. *Science*, 225, pp. 890–897.
- Cleveland, C.J., O'Connor, P.A. (2011). Energy Return on Investment (EROI) of Oil Shale. *Sustainability*, 3, pp. 2307-2322. Doi:10.3390/su3112307.
- Cleveland, C.J., Ruth, M. (1997). When, where, and by how much do biophysical limits constrain the economic process? A survey of Nicholas Georgescu-Roegen's contribution to ecological economics. *Ecological Economics*, 22 (3), pp. 203-223.
- Cocchiarella, N.B. (2007). *Formal Ontology and Conceptual Realism*. Dordrecht, NL: Springer.
- Cohon, R. (2010). Hume's Moral Philosophy. In: E. N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2010 Edition). URL : <http://plato.stanford.edu/archives/fall2010/entries/hume-moral/>
- Collier, A. (1989). *Scientific Realism and Socialist Thought*. Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf.
- Collier, A. (1994). *Critical Realism: An Introduction to Roy Bhaskar's Philosophy*. London: Verso.
- Collier, A. (1998a). Language, practice and realism. In I. Parker (ed.), *Social constructionism, discourse and realism*. London: Sage, pp. 47-58.

Bibliografía

- Collier, A. (1998b). Explanation and Emancipation. In: Archer, M., Bhaskar, R., Collier, A., Lawson, T., Norrie, A. (eds.). *Critical Realism. Essential Readings*. New York: Routledge, pp. 444-472.
- Collier, A. (1999). *Being and Worth*. London and New York: Routledge.
- Collier, A. (2003). *In Defence of Objectivity*. London and New York: Routledge.
- Comte, A. (1844/1987). *Curso de filosofía positiva*. Madrid: Editorial Magisterio Español. (Traducción al español del título original en francés, 1844: *Course de philosophie positive*).
- Conforti, P., Giampietro, M. (1997). Fossil energy use in agriculture: an international comparison. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 65, pp. 231-43.
- Connor, D.J., Loomis, R.S., Cassman, K.G. (2011). *Crop Ecology. Productivity and Management in Agricultural Systems*. Cambridge University Press. Second Edition.
- Consejería de Agricultura y Pesca (2008). *El Sector del Aceite de Oliva y de la Aceituna de mesa en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca, 155 p.
- Contento, A., Ceccarelli, M., Gelati, M.T., Maggini, F., Baldoni, L., Cionini, P.G. (2002). Diversity of *Olea* genotypes and the origin of cultivated olives. *Theoretical and Applied Genetics*, 104, pp 1229-1238.
- Contreras Hernández, J. (1995). *Alimentación y cultura: necesidades, gustos y costumbres*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Contreras Hernández, J. (1997). Alimentación y sociedad. Sociología del consumo alimentario en España. En: C. Gómez Benito, J.J. González Rodríguez (eds.), *Agricultura y sociedad en la España contemporánea*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 417-451.
- Contreras Hernández, J.C. (1997). Estrategias familiares de producción y reproducción. En: V. Bretón Solo de Zaldívar, F. García Pascual, J.J. Mateu González (coords.), *La agricultura familiar en España: estrategias adaptativas y políticas agropecuarias*. Ediciones Universitat de Lleida, pp. 17-44.
- Conway, G.R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24, pp. 95–117.
- Cook, B.I., Miller, R.L., Seager, R. (2009). Amplification of the North American “Dust Bowl” drought through human-induced land degradation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(13), pp. 4997-5001. Doi: 10.1073/pnas.0810200106.
- Corominas, J. (2010). Agua y energía en el riego, en la época de la sostenibilidad. *Ingeniería del Agua*, 17 (3), pp. 219-233.

- Correa Gómez, C.A., Boucher, F., Requier-Desjardins, D. (2006). ¿Cómo activar los sistemas agroalimentarios localizados en América Latina? Un análisis comparativo. *Agroalimentaria*, 22, pp. 17-27.
- Costanza, R. (2003). A vision of the future of science: reintegrating the study of humans and the rest of nature. *Futures*, 35, pp. 651-671. Doi: 10.1016/S0016-3287(02)00105-2.
- Costanza, R. (2009). Science and Ecological Economics Integrating of the Study of Humans and the Rest of Nature. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 29(5), pp. 358-373. Doi: 10.1177/0270467609342864.
- Costanza, R., Daly, H. (1987). Toward an ecological economics. *Ecological Modelling*, 38, pp. 1-7.
- Courlet, C. (2002). Les Systèmes Productifs Localisés. Un bilan de la littérature. *Études et Recherches sur les Systèmes Agraires et Développement*, 33, pp. 27-40.
- Creath, R. (2007). Vienna, the City of Quine's Dreams. In: A. Richardson, T. Uebel (ed.). *The Cambridge companion to logical empiricism*. Cambridge: CUP, pp. 332-345.
- Creath, R. (2014). Logical Empiricism. In: E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition). URL : <http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/logical-empiricism/>.
- Crutzen, P. J. (2006). The "Anthropocene" In: E. Ehlers, T. Krafft (eds.), *Earth System Science in the Anthropocene*. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 13-18.
- Cruz Villalón, J. (1980). *Propiedad y uso de la tierra en la Baja Andalucía. Carmona, siglos XVIII-XX*. Madrid: Servicio de Publicaciones Agrarias del Ministerio de Agricultura, Secretaría General Técnica.
- Cubero, S., Penco, J.M. (2010). Aproximación a los costes del cultivo del olivo. Cuaderno de conclusiones del seminario AEMO. Asociación Española del Cultivo del Olivo.
- Cubero, S., Penco, J.M. (2012). Aproximación a los costes del cultivo del olivo. Cuaderno de conclusiones del seminario AEMO (actualización 2012). Asociación Española del Cultivo del Olivo.
- Cumming, G.S., Cumming, D.H., Redman, C.L. (2006). Scale mismatches in social-ecological systems: causes, consequences, and solutions. *Ecology and Society*, 11(1), 14. Available from URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art14/>
- Cunningham, B. (2001). The Reemergence of Emergence. *Philosophy of Science*, 68(3), Supplement, Part 1, pp. S62-S75.
- Cutler, A.C. (2001). Critical reflections on the Westphalian assumptions of international law and organisation: A crisis of legitimacy. *Review of International Studies* 27(2), pp. 133-150.

Bibliografía

- Chakravartty, A. (2014). Scientific Realism. In: E.N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition). URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/scientific-realism/>>.
- Chen, X. (1997). Thomas Kuhn's Latest Notion of Incommensurability. *Journal for General Philosophy of Science*, 28 (2), pp. 257-273.
- Chiappetta, A., Muzzalupo, I. (2012). Botanical Description. In: I. Muzzalupo (ed.). *Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry*. InTech, Doi: 10.5772/51836. Available from: <http://www.intechopen.com/books/olive-germplasm-the-olive-cultivation-table-olive-and-olive-oil-industry-in-italy/botanical-description>
- Chic García, G. (2001). Datos para un estudio socioeconómico de la Bética (2 vols.). Écija: Editorial Gráficas Sol.
- Dalgaard, T., Halberg, N., Porter, J.R. (2001). A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 87, pp. 51–65.
- Daly, H. (1977). Steady-state and thermodynamics. *Bioscience*, 27 (12), pp. 770–771.
- Daly, H.E., Cobb, J.B. (1989). *For the common good: redirecting the economy toward community, the environment and a sustainable future*. Boston: Beacon Press, 492 p.
- Danermark, B. (2002). Interdisciplinary research and critical realism the example of disability research. *Alethia*, 5(1), pp. 56-64.
- Danermark, B., Ekström, M., Jakobsen, L., Karlsson. J.C. (2002). *Explaining Society. Critical realism in the social sciences*. New York and London: Routledge.
- Datta, R.P. (2007). From Foucault's Genealogy to Aleatory Materialism: Realism, Nominalism and Politics. In: J. Frauley, F. Pearce (eds.). *Critical Realism and the Social Sciences: Heterodox Elaborations*. Toronto: University of Toronto Press.
- Davidson, B.I. (2005). Critical Realism in Economics – A Different View. *Post-autistic economics review*, 33. Available from URL: <http://www.paecon.net/PAEReview/issue33/contents33.htm>.
- De Alba S., Borselli, L., Torri, D., Pellegrini, S., Bazzoffi, P. (2006). Assessment of tillage erosion by mouldboard plough in Tuscany (Italy). *Soil & Tillage Research*, 85, pp. 123-142.
- De Alba, S. (2008). Erosión y redistribución mecánica del suelo (Tillage erosion): Transformación de los paisajes agrícolas. En A. Cerdá (ed.) *Erosión y degradación del suelo agrícola en España*. Valencia: Cátedra de Divulgación Científica, Universidad de Valencia, pp. 149-182.

- De Alba, S., Alcázar, M., Cermeño, F.I., Barbero, F. (2011). Erosión y manejo del suelo. Importancia del laboreo ante los procesos erosivos naturales y antrópicos. En: R. Meco Murillo, C. Lacasta Dutoit, M.M. Moreno Valencia, (coord.) *Agricultura ecológica en secano: soluciones sostenibles en ambientes mediterráneos*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, pp. 13-38.
- De Alba, S., Lindstrom, M., Schumacher, T.E., Malo, D.D. (2004). Soil landscape evolution due to soil redistribution by tillage: A new conceptual model of soil catena evolution in agricultural landscapes. *Catena*, 58, pp. 77-100.
- De Candolle, A. (1882). *Origine des plantes cultivées*. Paris: Librairie Germer Baillière et Cie, pp. 222-227. Available from: <http://bibdigital.rjb.csic.es/spa/Libro.php?Libro=5975>
- De Graaff J., Eppink, L. (1999). Olive oil production and soil conservation in southern Spain, in relation to EU subsidy policies. *Land Use Policy*, 16, pp. 259–267.
- De Graaff, J., Duarte, F., Fleskens, L., De Figueiredo, T. (2010). The future of olive groves on sloping land and ex-ante assessment of cross compliance for erosion control. *Land Use Policy*, 27 (1), pp. 33-41.
- De Graaff, J., Kessler, A., Duarte, F. (2011). Financial consequences of cross-compliance and flat-rate-per-ha subsidies: The case of olive farmers on sloping land. *Land Use Policy*, 28 (2), pp. 388–394.
- De la Puerta, C., Civantos, L. (1984). Reestructuración y reconversión del olivar español. *Agricultura. Revista Agropecuaria*, año LIII, suplemento de febrero.
- De la Rosa, D., Moreira, J.M. (coord.) (1987). *Evaluación Ecológica de Recursos Naturales de Andalucía*. Sevilla: Servicio de Evaluación de Recursos Naturales, Agencia de Medio Ambiente.
- De la Rosa, R., León, L., Guerrero, N., Rallo, L., Barranco, D. (2007). Olival superintensivo: realidad o utopia? *Revista de Ciências Agrárias*, 30 (1), pp. 546-551.
- De la Torre, A.C. (2008). *Física cuántica para filo-sofos*. México: Fondo de Cultura Económica.
- De Villiers-Botha, T., Cilliers, P. (2010). The Complex “I”: The Formation of Identity in Complex Systems. In: P. Cilliers, R. Preiser (eds.), *Complexity, Difference and Identity*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, pp. 19-38.
- De Wit, C.T. (1992). Resource use efficiency in agricultura. *Agricultural Systems*, 40, pp. 125–151.
- De Wit, C.T. (1994). Resource Use Analysis in Agriculture: a Struggle for Interdisciplinarity. In: Fresco, L.O., Stroosnijder, L., Bouma, J. (eds.). *The Future of the Land: Mobilising and Integrating Knowledge for Land Use Options*. Proceedings of an International

Bibliografía

- Interdisciplinary Conference, 22–25 August 1994. Wageningen: Wiley, Chichester, pp. 41–55.
- Delgado Cabeza, M. (1981). Dependencia y marginación de la economía andaluza. Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba.
- Delgado Cabeza, M. (2006). Economía, territorio y desigualdades. *Revista de Estudios Regionales*, 75, pp. 93-128.
- Delgado Cabeza, M. (2010). El sistema agroalimentario globalizado: imperios alimentarios y degradación social y ecológica. *Revista de Economía Crítica*, 10, pp. 32-61.
- Delgado Cabeza, M. (2014). La globalización de la agricultura andaluza: evolución y vigencia de "la cuestión agraria" en Andalucía. En: M. González de Molina (coord.). La cuestión agraria en la historia de Andalucía: nuevas perspectivas. Sevilla: Centro de Estudios Andaluces, pp.97-132.
- Delgado Cabeza, M., Vázquez Duarte, A. (2002). Modernización y crisis de la agricultura en Andalucía, 1955-1995. En: González de Molina, M. (ed.), La historia de Andalucía a debate. II. El campo andaluz. Barcelona: Anthropos y Diputación Provincial de Granada, pp. 179-206.
- Delgado, M.M., Ramos, E., Gallardo, R., Ramos, F. (2003). Multifunctionality and Rural Development: A Necessary Convergence. In: Huylebroeck G., Durand, G. (eds.), Multifunctional Agriculture. A New Paradigm for European Agriculture and Rural development. Aldershot, UK: Ashgate, pp. 18-36.
- Denbigh, K.G. (1989). Note on Entropy, Disorder and Disorganization. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 40 (3), pp. 323-332.
- Diamond, J. (2005/2006). Colapso. Porqué unas culturas perduran y otras colapsan. Barcelona: Randon House Mondador. Primera edición en castellano 2006 (Traducción del original, 2005: Collapse. Nueva York: Viking, Penguin Group).
- Díaz-Uder, C. (1982). La política comercial comunitaria y la adhesión de España a la C.E.E. *Revista de Estudios Regionales*, Extraordinario Vol. IV, pp. 211-250.
- Dickens, P. (2003). Changing our environment, changing ourselves: critical realism and transdisciplinary research. *Interdisciplinary Science Reviews*, 28(2), pp. 95-105. Doi: 10.1179/030801803225010395.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O. (1977). *Las necesidades de agua de los cultivos*. Roma: Estudio FAO Riego y Drenaje, 24, 194 p.

- Douai, A., Mearman, A., Negru, I. (2012). Prospects for a heterodox economics of the environment and sustainability. *Cambridge Journal of Economics*, 36, pp. 1019–1032. Doi: 10.1093/cje/bes053.
- Du, S., Chen, A., Liu, G. (2013). Determination of purple soil loss tolerance based on soil productivity in southwest China. *Journal of Soil and Water Conservation*, 68(2), pp. 146–152.
- Duarte, F. (ed.) (2005). Overview of financial farm management data in project areas by farm type and zone. Olivero Working Paper no. 2.
- Duarte, F., Jones, N., Fleskens, L. (2007). Traditional olive orchards on sloping land: Sustainability or abandonment? *Journal of Environmental Management*, 89, pp. 86–98. Doi: 10.1016/j.jenvman.2007.05.024.
- Durán, V.D., Pleguezuelo, C.R., Panadero, L.A., Raya, A., Martínez, J., Rodríguez, B.C. (2009). Soil conservation measures in rainfed olive orchards in south-eastern Spain: impacts of plant strips on soil water dynamics. *Pedosphere*, 19(4), pp. 453–464.
- Edgar, A. (2006). Habermas: the key concepts. New York: Routledge.
- Einstein, A. (1916/1998). Sobre la teoría de la relatividad especial y general. Madrid: Ediciones Altaya. Edición de 1998. (Traducción del original, 1916: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie).
- Eisenack, K., M. Lüdeke, J. Kropp. (2006). Construction of archetypes as a formal method to analyze socialecological systems. Proceedings of the Institutional Dimensions of Global Environmental Change Synthesis Conference. Bali, 6–9.
- El Titi, A., Boller, E.F., Gendrier, J.P. (1993). Integrated Production: Principles and Technical Guidelines. *IOBCwprs Bulletin* 16 (1), 96 p.
- Elder-Vass, D. (2005). Emergence and the realist account of cause. *Journal of Critical Realism*, 4(2), pp. 315–338.
- Elder-Vass, D. (2007). Re-examining Bhaskar's three ontological domains: the lessons from emergence. In: C. Lawson, J. Latsis, N. Martins (eds.), *Contributions to Social Ontology*. London: Routledge, pp. 160–176.
- Elder-Vass, D. (2010). *The Causal Power of Social Structures*. Cambridge: CUP.
- Emadodin, I, Narita, D., Bork, H.R. (2012). Soil degradation and agricultural sustainability: an overview from Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 14 (5), pp. 611–625. Doi: 10.1007/s10668-012-9351-y.

Bibliografía

- Escobar, A. (2005). El 'postdesarrollo' como concepto y práctica social. En: D. Mato (coord.) Políticas de economía, ambiente y sociedad en tiempos de globalización. Caracas: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Central de Venezuela, pp. 17-31.
- Escobar, G., Berdegué, J. (1990). Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de fincas: la experiencia de RIMISP. In: Escobar, G; Berdegué, J. (eds.). Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola. Santiago de Chile: Red Internacional de Metodologías de Investigación en Sistemas de Producción, pp. 13-43.
- Espejo-Pérez, A.J., Rodríguez-Lizana, A., Giráldez, J.V., Ordóñez, R. (2007). Influencia de la cubierta vegetal en la pérdida de agua y suelo en olivar. En: Rodríguez Lizana, A., Ordóñez Fernández, R., Gil-Ribes, J. (coord.) Cubiertas vegetales en olivar. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, pp. 133-145.
- Essenwanger, O.M. (2001). Classification of climates. In World Survey of Climatology 1C, General Climatology. Amsterdam: Elsevier, 102 p.
- Etxezarreta Zubizarreta, M. (comp.) (1988). Desarrollo Rural Integrado. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 436 p.
- Evans, N., Ilbery, B. (1993). The pluriactivity, part-time farming and farm diversification debate. *Environment and Planning A*, 25, pp. 945-959.
- Fairclough, N., Jessop, B., Sayer, A. (2004). Critical realism and semologic. In: J.M. Roberts, J. Joseph (eds.), *Realism, Discourse and Deconstruction*. London: Routledge, pp. 23-42.
- FAO (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos, Vol. 1. Roma: FAO.
- Feenberg, A. (1996). Marcuse or Habermas: Two critiques of technology. *Inquiry: An Interdisciplinary Journal of Philosophy*, 39 (1), pp. 45-70. Doi: 10.1080/00201749608602407.
- Feenstra, G., Lewis, C., Hinrichs, C., Gillespie, G., Hilchey, D. (2003). Entrepreneurial outcomes and enterprise size in US retail farmers' markets. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18, pp. 46-54.
- Fehér, I.M. (1999). Hermeneutics and the Sciences. In: M. Fehér, O. Kiss, L. Ropolyi (eds.). *Hermeneutics and Science. Proceedings of the First Conference of the International Society for Hermeneutics and Science*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 1-12.
- Fernández J.E., Pérez-Martín A., Torres-Ruiz J.M., Cuevas M.V., Rodríguez-Domínguez C.M., Elsayed-Farag, S., Morales-Sillero, A., García, J.M., Hernández-Santana, V., Díaz-Espejo,

- A. (2013). A regulated deficit irrigation strategy for hedgerow olive orchards with high plant density. *Plant and Soil*, 372, pp. 279-295.
- Fernández, J.E. (2006). Irrigation management in olive. Proceedings Biotechnology and quality olive: recent advances in olive industry. Palermo: Università di Palermo, pp. 295-305. Available from: <http://hdl.handle.net/10261/87841>
- Fernández, J.E., Díaz-Espejo, A., D'Andria, R., Sebastiani, L., Tognetti, R. (2008). Potential and limitations of improving olive orchard design and management through modeling. *Plant Biosystems* 142, pp. 130-137.
- Fernández, J.E., Díaz-Espejo, A., Infante, J.M., Durán, P., Palomo, M.J., Chamorro, V., Girón, I.F., Villagarcía, L. (2006). Water relations and gas exchange in olive trees under regulated deficit irrigation and partial rootzone drying. *Plant and Soil* 284, pp. 273-291.
- Fernández, J.E., Moreno, F. (1999). Water use by the olive tree. *Journal of Crop Production*, 2, pp. 101-162.
- Fernández-Escobar, R., de la Rosa, R., León, L., Gómez, J.A., Testi, L., Orgaz, F., Gil-Ribes, J.A., Quesada-Moraga, E., Trapero, A., Msallem, M. (2012). Sistemas de producción en olivicultura. *Olivae* 118, pp. 55-68.
- Fernández-Escobar, R. (2008). Fertilización. En: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.). El cultivo del olivo. Madrid: Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, 6ª Edición, pp. 297-336.
- Fernández-Escobar, R., Beltrán, G., Sánchez-Zamora, M.A., García-Novelo, J., Aguilera, M.P., Uceda, M. (2006). Olive oil quality decrease with nitrogen over-fertilization. *Hort. Sci.* 41(1), pp. 215-219.
- Fernández-Escobar, R., García Barragán, T., Benlloch, M. (1994). Estado nutritivo de las plantaciones de olivar en la provincia de Granada. *ITEA*, 90 (1), pp. 39-49.
- Fernández-Escobar, R., Sánchez-Zamora, M.A., Uceda, M., Beltrán, G., Aguilera, M.P. (2002). The effect of nitrogen overfertilization in olive tree growth and oil quality. *Acta Horticulturae*, 586, pp. 429-431.
- Fernández-Escobar, R., Sánchez-Zamora, M.A., Uceda, M., Beltrán, G., Aguilera, M.P. (2003). Efecto del abonado nitrogenado en la producción y la calidad del aceite de oliva. Pontevedra: X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas.
- Fernández-Prieto, L. (2003). Sobre la mecanización de las agriculturas españolas. *Historia Agraria*, 29, pp. 189-198.
- Ferreira, J., García-Ortiz, A., Frias, L., Fernández, A. (1986). Los nutrientes N, P, K en la fertilización del olivar. *Olea* 17, pp. 141-152.

Bibliografía

- Feyerabend, P. (1975/1986). *Tratado contra el método*. Madrid: Tecnos (Traducción al castellano del original, 1975: *Against method*. London: NLB).
- Fine, A. (1996). *Science Made Up: Constructivist Sociology of Scientific Knowledge*. In P. Galison and D. Stump (eds.). *The Disunity of Science: Boundaries, Contexts, and Power*. Stanford: Stanford University Press, pp. 231-254.
- Fischer-Kowalski, M. (1998). *Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis. Part I, 1860-1970*. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), pp. 61-78.
- Fischer-Kowalski, M. (2011). *Analyzing sustainability transitions as a shift between socio-metabolic regimes*. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), pp. 152–159.
- Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (eds.) (2007). *Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Fischer-Kowalski, M., Hüttler, W. (1999). *Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis. Part II, 1970-1998*. *Journal of Industrial Ecology*, 2 (4), pp. 107-136.
- Fleskens L., Stroosnijder L. (2007). *Is soil erosion in olive groves as bad as often claimed?* *Geoderma*, 141, pp. 260–271.
- Fleskens, L. (ed.) (2005). *Overview of production costs for sloping and mountainous olive plantation systems (SMOPS) under different circumstances*. Olivero Project Working Paper No 3.
- Fleskens, L., (2008). *A typology of sloping and mountainous olive plantation systems to address natural resources management*. *Annals of Applied Biology*, 153, pp. 283–297.
- Fleskens, L., Duarte, F., Eich, I. (2009). *A conceptual framework for the assessment of multiple functions of agro-ecosystems: A case study of Trás-os-Montes olive groves*. *Journal of Rural Studies*, 25 (1), pp. 141–155.
- Fluck, R.C. (1981). *Net energy sequestered in agricultural labour*. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 24, pp. 1449-1455.
- Fluck, R.C. (1992a). *Energy in Farm Production*. Amsterdam, New York: Elsevier.
- Fluck, R.C. (1992b). *Energy Analysis for Agriculture*. In: R.C. Fluck (ed.), *Energy in Farm Production*. Amsterdam, New York: Elsevier, pp. 45–52.
- Fluck, R.C. (1992c). *Energy of Human Labor*. In: R.C. Fluck (ed.), *Energy in Farm Production*. Amsterdam, New York: Elsevier, pp. 31-38.
- Fluck, R.C., Baird, C.D. (1982). *Agricultural Energetics*. Westport, CT: AVI Publications.

