



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

**FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA FÍSICA
Y ANÁLISIS GEOGRÁFICO REGIONAL**

TESIS DOCTORAL

**PLANIFICACIÓN FÍSICA, TERRITORIO Y GESTIÓN DEL
COMPOSTAJE: APLICACIÓN A LA MANCOMUNIDAD DE LA
CAMPIÑA (SEVILLA)**

NACIANCENO MINA MARULANDA

Directores:

Dr. ENRIQUE LÓPEZ LARA

Dr. MARCO GARRIDO CUMBRERA

SEVILLA (ESPAÑA), 2014

Nacienceno Mina Marulanda
Planificación Física, Territorio y Gestión del Compostaje:
aplicación a la Mancomunidad de la Campiña (Sevilla)

Universidad de Sevilla: Facultad de Geografía e Historia

Departamento: Geografía Física y Análisis Regional

Título: PLANIFICACIÓN FÍSICA, TERRITORIO Y GESTIÓN DEL COMPOSTAJE: APLICACIÓN A LA MANCOMUNIDAD DE LA CAMPIÑA (SEVILLA)

Autor: Nacienceno Mina Marulanda

RESUMEN

El compostaje es una técnica de aprovechamiento de los residuos orgánicos que ha venido aplicándose desde la Antigüedad; la técnica de preparación y manera de empleo ha ido evolucionando acorde con las nuevas necesidades y con los adelantos técnicos acaecidos.

El compost, dadas sus propiedades, se ha empleado para mejorar las características del suelo, teniendo como principal destino los suelos agrícolas. Sin embargo, en la medida que se ha obtenido un mayor conocimiento de sus bondades se le ha dado otros usos: jardinería, recuperación de suelos degradados, control de la erosión, reforestación... suponiendo mejoras para el medio ambiente.

Al cambiar, con el transcurso del tiempo, las características de los residuos orgánicos con los que se elabora el compost y haberse investigado sobre posibles efectos negativos sobre el suelo, se vio la necesidad de que este material no se depositase arbitrariamente sobre el terreno; antes al contrario, su uso debería responder a criterios que obedecieran a buenas prácticas agrícolas y ambientales, que se fundamentan en regular la cantidad de compost (dosis), la frecuencia de aplicación sobre el mismo terreno, según su composición y uso que se le dé.

La Tesis Doctoral trata de responder a este último aspecto, buscando con la planificación física territorial una sistemática que genere una gestión eficiente del compostaje desde los poderes públicos cercanos, los municipios y su organización supramunicipal, las mancomunidades.

En la fase inicial el trabajo se orientó a la revisión bibliográfica, buscando información que permitiera conocer las bondades del compost y de estudios realizados que relacionaran espacialmente, a distintas escalas, el empleo del compost, como también las herramientas de análisis y georreferenciación utilizadas.

Se seleccionó como área de estudio la Mancomunidad de Municipios Campiña, de la provincia de Sevilla, que cuenta con una planta para la producción de compost y suficiente terreno para su disposición. En el territorio de esta Mancomunidad se

estudió la posibilidad de integrar y georreferenciar todas las etapas relacionadas con la recolección y clasificación de residuos, de una parte, y de otra, con producción de compost y su utilización.

Una vez que se comprobó de era factible realización de la propuesta, acorde con los usos actuales del suelo en la Mancomunidad, las dosis de compost recomendadas de compost para esos suelos y la producción actual de compost en la planta, se calculó la necesidad de compost para saturar hipotéticamente toda la superficie y la disponibilidad del mismo, según datos de producción.

Se llegó a la conclusión que con la producción actual de compost y aún incrementándola, mediante la transformación en compost de toda la materia orgánica posible de obtener en la Mancomunidad, no se satisfaría la demanda por lo cual se debería definir el destino prioritario del compost y planificar su distribución para una mayor eficacia.