- Foerster, H. von (1973). On Constructing a Reality. In: F.E. Preiser (ed.), *Environmental Research Design*, Vol. 2. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross, pp. 35-46. Reprinted in: Heinz von Foerster (1984). *Observing Systems*, Intersystems Publications, pp. 288-309.
- Foerster, H. von (1984). On Constructing a Reality. In: P. Watzlawick (Ed.) *The Invented Reality*. New York: W.W. Norton, pp. 41-62.
- Fontanazza, G., Capelletti, M. (1993). Evolución de los sistemas de cultivo del olivo: de los olivares intensivos mecanizados a las plantaciones densas. *Olivae*, 48(10), pp. 28-36.
- Foraster Pulido, L. (2007). Las cubiertas vegetales en el rediseño del olivar para una transición agroecológica. Tesis de Maestría. Universidad Internacional de Andalucía.
- Fornell Muñoz, A. (2007). El olivo y la producción de aceite en las Uillae de la Bética. En: I Congreso de la Cultura del Olivo, 2007. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses y Diputación Provincial de Jaén, pp. 101-119.
- Forsyth, T. (1998). Mountain Myths Revisited: Integrating Natural and Social Environmental Science. *Mountain Research and Development*, 18 (2), pp. 107-116.
- Forsyth, T. (2001). Critical realism and political ecology. In: J. López, G. Potter (eds.), *After postmodernism: an introduction to critical realism*. London, UK: Athlone Press, pp. 146-154.
- Forsyth, T. (2003). *Critical Political Ecology. The politics of environmental science*. London and New York: Routledge.
- Forsyth, T. (2008). Political ecology and the epistemology of social justice. *Geoforum*, 39(2), pp. 756-764. Doi: 10.1016/j.geoforum.2006.12.005.
- Forsyth, T. (2011). Politicizing environmental explanations: what can political ecology learn from sociology and philosophy of science? In: M. Goldman, P. Nadasdy, M. Turner (eds.), *Knowing Nature: Conversations at the Intersection of Political Ecology and Science Studies*. Chicago: University of Chicago Press, pp. 31-46.
- Foucault, M. (1966). *Les Mots et les choses: Une archéologie des sciences humaines*. Paris: Gallimard.
- Foucault, M. (1969/1979). *La arqueología del saber*. México: Siglo XXI Editores. (Sexta edición en castellano, 1979, traducida del original en francés, 1969: *L'archéologie du savoir*. Paris: Gallimard).
- Foucault, M. (1980). The Confession of the Flesh. In: C. Gordon (ed.), *Power/Knowledge. Selected Interviews and Other Writings*. New York: Pantheon Books, pp. 194-228.

Bibliografía

- Foucault, M. (1983). The Subject and Power. In: Dreyfus, H., Rabinow, P. (eds.). Michel Foucault: Beyond Structuralism and Hermeneutics. Chicago: The University Chicago Press. Second edition, pp. 208-226.
- Fourcade, C., Muchnik, J., Treillon, R. (2010). Coopérations, territoires et entreprises agroalimentaires. Versailles: Éditions Quæ.
- Fournier, S., Muchnik, J. (2012). El enfoque "SIAL" (Sistemas Agroalimentarios Localizados) y la activación de recursos territoriales. *Agroalimentaria*, 18 (34), pp. 133-144.
- Francia Martínez, J.R., Durán Zuazo, V.H., Martínez Raya A. (2006). Environmental impact from mountainous olive orchards under different soil-management systems (SE Spain). *Science of the Total Environment*, 358, pp. 46–60.
- Francia Martínez, J.R., Martínez Raya, A., Ruiz Gutiérrez, S. (2000). Erosión en suelos de olivar en fuertes pendientes. Comportamiento de distintos manejos de suelo. *Edafología*, Volumen 7-2, pp. 147-155.
- Francis, C., Rickerl, D. (2004a). Ecology of food systems: visions for the future. In: D. Rickerl, C., Francis (eds.), *Agroecosystems analysis*. Madison, WI: American Society of Agronomy, pp. 177–197.
- Francis, C., Rickerl, D. (2004b). Multi-Dimensional Thinking: A Prerequisite to Agroecology. In: D. Rickerl, C., Francis (eds.), *Agroecosystems analysis*. Madison, WI: American Society of Agronomy, pp. 1–18.
- Frege, G. (1879). Begriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens. Halle a. S.: Louis Nebert.
- Freixa, E., Gil, J.M., Tous, J., Hermoso, J.F. (2011). Comparative study of the economic viability of high and super-high-density olive orchards in Spain. *Acta Horticulturae* 924, pp. 247-254.
- Freyer, B., Paxton, R.L. (2012). The Complexity of Environment in Social Systems Theory. *Constructivist Foundations* 8(1), pp. 55–57. Available at <http://www.univie.ac.at/constructivism/journal/8/1/055.freyer>.
- Friedman, M. (1953). *Essays in Positive Economics*. Chicago: University of Chicago.
- Friedmann, H. (1982). The Political Economy of Food: The Rise and The Fall of the Postwar International Food Order. *The American Journal of Sociology*, 88, Supplement: Marxist Inquiries; Studies of Labor, Class and States, pp. S248-S286.
- Friedmann, H. (1987). Family Farms and International Food Regimes. In: T. Shanin (comp.) *Peasants and Oeasants Societies*. Oxford: Basil Blackwell, pp. 247-258.

- Friedmann, H. (1991). Agro-food Complexes and Export Agriculture: Changes in the International Division of Labour, in W. Friedland, L. Busch, F. Buttel (comp.) *The New Political Economy of Agricultural*. Boulder: Westview Press.
- Friedmann, H. (1993). The political economy of food: A global crisis. *New Left Review*, 197, pp. 28-59.
- Friedmann, H. (1994). Distance and durability: Shaky foundations of the world food economy. In: P. McMichael (ed.) *The global restructuring of agro-food systems*. Ithaca: Cornell University Press, pp. 258-276.
- Friedmann, H. (2005). From colonialism to green capitalism: Social movements and the emergence of food regimes. In: F.H. Buttel, P. McMichael (eds.), *New Directions in the Sociology of Global Development* 11. Oxford: Elsevier, pp. 229-267.
- Friedmann, H., McMichael, P. (1989). Agriculture and the State-System: The rise and decline of national agricultures, 1870 to the present. *Sociologia Ruralis*, 29 (2), pp. 91-117.
- Gabás Trigo, F., Bellostas Pérez-Gruoso, A.J. (2000). Las necesidades de los usuarios y los objetivos de la información financiera. En: AECA (ed.). *El marco conceptual para la información financiera: análisis y comentarios*. AECA, pp. 93-127.
- Gadamer, H. G. (1976). *Hegel's dialectic: Five hermeneutical studies*. New Haven: Yale University Press.
- Gadamer, H.G. (1960/2012). *Verdad y Método I. Fundamentos de una hermenéutica filosófica*. Edición 13ª en castellano, 2012. Primera edición de 1977. Salamanca: Sígueme. (Traducción de la edición alemana de 1975. Primera edición original de 1960: *Wahrheit und Methode*. Tübingen: J.C.B. Mohr).
- Gadamer, H.G. (1975/2010). *Verdad y Método II. Fundamentos de una hermenéutica filosófica*. Edición 8ª en castellano, 2010. Primera edición de 2000. Salamanca: Sígueme. (Traducción de la versión alemana de la versión alemana de 1986. Primera edición original de 1975: *Wahrheit und Methode. Ergänzungen- Register*. Tübingen: J.C.B. Mohr).
- Gallopín, G.C. (1991). Human dimensions of global change: linking the global and the local processes. *International Social Science Journal*, 130, pp. 707-718.
- Gambino, F. (2007). A Critique of the Fordism of the Regulation School. *The Commoner*, 12, 39-62.
- Ganino, T., Bartolini, G., Fabbri, A. (2006). The classification of olive germoplasm. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81, pp. 319-334.

Bibliografía

- García Novelo, J.M., Sánchez-Zamora, M.A., Marín, L., Fernández-Escobar, R. (2002). Optimización del abonado nitrogenado en el olivar. Zaragoza: IX Simposio Ibérico sobre nutrición mineral de las plantas.
- García Ortiz, A., Humanes, J., Pastor, M., Morales, J., Fernández, A. (2008). Poda. En: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.). *El cultivo del olivo*. Madrid: Junta de Andalucía y Mundi-Prensa. 6ª Edición, pp. 389-433.
- García Raffi, J. (2011). La teoría de la relatividad y los orígenes del positivismo lógico. Valencia: Servicio de publicaciones de la Universidad de Valencia.
- García Ruiz R., Gómez-Muñoz B. (2011). Contribución del olivar ecológico en la mitigación de gases de efecto invernadero. En: Guzmán Casado, G. (coord.) *El olivar ecológico*. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones; Ediciones Mundi-Prensa, pp. 387-424.
- García Ruiz, R., Gómez-Muñoz, B., Carreira de la Fuente, J.A., Hinojosa Centeno, M.B. (2011). La fertilización en el olivar ecológico. En: Guzmán Casado, G. (coord.) *El olivar ecológico*. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones; Ediciones Mundi-Prensa, pp. 89-125.
- García Sánchez, E. (2011). La producción frutícola en al-Andalus: un ejemplo de biodiversidad. *Estudio Avanzados*, 16, pp. 51-70.
- García Vargas, E. (2003). Las ánforas olearias béticas del tipo Dressel 20 y sus sellos. *Gerión*, 21 (2), pp. 75-83.
- García, C., Pérez, P.P., Martín, J.M. (2008). Economía del aceite de oliva. En: Barranco, D., Fernández-Escobar R., Rallo, L. (eds.). *El cultivo del olivo*. Madrid: Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, 6ª Edición, pp. 799-846.
- García, J.M., Cuevas, M.V., Fernández, J.E. (2013). Production and oil quality in 'Arbequina' olive (*Olea europaea*, L.) trees under two deficit irrigation strategies. *Irrigation Science*, 31(3), 359-370.
- García-Brenes, M.D. (2004). La reestructuración de la cadena de valor del aceite de oliva en Andalucía. Impactos ecológicos, sociales y económicos. Tesis doctoral. Sevilla.
- García-Brenes, M.D. (2005). La rentabilidad económica de la industria agroalimentaria en el mercado del aceite de oliva. El caso de Andalucía. *Revista Agroalimentaria*, 11 (21), pp. 43-55.
- García-Brenes, M.D. (2006a). Reestructuración, explotaciones unifamiliares y el cultivo del olivar en Andalucía. *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. VI, núm. 21, pp. 119-150.

- García-Brenes, M.D. (2006b). El Olivar en Andalucía y el sistema de protección de la Unión Europea. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 37 (145), pp. 153-176.
- Gardner, A., Foster, K.R. (2008). The evolution and ecology of cooperation—History and concepts. In: J. Korb, J. Heinz (eds.), *Ecology of social evolution*. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 1-36.
- Garrido, F., Moyano, E. (2000). Las organizaciones profesionales agrarias, ante la política agroambiental. En: A. Paniagua Mazorra (ed.). *Naturaleza, agricultura y política agroambiental en España*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pp. 41-68.
- Genitsariotis, M., Chlioumis, G., Tsarouhas, B., Tsatsarelis, K., Sfakiotakis, E. (2000). Energy and nutrient inputs and outputs of a typical olive orchard in northern Greece. *Acta Horticulturae* (525), pp. 455-458.
- Genitsariotis, M., Stougioti, O., Tsarouhas, B., Chlioumis, G. (1996). *Alternative Farming Practices in Integrated Olive Groves*. Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki, Greece (in Greek).
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1975). Energy and economic myths. *Southern Economic Journal*, 41(3), pp. 347–381.
- Gereffi, G. (1994). The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How US Retailers Shape Overseas Production Networks. In: G. Gereffi, R. Korzeniewicz (eds.), *Commodity Chains and Global Capitalism*. Westport, CT: Preager Publishers, pp. 95-121.
- Gereffi, G. (2005). The global economy: Organization, governance and development. In: N. Smelser, R. Swedberg (eds.), *The Handbook of Economic Sociology*. Princeton, NJ: Princeton University Press and Russell Sage Foundation, Second Edition, pp. 160-182.
- Gereffi, G., Kaplinsky, R. (eds.) (2001). The Value of Value Chains. *IDS Bulletin*, 32 (3).
- Gereffi, G., Korzeniewicz, M., Korzeniewicz, R. (1994). Introduction: Commodity Chains and Global Capitalism. In: G. Gereffi, R. Korzeniewicz (eds.), *Commodity Chains and Global Capitalism*. Westport, CT: Preager Publishers, pp. 1-15.
- Gerrits, L.M., Verweij, S. (2013). Critical Realism as a Meta-Framework for Understanding the Relationships between Complexity and Qualitative Comparative Analysis. *Journal of Critical Realism*, 12 (2), pp. 166-182.

Bibliografía

- Giampietro, M. (2003). *Multi-Scale Integrated Analysis of Agroecosystems*. Boca Raton: CRC Press. 472 p.
- Giampietro, M., Allen, T.F.H., Mayumic, K. (2006). The epistemological predicament associated with purposive quantitative analysis. *Ecological Complexity*, 3(4), pp. 307–327.
- Giampietro, M., Mayumi, K., Ramos-Martin, J. (2009). Multi-scale integrated analysis of societal and eco system metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and basic rationale. *Energy*, 34 (3), pp. 313-322. Doi:10.1016/j.energy.2008.07.020
- Giampietro, M., Mayumi, K., Sorman, A.H. (2013). *Energy Analysis for a Sustainable Future: Multi-scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism*. New York: Routledge, 339 p.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., Throw, M. (1994). *The New Production of Knowledge: the Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: SAGE.
- Gibbs, J. W. (1874-1878). On the Equilibrium of Heterogeneous Substances. *Transactions of the Connecticut Academy*, Vol. III, pp. 108–248, 343–524.
- Gibbs, J.W (1902). *Elementary Principles in Statistical Mechanics*, developed with especial reference to the rational foundation of thermodynamics. New York: Charles Scribner's Sons; London: Edward Arnold (Accesible en Internet Archive, URL: <https://archive.org/details/elementaryprinc00gibbgoog>).
- Gibbs, P. (2015). Transdisciplinarity as Epistemology, Ontology or Principles of Practical Judgement. In: P. Gibbs (ed.), *Transdisciplinary Professional Learning and Practice*. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer, pp. 151-164.
- Gilbert, J.C. (2009). Comparison and analysis of energy consumption in typical Iowa swine finishing systems. Graduate Theses and Dissertations. Paper 11006.
- Gil-Ribes, J., Blanco Roldán, G.L., Castro García, S. (2008a). Mecanización de las cubiertas vegetales. *Mecanización*, 8, pp. 26-32.
- Gil-Ribes, J.A., Agüera Vega, J., Blanco Roldán, G.L., Castro García, S., Sola Guirado, R.R., Jiménez Jiménez, F., Castillo Ruiz, F. (2013). Recolección mecanizada del olivar tradicional. *Agricultura*, 962, pp. 358-364.
- Gil-Ribes, J.A., López-Giménez, F.J., Blanco-Roldán, G.L., Castro, S. (2008b). Mecanización. In: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.). *El cultivo del olivo*. Madrid: Junta de Andalucía y Mundi-Prensa. 6ª Edición, pp. 434-507.
- Ginev, D. (2014). Foreword. In: B. Babich, D. Ginev (eds.). *The Multidimensionality of Hermeneutic Phenomenology*. New York: Springer, pp. v-xi.

- Giráldez, J.V. (2007). La cubierta vegetal en el olivar como protectora del suelo frente a los agentes erosivos. En: Rodríguez Lizana, A., Ordóñez Fernández, R., Gil-Ribes, J. (coord.) Cubiertas vegetales en olivar. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, pp. 125-131.
- Glaser, M., Krause, G., Ratter, B. Welp, M. (2008). Human-Nature Interaction in the Anthropocene - Potential of Social-Ecological Systems. *GAIA* 1/08, pp. 77-80.
- Glaser, M., Ratter, B., Krause, G., Welp, M. (2012). New Approaches to the Analyses of Human-Nature Relations. In: M. Glaser, G. Krause, B. Ratter, M. Welp (eds.), Human-Nature Interactions in the Anthropocene: Potentials of Social-Ecological Systems. London, New York: Routledge, pp. 3-12.
- Glaserfeld, E. von (1989). Constructivism in Education. In: T. Husen, T.N. Postlethwaite, (eds.) The International Encyclopedia of Education, Supplement, Vol.1. Oxford/New York: Pergamon Press, pp. 162–163.
- Glaserfeld, E. von (1991). Knowing without metaphysics: Aspects of the radical constructivist position. In: Steier, F. (ed.), Research and reflexivity. London: Sage Publications, pp. 12-29.
- Glaserfeld, E. von (1995). Radical constructivism. A way of knowing and learning. London: The Falmer Press.
- Gliessman, S.R. (1997). Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Gliessman, S.R. (2007). Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems. 2nd edition. Boca Raton: CRC Press.
- Gliessman, S.R. (2011a). Transforming Food Systems to Sustainability with Agroecology. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35(8), pp. 823-825. Doi: 10.1080/10440046.2011.611585.
- Gliessman, S.R. (2011b). Investigación transdisciplinar para la transición agroecológica del olivar. En: G. Guzmán Casado (coord.), El olivar ecológico. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones; Ediciones Mundi-Prensa, pp. 9-22.
- Gliessman, S.R. (2013). Agroecology and Food System Transformation. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1), pp. 1-2. Doi: 10.1080/10440046.2012.734264.
- Gliessman, S.R. (ed.) (1990). Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture. Ecological Studies Series no. 78. New York: Springer-Verlag.
- Gliessman, S.R., Garcia-Espinosa, R., Amador, M. (1981). The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agroecosystems. *Agro-ecosystems*, 7, pp. 173–185.

Bibliografía

- Glucina, M.D., Mayumi, K. (2010). Connecting thermodynamics and economics. Well-lit roads and burned bridges. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1185, pp. 11–29.
- Goldhamer, D.A., Dunai, J., Ferguson, L.F. (1994): Irrigation requirements of olive trees and responses to sustained deficit irrigation. *Acta Hort.* (ISHS) 356, pp. 172-175.
- Goldman, A., Smith, J. (1995). Agricultural Transformations in India and Northern Nigeria: Exploring the Nature of Green Revolutions. *World Development*, 23(2), pp. 243-263.
- Gómez Benito, C. (2001). El asociacionismo agrario en la agricultura familiar española. En: A.L. López Villaverde, M. Ortiz Heras (coord.), *Entre surcos y arados: el asociacionismo agrario en la España del siglo XX*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, pp. 47-76.
- Gómez López, D. (2004). Las cooperativas agrarias. Instrumentos de desarrollo rural. Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 298 p.
- Gómez Muñoz, A.C., Caldentey Albert, P. (1999). Signos distintivos en productos agroalimentarios. *Distribución y consumo*, 9(45), pp. 71-83.
- Gómez, J.A., Battany, M., Renschler, C.S., Fereres, E. (2003). Evaluating the impact of soil management on soil loss in olive orchards. *Soil Use and Management*, 19, pp. 127–134.
- Gómez, J.A., Fereres, E. (2004). Conservación de suelo y agua en el olivar andaluz en relación al sistema de manejo de suelo. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. 1ª Edición, 67 p.
- Gómez, J.A., Giráldez, J.V. (2009). Erosión y degradación de suelos. En: Gómez Calero, J.A. (ed.) (2009). *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca, pp. 68-125. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/24985>.
- Gómez, J.A., Giráldez, J.V., Fereres, E., (2005). Water erosion in olive orchards in Andalusia (Southern Spain): a review. *Geophysical Research Abstracts* 7, 08406. SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU05-A-08406.
- Gómez, J.A., Guzmán, G., Vanwalleghem, T., Campos, M., Giráldez, J.V. (2010). ProTerra y Biosuelo, siete años de ensayo de cubiertas vegetales para control de la erosión en un olivar de verdeo. *Agricultura*, 935, pp. 910-915.
- Gómez, J.A., Romero, P., Giráldez, J.V., Fereres, E. (2004). Experimental assessment of runoff and soil erosion in an olive grove on a Vertic soil in southern Spain as affected by soil management. *Soil Use Management*, 20, pp. 426-431.
- Gómez, J.A., Sobrinho, T.A., Giráldez, J.V., Fereres, E. (2009). Soil management effects on runoff, erosion and soil properties in an olive grove of Southern Spain. *Soil and Tillage Research*, 102 (1), pp. 5-13.

- Gómez-Limón Rodríguez, J.A., Arriaza Balmón, M. (2011). Evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía. Servicio de Publicaciones de Unicaja, 294 p.
- Gómez-Limón, J.A., Picazo-Tadeo, A.J., Reig-Martínez, E. (2012). Eco-efficiency assessment of olive farms in Andalusia. *Land Use Policy*, 29 (2), pp. 395-406.
- Gomiero, T., Pimentel, D., Paoletti, M.G. (2011). Is There a Need for a More Sustainable Agriculture?. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30 (1-2), pp. 6-23. Doi: 10.1080/07352689.2011.553515.
- González de Molina, M. (2010). A guideline to studying the socio-ecological transition in European agriculture. *Sociedad Española de Historia Agraria*, Working Papers, DT-SEHA, N. 10-06.
- González de Molina, M., Alonso, A., Guzmán, G. (2007). La agricultura ecológica en España desde una perspectiva agroecológica. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 214, pp. 47-73.
- González de Molina, M., Guzmán-Casado, G. (2006). Tras los pasos de la insustentabilidad. Agricultura y Medio ambiente en perspectiva histórica (siglos XVIII-XX). Barcelona: Icaria Editorial.
- González de Molina, M., Toledo, V.M. (2011). Metabolismos, naturaleza e historia. Hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas. Barcelona: Editorial Icaria, 376 p.
- González de Molina, M., Toledo, V.M. (2014). The Social Metabolism. A Socio-Ecological Theory of Historical Change. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. Doi: 10.1007/978-3-319-06358-4.
- González del Tánego, M. (1991). La ecuación universal de pérdidas de suelo. Pasado, presente y futuro. *Ecología*, 5, pp. 13-50.
- González Sánchez, E.J., Gómez Ariza, M., Rodríguez Lizana, A., Alcántara Braña, C. (2007). El sistema de cubierta en el olivar andaluz. Tipos y manejo. En: Rodríguez Lizana, A., Ordóñez Fernández, R., Gil-Ribes, J. (coord.) Cubiertas vegetales en olivar. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, pp. 17-29.
- González-Hidalgo, J.C., de Luis, M., Batalla, R.J. (2009). Effects of the largest daily events on total soil erosion by rainwater. An analysis of the USLE database. *Earth Surface Processes & Landforms* 34, pp. 2070–2077.
- Goodman, D. (1991). Some recent tendencies in the industrial re-organization of the Agri-Food system. In: W. Friedland, L. Busch, F. Buttel, A. Rudy (eds.) *Toward a New Political Economy of Agriculture*; Boulder: Westview Press, pp. 37-64.
- Goodman, D. (1997). World-Scale Processes and Agro-Food Systems: Critique and Research Needs. *Review of International Political Economy*, 4(4), pp. 663-687.