Por ello se recomendó, al no realizarse la recolección selectiva de los residuos, requisito indispensable para su empleo en la agricultura, que el compost se destinara a fines ambientales, zonas verdes y suelos de minas, canteras y áreas en construcción, procediéndose a estimar las necesidades. Los resultados del estudio mostraron que se podría satisfacer toda la necesidad de compost de las zonas verdes y solo un porcentaje minúsculo del otro uso del suelo.

Esta situación llevó a diagnosticar que para el aprovechamiento óptimo del compost, dada su escasez y falta de registros de su empleo de los resultados obtenidos de los usuario y del destino, sería necesario plantearse una planificación física territorial y el empleo de herramientas análisis y georreferenciación. Ello fue posible metodológicamente mediante el empleo de la información disponible en las diferentes tablas elaboradas para la los cálculos y estimaciones, con las se confeccionó una base de datos que proporciona toda la información requerida y facilita su proyección y análisis cartográfico, que fuera de ayuda para mejorar el empleo del compost.

La Tesis aborda unas conclusiones y una serie de recomendaciones para optimizar desde la perspectiva de la planificación física territorial el uso y la gestión del compostaje.

Índice General

Índice General	2
Índices de figuras.....	6
AGRADECIMIENTOS.....	10

PARTE PRIMERA: PLANTEAMIENTOS GENERALES

CAPÍTULO 1.- JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS	14
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	14
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.4 HIPÓTESIS.....	20
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	22
2.1 PREMISAS	22
2.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	24
2.3 MATERIAL DE APOYO TÉCNICO	27
2.4 PROCEDIMIENTO	29

PARTE SEGUNDA: ESTADO DE LA CUESTIÓN: RESIDUOS URBANOS, COMPOSTAJE Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.

CAPÍTULO 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN: PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS URBANOS	34
3.1 ASPECTOS PRELIMINARES	34
3.2 PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS URBANOS	36
3.2.1 Producción de residuos urbanos.....	36
3.2.2 Generación de residuos urbanos biodegradables en España.	40
3.3 MARCO LEGAL.....	41
3.3.1 Legislación Europea.....	42
3.3.2 Normas de ámbito nacional.	42
3.3.3 Plan Nacional Integrado de Residuos Urbanos (PNIR).....	42
3.3.4 Otras normas de ámbito nacional en relación con los residuos urbanos.....	43
3.3.5 Normas y planes regionales de Andalucía.	43
3.4 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS URBANOS EN ESPAÑA.....	44
3.5 FUENTES DE RESIDUOS ORGÁNICOS.....	47
3.5.1 Residuos Agrícolas en España.	47
3.5.1.1 Residuos del cultivo y cosecha de cereales.....	48
3.5.1.2 Residuos de vegetales verdes	48
3.5.1.3 Residuos de la poda de viña y frutales.....	48
3.5.1.4 Residuos de las Industrias de Transformación Agrícola.....	49

3.5.2 Residuos ganaderos.....	49
3.5.3 Residuos de la industria de alimentos.....	49

CAPÍTULO 4. PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES Y PUESTA EN VALOR DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	52
4.1. ASPECTOS PRELIMINARES	52
4.2. PUESTA EN VALOR DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS.	54
4.3. EL SUELO Y SUS PROPIEDADES.....	55
4.3.1 La materia orgánica del suelo.....	57
4.3.2. Aplicación del compost en el suelo.....	59
4.3.2.1. ¿Cómo aplicar el compost?	59
4.3.2.2. Usos más frecuentes del compost.	61
4.4. BENEFICIOS AMBIENTALES DEL COMPOST.	70
4.4.1. El Compost y la fertilización del suelo.....	70
4.4.2. Compost y el pH del suelo.....	71
4.4.3. Efecto del compost en la retención de agua en el suelo.	71
4.4.4. Compost y el efecto invernadero.....	72
4.4.5. Restauración de suelos degradados.....	74
4.4.6. El compost en la reducción de la erosión y el arrastre de sólidos.	76
4.5. EL COMPOST Y LA PLANIFICACIÓN FÍSICA.....	78
4.6 PLAN DIRECTOR TERRITORIAL DE RESIDUOS NO PELIGROSOS DE ANDALUCÍA (2010 – 2019).	84