Bibliografía

- Goodman, D., Redclift, M. (eds.) (1989). *The International Farm Crisis*. London: Macmillan.
- Gorski, P.S. (2013). What Is Critical Realism? And Why Should You Care? *Contemporary Sociology: A Journal of Reviews*, 42(5), pp. 658-670.
- Gowdy, J., Erickson, J. (2005). The approach of ecological economics. *Cambridge Journal of Economics*, 29, pp. 207–222. Doi:10.1093/cje/bei033.
- Gowdy, J.M., Olsen, P.R. (1994). Further problems with neoclassical environmental economics. *Environmental Ethics*, 16(2), pp. 161-171.
- Gradstein, F.M., Ogg, G., Schmitz, M. (eds.). (2012). *The Geologic Time Scale 2012*. Oxford, Amsterdam, Waltham: Elsevier.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G. (2004). *A Geologic Time Scale*. Cambridge: CUP.
- Grande Esteban, I., Abascal, E., (2005). *Análisis de encuestas*. Madrid: ESIC Editorial.
- Grattan, S.R., Berenguer, M.J., Connell, J.H., Polito, V.S., Vossen, P.M. (2006). Olive oil production as influenced by different quantities of applied water. *Agricultural Water Management*, 85, Issues 1–2, pp. 133-140.
- Green, M.B. (1987). Energy in Pesticide Manufacture, Distribution and Use. In: Helsel, Z.R. (ed.). *Energy in Plant Nutrition and Pest Control. Energy in World Agriculture*, Vol. 2. NY: Elsevier, pp. 165–177.
- Green, P.S. (2002). A revision of *Olea L.* (Oleaceae). *Kew Bulletin*, 57, pp. 91–140.
- Groves, R.M., Fowler, F.J., Couper, M.P., Lepkowski, J.M., Singer, E., Tourangeau, R. (2009). *Survey Methodology*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Gual, M.A., Norgaard, R.B. (2010). Bridging ecological and social systems coevolution: a review and proposal. *Ecological Economics*, 69, pp. 707–717.
- Guardia Rubio, M. (2008). Evaluación de la efectividad de lavado de aceituna sobre la eliminación de residuos de plaguicidas. Nuevas metodologías analíticas y situación real en las almazaras. Tesis Doctoral. Jaén: Universidad Jaén. Disponible en URL: <http://ruja.ujaen.es/bitstream/10953/344/1/9788484394631.pdf>.
- Guerrero García, A. (2003). *Nueva olivicultura*. Quinta edición. Mundi-Prensa Libros, S.A., 304 p.
- Gunderson, L.H., Holling, C.S. (eds.) (2002). *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems*. Washington, DC: Island Press.
- Günther, F. (2001). Fossil energy and food security. *Energy and Environment*, 12(4), pp. 253-273. Doi: 10.1260/0958305011500779.

- Gupta, A. K, Hall, C.A.S. (2011). A Review of the Past and Current State of EROI Data. *Sustainability*, 3, pp. 1796-1809. Doi: 10.3390/su3101796.
- Guzmán Álvarez, J.R. (1999). Olive cultivation and ecology; the situation in Spain. *Olivae*, 78, pp. 41–49.
- Guzmán Álvarez, J.R. (2004a). *Geografía de los paisajes del olivar andaluz*. Colección: Agricultura. Serie Olivicultura y Elaioctenia. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca.
- Guzmán Álvarez, J.R. (2004b). *El Palimpsesto Cultivado. Historia de los paisajes del olivar andaluz*. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- Guzmán Álvarez, J.R. (2005). Territorio y medio ambiente en el olivar andaluz. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- Guzmán Casado, G., Foraster, L. (2011). El manejo del suelo y las cubiertas vegetales en el olivar ecológico. En: Guzmán Casado, G. (coord.), *El olivar ecológico*. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones; Ediciones Mundi-Prensa, pp. 45-87.
- Guzmán Casado, G., González de Molina, M., Sevilla Guzmán, E. (2000). *La agroecología como desarrollo rural sostenible*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Guzmán Casado, G.I., Alonso Mielgo, A.M. (2004). El manejo del suelo en el olivar ecológico. En: *Manual de olivicultura ecológica*. Córdoba: Ed. ISEC-Universidad de Córdoba, pp. 29-54.
- Guzmán, G., Foraster, L., Sánchez, J.L. (2008). *El Olivar ecológico*. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- Guzmán, G.I., Alonso, A.M. (2008). A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. *Agricultural Systems*, 98, pp. 167–176.
- Guzmán-Casado, G., González de Molina, M. (2006). Sobre las posibilidades del crecimiento agrario en los siglos XVIII, XIX y XX. Un estudio de caso desde la perspectiva energética. *Historia Agraria*, 40, pp. 437-470.
- Habermas, J. (1968/1972). *Knowledge and Human Interest*. Boston: Bacon Press (Traducción al inglés del original en alemán, 1968: *Erkenntnis und Interesse*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag).
- Habermas, J. (1968/2009). *Ciencia y técnica como ideología*. Madrid: Tecnos. Sexta edición (Traducción del alemán, 1968: *Wissenschaft und Technik als Ideologie*).
- Habermas, J. (1971/1987). *Teoría y praxis*. Madrid: Tecnos (Traducción del alemán, 1971: *Theorie und Praxis*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag).
- Habermas, J. (1981/1999a). *Teoría de la acción comunicativa, I. Racionalidad de la acción y racionalización social*. Madrid: Taurus, 1999 (Traducción del alemán, 1981: *Theorie des*

Bibliografía

- kommunikativen Handelns. Band I. Handlungsrationalität und gesellschaftliche Rationalisierung. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag).
- Habermas, J. (1981/1999b). Teoría de la acción comunicativa, II. Crítica de la razón funcionalista. Madrid: Taurus, 1999 (Traducción del alemán, 1981: Theorie des kommunikativen Handelns. Band II. Zur Kritik der funktionalistischen Vernunft. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag).
- Habermas, J. (1982/1988). La Lógica en la Ciencias Sociales. Madrid: Tecnos. (Traducción del alemán, 1982: Zur Logik der Sozialwissenschaften. Frankfurt am Main: Suhrkamp).
- Habermas, J. (1996/1999). La inclusión del otro. Estudios de teoría política. Barcelona: Paidós. (Edición en castellano de 1999 traducida del original en alemán, 1996: Die Einbeziehung des Anderen. Studien zur politischen Theorie. Frankfurt: Suhrkamp).
- Habermas, J. (1998). Between Facts and Norms. Contributions to a Discourse Theory of Law and Democracy. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hacking, I. (2002). Historical Ontology. In: P. Gärdenfors, J. Woleński, K. Kijania-Placek (eds.), In the Scope of Logic, Methodology and Philosophy of Science. New York and London: Springer, pp. 583-600. Doi: 10.1007/978-94-017-0475-5_13.
- Hall, C.A.S, Cleveland, C.J. (1981). Petroleum drilling and production in the United States: Yield per effort and net energy analysis. *Science*, 211, pp. 576-579.
- Hall, C.A.S, Cleveland, C.J., Kaufmann, R. (1986). Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process. New York: Wiley-InterScience.
- Hall, C.A.S. (1972). Migration and metabolism in a temperate stream ecosystem. *Ecology*, 53(4), pp. 585-604.
- Hall, C.A.S. (2011). Synthesis to Special Issue on New Studies in EROI (Energy Return on Investment). *Sustainability*, 3, pp. 2496-2499. Doi:10.3390/su3122496.
- Hall, C.A.S., Balogh, S., Murphy, D.J.R. (2009). What is the minimum EROI that a sustainable society must have? *Energies*, 2, pp. 25-47.
- Hall, C.A.S., Cleveland, C.J., Kaufmann, R. (1986). Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process. New York: Wiley.
- Hall, C.A.S., Dale, B.E., Pimentel, D. (2011). Seeking to Understand the Reasons for Different Energy Return on Investment (EROI) Estimates for Biofuels. *Sustainability*, 3, pp. 2413-2432. Doi:10.3390/su3122413.
- Hamilton, W.D. (1963). The evolution of altruistic behaviour. *American Naturalist*, 97, pp. 354-356.

- Hamilton, W.D. (1964). The genetical evolution of social behaviour. I & II. *Journal of Theoretical Biology*, 7, pp. 1–52.
- Hamilton, W.D. (1971). Geometry for the selfish herd. *Journal of Theoretical Biology*, 31, pp. 295–311.
- Hannachi, H., Breton, C., Msallem, M., Hadj, S., Gazzah, M., Berville, A. (2010). Genetic Relationships between Cultivated and Wild Olive Trees (*Olea Europaea* L. Var. *Europaea* and Var. *Sylvestris*) Based on Nuclear and Chloroplast SSR Markers. *Natural Resources*, Vol. 1 (2), pp. 95-103. Doi: 10.4236/nr.2010.12010.
- Hantel, M. (1989): The present global surface climate. In: Meteorology, G.Fischer (ed.) Volume V/4c2 of Landolt-Börnstein, New Series. Berlin: Springer-Verlag, pp. 117-474.
- Hardiman, R.T., Lacey, R., Yang, M.Y. (1990). Use of Cluster Analysis for Identification and Classification of Farming Systems in Qingyang County, Central North China. *Agricultural Systems*, 33, pp. 115-125.
- Hardy, N. (2010). Foucault, Genealogy, Emergence: Re-Examining The Extra-Discursive. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 41(1), pp. 68–91. Doi: 10.1111/j.1468-5914.2010.00446.x.
- Harmesen, K. (2000). A modified mitscherlich equation for rainfed crop production in semi-arid areas: 1. Theory. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 48 (3), pp. 237–250. Doi: 10.1016/S1573-5214(00)80016-0.
- Harris, J.M. (1996). World agricultural futures: regional sustainability and ecological limits, *Ecological Economics*, 17 (2), pp. 95–115. Doi: 10.1016/0921-8009(96)00020-1.
- Harsanyi, J.C. (1977). Morality and the theory of rational behaviour. *Social Research*, 44 (4), pp. 623-656.
- Hart, R. (1985). Conceptos básicos sobre agrosistemas. Turrialba, Costa Rica: IICA / CATIE, 159 p.
- Hartwig, M. (2009). ‘Orthodox’ Critical Realism and the Critical Realist Embrace. *Journal of Critical Realism*, 8(2), pp. 233-257. Doi: 10.1558/jocr.v8i2.233.
- Hartwig, M. (2011). Bhaskar’s Critique of the Philosophical Discourse of Modernity. *Journal of Critical Realism*, 10(4), p. 485-510. Doi: 10.1558/jcr.v10i4.485.
- Harvey, D. (2005). A Brief History of Neoliberalism. Oxford; New York: Oxford University Press.
- Hatirli, S.A., Ozkan, B., Fert, C. (2005). An econometric analysis of energy input–output in Turkish agriculture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9(6), pp. 608–623.

Bibliografía

- Hayami, Y., Ruttan, V.W. (1970). Factor Prices and Technical Change in Agricultural Development: The United States and Japan, 1880-1960. *Journal of Political Economy* 78, pp. 1115-1141.
- Hegel, G.W.F. (1807). *Phänomenologie des Geistes*. Bamberg/Würzburg: Verlag Joseph Anton Goebhardt.
- Hegel, G.W.F. (1812-1816). *Wissenschaft der Logik*. Schrag, Nürnberg (Bd. 1.1: 1812; Bd 1.2: 1813; Bd 2: 1816).
- Heidegger, M. (1927/2005). *Ser y tiempo*. México: Fondo de Cultura Económica (Traducción del original en alemán, 1927: *Sein und Zeit*).
- Heiser, C.B. (1988). Aspects of unconscious selection and the evolution of domesticated plants. *Euphytica*, 37, pp. 77-81.
- Helsel, Z.R. (1992). Energy and alternatives for fertilizer and pesticide use. In: R.C. Fluck (ed.), *Energy in farm production*. Vol. 6. New York: Elsevier, pp. 177-201.
- Hendriksen, E.S. (1982). *Accounting Theory*. 4th Edition. RD Irwin.
- Hénin, S. (1967). Les acquisitions techniques en production végétale et leurs applications. *Économie Rurale*, 74, pp. 31-44.
- Hennis, M. (2001). Europeanization and Globalization: The Missing Link. *Journal of Common Market Studies*, 39(5), pp. 829-850.
- Hennis, M. (2002). *New Transatlantic Conflicts: American and European Food Policies Compared*. San Domenico di Fiesole (Italy): Robert Schumann Centre for Advanced Studies; European University Institute.
- Henricksen, B.J. (1986). Determination of agro-ecological zones in Africa: ILCA activities and expectations. *ILCA Bulletin* 23, pp. 15-22.
- Hernández-Valencia, I., López-Hernández, D. (2002). Pérdida de nutrientes por la quema de la vegetación en una sabana de *Trachypogon*. *Revista de Biología Tropical*, 50 (3-4), pp. 1013-1019. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442002000300019&lng=es&nrm=iso
- Hess, H. (1840). Thermochemische Untersuchungen. *Annalen der Physik und Chemie*, 126 (6), pp. 385-404. Doi: 10.1002/andp.18401260620.
- Hidalgo Moya, J.C., Pastor Muñoz-Cobo, M., Vega Macías, V. (2005). Ensayos en plantaciones de olivar superintensivas e intensivas. *Vida rural*, 218, pp. 30-40.

- Hidalgo, J., Hidalgo, J.C., Vega, V., Holgado, A., Escudier, J.G. (2010). Recomendaciones de riego para olivar. Año 2012. Córdoba: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (Producción Agraria), Consejería de Agricultura y Pesca, 11 p.
- Hidalgo, J., Vega, V., Hidalgo, J.C. (2008). Investigación y transferencia del riego del olivar en Andalucía. *Vida Rural*, 265, pp. 32-38.
- Hidalgo, J., Vega, V., Hidalgo, J.C., Pastor, M., Orgaz, F., & Fereres, E. (2011). Responses to different irrigation strategies of a traditional and an intensive olive orchard cultivar 'Picual' in Andalusia, Spain. *Acta Horticulturae*, 888, pp. 53-61.
- Hidalgo, J.C., Vega, V., Escudier, J.G., Holgado, A., Hidalgo, J. (2013). La fertilización nitrogenada en distintas tipologías de olivar. *Vida Rural*, 358, pp. 44-47.
- Hidalgo, J.C., Vega, V., Hidalgo, J., Pastor, M. (2007). Poda manejo de plantaciones de olivar. Meknès: Journées Méditerranéennes de l'Olivier du 22 au 26 Octobre.
- Hinojosa-Rodríguez, A., Parra-López, C., Carmona-Torres, C., Sayadi, S. (2014). Factores de adopción de la Producción Integrada en el sector olivarero de Andalucía. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 237, pp. 49-76.
- Hirczak, M., Dedeire, M., Razafimahefa, L., Chevalier, P. (2013). Systèmes de qualité et trajectoires agricoles: une approche spatiale des disparités et des convergences en France, Italie et Espagne. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, (1), pp. 11-35.
- Hirst, P.Q., Thompson, G.F. (1996). *Globalization in Question: The International Economy and the Possibilities for Governance*. Cambridge: Polity Press.
- Hodgson, G.M. (2004a). La universalidad de la economía convencional. En: M. Etxezarreta (coord.) *Crítica a la economía ortodoxa*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, Servei de Publicacions, pp. 279-297.
- Hodgson, G.M. (2004b). Some claims made for critical realism in economics: two case studies. *Journal of Economic Methodology*, 11(1), pp. 53-73.
- Hodgson, G.M. (2012). *From Pleasure Machines to Moral Communities: An Evolutionary Economics without Homo economicus*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hofmeister, B. (1971). Four types of agriculture with predominant olive growing in southern Spain – a case study. *Geoforum*, 2, pp. 15-30.
- Holt, G. (2005). Local foods and local markets: Strategies to grow the local sector in the UK. *Anthropologie of Food*, 4. Available from URL: <http://aof.revues.org/179>.
- Holland, J.H. (2006). Studying complex adaptive systems. *Journal of Systems Science and Complexity*, 19(1), pp. 1-8.

Bibliografía

- Holling, C.S, Gunderson, L.H. (2002). Resilience and Adaptative Cycles. In: L.H. Gunderson, C.S. Holling (eds.), *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Whashington: Island press.
- Holling, C.S., (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, pp. 2–23.
- Holling, C.S., Gunderson, L.H., Ludwig, D. (2002). In quest of a theory of adaptive change. In: L. Gunderson, C.S. Holling (eds.), *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Washington, DC: Island Press, pp. 3–24.
- Holloway, L., Kneafsey, M. (2000). Reading the space of farmers' market: A preliminary investigation from the UK. *Sociologia Ruralis*, 40, pp. 285-299.
- Hopkins, T.K., Wallerstein, I. (1986). Commodity chains in the World Economy Prior to 1800. *Review*, 10(1), pp. 157-170.
- Hopkins, T.K., Wallerstein, I. (1994). Commodity chains: construct and research. In: G. Gereffi, R. Korzeniewicz (eds.), *Commodity Chains and Global Capitalism*. Westport, CT: Praeger Publishers, pp. 17-19.
- Horkheimer, M. (1968/2002). *Teoría Crítica*. Buenos Aires: Amorrortu. Primera edición en castellano, tercera reimpresión (Traducción del original en alemán, 1968: *Kritische Theorie. Eine Dokumentation*, Max Horkheimer, 2 vol., Francfort del Meno: S. Fischer Verlag GmbH).
- Horkheimer, M., Adorno, T.W. (1947/1998). *Dialéctica de la Ilustración*. Valladolid: Editorial Trotta. Tercera edición en español (Traducción del alemán, 1947: *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente*. Amsterdam: Querido Verlag).
- Høyer, K.G., Naess, P. (2008). Interdisciplinarity, ecology and scientific theory. *Journal of Critical Realism*, 7(2), pp. 179-207. Doi: 10.1558/jocr.v7i2.179.
- Hoyningen-Huene, P. (1992). The Interrelations Between the Philosophy, History, and Sociology of Science in Thomas Kuhn's Theory of Scientific Development. *British Journal for the Philosophy of Science*, 42, pp. 487-501.
- Hoyningen-Huene, P. (1993). *Reconstructing Scientific Revolutions. Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hudson, N.W. (1982). *Land husbandry*. London: Batsford.
- Hülsbergen, K.J., Feil, B., Biermann, S., Rathke, GW., Kalk, WD., Diepenbrock, W. (2001). A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trial. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 86, pp. 303-321.

- Humanes Guillén, J. (1984). La nueva olivicultura (a través de las redes europeas). *Agricultura*, año LIII, Suplemento de Febrero, pp. 5-6.
- Humanes Guillén, J. (2001). Olivicultura Andaluza: Una visión agronómica y comercial. *Revista agropecuaria*, 827, pp. 318-320.
- Humanes Guillén, J., Jiménez Córdoba, P., Castro, A., Pastor Muñoz-Cobo, M. (1997). Densidades de plantación en olivar de secano en Andalucía. *Revista agropecuaria*, 730, pp. 419-425.
- Hume (1739). *A Treatise of Human Nature*. London: John Noon. Accesible desde Internet Archive, URL: <https://archive.org/details/treatiseofhumann002393mbp>
- Husserl, E. (1913/1962). Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica. Libro Primero: Introducción general a la fenomenología pura. Segunda edición en español. México: FCE. (Traducción del alemán, 1913: *Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. Erstes Buch: Allgemeine Einführung in die reine Phänomenologie*).
- Husserl, E. (1936/2008). La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental. Buenos Aires: Prometeo. (Traducción del alemán, 1936: *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie: Eine Einleitung in die phänomenologische Philosophie*).
- Husserl, E. (1952/2000). Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica. Libro Tercero: La fenomenología y los fundamentos de las ciencias. México: UNAM. Primera edición en español (Traducción del alemán, 1913: *Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. Drittes Buch: Die Phänomenologie und die Fundamente der Wissenschaften*. La Haya: Kluwer Academic Publishers, Martinus Nijhoff, 1952).
- Husserl, E. (1952/2005). Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica. Libro Segundo: Investigaciones fenomenológicas sobre la constitución. México: UNAM y FCE. (Traducción del alemán: *Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. Zweites Buch: Phänomenologische Untersuchungen zur Konstitution*. La Haya: Kluwer Academic Publishers, Martinus Nijhoff, 1952).
- IAEA (2012). *Uranium 2011: Resources, Production and Demand. A Joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency*. Paris.
- Ibáñez, J., Martínez-Valderrama, J., Taguas, E.V., Gómez, J.A. (2014). Long-term implications of water erosion in olive-growing areas in southern Spain arising from a model-based integrated assessment at hillside scale. *Agricultural Systems*, 127, pp. 70–80.

Bibliografía

- IDAE (2005). Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España. Serie: Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura, Número Especial. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación e Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético, 74 p.
- IFIAS (1974). Energy Analysis. Workshop Report No. 6. Stockholm, International Federation of Institutes of Advanced Study, 89 p.
- Iglesias Sánchez, J.L. (1994). Contabilidad de costes versus contabilidad de gestión. En: Lizcano Alvarez, J. (coord.). Elementos de contabilidad de gestión. Ediciones AECA, pp. 79-122.
- Iglesias Sánchez, J.L. (2004). Importancia de la Teoría de las Limitaciones en la Contabilidad de Gestión. *Revista Iberoamericana de Contabilidad de Gestión*, 4, pp. 207-225.
- Ihde, D. (2009). A Phenomenology of Technics. In: J.C. Hanks (ed.). *Technology and Values: Essential Readings*. Malden, MA: Blackwell Publishing, pp. 137-155.
- Ilbery, B. (1991). Farm diversification as an adjustment strategy on the urban fringe of the West Midlands. *Journal of Rural Studies*, 7, pp. 207-218.
- Ilbery, B., Morris, C., Buller, H., Maye, D., Kneafsey, M. (2005). Product, process and place. An examination of food marketing and labelling schemes in Europe and North America. *European Urban and Regional Studies*, 12 (2), pp. 116-132.
- Infante-Amate, J. (2011). Ecología e historia del olivar andaluz. Un estudio socioambiental de la especialización olivarera en el sur de España (1750-2000). Tesis Doctoral. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide.
- Infante-Amate, J., González de Molina, M. (2013). The Socio-Ecological Transition on a Crop Scale: The Case of Olive Orchards in Southern Spain (1750–2000). *Human Ecology*, 41(6), pp. 961-969.
- Infante-Amate, J., Soto Fernández, D., Cid Escudero, A.J., Guzmán Casado, G., González de Molina, M. (2013). Nuevas interpretaciones sobre el papel del olivar en la evolución agraria española. La gran transformación del sector (1880-2010). Badajoz: XIV Congreso Internacional de Historia Agraria, 7-9 de Noviembre de 2013.
- Iniesta, F., Testi, L., Orgaz, F., Villalobos, F.J. (2009). The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees. *European Journal of Agronomy*, 30(4), pp. 258-265.
- Irvine, A.D. (2014). Bertrand Russell. In: E.N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. (Fall 2014 Edition). URL : <http://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/russell/>
- Ives, C.D., Kendal, D. (2014). The role of social values in the management of ecological systems. *Journal of Environmental Management*, 144, pp. 67-72.