CAPÍTULO 5.- EL COMPOST: TRATAMIENTO A DISTINTAS ESCALAS	88
5.1.- GENERALIDADES.	88
5.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL COMPOSTAJE EN LA UNIÓN EUROPEA.	91
5.2.1 Situación de la producción de compost en los países de la Unión Europea, líderes en la producción.	97
5.2.2 El mercado del compost en la Unión Europea.	99
5.3. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN ESPAÑA	102
5.3.1. Bases para una gestión más sostenible de los residuos urbanos.	103
5.3.2 El compostaje	107
5.3.2.1 Factores y condicionantes en la producción del compost.	108
5.4. EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN LA PLANTA ECOPARC, BARCELONA.	117
5.5 EL COMPOSTAJE EN ANDALUCÍA.....	121

PARTE TERCERA: POTENCIALIDADES DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE RESIDUOS URBANOS Y DEL COMPOSTAJE

CAPÍTULO 6. ÁREA DE ESTUDIO Y RENDIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST.....	126
6.1.- ASPECTOS CONCEPTUALES	126
6.2 SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	133

6.2.1 Producción de Residuos en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”.	137
6.2.2 Esquema general del proceso de recepción, clasificación de residuos y compostaje en una planta.	151
CAPÍTULO 7.- PLANIFICACIÓN FÍSICA: PROPUESTA PARA LA PRODUCCIÓN Y USO DE COMPOST EN LA MANCOMUNIDAD “CAMPIÑA 2000”	155
7.1 ANTECEDENTES.	155
7.2 GEORREFERENCIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y UTILIZACIÓN DEL COMPOST.	156
7.3 ÁMBITO DE APLICACIÓN	159
7.3.1 Clasificación de los usos del suelo, según requerimiento de materia orgánica.	163
7.3.2. Definición de usos prioritarios para el estudio	168
7.3.3. Porcentaje de cobertura	169
7.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LOS RESIDUOS EN LA MANCOMUNIDAD.	169
7.4.1 Explicación del diagrama.	169
7.5 ASPECTOS CONCEPTUALES DE LA PROPUESTA DE PLAN.	172
7.6 FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y USO DEL COMPOST.	173
7.6.1. Explicación de la secuencia propuesta.	175
7.7 SÍNTESIS DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA MANCOMUNIDAD INTERMUNICIPAL “CAMPIÑA 2000” Y OBJETIVO.	177
7.7.1 Proyección de la cantidad de compost producida en un período de diez años.	178
7.8 ÁREA INICIAL DE COBERTURA.	179
7.8.1 Dosis de compost a aplicar por hectárea.	180
7.8.2 Frecuencia de aplicación de compost.	182
7.8.3 Análisis comparativo de los resultados de la tabla.	182
7.8.4 Estrategias para la aplicación del compost.	183
7.9 ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS.	185
7.9.1 Estrategia con objetivo mixto.	185
7.9.2. Alternativa con objetivo ambiental.	192
7.10 PRODUCCIÓN UNITARIA Y POSIBLE BENEFICIO DE OTROS RESIDUOS ORGÁNICOS.	203
7.10.1 Producción de residuos y compost en la poda de arboledas.	204
7.10.2 Producción de residuos y compost en la cosecha de cereales.	205
7.10.3 Residuos de la poda y cosecha de oleaginosas.	206
7.10.4 Producción de lodos de depuradora.	206
7.10.5 Residuos de las industrias de transformación agrícola.	208
7.10.6 Actividad ganadera y avicultura.	209
7.11 ANÁLISIS ESTRATÉGICO.	210
7.11.1 Conclusiones del análisis estratégico.	219
Análisis interno.	219
Análisis externo.	219