- Jahn, T., Bergmann, M., Keil, F. (2012). Transdisciplinarity: between mainstreaming and marginalization. *Ecological Economics*, 79, pp. 1–10.
- Jarach, M. (1985). Sui valori di equivalenza per l'analisi e il bilancio energetici in agricoltura. *Rivista di ingegneria agraria*, 2, pp. 102–114.
- Jessop, B. (1994). Post-Fordism and State. In: A. Amin (ed.), *Post-Fordism. A Reader*. Oxford: Blackwell Publishers, Reprinted 2000, pp. 251-279.
- Jessop, B. (2005). Critical Realism and the Strategic-Relational Approach. *New Formations*, 56, pp. 40-53.
- Jessop, B. (2007). *State Power*. Cambridge: Polity.
- Jessop, B. (2010). From Hegemony to Crisis? The Continuing Ecological Dominance of Neoliberalism. In: K. Birch, V. Mykhnenko (eds.), *The Rise and Fall of Neoliberalism. The Collapse of an Economic Order?* London, New York: Zed Books, pp. 171-187.
- Jessop, B., Sum, N.L. (2006). *Beyond the regulation approach: putting capitalist economies in their place*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Jevons, W.S. (1871). *The Theory of Political Economy*. London: Macmillan & Co. Available on Internet Archive, URL: <https://archive.org/details/theoryofpolitica00jevouoft>.
- Johnson, T., Kaplan, R.S. (1987). *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*. Boston: Harvard Business School Press.
- Jolly, C.M. (1988). The use of action variables in determining recommendation domains: Grouping Senegalese farmers for research and extension. *Agric. Admin. & Extension*, 30, pp. 253-267.
- Jones, M.R. (1989). Analysis of the Use of Energy in Agriculture Approaches and Problems. *Agricultural Systems* 29, pp. 339-355.
- Jörg, T. (2011). *New Thinking in Complexity for the Social Sciences and Humanities. A Generative, Transdisciplinary Approach*. Dordrecht, Heidelberg, London and New York: Springer.
- Jørgensen, S.E., Fath, B.D. (2004). Application of thermodynamic principles in ecology. *Ecological Complexity*, 1, pp. 267–280.
- Jørgensen, S.E., Fath, B.D., Bastianoni, S., Marques, J.C., Muller, F., Nielsen, S.N., Patten, B.D., Tiezzi, E., Ulanowicz, R.E. (2007). *A New Ecology: Systems Perspective*. Oxford: Elsevier, 288 p.
- Joule, J.P. (1850). On the Mechanical Equivalent of Heat. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 140, pp. 61-82.

Bibliografía

- Junta de Andalucía (2005). Atlas de Andalucía. Tomo II: Cartografía Ambiental. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente, 278 p.
- Kaltsas, A.M., Mamolos, A.P., Tsatsarelis, C.A., Nanos, G.D., Kalburtji, K.L. (2007). Energy budget in organic and conventional olive groves. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 122, pp. 243–251.
- Kallis, G. (2007). When is it coevolution? *Ecological Economics*, 62, pp. 1–6.
- Kallis, G. (2010). Coevolution in water resource development. The vicious cycle of water supply and demand in Athens, Greece. *Ecological Economics*, 69, pp. 796–809.
- Kallis, G., Norgaard, R.B. (2010). Coevolutionary ecological economics. *Ecological Economics* 69, pp. 690–699.
- Kant, I. (1781/2005). Crítica de la razón pura. Barcelona: Taurus (Reimpresión en 2005 de la octava edición de 1993 traducida de original en alemán, 1781: Kritik der reinen Vernunft).
- Kaplan, R.S. (1998). Cost & effect: Using integrated cost systems to drive profitability and performance. Boston: Harvard Business Press.
- Kasemir, B. (2003). Public Participation in Sustainability Science: a Handbook. Cambridge: CUP.
- Kautsky, K. (1899/1970). La cuestión agraria. París: Ruedo Ibérico, 540 p. (Segunda edición en lengua española de 1970 elaborada a partir de la primera edición de 1903 traducida al castellano por C. Bayo y M. de Unamuno del título original en alemán de 1899: Die Agrarfrage. Verlag J.H.W. Dietz Nachf).
- Kelly, G. (1955). The Psychology of Personal Constructs. Volume 1: A Theory of Personality. New York: Norton.
- Keynes, J.M. (1936). The General Theory of Employment, Interest and Money. London: Macmillan.
- Kiernan, N.E., Heinrichs, A.J. (1994). Identification of farm manager types through cluster analysis of calf and heifer management practices. *Preventive Veterinary Medicine*, 18 (3), pp. 225-236.
- Kinnell, P.I.A. (2010). Event soil loss, runoff and the Universal Soil Loss Equation family of models: A review. *Journal of Hydrology*, 385 (1-4), pp. 384-397.
- Klein, J. (2012). Francis Bacon. In: E. N. Zalta (ed.). The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Fall Edition. URL: <http://plato.stanford.edu/archives/win2012/entries/francis-bacon>.
- Knack, S., Keefer, P. (1997). Does social capital have an economic payoff? A cross-country investigation. *The Quarterly Journal of Economics*, 112(4), pp. 1251-1288.

- Knorr-Cetina, K. (1981). *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*. Oxford: Pergamon Press.
- Köbricha, C., Rehmanb, T., Khanc, M. (2003). Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agricultural Systems*, 76(1), pp. 141-157.
- Kockelmans, J.J. (1993). *Ideas for a hermeneutic phenomenology of the natural sciences*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Kockelmans, J.J. (2002). *Ideas for a hermeneutic phenomenology of the natural sciences. Vol. II: On the importance of methodical hermeneutics for a hermeneutic phenomenology of the natural sciences*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Köppen, W., Geiger, R. (1928). *Klimakarte der Erde*. Gotha, DE: Verlag Justus.
- Köppen, W., Geiger, R. (1936): *Das Geographische System der Klimate*. In: *Handbuch der Klimatologie* (eds Köppen W & Geiger R), Bd 1, Teil C. Berlin: Verlag Gebrüder Bornträger.
- Kosmas, C., Danalatos, N., Cammeraat, L.H., Chabart, M., Diamantopoulos, J., Farand, R., Gutiérrez, L., Jacob, A., Marqués, H., Martínez-Fernández, J. (1997). The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. *CATENA*, 29, pp. 45–59.
- Kosmas, C., Gerontidis, St., Marathianou, M., Detsis, B., Zafiriou, Th., Van Muysen, W., Govers, G., Quine, T.A., Van Oost, K. (2001). The effect of tillage displaced soil on soil properties and wheat biomass. *Soil and Tillage Research*, 58, pp. 31–44.
- Kostov, P., McErlean, S. (2006). Using the mixtures-of-distributions technique for the classification of farms into representative farms. *Agricultural Systems*, 88, (2-3), pp. 528-537.
- Kostrowicki, J. (1976). Agricultural Typology as a Tool in Planning Spatial Organization of Agriculture-IGU Commission on Agricultural Typology. *Geoforum*, 7(3), pp. 241-250.
- Kostrowicki, J. (1977). Agricultural typology concept and method. *Agricultural Systems* 2, pp. 33-45.
- Kottek, M., Grieser, J. Beck, C. Rudolf, B., Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15, pp. 259-263. Doi: 10.1127/0941-2948/2006/0130.
- Koyré, A. (1939). *Études galiléennes* (Vol. 1-3). Paris: Hermann.
- Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M., Schandl, H., Eisenmenger, N. (2009). The global socio-metabolic transition: past and present metabolic profiles and their future trajectories.

Bibliografía

Journal of Industrial Ecology, 12 (5-6), pp. 637-656. Doi: 10.1111/j.1530-9290.2008.00065.x.

Kuhn, T. (1957/1996). *La Revolución Copernicana: la astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento*. Barcelona: Editorial Ariel, 384 p. (Traducción al español de la primera edición en inglés, 1957: *The Copernican revolution. Planetary astronomy in the development of western thought*. Cambridge: Harvard University Press).

Kuhn, T. (1962/2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. Argentina: FCE. Octava reimpresión de la primera edición en español, 1971. (Traducción de la primera edición en inglés, 1962: *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press).

Kuhn, T.S. (1990). *The Road since Structure. Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Vol. 2, pp. 3-13.

Kuhn, T.S. (2000). *The Road since Structure*. J. Conant, J. Haugeland (eds.). Chicago: University of Chicago Press.

Kurki, M. (2008). *Causation in International Relations: Reclaiming Causal Analysis*. Cambridge: CUP.

Lagrange, L. (coord.) (1999). *Signes officiels de qualité et développement agricole*. París: Technique & Documentation, 348 p.

Lagrange, L., Valceschini, E. (2007). *L'économie de la qualité: enjeux, acquis et perspectives. Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, 300, pp. 94-99.

Laguna, A. (1989). *Estudio cuantitativo de la erosión del suelo*. Tesis Doctoral. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba.

Lal, R. (1985). *Soil erosion and its relation to productivity in tropical soils*. In: El-Swaify, S.A., Moldenhauer, W.C., Lo, A. (eds.). *Soil erosion and conservation*. Ankeny, IA: Soil Conservation Society of America, pp. 237-247.

Lal, R. (1998a). *Agronomic consequences of soil erosion*. In: Devries, P., Augus, F., Kerr, J. (eds.). *Soil Erosion at Multiple Scale: Principals and Methods for Assessing Causes and Impacts*. International Board for soil research and management (IBSRAM). Wallingford, UK: CABI Publishers, pp. 149-160.

Lal, R. (1998b). *Soil Erosion Impact on Agronomic Productivity and Environment Quality. Critical Reviews in Plant Sciences*. Volume 17 (4), pp. 319-464. Doi: 10.1080/07352689891304249.

Lal, R., Mokma, D.L., Lowery, B. (1999). *Relation between soil quality and erosion*. Ankeny, IA: Soil and Water Conservation Society.

- Lal, R., Moldenhauer, W. (1987). Effects of soil erosion on crop productivity. *Critical Reviews in Plant Sciences*. Volume 5 (4), pp. 303-367. Doi:10.1080/07352688709382244.
- Lambert, F.L. (2002). Disorder—A Cracked Crutch for Supporting Entropy Discussions. *Journal of Chemical Education*, 79 (2), pp. 187-192.
- Lambert, F.L. (2007). Configurational Entropy Revisited. *Journal of Chemical Education*, 84 (9), pp. 1548-1550. Doi: 10.1021/ed084p1548.
- Lambert, F.L. (2012). The Misinterpretation of Entropy as “Disorder”. *Journal of Chemical Education*, 89 (3), pp. 310–310. Doi: 10.1021/ed2002708.
- Lamine, C., Bellon, S. (2009). Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29 (1), pp. 97-112. Doi: 10.1051/agro:2008007
- Lang, D.J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M., Thomas, C.J. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7 (S1), pp. 25–43.
- Langreo Navarro, A. (1997). Una nota sobre las organizaciones agrarias como gestoras de los intereses de las explotaciones agrarias: el caos de los intereses sectoriales. En: C. Gómez Benito, J.J. González Rodríguez (eds.). *Agricultura y sociedad en la España contemporánea*. Centro de Investigaciones Sociológicas y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 817-835.
- Langton, C. (ed.). (1995). *Artificial Life: An Overview*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Larbi, A., Ayadi, M., Ben Dhiab, A., Msallem, M., Caballero, J.M. (2012). Planting density affects vigour and production of ‘Arbequina’ olive. *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(4): 1081-1089. Doi: 10.5424/sjar/2012104-556-11.
- Larson, W.E., Fenton, T.E., Skidmore, E.L., Benbrook, C.M. (1985). Effects of soil erosion on soil properties as related to crop productivity and classification. In: R.F. Follett, B.A. Steward (eds.). *Soil Erosion and Crop Productivity*. Madison, WI: ASA-CSSA-SSSA, pp. 189–211.
- Lavee, S., Nashef, M., Wodner, M., Harshemesh, H. (1990). The effect of complementary irrigation added to old olive trees (*Olea europaea* L.) cv. Souri on fruit characteristics, yield and oil production. *Advances in Horticultural Science*, 4, pp. 135–138.
- Lawson, T. (1996). Developments in Economics as Realist Social Theory. *Review of Social Economy*, 54(4), pp. 405-422. Doi: 10.1080/00346769600000026.
- Lawson, T. (1997). *Economics and reality*. London: Routledge.

Bibliografía

- Lawson, T. (2003). *Reorienting Economics*. London, New York: Routledge.
- Lawson, T. (2013). Ethical Naturalism and Forms of Relativism. *Society*, 50 (6), pp. 570-575.
- Layder, D. (1994). *Understanding Social Theory*. London: Sage.
- Le Moigne, J-L. (1977). *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*. Paris: PUF.
- Le Moigne, J-L. (2001). Pourquoi je suis un constructiviste non repentant. *Revue du MAUSS* 17(1), pp. 197-223. Doi: 10.3917/rdm.017.0197. URL : www.cairn.info/revue-du-mauss-2001-1-page-197.htm.
- Le Moigne, J-L. (2002). *Le Constructivisme. Tome 1: Les enracinements*. Paris: Éd. l'Harmattan.
- Le Moigne, J-L. (2003a). *Le Constructivisme. Tome 2: Épistémologie de l'interdisciplinarité*. Paris: Éd. l'Harmattan.
- Le Moigne, J-L. (2003b). *Le Constructivisme. Tome 3: Modéliser pour comprendre*. Paris: Éd. l'Harmattan.
- Leach, G. (1976). *Energy and Food Production*. Guildford, IPC Science and Technology Press Limited, 137 p.
- Leff, E. (1993). La Dimensión Cultural y el Manejo Integrado, Sustentable y Sostenido de los Recursos Naturales. En: E. Leff, J. Carabias (eds.), *Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales, Volumen I*. México: UNAM-Miguel Ángel Porrúa, pp. 55-88.
- Leff, H.S. (1996). Thermodynamic entropy: The spreading and sharing of energy. *American Journal of Physics*, 64(10), pp. 1261-1271.
- Leff, H.S. (2007). Entropy, Its Language, and Interpretation. *Foundations of Physics*, 37(12), pp. 1744–1766. Doi: 10.1007/s10701-007-9163-3.
- Leiss, W., Powell, D. (2004). *Mad cows and mother's milk: the perils of poor risk communication*. Quebec City: McGill-Queen's Press-MQUP.
- Lennox, C.S., Francis, J.R., Wang, Z. (2011). Selection models in accounting research. *The Accounting Review*, 87(2), pp. 589-616.
- León Sáenz, J. (2009). Los astilleros y la industria marítima en el pacífico americano: siglos XVI a XIX. *Diálogos, Revista Electrónica de Historia*, 10(1), pp. 44-90. Accesible desde URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43913137003>.
- Letablier, M.T., Delfosse, C. (1994). Qualité des produits et qualification des territoires. *La lettre du CEE*, 32, pp. 1-11.

- Letablier, M.T., Delfosse, C. (1995). Genèse d'une convention de qualité. Cas des appellations d'origine fromagères. In: G. Allaire, R. Boyer (eds.), *La grande transformation de l'agriculture. Lectures conventionnalistes et régulationnistes*. Paris : INRA-Economica, pp. 97-118.
- Liebscher, G. (1895) Study on the determination of the fertilizer needs of agricultural soils and crops (In german), *Journal fuer Landwirtschaft*, 43, pp. 49-216.
- Littleton, A.C. (1953). *Structure of Accounting Theory*. Sarasota, Fl: AAA.
- Liu, B.Y., Nearing, M.A., Risse, L.M. (1994). Slope gradient effects on soil loss for steep slopes. *Transaction of the American Society of Agriculture Engineering ASAE*, 37 (6), pp. 1835–1840.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W. (2009). *Geographic Information Science*. In Madden, M. (ed.) *Manual of Geographic Information Systems*. Washington: ASPRS, pp. 19-25.
- Look, B.C. (2014). Gottfried Wilhelm Leibniz. In: E.N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition). Available from URL : <http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/leibniz/>.
- López Ontiveros, A. (1986). *Propiedad y problemas de la tierra en Andalucía*. Sevilla: Ediciones Andaluzas Unidas, S.A., 185 p.
- López, E., Muchnik, J. (1997). *Petites entreprises et grands enjeux: le développement agroalimentaire local*. Paris: L'Harmattan.
- López-Cuervo, S. (1990). La erosión en los suelos agrícolas y forestales de Andalucía. Colección *Congresos y Jornadas Nº 17/1990*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, pp. 11-16.
- Lotka, A.J. (1925). *Elements of Physical Biology*. Baltimore: Williams & Wilkins Company.
- Loux, M.J. (2012). Substances, Coincidental, and Aristotle's Constituent Ontology. In: C. Shields (ed.), *The Oxford Handbook of Aristotle*. Oxford: Oxford University Press, pp. 372–399. Doi: 10.1093/oxfordhb/9780195187489.013.0015.
- Lozano, C., Aguilar, E. (2010). Territorializando la producción ecológica. Acciones colectivas y políticas públicas en Andalucía. International. In: 116th Seminar, EAAE-SYAL Seminar – Spatial Dynamics in Agri-food Systems, Parma, Italy, October 27-30, 2010.
- Luhmann, N. (1997/2006). *La sociedad de la sociedad*. México: Universidad Iberoamerica y Editorial Herder (Primera edición en español, 2006, traducida del original en alemán, 1997: *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag).

Bibliografía

- Lupasco S. (1951). *Le principe d'antagonisme et la logique de l'énergie*. Paris: Éditions Hermann.
- Lyotard, Jean-François (1979). *La condition postmoderne: rapport sur le savoir*. Paris: Minuit, 67 p.
- Llinás, R.R. (2001). *I of the vortex. From Neurons to Self*. Cambridge: MIT Press.
- Madden, M. (ed.) (2009). *Manual of Geographic Information Systems*. Washington: ASPRS Pub., 1352 p.
- MAGRAMA (2008). *Previsión de costes de utilización de la maquinaria agrícola. Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino.
- MAGRAMA (2013). *Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE). Informe sobre los regadíos en España 2013*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 48 p.
- Malassis, L. (1973). *Agriculture et processus de développement*. París: UNESCO, 308 p.
- Malassis, L. (1979). *Economie Agroalimentaire I. Economie de la consommation et de la production agroalimentaire*. Paris: Editions Cujas.
- Mallo Rodríguez, C., Jiménez Montañes, M.A. (2007). *Contabilidad de costes*. Tercera Edición. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Marcuse, H. (1954/1993). *El hombre unidimensional*. Barcelona: Planeta de Agostini. (Traducción del inglés, 1954: *One-dimensional man*. Boston: Bacon Press).
- MARM (2010). *Estudio de la cadena de valor y formación de precios del aceite de oliva*. Madrid: Observatorio de precios de los alimentos. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Márquez, L. (2007). *Los tractores en la agricultura española. Parte 2. Costes de utilización*. *Agrotécnica*, 6, pp. 68-73.
- Márquez, L. (2013). *Aprovechamiento de los restos de poda*. *Agrotécnica*, 5, pp. 81-83.
- Marsden, T. Banks, J., Bristow, G. (2000). *Food supply chain approaches: Exploring their role in rural development*. *Sociologia Ruralis*, 40, pp. 424-438.
- Marshall, A. (1890/1920). *Principles of Economics*. London: Macmillan and Co., Ltd (8th edition, 1920).
- Martín Pérez, J., Rubio Campos, J.C., Pastor Muñoz-Cobo, M. (2005). *Estructura del regadío de olivar en Andalucía y origen y disponibilidad agua para riego*. En: Pastor Muñoz-Cobo, M. (ed.). *Cultivo del olivo con riego localizado: diseño y manejo del cultivo y las*

- instalaciones, programación de riegos y fertirrigación. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa y Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, pp. 17-38.
- Martín, J.P., Bernal, A.O. (2006). Michel Foucault, un ejemplo de pensamiento postmoderno. *A Parte Rei: Revista de Filosofía*, 46 (3). Accesible en URL: <http://serbal.pntic.mec.es/AParteRei/>
- Martínez Raya, A., Francia, J.R., Martínez Vilela, A. (2007). Introducción a la agricultura de conservación en olivar. Evaluación del comportamiento de los sistemas de manejo de suelos. En Rodríguez Lizana, A., Ordóñez Fernández, R., Gil-Ribes, J. (coord.) (2007): *Cubiertas vegetales en olivar*. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla, pp. 7-16.
- Martínez Shaw, C., Oliva Melgar, J.M. (eds.). (2005). Sistema atlántico español: siglos XVII-XIX. Madrid: Marcial Pons Historia.
- Martínez Torres, R. (2003). Producción Integrada en el olivar. En: Analistas económicos de Andalucía (ed.), Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía. Málaga: Unicaja. pp. 541-575.
- Martínez, J.R., Durán, V.H., Martínez, A. (2006). Environmental impact from mountainous olive orchards under different soil-management systems (SE Spain). *Science of the Total Environment*, 358, pp. 46-60.
- Martínez-Alier, J. (1987). *Ecological Economics: Energy, Environment and Society*. Oxford: Blackwell.
- Martínez-Ruiz, F. (2000). Trilladoras y tractores: energía, tecnología e industria en la mecanización de la agricultura española, 1862-1967. Universidad de Sevilla y Universidad de Barcelona.
- Mataix, J., Mañas, M. (eds.). (1998). Tabla de composición de alimentos españoles. Granada: Universidad de Granada.
- Mattessich, R. (1995a). Conditional-normative accounting methodology: Incorporating value judgments and means-end relations of an applied science. *Accounting, Organizations and Society*, 20 (4), pp. 259-284.
- Mattessich, R. (1995b). Critique of accounting: examination of the foundations and normative structure of an applied discipline. Westport, CT: Quorum books, Greenwood Publishing Group.
- Mattessich, R. (2003). Contabilidad: ¿cisma o síntesis? El desafío de la teoría condicional-normativa. *Partida Doble*, 144, pp. 104-119.
- Mattessich, R. (2007). Two hundred years of accounting research. NY: Routledge.

Bibliografía

- Maturana, H., Varela, F. (1972). De máquinas y seres vivos. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Mayumi, K., Giampietro, M. (2004). Entropy in ecological economics. In: P. Safanov, J. Proops (eds.), *Modelling in Ecological Economics*. Northampton, MA: Edward Elgar, pp. 80-101.
- McCool, D.K., Foster, G.R., Mutchler, C.K., Meyer, L.D. (1989). Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation. *Transactions of the ASAE*, Vol. 32, No. 5, pp. 1571-1576.
- McCool, D.K., Foster, G.R., Renard, K.G., Yoder, D.C., Weesies, G.A. (1995). The Revised Universal Soil Loss Equation. San Antonio, TX: Department of Defense/Interagency Workshop on Technologies to Address Soil Erosion on Department of Defense Lands.
- McCracken, D.I., Bignal, E.M., Wenlock, S.E. (eds.) (1995). *Farming on the edge: the nature of traditional farmland in Europe*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough. 216 p.
- McGinnis, M. D., Ostrom, E. (2014). Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, 19(2): 30. Available from URL: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06387-190230>.
- McMichael, P. (1987). State Formation and the Construction of the World Market. In: M. Zeitlin (ed.), *Political Power and Social Theory*. Greenwich, CT: JAI Press, pp. 187-253.
- McMichael, P. (1991). Alimentos, el Estado y la Economía Mundial. *Revista Internacional de Sociología sobre Agricultura y Alimentos*, 1, pp. 86-102.
- McMichael, P. (1992). Tension between national and international control of the world food order: Contours of a new food regime. *Sociological Perspectives*, 35 (2), pp. 343-365.
- McMichael, P. (1999). The global crisis of wage labour. *Studies in Political Economy*, 58, pp. 11-40.
- McMichael, P. (2004). Global development and the corporate food regime. Symposium on New Directions in the Sociology of Global Development, XI World Congress of Rural Sociology, Trondheim, July.
- McMichael, P. (2005). Global Development and The Corporate Food Regime. In: F.H. Buttel, P. McMichael (eds.), *New Directions in the Sociology of Global Development (Research in Rural Sociology and Development, Volume 11)*. Emerald Group Publishing Limited, pp. 265-299.
- McMichael, P. (2009a). A food regime genealogy. *The Journal of Peasant Studies*, 36(1), pp. 139-169. Doi: 10.1080/03066150902820354.

- McMichael, P. (2009b). A food regime analysis of the 'world food crisis'. *Agriculture and Human Values*, 26, pp. 281-295. Doi: 10.1007/s10460-009-9218-5.
- McMichael, P. (2010). Agrofuels in the food regime. *The Journal of Peasant Studies*, 37(4), pp. 609-629. Doi: 10.1080/03066150.2010.512450.
- McMichael, P. (2011). Food system sustainability: Questions of environmental governance in the new world (dis)order. *Global Environmental Change*, 21, pp. 804–812.
- McMichael, P. (2012a). The land grab and corporate food regime restructuring. *The Journal of Peasant Studies*, 39 (3-4), pp. 681-701. Doi: 10.1080/03066150.2012.661369.
- McMichael, P. (2012b). Food regime crisis and revaluing the agrarian question. In: R. Almas, H.Campbell (eds.), *Rethinking Agricultural Policy Regimes: Food Security, Climate Change and the Future Resilience of Global Agriculture*. Emerald Group Publishing Limited, pp. 99-122.
- McMichael, P. (2013). *Food regimes and agrarian questions*. Halifax and Winnipeg: Fernwood Publishing.
- McMichael, P. (2014). Historicizing food sovereignty. *The Journal of Peasant Studies*, 41(6), 933-957. Doi: 10.1080/03066150.2013.876999.
- McMichael, P. (2015). Agrofuels in the food regime. In: K. Dietz, B. Engels, O. Pye, A. Brunnengräber (eds.), *The Political Ecology of Agrofuels*. London: Routledge, pp. 90-114.
- McMichael, P., Myhre, D. (1991). Global Regulation vs. the Nation-State: Agro-Food Systems and the New Politics of Capital. *Capital & Class*, 15(1), pp. 83-105. Doi: 10.1177/030981689104300105.
- Mearman, A. (2006). Critical realism in economics and open-systems ontology: A critique. *Review of Social Economy*, 64(1), pp. 47-75.
- Mearns, E. (2008). The global energy crisis and its role in the pending collapse of the global economy. Presentation to the Royal Society of Chemists, Aberdeen, Scotland, 29 October 2008 (available from URL: <http://www.theoil drum.com/node/4712>).
- Mediavilla, M., de Castro, C., Capellán, I., Miguel, L.J., Arto, I., Frechoso, F. (2013). The transition towards renewable energies: Physical limits and temporal conditions. *Energy Policy*, 52, pp. 297–311. Doi:10.1016/j.enpol.2012.09.033.
- Mellado Rodríguez, J. (2007). Olivo y aceite en los autores latinos. En: I Congreso de la Cultura del Olivo, 2007. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses y Diputación Provincial de Jaén, pp. 43-72.

Bibliografía

- Mercado-Blanco, J. (2012). Biological control of Verticillium wilt of olive within an integrated disease management framework. *IOBC/WPRS Bulletin*, 79, pp. 149-154.
- Mercado-Blanco, J., López-Escudero, F.J. (2012). Verticillium wilt of olive and its control: The heat is on. *Plant and soil*, 355(1-2), pp. 17-21.
- Metz, J.J. (2010). Downward spiral? Interrogating narratives of environmental change in The Himalaya. In: A. Guneratne (ed.), *Culture and the Environment in the Himalaya*. New York: Routledge, pp. 17-39.
- Metzidakis, I. (Ed.) (2004). An overview of productive, ecological and socio-economic functions of SMOPS, Olivero Project Communication no. 2.
- Meul, M., Nevens, F., Reheul, D., Hofman, G. (2007). Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119, pp. 135-144.
- Michaelides, E.E. (2008). Entropy, Order and Disorder. *The Open Thermodynamics Journal*, 2, pp. 7-11.
- Mingers, J. (2014). *Systems Thinking, Critical Realism and Philosophy. A confluence of ideas*. New York: Routledge.
- Minichiello, V., Aroni, R., Timewell, E. and Alexander, L. (1992). *In-depth Interviewing: Researching People*. London: Routledge.
- Ministerio de Agricultura (1973). *El olivar español*. Madrid: Ministerio de Agricultura.
- Mitscherlich, E. A. (1909). The law of the minimum and the law of diminishing soil productivity (In German), *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, 38, pp. 537-522.
- Mitscherlich, E.A. (1924). *Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens*. Berlin: Paul Parey.
- Molina Sánchez, H., Tua Pereda, J. (2010). Reglas versus Principios Contables, ¿son modelos incompatibles? *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 39, pp. 259-287.
- Mollison, B., Holmgren, D. (1978). *Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements* Bill Mollison. Melbourne: Transworld Publishers.
- Montero García, A. (1988). Cooperativismo agrario de segundo grado. *Agricultura y Cooperación*, 61, pp. 29-36.
- Montero García, A. (1991). *Cooperativismo Agrario de Segundo Grado*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Montero García, A. (1998). *El cooperativismo agroalimentario y formas de integración*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 381 p.

- Montes Tubio, F., Simón Blanco, S., Sánchez Pineda de las Infantas, M.T. (2009). La extracción del aceite de oliva en la Bética romana. En: Vilar Hernández, J. (coord.) Algunas contribuciones sobre olivicultura y elaiotecnia desde la perspectiva de la experiencia. GEA Westfalia Separator Editorial, pp. 21-38.
- Montigaud, J.C. (1992). L'analyse des filières agroalimentaires: méthodes et premiers résultats. *Économies et Sociétés*, 21(6), pp. 59-83.
- Montuori, A. (2013a). Complexity and Transdisciplinarity: Reflections on Theory and Practice. *World Futures*, 69, pp. 200–230. Doi: 10.1080/02604027.2013.803349.
- Montuori, A. (2013b). The Complexity of Transdisciplinary Literature Reviews. *Complicity: An International Journal of Complexity and Education*, 10 (1-2), pp. 45-55.
- Moore, J.W. (2014). The End of Cheap Nature, or: How I learned to Stop Worrying about 'the' Environment and Love the Crisis of Capitalism. In: C. Suter, C. Chase-Dunn (eds.). Structures of the World Political Economy and the Future of Global Conflict and Cooperation. Berlin: LIT, pp. 285-314.
- Morales, J., Pastor, M. (1991). Mejora de la infiltración y captación de la escorrentía en olivar en no-laboreo. *Actas del II Simposio sobre Aguas en Andalucía*. Vol. II, pp. 171-182.
- Moreira Madueño, J.M., Rodríguez Surián, M. (2001). Geodiversidad y geomorfología en Andalucía. *Revista de Medio Ambiente*, 38, pp. 6-15.
- Moreira, J.M. (1991). Capacidad de uso y erosión de suelos. Sevilla: Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, 446 p.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L. y Cuadrado, C. (2005). Tablas de composición de alimentos. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Moreno-Peñaranda, R., Kallis, G. (2010). A coevolutionary understanding of agrienvironmental change. A case-study of a rural community in Brazil. *Ecological Economics*, 69, pp. 770-778.
- Morgan, K., Murdoch, J. (2000). Organic vs. conventional agriculture: knowledge, power and innovation in the food chain. *Geoforum*, 31 (2), pp. 159–173. Doi: 10.1016/S0016-7185(99)00029-9.
- Moriana, A., Corell, M., Giron, I.F., Conejero, W., Morales, D., Torrecillas, A., Moreno, F. (2013). Regulated deficit irrigation based on threshold values of trunk diameter fluctuation indicators in table olive trees. *Scientia Horticulturae*, 164, pp. 102-111.
- Moriana, A., Girón, I., Martín-Palomo, M.J., Conejero, W., Ortuño, M.F., Torrecillas, A., Moreno, F. (2010). New approach for olive trees irrigation scheduling using trunk diameter sensors. *Agricultural Water Management*, 97, pp. 1822–1828.

Bibliografía

- Moriana, A., Orgaz, F., Fereres, E., Pastor, M. (2003). Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128, pp. 425–431.
- Moriana, A., Pérez-López, D., Gómez-Rico, A., Salvador, M.D., Olmedilla, N., Ribas, F., Fregapane, G. (2007). Irrigation scheduling for traditional, low-density olive orchards: Water relations and influence on oil characteristics. *Agricultural Water Management*, 87, pp 171–179.
- Morin, E. (1977/2001). El Método I. La naturaleza de la Naturaleza. Sexta Edición. Madrid: Cátedra (Traducción del original francés, 1977: La Méthode I. La nature de la Nature. Paris: Éditions du seuil).
- Morin, E. (1986/1999). El Método III. El conocimiento del conocimiento. Libro Primero: Antropología del conocimiento. Tercera Edición. Madrid: Ediciones Cátedra (Traducción del original francés, 1986: La Méthode III: La connaissance de la connaissance. Paris: Éditions du seuil.).
- Morin, E. (1999). Organization and Complexity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 879 (1), pp. 115-121.
- Morin, E. (2002). The Epistemology of Complexity. In: D.F. Schnitman, J. Schnitman (eds.), *New paradigms, culture and subjectivity*. Cresskill, N.J.: Hampton Press, pp. 325-340.
- Morin, E. (2007). Restricted complexity, generalized complexity. In: *Worldviews, Science and Us. Philosophy and Complexity*. Singapore: World Scientific Publishing, pp. 5-29.
- Morin, E. (2008). *On complexity*. Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Morin, E., Glaserfeld, E. von, Jiménez, J. (2002). Dialogue. In: D.F. Schnitman and J. Schnitman (eds.). *New paradigms, culture and subjectivity*. Cresskill, N.J.: Hampton Press, pp. 341-344.
- Morris, W.E., Brown, C.R. (2014). David Hume. In: E.N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2014 Edition). URL = <http://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/hume>
- Moulines, C.U. (1996). Las ideas básicas del estructuralismo metacientífico. *Revista de Filosofía*, 16, pp. 93-104.
- Moyano Estrada, E. (1997). Acción colectiva y organizaciones profesionales agrarias en España. En: J.J. González Rodríguez, C. Gómez Benito (coord.), *Agricultura y sociedad en la España contemporánea*. Madrid: CIS y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 793-795.

- Moyano Estrada, E., Entrena, F. (1997). Acción colectiva y organizaciones profesionales agrarias en España. En: J.J. González Rodríguez, C. Gómez Benito (coord.), *Agricultura y sociedad en la España contemporánea*. Madrid: CIS y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 797-815.
- Moyano Estrada, E., Entrena, F. (2002). Cooperativismo y representación de intereses en la agricultura española. En: C. Gómez Benito y J. J. González (coord.), *Agricultura y sociedad en el cambio de siglo*. Madrid: Editorial Mc Graw Hill, pp. 567-594.
- Muchnik, J. (1996). *Systèmes agroalimentaires localisés: organisations - innovations et développement local*. Montpellier: CIRAD - SAR.
- Muchnik, J. (2006). Les systèmes agroalimentaires localisés. Montpellier: Séminaire GIS-Syal Spécificité des Syal, 7 juillet, 10 p.
- Muchnik, J., Sanz-Cañada, J., Torres Salcido, G. (2008). Systèmes agroalimentaires localisés: état des recherches et perspectives. *Cahiers Agricultures*, 17(6), pp. 513-519.
- Muchnik, J., Sautier, D. (1998). *Systèmes agroalimentaires localisés et construction de territoires. Proposition d'action thématique programmée*. Paris: CIRAD, 46 p.
- Müller, I. (2007). *A History of Thermodynamics. The Doctrine of Energy and Entropy*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Murphy, D.J, Hall, C.A.S (2010). Year in review—EROI or energy return on (energy) invested. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1185, pp. 102–118. Doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.05282.x.
- Murphy, D.J. (2014). The implications of the declining energy return on investment of oil production. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372: 20130126. Doi: 10.1098/rsta.2013.0126.
- Murphy, D.J., Hall, C.A.S. (2011). Energy return on investment, peak oil, and the end of economic growth. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219, pp. 52–72. Doi:10.1111/j.1749-6632.2010.05940.x.
- Naredo, J.M. (1983). La crisis del olivar como cultivo "biológico" tradicional. *Agricultura y sociedad*, Vol. 26, pp. 167-288.
- Naredo, J.M. (1987/2003). *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*. Madrid: Siglo XXI de España Editores, 572 p. (Tercera edición de 2003 corregida y adaptada a partir de la primera edición de 1987 coeditada por el Ministerio de Economía y Hacienda y Siglo XXI editores).
- Naredo, J.M. (1999). El enfoque "eointegrador" y su sistema de razonamiento. Madrid: Fundación Argentaria y VISOR. pp. 47-56.

Bibliografía

- Naredo, J.M. (2004). La evolución de la agricultura en España (1940-2000). Granada: Editorial Universidad de Granada, 549 p.
- Nassi, O., Di Nasso, N., Bosco, S., Di Bene, C., Coli, A., Mazzoncini, M., Bonari, E. (2010). Energy efficiency in long-term Mediterranean cropping systems with different management intensities. *Energy*, 36(4), pp. 1924-1930.
- Navarro, C. (2007). Cultivo intensivo de olivar. Plantación, recursos y evolución. *Mercacei*, 51, pp. 198-202.
- Navarro, C., Parra, M.A. (2008). Plantación. En: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.). El cultivo del olivo. Madrid: Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, 6ª Edición, pp. 189-238.
- Nekhay, O., Arriaza, M., Boerboom, L. (2009). Evaluation of soil erosion risk using analytic network process and GIS: a case study from Spanish mountain olive plantations. *Journal of Environmental Management*, 90, pp. 3091–3104.
- Neumann, R.P. (2005). Making political ecology. London, New York: Routledge.
- Neurath, O., Hanh, H, Carnap, R. (1929/2002). La concepción científica del mundo: el Círculo de Viena, Redes. *Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología* 18 (2002), pp. 103-149. (Traducción del original en alemán, 1929: Wissenschaftliche Weltauffassung: der Wiener Kreis. Wien: Artur Wolf Verlag).
- Nicolescu, B. (1996). La transdisciplinarité. Manifeste. Paris: Éditions du Rocher.
- Nicolescu, B. (1998). Goedelian aspects of nature and knowledge. Bulletin Interactif du Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires. Paris: CIRET.
- Nicolescu, B. (2004). The transdisciplinary model of learning. Perspectives on university education in the 21st century. In: First International Congress on University Education, 27–29 May 2004. Istanbul: Fatih University, pp. 104-106.
- Nicolescu, B. (2010). Methodology of Transdisciplinarity-Levels of Reality, Logic of the Included Middle and Complexity. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 1, pp. 17-32.
- Nicolescu, B. (2012). Transdisciplinarity: The Hidden Third, between the subject and the object. *Human and Social Studies*, 1, pp. 13-28.
- Nicolescu, B. (ed.) (2008). Transdisciplinarity – Theory and Practice. Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Nicolis, G., Prigogine, I. (1977). Self-organization in Nonequilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations. New York: John Wiley & Sons.
- Nicolis, G., Prigogine, I. (1989). Exploring complexity: An introduction. New York: W.H. Freeman.

- Nicholls, C.I., Altieri, M.A. (2011). Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el Siglo XXI. *Agroecología*, 6, pp. 28-37.
- Nielsen, S.N. (2000). Thermodynamics of an ecosystem interpreted as a hierarchy of embedded systems. *Ecological Modelling*, 135(2), pp. 279-289.
- Nieto, O.M., Castro, J., Fernández-Ondoño, E. (2012). Sustainable agricultural practices for Mediterranean olive groves. The effect of soil management on soil properties. *Spanish Journal of Soil Science*, 12(1): 70-77. Doi: 10.3232/SJSS.2012.V2.N1.05.
- Nieto, O.M., Castro, J., Fernández-Ondoño, E., Foraster, L. Guzmán, G.I. (2011). Ensayos con cubiertas vegetales y sistemas de manejo de suelo para la mejora del olivar. *Vida Rural*, 324, pp. 38-42.
- Nijland, G.O., Schouls, J., Goudriaan, J. (2008). Integrating the production functions of Liebig, Michaelis-Menten, Mitscherlich and Liebscher into one system dynamics model. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 55 (2), pp. 199–224.
- Norgaard, R. (1984). Coevolutionary development potential. *Land Economics*, 60 (2), pp. 160-173.
- Norgaard, R. (1988). Sustainable Development: A Co-evolutionary view. *Futures* 20, pp. 606-620.
- Norgaard, R. (1994). *Development Betrayed: The End of Progress and a Co-evolutionary Revisioning of the Future*. London and New York: Routledge.
- Norgaard, R., Sikor, T.O. (1999). Metodología y práctica de la agroecología. En: Altieri., M. (ed.). *Agroecología. Bases científicas para un desarrollo sustentable*. Montevideo: Editorial Nordan Comunidad, pp. 31-46.
- Norgaard, R.B., Kallis, G. (2011). Coevolutionary contradictions: prospects for a research programme on social and environmental change. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 93 (4), pp. 289–300.
- Norris, C. (1998). Critical Realism and Quantum Mechanics: Some Introductory Bearings. In: J. López, G. Potter, (eds.). *After Postmodernism. An introduction to critical realism*. London: The Athlone Press, pp. 116-127.
- Norris, C. (2000). *Quantum Theory and the Flight of Realism: philosophical responses to quantum mechanics*. London, New York: Routledge, 280 p.
- Nowotny, H., Scott, P., Gibbons, M., (2001). *Re-thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Cambridge, UK: Polity.
- O’Neill, R.V. (1989). Perspectives in hierarchy and scale. In: J. Roughgarden, R.M. May, S. Levin (eds.). *Perspectives in Ecological Theory*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Bibliografía

- O'Neill, R.V., Johnson, A.R., King, A.W. (1989). A hierarchical framework for the analysis of scale. *Landscape Ecology*, 3(3-4), pp. 193-205.
- Odum, E.P., Barrett, G.W. (2005). *Fundamentals of ecology*. 5th Edition. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole, 598 p.
- Odum, H.T. (1968). Energy flow in ecosystems: a historical review. *Integrative and Comparative Biology*, 8(1), pp. 11–18.
- Odum, H.T. (1971). *Environment, Power, and Society*. New York: Wiley-Interscience.
- Odum, H.T. (1973). Energy, ecology and economics. *AMBIO*, 2 (6), pp. 220-227.
- Odum, H.T. (1983). *System ecology*. New York: Wiley.
- Oller, J.N. (1985). Un siglo de industrialización en España, 1833-1930. En: N. Sánchez-Albornoz (ed.), *La modernización económica de España 1830-1930*. Madrid: Alianza Editorial, pp. 89-101.
- Onsager, L. (1931). Reciprocal relations in irreversible processes, I. *Physical Review*, 37 (4), pp. 405–426. Doi: 10.1103/PhysRev.37.405.
- Ordóñez Fernández, R., González Fernández, P., Pastor Muñoz Cobo, M. (2007). Cubiertas inertes: los restos de poda como protección y mejora de las propiedades del suelo. En: Rodríguez Lizana, A., Ordóñez Fernández, R., Gil-Ribes, J. (coord.). *Cubiertas vegetales en olivar*. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla, pp. 159-168.
- Ordóñez, R., Pastor, M., Ramos, F.J., González, P., Giráldez, J. V. (2002). Aplicación continuada de restos de poda y su influencia en el suelo. *Vida Rural*, 149, pp. 42-46.
- Orgaz Rosúa, F., Villalobos Martín, F., Testi, L., Pastor Muñoz-Cobo, M., Hidalgo Moya, J.C., Fereres Castiel, E. (2005). Programación de riegos en plantaciones de olivar. Metodología para el cálculo de las necesidades de agua de riego en el olivar regado por goteo. En: Pastor Muñoz-Cobo, M. (ed.). *Cultivo del olivo con riego localizado: diseño y manejo del cultivo y las instalaciones, programación de riegos y fertirrigación*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa y Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, pp. 83-137.
- Orgaz, F., Fereres, E. (2008). Riego. En: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.). *El cultivo del olivo*. Madrid: Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, 6ª Edición, pp. 337-362.
- Orgaz, F., Testi, L., Villalobos, F.J., Fereres, E. (2006). Water requirements of olive orchards-II: determination of crop coefficients for irrigation scheduling. *Irrigation Science* 24, pp. 77-84.