CAPÍTULO 8. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS. SÍNTESIS DE RESULTADOS. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	223
8.1 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS PROPUESTA.....	223
8.2 SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS.	225
8.3 CONCLUSIONES	229
8.4 RECOMENDACIONES.	233
BIBLIOGRAFÍA	236
LEGISLACIÓN.	250
PAGINAS WEB.....	252
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 1.	258
ANEXO 2	263
ANEXO 3	264
ANEXO 4	265
ANEXO 5.....	
Fotografías Complejo Medioambiental “Campiña 2000”	267

Índices de figuras

Índice de gráficos:

Gráfico 3.1: Evolución de la Generación de Residuos Urbanos en España (1990 - 2007)	37
Gráfico 3.2: Evolución de la generación de residuos urbanos en las comunidades autónomas durante el periodo 1996-2004 (kg/hab/año)	39
Gráfico 3.3: Proporción media componentes de R.S.U.....	46
Gráfico 4.1: panorámica paisaje mediterráneo de contraste	56
Gráfico 4.2: La materia orgánica y la formación del suelo.	58
Gráfico 4.4: Cómo aplicar el compost.	60
Gráfico 4.5: Empleo del compost en agricultura de ladera.....	64
Gráfico: 4.6: Los beneficios del compost en la reforestación y agricultura.	66
Gráfico 4.7: Proceso de formación de CO2 calcáreo o Weathering.....	74
Gráfico 4.8: Berma de Percolación Elaborada con Compost	77
Gráfico 4.9: Detalles de construcción de una berma	77
Gráfico 4.10: Sección Transversal de una Berma de percolación elaborada con compost.	77
Gráfico 5.1: Reducción de peso y volumen en el proceso de compostaje	108
Gráfico 5.2: Fases del proceso de compostaje.....	111
Gráfico 5.3: Lombricarios a gran escala	115
Gráfico 5.4: Esquema general de una planta de compostaje de residuos urbanos y fracción vegetal.	120
Gráfico 6.1: Diagrama de flujo de las diferentes operaciones y procesos que se realizan en la planta desde el ingreso de los residuos hasta la producción del compost.....	141
Gráfico 6.3. Esquema de los procesos en una planta de compostaje:.....	152
Gráfico 7.1 Esquema simplificado de la base de datos propuesta.	157
Gráfico 7.2. Propuesta de Flujo para la planificación y uso del compost.....	171
Gráfico 7.3: Orden sugerido para la formulación de la propuesta de planificación de la producción y uso del compost.	174
Gráfico 7.4 Propuesta de secuencia lógica para el proceso de ordenación de la producción y aplicación del compost en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”	175
Gráfico 7.5 Porcentaje del 20% de la superficie que podría cubrirse con el compost producido.	183

Índice de tablas:

Tabla 3.1. Residuos generados por Comunidades Autónomas 2011.....	40
Tabla 3.2 Porcentaje de residuos en Vertederos de 2006 a 2016	41
Tabla 3.3 Composición media de residuos urbanos según nivel de ingresos.	44
Tabla 3.4. Composición en porcentaje (%)de los residuos municipales en función del nivel de desarrollo.	46
Tabla 4.1 Dosis de compost, según cultivo	65