- Ortega Nieto, J., Cadahia Cicuendez, M. (1957). Producción de aceituna y elaboración del aceite. *Boletín de Instituto de Estudios Giennenses*, IV, nº 12, pp. 9-84.
- Ortí, A. (1992). Una visión histórica generalista de la sociología agraria en España: las tres modernizaciones del desarrollo capitalista. *Revista de Estudios Agrosociales*, 161, pp. 231-280.
- Ortiz-Cañavate, J. (1994). Characteristics of different types of gaseous and liquid biofuels and their energy balance. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 59, pp. 231–238.
- Ortiz-Cañavate, J. (2010). El Sector de la Maquinaria y Mecanización Agraria en España. En: II Jornada del Foro Académico Empresarial Hispano Chino, 20 de mayo de 2010, Madrid, España.
- Ortiz-Cañavate, J., Hernanz, J.L. (1999). Energy for biological systems. In: O. Kitani (ed.) CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Vol. V. Energy and Biomass Engineering. American Society of Agricultural Engineers, pp. 13-24.
- Ozël, H. (2002). Closing the Open Systems: The “Double Hermeneutics” in Economics. In: International Congress in Economics VI, Ankara (Turkey), pp. 11-14.
- Ozkan, B., Ceylan, R.F., Kizilay, H. (2011). Comparison of energy inputs in glasshouse double crop (fall and summer crops) tomato production. *Renewable Energy* 36, pp. 1639-1644. Doi: 10.1016/j.renene.2010.11.022.
- Paavola, J. (2007). Institutions and environmental governance: a reconceptualization. *Ecological Economics*, 63 (1), pp. 93–103.
- Pallioti, A., Bongì, G. (1996). Freezing injury in the olive leaf and effects of mefluidide treatment. *Journal of Horticultural Science*, 71 (1), pp. 57-63.
- Paniagua Gil, J., Carbonell de Masy, R. (1974). Grupos Sindicales de Colonización. *Estudios cooperativos*, 32, pp. 19-32.
- Parias Sainz de Rozas, M. (1989). El mercado de la tierra en Sevilla en el Siglo XIX. Sevilla: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Parker, D. (2009). The H-Theorem, Molecular Disorder and Probability: Perspectives from Boltzmann’s Lectures on Gas Theory. In: PhilSci-Archive [Preprint]. Available from URL: <http://philsci-archive.pitt.edu/id/eprint/5005>.
- Pastor, M, Castro, J., Humanes, M.D., Saavedra, M. (1997). La erosión y el olivar. Cultivo con cubierta vegetal. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca. Servicio de Publicaciones y Divulgación. Comunicaciones I+D 22/97.

Bibliografía

- Pastor, M, Hidalgo, J., Orgaz, F., Moriana, A., Fereres, E. (2002). Riego del olivar: estudio de la respuesta a riegos por goteo deficitarios y obtención de la función de producción. Actas de I Jornadas Técnicas del Aceite de Oliva. Madrid: Ministerio de Ciencia y Tecnología-INIA, pp. 53-61.
- Pastor, M. (1982). La nueva olivicultura intensiva. Madrid: Instituto de Investigaciones Agrarias.
- Pastor, M. (1991). Estudio de diversos métodos de manejo del suelo alternativos al laboreo en el cultivo del olivo. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses, Diputación Provincial de Jaén.
- Pastor, M. (1994). Plantaciones intensivas de olivar. Recomendaciones técnicas. *Agricultura*, 746, pp. 738-744.
- Pastor, M. (1998a). Diseño de las plantaciones de olivar. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 102, pp. 45-49.
- Pastor, M. (1998b). Las cubiertas vegetales frenan la erosión en olivar. *Vida Rural*, 70, pp. 46-48.
- Pastor, M. (1999). El agua y la Erosión: Parámetros determinantes del futuro del olivar. *Agricultura*, 808, pp. 928-929.
- Pastor, M. (2007). Influencia de las cubiertas vegetales vivas sobre el contenido de agua en el suelo. En: Rodríguez Lizana, A., Ordóñez Fernández, R., Gil-Ribes, J. (coord.), Cubiertas vegetales en olivar. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, pp. 41-53.
- Pastor, M. (2008). Sistemas de Manejo del Suelo. En: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.). El cultivo del olivo. Madrid: Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, 6ª Edición, pp. 239-295.
- Pastor, M. (ed.). (2005). Cultivo del olivo con riego localizado: diseño y manejo del cultivo y las instalaciones, programación de riegos y fertirrigación. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa y Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 783 p.
- Pastor, M., Castro J. (1995). Soil management systems and erosion. *Olivae*, 59, pp. 64-74.
- Pastor, M., Castro, J. (1996). Sistemas de manejo del suelo en olivar. *Agricultura*, 772, pp. 916-919.
- Pastor, M., Castro, J., Humanes, M.D., Muñoz, J. (2001a). Sistemas de manejo del suelo en olivar de Andalucía. *Edafología*, 8, pp. 75-98.
- Pastor, M., Castro, J., Humanes, M.D., Muñoz, J. (2001b). Sistemas de cultivo con cubiertas en olivar en Andalucía (I). *Vida Rural*, 126, pp. 46-51.
- Pastor, M., Castro, J., Humanes, M.D., Muñoz, J. (2001c). Sistemas de cultivo con cubiertas en olivar en Andalucía (II). *Vida Rural*, 125, pp. 58-62.

- Pastor, M., Castro, J., Mariscal, M.J., Vega, V., Orgaz, F., Fereres, E., Hidalgo, J. (1999). Respuesta del olivar tradicional a diferentes estrategias y dosis de agua de riego. *Investigaciones Agrícolas*, 14, pp. 393–404.
- Pastor, M., Fereres Castiel, E., Orgaz Rosúa, F. (2005b). Relaciones suelo-agua-planta. En: Pastor Muñoz-Cobo, M. (ed.). Cultivo del olivo con riego localizado: diseño y manejo del cultivo y las instalaciones, programación de riegos y fertirrigación. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa y Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, pp. 49-60.
- Pastor, M., García-Vila, M., Soriano, M.A., Vega, V., Fereres, E. (2007). Productivity of olive orchards in response to tree density. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 82(4), pp. 555-562.
- Pastor, M., Guerrero, A. (1990). Influence of non-tillage on olive grove production. *Acta Horticulturae*, 286, pp. 283-268.
- Pastor, M., Hidalgo, J. (2005). Programación del riego en olivar con cantidades deficitarias de agua. *Vida Rural*, 208, pp. 42-47.
- Pastor, M., Hidalgo, J.C., Vega, V., Fereres, E. (2006a). Densidades de plantación en olivar de regadío: el caso de las plantaciones superintensivas en Andalucía. *Agricultura*, 888, pp. 708-718.
- Pastor, M., Hidalgo, J.C., Vega, V., Fereres, E. (2006b). Densidades de plantación en olivar de regadío. El caso de las plantaciones superintensivas de Andalucía. *Fruticultura Profesional*, 160, pp. 27-42.
- Pastor, M., Humanes, J., Jiménez, P. (1990). Increased densities in traditional rainfed adult olive groves in Andalusia. *Acta Horticulturae (ISHS)* 286, pp. 291-294.
- Pastor, M., Humanes, J., Vega, V., Castro, J. (1998). Diseño y manejo de plantaciones de olivar. Serie Monografías 22/98. Sevilla: Ed. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, pp. 59-79.
- Pastor, M., Humanes, J.C., Castro, A., Jiménez, P. (1993). Densidades de plantación en olivar de secano en Andalucía. *Agricultura*, 730, pp. 419-425.
- Pastor, M., Humanes-Guillén, J. (eds.). (2010). Poda del olivo. Sexta Edición. Editorial Agrícola Española, S.A. y Junta de Andalucía, 378 p.
- Pastor, M., Vega, V. (2005a). Diseño agronómico e hidráulico de una instalación de riego localizado. En: Pastor Muñoz-Cobo, M. (ed.). Cultivo del olivo con riego localizado: diseño y manejo del cultivo y las instalaciones, programación de riegos y fertirrigación. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa y Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, pp. 301-346.

Bibliografía

- Pastor, M., Vega, V. (2005b). Estado actual del control de la malas hierbas en olivar. *Vida Rural*, 218, pp. 46-52.
- Pastor, M., Vega, V., Hidalgo, J.C. (2005a). Ensayos en plantaciones de olivar superintensivas e intensivas. *Vida Rural*, 218, pp. 30-40.
- Patumi, M., d'Andria, R., Fontanazza, G., Morelli, G., Giorio, P., Sorrentino, G., (1999). Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olive (*Olea europaea* L) under different irrigation regimes. *J. Hort. Sci. Biotechnol*, 74, pp. 729–737.
- Patumi, M., d'Andria, R., Marsilio, V., Fontanazza, G., Morelli, G., Lanza, B. (2002). Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L., cv. Kalamata) in different irrigation regimes. *Food Chemistry*, 77, pp. 27-34.
- Pearce, F., Woodiwiss, T. (2001). Reading Foucault as a Realist. In: J. López, G. Potter (eds.), *After Postmodernism: An Introduction to Critical Realism*. London and New York: The Athlone Press, pp. 51-62.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L. McMahon, T.A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, pp. 1633–1644. Doi: 10.5194/hess-11-1633-2007. Available from: www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/
- Peinado García, M.L. (1985). El consumo y la industria alimentaria en España. Evolución, problemática y penetración del capital extranjero a partir de 1960. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Publicaciones Agrarias, 453 p.
- Peña, D. (2002). *Análisis de Datos Multivariante*. Primera Edición. McGraw-Hill.
- Pérez Neira, D. (2012). *Economía, energía, retomando el debate: el caso aplicado a la agricultura y ganadería ecológica en Andalucía*. Tesis Doctoral. Universidad Internacional de Andalucía.
- Pérez Neira, D., Soler Montiel, M., Simón Fernández, J. (2013). Energy Analysis of Organic Farming in Andalusia (Spain). *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37, pp. 231–256. Doi: 10.1080/10440046.2012.734263.
- Pérez Serrano, V.M. (2011). Cadena de valor y viabilidad del olivar andaluz. Observatorio económico de la provincia de Jaén, Núm. 174, Monografía nº 50, pp. 119-193.
- Pernía, J.M., Lambán, L.J., Molinero, A. (2005). Indicadores e índices sobre el estado cuantitativo de las aguas subterráneas en función del nivel piezométrico. Aplicación al acuífero de la Sierra de Estepa. En: J.A. López-Geta, J.C. Rubio, M. Martín Machuca (eds.), *VI Simposio del Agua en Andalucía*. IGME, pp. 843-853.

- Perrier-Cornet, P. (1990). Les filières régionales de qualité dans l'agro-alimentaire. Étude comparative dans le secteur laitier en Franche-Comté, Emilie-Romagne, Auvergne. *Économie Rurale*, 195, pp. 27-33.
- Perrier-Cornet, P., Sylvander, B. (1999). Les stratégies de qualité des entreprises et l'organisation des filières: stratégies économiques et régionales. En: L. Lagrange (ed.), *Signes officiels de qualité et développement agricole : aspects techniques et économiques*. Paris: Lavoisier (348 p.), pp. 107-118.
- Perrier-Cornet, P., Sylvander, B. (2000). Firmes, coordinations et territorialité. Une lecture économique de la diversité des filières d'appellation d'origine. *Économie Rurale*, 258, pp. 79-89.
- Petretti, F. (1995). The cultivation of olive trees in Grosseto. Unpublished report produced for the Institute for European Environmental Policy, London.
- Petrosillo, I., Zaccarelli, N., G. Zurlini (2010). Multi-scale vulnerability of natural capital in a panarchy of social–ecological landscapes. *Ecological Complexity*, 7(3), pp. 359-367.
- Piaget, J. (1950a). Introduction à l'épistémologie génétique. Tome I: La pensée mathématique. Paris: PUF.
- Piaget, J. (1950b). Introduction à l'épistémologie génétique. Tome II: La pensée physique, Paris: PUF.
- Piaget, J. (1950b). Introduction à l'épistémologie génétique. Tome III: La pensée biologique, la pensée psychologique et la pensée sociale. Paris: PUF.
- Piaget, J. (1973). Main trends in Main Trends in Interdisciplinary Research. New York: Harper and Row.
- Piaget, J. (ed.) (1967). Logique et connaissance scientifique. Encyclopédie de la Pléiade, n° 22. Paris: Gallimard.
- Piaget, J., Cook, M.T. (1952). The origins of intelligence in children. New York: W W Norton & Co.
- Piaget, J., Duckworth, E. (1970). Genetic Epistemology. *American Behavioral Scientist*, 13, pp. 459-480. Doi: 10.1177/000276427001300320.
- Pimentel, D. (1980). *Handbook of energy utilization in agriculture*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Pimentel, D. (1984). Energy flow in agroecosystems. In: Lowrance, R., Stinner, B.R., House, G.J. (eds.). *Agricultural Ecosystems: Unifying Concepts*, Wiley, New York, NY (1984), pp. 121–132.

Bibliografía

- Pimentel, D. (2006). Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy use in Agriculture: An Organic Center State of Science Review. Ithaca, NY: The Organic Center, Cornell University.
- Pimentel, D. (2009). Energy Inputs in Food Crop Production in Developing and Developed Nations. *Energies* 2, pp. 1-24. Doi: 10.3390/en20100001.
- Pimentel, D., Burgess, M. (2013). Soil Erosion Threatens Food Production. *Agriculture*, 3(3), pp. 443-463. Doi: 10.3390/agriculture3030443.
- Pimentel, D., Doughty, R., Carothers, C., Lamberson, S., Bora, N., Lee, K. (2008). Energy inputs in crop production in developing and developed countries. In: Pimentel, M., Pimentel, D. (eds.) *Food, Energy, and Society*, pp. 137–59. New York: CRC Press. 3rd ed.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Blair, R. (1995). Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science-AAAS-Weekly Paper Edition*, 267 (5201), pp. 1117-1122.
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., Seidel, R. (2005). Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *Bioscience* 55, pp. 573–582.
- Pimentel, D., Hurd, L.E., Bellotti, A.C., Forster, M.J., Oka, I.N., Scholes, O.D., Whitman R.J. (1973). Food production and the energy crisis. *Science* 182, pp. 443–449.
- Pimentel, D., Pimentel, M.H. (eds.). (2008). *Food, Energy and Society*. Boca Raton: CRC Press. Third Edition.
- Planas, S., Fillat, A., Pelegrí, C. (1997). Avances en la recolección mecanizada del olivar. *Fruticultura Profesional (Especial Olivicultura II)*, 8, pp. 106-111.
- Plehwe, D. (2009). Introduction. In: P. Mirowski, D. Plehwe. *The Road from Mont Pèlerin: The Making of the Neoliberal Thought Collective*. Cambridge, MA; London, UK: Harvard University Press.
- Polychronaki, E.A., Douma, A.C., Dantsis, T.H., Giourga, C., Loumou, A. (2007). Energy analysis as an indicator of agricultural sustainability: The case of Western Macedonia and Epirus, Greece. Lekkas, T.D. (ed.) *Proceedings of the 10th. International Conference on Environmental Science and Technology*, Kos Island, Greece, 5-7 September, pp. 1190-1198.
- Pons Pujol, Ll., Garrote Sayó, E., Soria Rincón, X. (2008). La captación del aceite annonario en Bética y África, un análisis comparativo. *L'Africa romana*, vol. XVII, pp. 1221-1246.
- Ponsich, M. (1974). *Implantation rural antique sur le Bas-Guadalquivir*, Tomo I. Madrid: Colección de la Casa de Velázquez, 3.

- Popper, K. (1962/1980). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos (Traducción de la primera edición inglesa, 1962: *The Logic of Scientific Discovery*. Londres: Hutchinson & Co. Ltd.).
- Popper, K. (1963/1991). *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*. Barcelona: Paidós (Edición en castellano de 1991, a partir de la traducción del original, 1963: *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*. Londres: Routledge & Kegan Paul, 4ª edición, 1972).
- Porrás Piedra, A., Marcilla Goldaracena, I., Abenza Corral, J.M., Pérez de los Reyes, C. (1995). Coste de derribo de la aceituna. Un modelo informático. En: A. Porrás Piedra, J. Cabrera de la Colina, M.L. Soriano Martín (coord.). *Olivicultura y elaiotecnia*. Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, pp. 219-254.
- Porrás, A., Humanes Guillén, J., Pastor Muñoz-Cobo, M., Soriano Martín, M.L., Cabrera de la Colina, J., Rodríguez de la Rubia, E., Abenza Corral, J.M., Guijarro Barreda, L. (1997a). Plantaciones de alta densidad en olivar. *Agricultura*, 776, pp. 226-229.
- Porrás, A., Humanes, J., Pastor, M., Soriano, M.L., Cabrera, J., Marcilla, I., Pérez, C., Rodríguez, E., Abenza, J.M., Guijarro, L. (1997b). Plantaciones de alta densidad en olivar: conceptos necesarios. *Olivae*, 69 (12), pp. 44-47.
- Porter, M. (1985). *Ventaja Competitiva: Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior*. México: CECSA (Edición en castellano, 1987, traducida del original en inglés, 1985: *Competitive Advantage / Creating and Sustaining Superior Performance*. Michael Porter. New York: Free Press).
- Potter, G., López, J. (2001). After Postmodernism: The New Millenium. In: J. López, G. Potter, (eds.). *After Postmodernism. An introduction to critical realism*. London: The Athlone Press, pp. 3-16.
- Preiser, R., Cilliers, P. (2010). Unpacking the Ethics of Complexity: Concluding Reflections. In: P. Cilliers, R. Preiser (eds.), *Complexity, Difference and Identity*. Dordrecht, Heidelberg, London and New York: Springer, pp. 265-287.
- Prigogine, I., Stengers, I. (1979/1984). *Order out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. New York: Bantam Books (Traducción al inglés de la obra original en francés, 1979: *La Nouvelle Alliance. Métamorphose de la Science*. Paris: Gallimard).
- Proops, I. (2013). Wittgenstein's Logical Atomism. In: E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2013 Edition). URL: <http://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/wittgenstein-atomism/>.
- Putnam, R.D. (1993). The Prosperous Community. Social Capital and Public Life. *The American Prospect*, 13, pp. 35-42.

Bibliografía

- Putnam, R.D. (1995). Tuning in. Tuning out: The Strange Disappearance of Social Capital in America. *Political Science and Politics*, 28, pp. 664-683.
- Putnam, R.D. (2000). *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*. New York: Simon and Schuster.
- Quadrio, P.A. (2012). Hegel's Relational Organicism. *Critical Horizons: A Journal of Philosophy & Social Theory*, 13(3), pp. 317-336. Doi: 10.1558/crit.v13i3.317.
- Rallo, L., Cuevas, J. (2008). Fructificación y producción. En: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.). *El cultivo del olivo*. Madrid: Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, 6ª Edición, pp. 127-162.
- Ramberg, B., Gjesdal, K. (2013). Hermeneutics. In: E. N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2013 Edition), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/hermeneutics/>>.
- Ramos Galán, M.I., Feito Higuera, F.R., Gil Cruz, A.J. (2009). Consecuencia de la erosión en el olivar en pendiente. En: I Congreso de la Cultura del Olivo, 2007. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses y Diputación Provincial de Jaén, pp. 611-622.
- Ramos, A., Santos, F. (2010). Yield and olive oil characteristics of a low-density orchard (cv Cordovil) subjected to different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 97(2), pp. 363-373.
- Ramos, E. (2003). Hacia un nuevo papel del medio rural europeo: la multifuncionalidad entre la PAC y la OMC. Ponencia presentada en el Seminario Internacional "El mundo rural, transformaciones y perspectivas a la luz de la nueva ruralidad". Pontificia Universidad Javeriana, 15 de octubre, 18 p.
- Rappaport, R.A. (1971). The flow of energy in agricultural systems. *Scientific American*, 225, pp. 116-32.
- Ratter, B. (2013). Surprise and uncertainty – framing regional geohazards in the theory of complexity. *Humanities*, 2, pp. 1-19.
- Ratter, B., Treiling, T. (2008). Komplexität — oder was bedeuten die Pfeile zwischen den Kästchen. In *Umwelt als System — System als Umwelt? Systemtheorien auf dem Prüfstand*. München: Oekom, pp. 23-38.
- Raynolds, L.T. (2000). Re-embedding global agriculture: The international organic and fair trade movements. *Agriculture and Human Values*, 17(3), pp. 297-309.
- Redclift, M., Woodgate, G. (eds.) (1997). *The international handbook of environmental sociology*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

- Redding, P. (2014). Georg Wilhelm Friedrich Hegel. In: E. N. Zalta (ed.). The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2014 Edition). URL : <http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/hegel/>.
- Reed, M., Harvey, D.L. (1992). The new science and the old: complexity and realism in the social sciences. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 22, pp. 356–379.
- Refsgaard, K., Halberg, N., Kristensen, E.S. (1998). Energy utilization in crop and dairy production in organic and conventional livestock production systems. *Agricultural Systems* 57(4), pp. 599-630.
- Reineke, H., Stockfisch, N., Märländer, B. (2013). Analysing the energy balances of sugar beet cultivation in commercial farms in Germany. *European Journal of Agronomy* 45, pp. 27-38.
- Remesal, J. (1998). Baetican olive oil and the Roman Economy. *Journal of Roman Archaeology*, Supplementary Series No. 29, pp. 183-199.
- Remesal, J. (2001). Oleum baeticum. Consideraciones y propuestas para su estudio. En: Congreso Internacional Ex Baetica Amphorae. Conservas, aceite y vino de la Bética en el Imperio Romano. Sevilla-Écija, 17-20 de diciembre de 1998, pp. 373-92.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C. (1997). Predicting soil erosion by water. A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (USDA-ARS). Handbook no. 703. Washington, DC: United States Government Printing Office.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., Porter, P.J. (1991). RUSLE-revised universal soil loss equation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 46, pp. 30–33.
- Renschler, C.S., Harbor, J. (2002). Soil erosion assessment tools from point to regional scales-the role of geomorphologists in land management research and implementation. *Geomorphology*, 47 (2–4), pp. 189–209.
- Renting, H., Marsden, T., Banks, J. (2003). Understanding alternative food networks: exploring the role of short food supply chains in rural development. *Environmental and Plannig A*, 35, pp. 415-427.
- Renting, H., Rossing, W. A. H., Groot, J. C. J., Van der Ploeg, J. D., Laurent, C., Perraud, D., Stobbelaar, DJ., Van Ittersum, M.K. (2009). Exploring multifunctional agriculture. A review of conceptual approaches and prospects for an integrative transitional framework. *Journal of environmental management*, 90 (Supplement 2): pp. S112-S123.
- Repullo, M.A., Carbonell, R., Hidalgo, J., Rodríguez-Lizana, A., Ordóñez, R. (2012). Using olive pruning residues to cover soil and improve fertility. *Soil and Tillage Research*, 124, pp. 36-46.

Bibliografía

- Requier-Desjardins, D. (2010). L'évolution du débat sur les SYAL: le regard d'un économiste. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 4, pp. 651-668.
- Requier-Desjardins, D., Rodriguez-Borray, G. (2004). Environmental impact of panela food-processing industry: sustainable agriculture and local agri-food production systems. *International Journal of Sustainable Development*, 7(3), pp. 237-256.
- Rescher, N. (1981). *Leibniz's Metaphysics of Nature*. Dordrecht: D. Reidel.
- Rescher, N. (1998). *Complexity: A philosophical overview*. New Brunswick: Transaction Publishers.
- Rickerl, D., Francis, C. (2004). Multi-Dimensional Thinking: A Prerequisite to Agroecology. In: D. Rickerl, C. Francis, (eds.), *Agroecosystems Analysis*. Madison, WI: American Society of Agronomy, pp. 1-18.
- Richardson, A. (2007). That Sort of Everyday Image of Logical Positivism: Thomas Kuhn and the Decline of Logical Empiricist Philosophy of Science. In: A. Richardson, T. Uebel (ed.). *The Cambridge companion to logical empiricism*. Cambridge: CUP, pp. 346-369.
- Riegler A. (2005). Editorial. The Constructivist Challenge. *Constructivist Foundations* 1(1), pp. 1–8. Available at <http://www.univie.ac.at/constructivism/journal/1/1/001.riegler>
- Ríos-Núñez, S., Coq-Huelva, D., García-Trujillo, R. (2013). The Spanish livestock model: A coevolutionary analysis. *Ecological Economics*, 93, pp. 342–350.
- Ripoll, V.M., Lunkes, R.J., Silva, F. (2012). Un estudio de artículos sobre contabilidad de gestión en revistas de lengua española. *Revista iberoamericana de Contabilidad de Gestión*, 10(19), pp. 1-13.
- Rivas-Martínez, S. (1983). Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa*, 5: 33-43. Available from: <http://revistas.ucm.es/index.php/LAZA/article/view/LAZA8383110033A/11034>
- Rivas-Martínez, S. (1987). *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España 1:400.000*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid: ICONA, 268 p.
- Robertson, G.P., Broome, J.C., Chornesky, E., Frankenberger, J.R., Johnson, P., Lipson, M., Miranowski, J.A., Owens, E., Pimentel, D., Thrupp, L.A. (2004). Rethinking the vision for environmental research in US agriculture. *Bioscience* 54, pp. 61–65.
- Robinson, R.A. (2007). *Self-organising agro-ecosystems* Second edition, revised. Sharebooks Publishing, 209 p.
- Rodríguez Ariza, M.O., Montes Moya, E. (2007). Origen y domesticación del olivo en Andalucía (España) a partir de los hallazgos arqueológicos de Olea Europea L. En: I Congreso de la Cultura del Olivo, 2007. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses y Diputación Provincial de Jaén, pp. 221-244.

- Rodríguez Lizana, A., Ordóñez Fernández, R., Gil-Ribes, J. (coord.) (2007). Cubiertas vegetales en olivar. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- Rodríguez-Ariza, M.O., Montes Moya, E. (2005). On the origin and domestication of *Olea europaea* L. (olive) in Andalucía, Spain, based on the biogeographical distribution of its finds. *Vegetation History and Archaeobotany*, 14, pp. 551-561.
- Rodríguez-Borray, G. (2006). La multifuncionalidad de los sistemas agroalimentarios locales en zonas rurales de países en desarrollo: el caso de la agroindustria panelera en Colombia. En: A. Álvarez, F. Boucher, F. Cervantes Escoto, A. Espinoza, J. Muchnik (eds.), *Agroindustria rural y territorio*, (tomo 1): los desafíos de los sistemas agroalimentarios localizados. Toluca: UAEMEX.
- Rodríguez-Entrena, M., Arriaza, M. (2013). Adoption of conservation agriculture in olive groves: Evidences from southern Spain. *Land Use Policy*, 34, pp. 294-300.
- Rodríguez-Zúñiga, M., Soria, R. (1986). Transformación del sistema agroalimentario en los países desarrollados. En: M. Rodríguez-Zúñiga, R. Soria (comps.), *Lecturas sobre el sistema agroalimentario en España*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 13-36.
- Rohlf, M. (2014). Immanuel Kant. In: E. N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2014 Edition). URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/kant/>>.
- Román Cervantes, C. (2008). Las Sociedades Agrarias de Transformación en España: un análisis histórico. *CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa*, 63, pp. 65-87.
- Røpke, I. (2005). Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s. *Ecological Economics*, 55(2), pp. 262-290.
- Ruiz Avilés, P., Navarro García, L., Barea Barea, F, Vázquez Cobo, A. (2007). La calidad y las denominaciones de origen en los aceites de oliva andaluces. Distribución y consumo, 46, pp. 42-50.
- Ruiz Torres, M.J. (2012). Control Integrado de plagas en el Olivar. *Vida Rural*, 353, pp. 38-41.
- Russell, B. (1912). *The Problems of Philosophy*. London: Williams and Norgate. (Versión traducida al español: *Los Problemas de la Filosofía*. Edición Digital de la Facultad de Filosofía de la Universidad de Sevilla, sin fecha).
- Russell, B. (1914). *Our Knowledge of the External World*. Chicago and London: The Open Court Publishing Company.

Bibliografía

- Russell, B. (1924). Logical Atomism. In: J.H. Muirhead (ed.). *Contemporary British Philosophers*. London: Allen and Unwin, pp. 356-383.
- Russell, B. (1946/2013). *Historia de la filosofía occidental I*. Barcelona: Espasa Libros. Edición en formato digital epub, 2013 (Traducción al castellano del original en inglés, 1946: *History of Western Philosophy*. London: Routledge).
- Ruttan, V.W. (1994). Constraints on the design of sustainable systems of agricultural production. *Ecological Economics*, 10, pp. 209-219.
- Ruttan, V.W. (2002). Productivity growth in world agriculture: sources and constraints. *The Journal of Economic Perspectives* 16, pp. 161–184. Doi: 10.1257/089533002320951028.
- Saavedra, M. (2003). El Manejo de la Cubierta Vegetal en el Control de la Erosión en Olivar. En Bienes, R. y Marqués, MJ (eds.) *Perspectivas de la Degradación del Suelo. I Simposio Nacional sobre el Control de la Erosión y Degradación del Suelo*, Madrid, pp. 43-54.
- Saavedra, M. (2007). Manejo de suelo en olivar. En: Sbitri, M.O., Serafini, F. (coord.) *Técnicas de producción en olivicultura*. Consejo Oleícola Internacional, pp. 83-115.
- Saavedra, M., Pastor, M., (2002). *Sistemas de Cultivo en Olivar: Manejo de Malas Hierbas y Herbicidas*. Editorial Agrícola Española, S.A., 428 p.
- Saavedra, M., Alcántara, C. (2009). Importancia de la maquinaria, los herbicidas y la capacidad competitiva de las cubiertas vegetales en el manejo de malas hierbas de olivar. *Phytoma España*, 209, pp. 39-43.
- Safa, M. (2013). Deteremination of Energy consumption in Pest Control Using pesticides in New Zealand. *The Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2013* Osaka: Official Conference Proceedings, pp. 738-750.
- Safa, M., Samarasinghe, S., Mohssen, M. (2011). A field study of energy consumption in wheat production in Canterbury, New Zealand. *Energy Conversion and Management*, 52(7), pp. 2526-2532.
- Safarzynska, K., van den Bergh, J. (2010). Evolving power and environmental policy: explaining institutional change with group selection. *Ecological Economics* 69, pp. 743–752.
- Saifi, B., Drake, L., (2008). A coevolutionary model for promoting agricultural sustainability. *Ecological Economics*, 65, pp. 24–34.
- Sales, X., Carenys, J. (2008). La investigación con estudios de caso en contabilidad de gestión, una ciencia social. *Revista iberoamericana de Contabilidad de Gestión*, 6(12), pp. 1-15.
- Sánchez Jiménez, S. (2002). *El cultivo del olivar desde una perspectiva de gestión*. Jaén: Universidad de Jaén.

- Sánchez Martínez, J.D., Gallego Simón, V.J. (2011). La nueva reconversión productiva del olivar jiennense: aproximación inicial a sus fundamentos y limitaciones. *Cuadernos Geográficos*, 49, pp. 95-120.
- Sánchez Martínez, J.D., Gallego Simón, V.J., Araque Jiménez, E. (2008). El monocultivo olivarero jiennense: ¿del productivismo a la sostenibilidad? *Boletín de la A.G.E.*, 47, pp. 245-270.
- Sánchez Martínez, J.D., Gallego Simón, V.J., Araque Jiménez, E. (2011). El olivar andaluz y sus transformaciones recientes. *Estudios Geográficos*, Vol. LXXII (270), pp. 203-229. Doi: 10.3989/estgeogr.201109.
- Sankey, H. (1993). Kuhn's Changing Concept of Incommensurability. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 44 (4), pp. 759-774. Doi:10.1093/bjps/44.4.759.
- Sanz Jarque, J.J. (1985). Organización del movimiento cooperativo agrario y su fomento ante la Ley de Cooperativas Valencianas. En: I Congreso de las Cooperativas Agrícolas de la Comunidad Valenciana, Cajas Rurales provinciales de Alicante, Castellón y Valencia, pp. 153-171.
- Sanzani, S.M., Schena, L., Nigro, F., Sergeeva, V., Ippolito, A., Salerno, M.G. (2012). Abiotic diseases of olive. *Journal of Plant Pathology*, 94 (3), pp. 469-491.
- Sanz-Cañada, J. (1997). El sistema Agroalimentario Español: cambio estructural, poder de decisión y organización de la cadena alimentaria. En: J.J. González Rodríguez, C. Gómez Benito (coord.), *Agricultura y sociedad en la España contemporánea*. Madrid: CIS y MAPA, pp. 355-396.
- Sanz-Cañada, J. (2002). El Sistema Agroalimentario Español. Estrategias competitivas frente a un modelo de demanda en un contexto de mercados imperfectos. En: C. Gómez Benito, J.J. González Rodríguez (eds.), *Agricultura y sociedad en el cambio de siglo*. Madrid: McGrawHill pp. 143-179.
- Sanz-Cañada, J. (2009). Calidad alimentaria, signos distintivos, denominaciones de origen, aceite de oliva, sistemas agroalimentarios locales. En: J. Sanz-Cañada, J. (ed.), *El futuro del desarrollo rural. Sostenibilidad, innovación y puesta en valor de los recursos locales*. Madrid: Síntesis, pp. 177-200.
- Sanz-Cañada, J. (2010). Territorial externalities in local agro-food systems of typical food products the olive oil Protected Designations of Origin in Spain. In: *Innovation and Sustainable Development in Agriculture and Food - ISDA 2010*, Montpellier (France). Available from URL: <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00530963>.
- Sanz-Cañada, J. (2014). Sistemas agroalimentarios locales y multifuncionalidad. Un enfoque de investigación en alimentos, ciencias sociales y territorio. En: M.C. del Valle Rivera (coord.), *El desarrollo hoy. Hacia la construcción de nuevos paradigmas*. México:

Bibliografía

- Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, pp. 87-103.
- Sanz-Cañada, J., Hervás-Fernández, I., Coq-Huelva, D., Sánchez-Escobar, F. (2008). Prioridades de investigación en innovación en el sector del aceite de oliva en España. *Olired-CSIC*, 212 p. Available from URL: <http://hdl.handle.net/10261/11141>.
- Sanz-Cañada, J., Hervás-Fernández, I., Sánchez-Escobar, F., Coq-Huelva, D (2011). Investigación e innovación en el sector del aceite de oliva en España. Problemas, oportunidades y Prioridades de I+D+i. ALENTA, Plataforma Tecnológica del Olivar, 312 p. Available from URL: <http://hdl.handle.net/10261/51799>.
- Sanz-Cañada, J., Macías, A. (2005). Quality certification, institutions and innovation in local agro-food systems: protected designations of origin of olive oil in Spain. *Journal of Rural Studies* 21, pp. 475-486.
- Sanz-Cañada, J., Muchnik, J. (2011). Introduction: Ancrage et identité territoriale des systèmes agroalimentaires localisés. *Économie Rurale*, 322, pp. 4-10.
- Sanz-Cañada, J., Sánchez-Escobar, F., Hervás-Fernández, I., Coq-Huelva, D. (2010). Multifuncionalidad y Sistemas Agroalimentarios locales: prioridades de investigación e innovación en medio ambiente, territorio y desarrollo rural en el sector español del aceite de oliva. In: International EAAE-SYAL Seminar–Spatial Dynamics in Agri-food Systems. Parma, October 27-30, 16 p. Available from URL: <http://hdl.handle.net/10261/32720>
- Sartori, L., Basso, B., Bertocco, M., Oliviero, G. (2005). Energy use and economic evaluation of a three year crop rotation for conservation and organic farming in NE Italy. *Biosystems Engineering*, 2, pp. 245-256.
- Saunders, C., Barber, A., Taylor, G. (2006). Food miles: comparative energy/emissions performance of New Zealand's agriculture industry. Agribusiness & Economics Research Unit, Lincoln University, N.Z.
- Saussure, F. (1916/2007). Curso de lingüística general. Buenos Aires: Losada (Reedición de 2007 de la primera edición en castellano traducida en 1945 de la original en francés de 1916: C. Bally, A. Sechehaye (comp.), A. Riedlinger (col.). Cours de linguistique générale. Ferdinand de Saussure).
- Sauvée, L., Valceschini, E. (2003). Agro-alimentaire: la qualité au coeur des relations entre agriculteurs, industriels et distributeurs. En: Club DEMETER (ed.) Déméter 2004: Économie et stratégies agricoles. Paris: Armand Colin, pp. 181-227.
- Sayer, A. (1997). Critical realism and the limits to critical social science. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 27(4), pp. 473-488.

- Sayer, A. (2000). *Realism and social science*. London: SAGE Publications
- Sayer, A. (2013). Looking forward to new realist debates. *Dialogues in Human Geography*, 3(1), pp. 1-4. Doi: 10.1177/2043820613485050
- Scharff, R.C. (2002). *Comte after positivism*. Cambridge: CUP.
- Schertz, D.L. (1983). The basis for soil loss tolerances. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38 (1), pp. 10-14.
- Schmidt, B.L., Allmaras, R.R., Mannering, J.V., Papendick, R.I. (eds.) (1982). *Determinants of soil loss tolerance*. American Society of Agronomy-Soil Science Society of America. Madison, 153 p.
- Schneeberger, H. (2009). *Overfertilization: An Inverse Mitscherlich Process*. Institute of Statistics, University of Erlangen-Nürnberg, Germany. Paper 3.
- Schneeberger, H. (2010). *Mitscherlich's Law: Generalization with several fertilizers*. Institute of Statistics, University of Erlangen-Nürnberg, Germany. Paper 4.
- Schneider, E., Kay, J.J. (1994). Life as a manifestation of the second law of thermodynamics. *Mathematical and Computer Modelling*, 19, pp. 25–48.
- Schultz, T.W. (1956). Reflections on agricultural production, output and supply. *Journal of Farm Economics*, 38, pp. 613-631.
- Schultz, T.W. (1978). On Economics and Politics of Agriculture. *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, 32 (2), pp. 10-31.
- Schumacher, T.E., Lindstrom, M.J., Schumacher, J.A., Lemme, G.D. (1999). Modeling spatial variation in productivity due to tillage and water erosion. *Soil and Tillage Research*, 51 (3-4), pp. 331–339.
- Seibt, J. (2013). Process Philosophy. In: E.N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall Edition). Available from URL : <http://plato.stanford.edu/archives/fall2013/entries/process-philosophy/>.
- Sepúlveda, S., Rodríguez, A., Echeverri, R., Portilla, M. (2003). *El enfoque territorial de desarrollo rural*. San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 180 p.
- Serrano-Tovar, T., Giampietro, M. (2014). Multi-scale integrated analysis of rural Laos: Studying metabolic patterns of land uses across different levels and scales. *Land Use Policy* 36, pp. 155– 170.

Bibliografía

- Sevilla Guzmán, E. (2006). Agroecología y agricultura ecológica: hacia una “Re” construcción de la soberanía alimentaria. *Agroecología*, Vol (6) 1, pp. 7-18. Available from: <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/13/4>.
- Sevilla Guzmán, E., Woodgate, G. (1997). Sustainable rural development: from industrial agriculture to agroecology. In: M. Redclift, G. Woodgate (eds.), *The International Handbook of Environmental Sociology*. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 83-100.
- Sforzi, F., Mancini, M.C. (2012). A Reinterpretation of the Agri-Food System and its Spatial Dynamics through the Industrial District. In: F. Arfini, M.C. Mancini, M. Donati (eds.), *Local Agri-food Systems in a Global World: Market, Social and Environmental Challenges*. Newcastle upon Tyne, UK: Cambridge Scholars Publishing, pp. 9-27.
- Sheingate, A. (2001). *The Rise of Agricultural Welfare State: Institutions and Interest Group Power in the United States, France, and Japan*. New Jersey: Princeton University Press.
- Shiyomi. M., Koizumi. H. (eds.). (2001). *Structure and function in agroecosystem design and management*. First edition. Boca Raton: CRC Press LLC, 418 p.
- Siefferle, R.P. (2001). *The Subterranean Forest. Energy Systems and the Industrial Revolution*. Cambridge: The White Horse Press.
- Simon, H.A. (1962). Architecture of Complexity. *Proceedings of The American Philosophical Society*, 106 (2), pp. 467-482.
- Simon, H.A. (1981). *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Slessor, M. (1973). Energy subsidy as a criterion in food policy planning. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 24, pp. 1193-207.
- Slessor, M. (1978). Energy Analysis: Its Utility and Limits. IIASA Research Memorandum RM-78-46. Laxenburg, International Institute for Applied Systems Analysis, 68 p.
- Slessor, M., Lewis, C. y Edwardson, W. (1977). Energy systems analysis for food policy. *Food Policy*, 2, pp. 123-129.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. London: W. Strahan & T. Cadell.
- Smith, M. (1992). CROPWAT, a computer program for irrigation planning and management. *Estudio de Riego y Drenaje*, 46. Roma: FAO.
- SODEAN (2006). *Potencial y aprovechamiento de la biomasa del olivar*. SODEAN. Junta de Andalucía, 24 p.

- Soffer, J. (1993). Jean Piaget and George Kelly: Toward a stronger constructivism. *International Journal of Personal Construct Psychology*, 6 (1), pp. 59-77. Doi: 0.1080/08936039308404332.
- Spash, C.L. (2008). How Much is that Ecosystem in the Window? The One with the Bio-diverse Trail. *Environmental Values* 17, pp. 259–284. Doi: 10.3197/096327108X303882.
- Spash, C.L. (2011). Social Ecological Economics: Understanding the Past to See the Future. *American Journal of Economics and Sociology*, 70 (2), pp. 340-375.
- Spash, C.L. (2012). New foundations for ecological economics. *Ecological Economics*, 77, pp. 36-47.
- Spash, C.L. (2013). The shallow or the deep ecological economics movement? *Ecological Economics*, 93, pp. 351–362.
- Spash, C.L., Ryan, A. (2010). Ecological, heterodox and neoclassical economics: investigating the differences. MPRA Paper No. 39624. Available from: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/39624>.
- Stachowicz, J.J. (2001). Mutualism, Facilitation, and the Structure of Ecological Communities Positive interactions play a critical, but underappreciated, role in ecological communities by reducing physical or biotic stresses in existing habitats and by creating new habitats on which many species depend. *Bioscience*, 51(3), pp. 235-246.
- Stanhill, G. (1974). Energy and agriculture: A national case study. *Agro-Ecosystems*, 1, pp. 205-217.
- Stanhill, G. (1984). Introduction to the role of energy in agriculture. In: Stanhill, G. (ed.), *Energy and Agriculture*. Berlin: Springer Verlag, pp. 1-7.
- Steffen, W., Persson, Å., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P., Folke, C., Gordon, L., Molina, M., Ramanathan, V., Rockström, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H.J., Svedin, U. (2011). The Anthropocene: From Global Change to Planetary Stewardship. *Ambio*, 40(7), pp. 739-761. Doi: 10.1007/s13280-011-0185-x.
- Stegmüller, W. (1973/1983). *Estructura y dinámica de teorías*. Barcelona: Ariel (Edición en castellano de 1983, del original en alemán, 1973: *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*. Berlin, Heidelberg: Springer).
- Steinbock, U. (2009). *The Philosophy of Jürgen Habermas. A Critical Introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Stern, D. (2007). Wittgenstein, the Vienna Circle, and Physicalism: A Reassessment. In: A. Richardson, T. Uebel (ed.), *The Cambridge companion to logical empiricism*. Cambridge: CUP, pp. 305-331.

Bibliografía

- Stocking, M.J. (1985). *Erosion-induced loss in soil productivity: trends in research and international cooperation*. Norwich: Overseas Development Group, University of East Anglia.
- Stocking, M.J., Saunders, D.W. (1992). The impact of erosion on soil productivity. In: Haskins, P.G. and Murphy, B.M. (eds.), *Proceedings, Seventh International Soil Conservation Conference, Sydney Vol. 1*, Sydney: International Soil Conservation Organization and Department of Conservation and Land Management, pp. 102–108.
- Stroosnijder, L., Mansinho, M.I., Palese, A.M. (2008). OLIVERO: The project analysing the future of olive production systems on sloping land in the Mediterranean basin. *Journal of Environmental Management*, 89 (2), pp. 75-85.
- Sylvander, B., Lagrange, L., Monticelli, C. (2007). Les signes officiels de qualité et d'origine européens. *Économie rurale*, 3, pp. 7-23.
- Tabatabaeefar, A., Emamzadeh, H., Varnamkhasti, M.G., Rahimizadeh, R., Karimi, M. (2009). Comparison of energy of tillage systems in wheat production. *Energy* 34, pp. 41–45.
- Taguas, E.V., Cuadrado, P., Ayuso, J.L., Yuan, Y., Perez, R. (2010b). Spatial and temporal evaluation of erosion with RUSLE: a case study in an olive orchard microcatchment in Spain. *Solid Earth Discussion*, vol. 2, pp. 275–306. Available from www.solid-earth-discuss.net/2/275/2010/doi:10.5194/sed-2-275-2010.
- Taguas, E.V., Peña, A., Ayuso, J.L., Pérez, R., Yuan, Y., Giráldez, J.V. (2010a). Rainfall variability and hydrological and erosive response of an olive tree microcatchment under no-tillage with a spontaneous grass cover in Spain. *Earth Surface. Processes & Landforms*, 35 (7), pp. 350–360.
- Tainter, J.A, Taylor, G.T. (2014). Complexity, problem-solving, sustainability and resilience. *Building Research & Information*, 42(2), pp. 168-181. Doi: 10.1080/09613218.2014.850599.
- Tainter, J.A. (1988). *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge: CUP.
- Tainter, J.A. (1995). Sustainability of Complex Societies. *Futures*, 27 (4), pp. 397-407.
- Tainter, J.A. (2006). Social complexity and sustainability. *Ecological Complexity*, 3, pp. 91-103. Doi: 10.1016/j.ecocom.2005.07.004.
- Tainter, J.A. (2011). Energy, complexity, and sustainability: A historical perspective. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1, pp. 89–95.
- Tainter, J.A., Allen, T.F.H., Hoekstra, T.W. (2006). Energy transformations and post-normal science. *Energy*, 31, pp. 44–58. Doi: 10.1016/j.energy.2004.06.002.

- Tainter, J.A., Allen, T.F.H., Little, A., Hoekstra, T.W. (2003). Resource transitions and energy gain: contexts of organization. *Conservation Ecology*, 7(3): 4. [online] Available from URL: <http://www.consecol.org/vol7/iss3/art4>.
- Tello, E. (2013). La transformació històrica del paisatge entre l'economia, l'ecologia i la història: podem posar a prova la hipòtesi de Margalef? *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 75, pp. 195-221. Doi: 10.2436/20.3002.01.29.
- Tello, E., Galán, E. (2013). Sistemas agrarios sustentables y transiciones en el metabolismo agrario: desigualdad social, cambios institucionales y transformaciones del paisaje en Catalunya (1850-2010). *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña*, 2 (2), pp. 267-306.
- Tello, E., Garrabou, R., Cussó, X. (2008). Una interpretació de los cambios de uso del suelo desde el punto de vista del metabolismo social agrario. La comarca catalana del Vallès, 1853-2004. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 7, pp. 97-115.
- Terral, J.F., Alonso, N., Capdevila, R.B., Chatti, N., Fabre, L., Fiorentino, G., Marínval, P., Pérez Jordá, G., Pradat, B., Rovira, N., Alibert, P. (2004). Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material. *Journal of Biogeography* 31, pp. 63–77.
- Testi, L., Villalobos, F.J., Orgaz, F., Fereres, E., (2006). Water requirements of olive orchards: I simulation of daily evapotranspiration for scenario analysis. *Irrigation Science* 24, pp. 69-76.
- Thompson, P.W. (2000). Radical Constructivism: Reflections and Directions. In: L.P. Steffe, P.W. Thompson (eds.). *Radical Constructivism in Action Building on the Pioneering Work of Ernst von Glasersfeld*. London: Routledge. E-book Edition, 2003, pp. 291-315.
- Thomson, I. (2009). Phenomenology and Technology. In: J.K.B. Olsen, S.A. Pedersen, V.F. Hendricks (eds.). *A Companion to the Philosophy of Technology*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. Doi: 10.1002/9781444310795.ch34.
- Thomson, W. (Lord Kelvin) (1851). On the Dynamical Theory of Heat, with Numerical Results Deduced from Mr Joule's Equivalent of a Thermal Unit, and M. Regnault's Observations on Steam. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 20, pp. 261–268, 289–298.
- Thornton, S. (2014). Karl Popper. In: Edward N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. (Summer 2014 Edition). URL: <http://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/popper/>.
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), pp. 671-677.

Bibliografía

- Tió Sarralegui, C. (1982). La política de aceites comestibles en la España del siglo XX. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Publicaciones Agrarias, 532 p.
- Tischler, W. (1965). Agrarökologie. Jena, Germany: Gustav Fischer Verlag.
- Toledo, V. (1993). La racionalidad de la producción campesina. En: E. Sevilla, M. González de Molina (eds.), Ecología, campesinado e historia. Madrid: La Piqueta, pp. 197-218.
- Toledo, V. (1995). Campesinidad, Agroindustrialidad, Sostenibilidad: los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo. México: Ed. Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales.
- Toledo, V., Barrera-Bassols, N. (2008). La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Barcelona: Icaria Editorial, 232 p.
- Toledo, V.M. (1985). Ecología y autosuficiencia alimentaria. México: Siglo XXI.
- Tombesi, A., Tombesi, S. (2010). Plantación del olivar. En Sbitri, M.O., Serafini, F. (coord.) Técnicas de producción en olivicultura. Consejo Oleícola Internacional, pp. 14-40.
- Toro-Mújica, P, García, A., Gómez-Castro, A., Perea, J., Rodríguez-Estévez, V., Angón, E., Barba, C. (2012). Organic dairy sheep farms in south-central Spain: Typologies according to livestock management and economic variables. *Small Ruminant Research*, 104 (1-3), pp. 28-36.
- Torres Salcido, G. (2013). Sistemas agroalimentarios localizados. Innovación y debates desde América Latina. *Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis*, 10(2), pp. 68-94. Doi: 10.5007/1807-1384.2013v10n2p68.
- Torres Salcido, G., Sanz-Cañada, J., Muchnik, J. (2010). Territorios, desarrollo rural y capital social. Claves e interrogantes sobre los sistemas agroalimentarios localizados. En: G. Torres Salcido, J. Sanz-Cañada, J., Muchnik (eds.), Territorios rurales. Pobreza, acción colectiva y multifuncionalidad. México DF: Eds. UNAM, pp. 7-41.
- Torri, D., Borselli, L., Calzolari, C., Yañez, M., Salvador Sanchis, M. P. (2002). Soil erosion, land use, soil quality and soil functions: Effects of erosion. In: J.L. Rubio, R.P.C. Morgan, S. Asins, V. Andreu (eds.). Man and soil at the third millennium. Geofoma Ediciones CIDE, pp. 131-148.
- Tourgot, A.R.J. (1768). Observations sur le mémoire de M. de Saint-Péravy en faveur de l'impôt indirect couronné par la Société Royale d'Agriculture de Limoges [Reproducción: Daire, M.E. (1844). Oeuvres de Tourgot. Paris: Guillaumine Libraire, 675 p.].
- Tous, J. (2010). Modelos actuales en las plantaciones intensivas de olivo. *Vida Rural*, 304, pp. 60-62.

- Tous, J. (2012). Nuevas tendencias en el diseño de plantaciones de olivo: material vegetal, mecanización y potencial productivo. *Revista de fruticultura*, N° Extra 24, pp. 74-85.
- Tous, J., Romero, A., Hermoso, J.F., Mallén, N. (2007). Sistemas de producción del olivo en seto: experiencias en Cataluña. *Revista agropecuaria*, 896, pp. 360-367.
- Tous, J., Romero, A., Plana, J. (2003). Plantaciones superintensivas en olivar. Comportamiento de 6 variedades. *Agricultura*, 851, pp. 346-350.
- Tous, J., Romero, A., Plana, J., Baiges, F. (1999). Planting density trial with 'arbequina' olive cultivar in Catalonia (Spain). *Acta Horticulturae (ISHS)* 474, pp. 177-180.
- Trapero, A., Blanco, M.A. (2008). Enfermedades. En Barranco, D., Fernández-Escobar R., Rallo, L. (eds.). *El cultivo del olivo*. Madrid: Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, 6ª Edición, pp. 595-656.
- Trapero, C., Birem, F., Caballero, J., Abho-Sheker, F.M., Mercado-Blanco, J., Del Río Rincón, C., Trapero Casas, A., Martos Moreno, C., Raya Ortega, M.C., Arquero Quilez, O., Serrano Castillo, N., Alcántara Vara, E., Molina, M., Muñoz Díez, C., Rallo Romero, L., Barranco Navero, D., Roca Castillo, L.F., Moral Moral, J., Blanco López, M.A., López Escudero, F.J. (2010). Avances en la resistencia del olivo a la verticilosis causada por "Verticillium dahliae". *Vida Rural*, 316, pp. 36-44.
- Trapero, C., López Escudero, F.J., Roca Castillo, L.F., Blanco López, M.A., Trapero Casas, A. (2011). La verticilosis, un grave problema de la olivicultura actual. *Agricultura*, 937, pp. 106-110.
- Tua Pereda, J. (1996). Ampliar el marco conceptual de la información financiera. *AECA*, 40, pp. 5-9.
- Tua Pereda, J., Yebra Cemborain, R.O., Pulido Alvarez. A. (2012). Marco Conceptual de la Información Financiera. Madrid: AECA. Documentos AECA, Principios contables.
- Turner II, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A., Schiller, A. (2003). Science and technology for sustainable development special feature: a frame-work for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the US National Academy of Sciences*, 100 (14), pp. 8074–8079.
- Tyfield, D. (2012). *The Economics of Science: A Critical Realist Overview*. Volume I: Illustrations and philosophical preliminaries. London, New York: Routledge, 248 p.
- Uebel, T. (2014). Vienna Circle. In: E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition). URL : <http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/vienna-circle/>.

Bibliografía

- Uffink, J. (2014). Boltzmann's Work in Statistical Physics. In: E.N. Zalta (ed.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Fall 2014 Edition. URL : <http://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/statphys-Boltzmann/>.
- Uhlin, H.E. (1998). Why energy productivity is increasing: an I-O analysis of Swedish agriculture. *Agricultural Systems* 56(4), pp. 443-465.
- Uhlin, H.E. (1999). Energy productivity of technological agriculture-lessons from the transition of Swedish agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 73, pp. 63-81.
- Ulanowicz, R.E. (1986). Growth and development: Ecosystems phenomenology. New York, Springer-Verlag, 203 p.
- Ulanowicz, R.E., Abarca-Arenas, L.G. (1997). An informational synthesis of ecosystem structure and function. *Ecological Modelling*, 95(1), pp. 1-10.
- Uri, N.D., Lewis, J.A. (1998). The dynamics of soil erosion in US agricultura. *Science of The Total Environment*, 218 (1), pp. 45–58.
- Urrestarazu H. (2014). Social Autopoiesis? *Constructivist Foundations* 9(2), pp. 153–166. Available at URL: <http://www.univie.ac.at/constructivism/journal/9/2/153.urrestarazu>
- Usai, M.G., Casu, S., Molle, G., Decandia, M., Ligios, S., Carta, A. (2006). Using cluster analysis to characterize the goat farming system in Sardinia. *Livestock Science*, 104, (1-2), pp. 63-76.
- USDA (2013a). Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 (RUSLE2). Washington, D.C.: USDA-Agricultural Research Service. Available from: <http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=6028>
- USDA (2013b). National Soil Survey Handbook, title 430-VI. U.S. Part 618 – Soil Properties and Qualities. Subpart B – Exhibits (618.93). Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Available from: <http://soils.usda.gov/technical/handbook/>
- Uzquiano, P. (1997). Antracología y métodos: implicaciones en la economía prehistórica, etnoarqueología y paleoecología. *Trabajos de Prehistoria*, 54(1), pp. 145-154. Doi: 10.3989/tp.1997.v54.i1.383.
- Valceschini, E. (1995). Le produit agro-alimentaires dans le marché européen. En: G. Allaire, R. Boyer (eds.) La grande transformation de l'agriculture: lectures conventionnalistes et régulationnistes. Paris : INRA Editions/Economica (444 p.), pp. 53-72.
- Valceschini, E. (1999). Les signaux de qualité crédibles sur les marchés agroalimentaires: certifications officielles et marques. En: L. Lagrange (ed.), Signes officiels de qualité et développement agricole. Paris: Eds. Technique & Documentation, pp. 147-166.

- Valceschini, E. (2000). Territoire et signalisation de la qualité: l'environnement institutionnel de la dénomination d'origine. *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, 3, pp. 489-499.
- Valceschini, E., Nicolas, F. (1995). La dynamique économique de la qualité agro-alimentaire. En: F. Nicolas, E. Valceschini (eds.), *Agro-alimentaire: une économie de la qualité*. Paris: INRA; *Economica* (433 p.), pp. 15-37.
- van Fraassen, B.C. (1980). *The Scientific Image*. Oxford: Oxford University Press.
- van Fraassen, B.C. (2001). Constructive Empiricism Now. *Philosophical Studies*, 106, pp. 151–170.
- van Fraassen, B.C. (2008). *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective*. Oxford: Oxford University Press.
- van Oost, K., Govers, G., De Alba, S., Quine, T. (2006). Tillage erosion: a review of controlling factors and implications for soil quality. *Progress in Physical Geography*, 30, pp. 443-466.
- Vandenbergh, F. (2014). *Whats Critical about Critical Realism: Essays in Reconstructive Social Theory*. London, New York: Routledge.
- Vanderbeck, E. (2013). *Principles of Costs Accounting*. 16th Edition. Mason, OH: South-Western Cengage Learning.
- Vanwalleghem, T., Infante-Amate, J., de Molina, M.G., Soto-Fernández, D., Alfonso-Gómez, J.. (2011). Quantifying the effect of historical soil management on soil erosion rates in Mediterranean olive orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 142(3), 341-351.
- Vanwalleghem, T., Infante-Amate, J., González de Molina, M., Soto Fernández, D., Gómez, J.A. (2011). Quantifying the effect of historical soil management on soil erosion in olive orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 142 (3-4), pp. 341-351.
- Vega Macías, V. (2012). Viabilidad económica de las distintas plantaciones de olivar. En: Hidalgo, J.C., Hidalgo, J., Vega, V., García-Ortiz, C., Bejarano, J., Rodríguez, D., Arias, R. *Jornada Técnica 'Innovaciones en el cultivo del olivo'*. Conclusiones de las ponencias. Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, pp. 4-9.
- Vega, V., Hidalgo, J.C., Hidalgo, J. (2008). Poda del olivo en la olivicultura intensiva. *Agricultura*, 906, pp. 308-315.
- Velasco Gámez, M.M. (2009). *Análisis competitivo de los distintos modos de explotación olivarera. Alternativas viables para el cultivo tradicional*. Tesis Doctoral. Jaén: Universidad de Jaén. Departamento de Administración de Empresas, Contabilidad y Sociología.

Bibliografía

- Vera Márquez, M., Marfil Ureña, A.M., Guzmán Vico, A. (coord.) (2006). Costes de producción en el olivar jiennese. Jaén: Diputación de Jaén y Citoliva, 91 p.
- Vernadsky, V.I. (1926/1997). La biosfera. Madrid: Fundación Argentaria y Visor [Traducción al castellano de la edición francesa de 1929 (La Biosphère. Paris: Felix Alcan, Nouvelle Collection Scientifique), traducida y reestructurada a partir del original en ruso, 1926].
- Viladomiu Canela, L. (1985). La inserción de España en el complejo soja-mundial. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Publicaciones Agrarias, 448 p.
- Vilar Hernández, J. Velasco Gámez, M.M., Puentes Poyatos, R. (2010). Incidencia del modo de explotación del olivo sobre la renta neta del olivicultor. Estrategias para el cultivo extensivo en el contexto de la posible ausencia de subvenciones. *Grasas y aceites*, 61 (4), pp. 430-440. Doi: 10.3989/gya.010210.
- Vilar Hernández, J., Velasco Gámez, M.M., Puentes Poyatos, R., Martínez Rodríguez, A.M. (2011). El olivar tradicional: alternativas estratégicas de competitividad. *Grasas y aceites*, 62 (2), pp. 221-229. Doi: 10.3989/gya.091610.
- von Schilling, C., Straussfogel, D. (2009). Entropy debt: a link to sustainability? Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the International Society for the Systems Sciences, ISSS. Brisbane, Australia. Available from URL: <http://journals.iss.org/index.php/proceedings53rd/article/viewFile/1302/465>.
- Voss, A. (2006). Energy in a Sustainable Development Perspective. In: E. Ehlers, T. Krafft (eds.), *Earth System Science in the Anthropocene*. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 153-166. Doi: 10.1007/3-540-26590-2_12.
- Vossen, P.M. (2002). Super-high-density olive oil production. *OLINT Magazine*, 1, pp. 17-23.
- Vossen, P.M. (2004). Case study: Super-highdensity olive oil production in California. Australian Olive Association: Proceedings of the National Olive Industry Conference. Perth, Australia, Oct. 27-30.
- Vossen, P.M. (2007). Olive Oil: History, Production, and Characteristics of the World's Classic Oils. *HortScience*, 42, pp. 1093-1100.
- Vossen, P.M., Connell, J.H., Klonsky, K., Livingston, P. (2004). Samples costs to establish a super-high-density olive orchard and produce oil—Sacramento Valley. Oakland, CA: University of California Cooperative Extension Division of Agriculture and Natural Resources.
- Vygotsky, L.S. (1932/1986). *Thought and Language*. Cambridge, MA: The M.I.T. Press (edición en inglés de 1987 traducida por Alex Kozulin del original de 1932 en ruso).

- Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R., Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2): 5 [online]. Available from URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>.
- Walker, P.A. (2005). Political ecology: where is the ecology? *Progress in Human Geography*, 29(1), pp. 73–82. Doi: 10.1191/0309132505ph530pr.
- Walras, L. (1874). *Éléments d'économie politique pure, ou théorie de la richesse sociale*. Lausana: L. Corbaz & Cie. Accesible en Internet Archive, URL: <https://archive.org/details/lmentsdconomiep00walrgoog>.
- Wallerstein, I. (1974/1979). *El moderno sistema mundial. La agricultura capitalista y los orígenes de la economía-mundo europea en el siglo XVI*. Madrid: Siglo XXI (Edición española, 1979, de la traducción del original en inglés, 1974: *The Modern World-System: Capitalist Agriculture and the Origins of the European World-Economy in the Sixteenth Century*. Nueva York: Academic Press).
- Wallerstein, I. (1980/1984). *El Moderno Sistema Mundial -Vol. II - El Mercantilismo y la Consolidación de la Economía-Mundo Europea, 1600-1750*. Madrid: Siglo XXI (Edición en español de 1984 de la traducción del original en inglés, 1980: *The Modern World-System. II Mercantilism and the Consolidation of the European World Economy*. Nueva York: Academic Press).
- Watts, R.L., Zimmerman, J.L. (1978). Towards a Positive Theory of the Determination of Accounting Standards. *The Accounting Review*, 53 (1), pp. 112-134.
- Watts, R.L., Zimmerman, J.L. (1979). The demand for a supply of accounting theories: the market for excuses. *The Accounting Review*, 54 (2), pp. 273-305.
- Wells, C. (2001). *Total Energy Indicators of Agricultural Sustainability: Dairy Farming Case Study*. Technical Paper 2001/3. University of Otago.
- Wenseleers, T., Gardner, A., Foster, K.R. (2010). Social evolution theory: a review of methods and approaches. *Social behaviour: genes, ecology and evolution*. New York: CUP, pp. 132-158.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., David, C. (2011). Agroecology as a Science, a Movement and a Practice. In: Lichtfouse, E., Hamelin, M., Navarrete, M., Debaeke, P. (eds.). *Sustainable Agriculture Volume 2*. Amsterdam: Springer Netherlands, pp 27-43. Doi: 10.1007/978-94-007-0394-0_3.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement or a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, pp. 503–515. Doi: 10.1051/agro/2009004.

Bibliografía

- Wezel, A., David, C. (2012). Agroecology and the Food System. In: E. Lichtfouse (ed.), *Agroecology and Strategies for Climate Change*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, pp. 17-33. Doi: 10.1007/978-94-007-1905-7_2.
- Wezel, A., Fleury, P., David, C., Mundler, P. (2015). The Food System Approach in Agroecology Supported by Natural and Social Sciences: Topics, Concepts, Applications. In: N. Benkeblia (ed.) *Agroecology, Ecosystems, and Sustainability*. Boca Raton, London, New York: CRC Press, pp. 181-199.
- Wezel, A., Soldat, V. (2009). A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(1), pp. 3-18. Doi: 10.3763/ijas.2009.0400.
- Whatmore, S. (1995). From farming to Agribusiness: The Global Agro-food System. In: R.J. Johnston, P.J Taylor, M.J. Watt (eds.), *Geographies of Global Change*. Oxford: Blackwell Publishers, pp. 36-49.
- Whitehead, A.N. (1929). *Process and Reality: An Essay in Cosmology*. In: D.R. Griffin, D.W. Sherbourne (eds.) Critical edition. New York: Macmillan.
- Whitehead, A.N., Russell, B. (1910). *Principia Mathematica*. Vol. I. Cambridge: Cambridge University Press. (Reimpresión de 1963 de la segunda edición, 1927, accesible en Internet Archive, URL: <https://archive.org/details/PrincipiaMathematicaVolumeI>).
- Whitehead, A.N., Russell, B. (1912). *Principia Mathematica*. Vol. 2. Cambridge: Cambridge University Press. (Segunda edición, 1927, accesible en Internet Archive, URL: <https://archive.org/details/PrincipiaMathematicaVol2>).
- Whitehead, A.N., Russell, B. (1913). *Principia Mathematica*. Vol. 3. Cambridge: Cambridge University Press. (Segunda edición, 1927, accesible en Internet Archive, URL: <https://archive.org/details/PrincipiaMathematicaVol3>).
- Wiedenhofer, D., Rovenskaya, E., Haas, W., Krausmann, F., Pallua, I., Fischer-Kowalski, M. (2013). Is there a 1970s syndrome? Analyzing structural breaks in the metabolism of industrial economies. *Energy Procedia*, 40, pp. 182-191.
- Wilson, E.O. (1988a). *Biodiversity*. Washington, D.C: National Academy Press, 538 p.
- Wilson, E.O. (1998b). *Consilience: The Unity of Knowledge*. New York: Knopf.
- Wilson, G.A. (2007). *Multifunctional agriculture: a transition theory perspective*. CABI.
- Williams, D.W., McCarty, T.R., Gunkel, W.W., Price, D.R., Jewell, W.J. (1975). Energy utilisation on beef feedlots and dairy farms. In: Jewell, W.J., Arbor, A. (eds.). *Energy, Agriculture and Waste Management*. Science Press, pp. 29-47.

- Winson, A. (1992). *The intimate commodity: Food and development of the agro-industrial complex in Canada*. Toronto: Garamont Press, 159 p.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D. (1958). Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Transactions of the American Geophysical Union*, 39 (2), pp. 285–291.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D. (1965). Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the rocky mountains. Guide for selection of practices for soil and water conservation. United States Department of Agriculture, Handbook no. 282. Washington, DC: United States Government Printing Office.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. United States Department of Agriculture, Handbook no. 537. Washington, DC: United States Government Printing Office.
- Wittgenstein, L. (1922). *Tractatus Logico-Philosophicus*. Edición Ebook a partir de C. K. Ogden (trans.), London: Routledge & Kegan Paul. Proyecto Gutenberg. Accesible desde URL: <http://www.gutenberg.org/ebooks/5740> (Traducción al inglés de la versión original en alemán Logisch-Philosophische Abhandlung. *Annalen der Naturphilosophische*, XIV (3/4), 1921).
- Wittgenstein, L. (1953). *Philosophical Investigations*. G.E.M. Anscombe and R. Rhees (eds.), G.E.M. Anscombe (trans.). Third Edition 1967. Oxford: Blackwell.
- Worden, L. (2010). Notes from the greenhouse world: a study in coevolution, planetary sustainability and community structure. *Ecological Economics*, 69, pp. 762–769.
- Xiloyannis, C., Martinez Raya, A., Kosmas, C., Favia, M. (2008). Semiintensive olive orchards on sloping land: requiring good land husbandry for future development. *Journal of Environmental Management*, 89 (2), pp. 110–119.
- Young, O.R., Berkhout, F., Gallopin, G C., Janssen, M.A., Ostrom, E., van der Leeuw, S. (2006). The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research. *Global Environmental Change*, 16(3), pp. 304-316.
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Haywood, A., Ellis, M. (2011). The Anthropocene: a new epoch of geological time? *Philosophical Transaction of The Royal Society A*, 369, pp. 835-841. Doi: 10.1098/rsta.2010.0339.
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Steffen, W., Crutzen, P. (2010). The New World of the Anthropocene. *Environmental Science & Technology*, 44 (7), pp. 2228–2231. Doi: 10.1021/es903118j.
- Zambrana, J.F. (1987). *Crisis y modernización del olivar*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Serie Estudios.

Bibliografía

- Zambrana, J.F. (2000). De grasa industrial a producto de mantel: transformaciones y cambios en el sector oleícola, 1830-1986. *Revista de Historia Industrial*, 18, pp. 13-38.
- Zambrana, J.F. (2004). La inserción de España en el mercado internacional de los aceites vegetales: una perspectiva de la crisis olivar tradicional, 1950-1986. *Revista de Historia Industrial*, 26, pp. 141-182.
- Zia, A., Kauffman, S., Koliba, C., Beckage, B., Vattay, G., Bomblies, A. (2014). From the Habit of Control to Institutional Enablement: Re-envisioning the Governance of Social-Ecological Systems from the Perspective of Complexity Sciences. *Complexity, Governance & Networks*, 1(1), pp. 79-88. Doi: 10.7564/14-CGN4.
- Zohary, D. (2004). Unconscious selection and the evolution of domesticated Plants. *Economic Botany*, 58(1), pp. 5-10.
- Zohary, D., Hopf, M., Weiss, E. (2012). Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Domesticated Plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin. 4th Edition. Oxford University Press, 243 p.
- Zorom, M., Barbier, B., Mertz, O., Servat, E. (2013). Diversification and adaptation strategies to climate variability: A farm typology for the Sahel. *Agricultural Systems*, 116, pp. 7-15.