Tabla 5.1. Porcentajes del uso del compost en países líderes del mercado en la UE.....	94
Tabla nº 5.2 El compost en la UE. Producción potencial y actual	100
Tabla 5.3. Pérdida total y media de suelo por cuencas hidrográficas.....	104
Tabla 5.4 Compostaje en España, 2006	105
Tabla 5.5. Producción de compost por comunidades (2006)	105
Tabla 5.6. Demanda potencial de compost a mediano plazo en miles de tonelada	106
Tabla 5.7 Parámetros a controlar en el compostaje.	109
Tabla 5.8 Características del Compost	109
Tabla 5.9 Limitaciones de Elementos Potencialmente tóxicos en substratos orgánicos	110
Tabla 6.1. Legislación sobre competencias en la gestión de residuos	127
Tabla 6.2 Población de los municipios que conforman la Mancomunidad Campiña 2000	135
Tabla 6.3. Superficie de los municipios que conforman la mancomunidad	136
Tabla 6.3. Ingreso de Residuos al Complejo Medioambiental “Campiña 2000”, 2010.	138
Tabla 6.4 Resumen del proceso, con base en los residuos que ingresaron en 2010.....	147
Tabla 6.6 Características del compost producido en el Complejo Medioambiental	149
Tabla: 6.7. Cantidad de metales pesados permitidos en el compost según RD 824/2005.....	150
Tabla 7.1. Usos del suelo en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña “2000”	161
Tabla 7.2. Distribución de frecuencia según la extensión de los usos del suelo.....	163
Tabla 7.3. Usos poco receptores de compost	164
Tabla 7.4.- Usos prioritarios del suelo con capacidad de producir materia orgánica y de recibir compost.....	166
Tabla 7.5 Área del suelo con potencial para generar residuos orgánicos vegetales, inicialmente no receptoras de compost.	167
Tabla 7.6 Proyección de la producción de Compost en la mancomunidad.	178
Tabla 7.7 Dosis de compost recomendada a aplicar según cultivos.	180
Tabla 7.9. Selección de los usos prioritarios del suelo, de menor superficie, cuyo 20% podría ser cubierto con el compost producido en la Planta del Complejo Medioambiental “Campiña 2000”	186
Tabla 7.10 Necesidades de compost para cubrir una extensión del 50% de los usos prioritarios del suelo con potencial de producir, materia vegetal y de recibir de compost.....	188
Tabla 7.11. Selección de los usos prioritarios del suelo, de menor superficie, cuyo 50% podría ser recubierto con el compost producido en la Planta del Complejo Medioambiental “Campiña 2000”.	189
Tabla 7.12. Distribución proporcional del compost, según la extensión de los usos del suelo.....	191
Tabla 7.13 Superficie estimada de zonas verdes en el perímetro urbano de cada municipio de la Mancomunidad Campiña 2000.	193
Tabla 7.14 Cantidad compost requerida estrategia zonas ambiental	194
Tabla 7.15 Reparto proporcional, por área de zonas verdes de cada municipio, del compost que se emplearía en los suelos destinados minas a vertederos y áreas en construcción.	195
Tabla 7.16 Reparto proporcional, por área de cada municipio, del compost que se emplearía en los suelos destinados minas a vertederos y áreas en construcción.....	196
Tabla 7.17 Superficie de áreas verdes a cubrir en el primer trienio	196
Tabla 7.18 Estimación de la materia seca (MS) de los residuos de poda de los principales cultivos leñosos de España y de su rendimiento potencial en humus.....	204

Tabla 7.19 Estimación de la materia seca (MS) de los residuos de los principales cultivos de cereales en España y de su rendimiento potencial en humus por unidad de superficie.....	206
Tabla 7.20 Residuos de las Industrias de Transformación Agrícola	208
Tabla 7.21 Matriz DAFO simplificada, de producción, comercialización y empleo del compost en el Complejo Medioambiental “Campiña 2000”.	212
Tabla 7.17.- Análisis estratégico de Amenazas	217

Índice de mapas:

Mapa 3.1 Residuos generados Comunidades Autónomas (2011)	39
Mapa 4.1: Mapa con el diagrama de flujo de las actividades relacionadas con producción y empleo del compost.....	81
Mapa 5.1: Primeras civilizaciones que utilizaron los residuos orgánicos en la agricultura.	88
Mapa 5.2. Difusión de la tecnología del compostaje.	89
Mapa 5.3.- Expansión del compostaje a gran escala.	90
Mapa 5.4 Porcentajes del uso del compost en países líderes del mercado en la UE.	95
Mapa 5.5 Producción de compost en la UE. (2003 – 2005).	101
Mapa 5.6 Localización plantas de compostaje en Andalucía	122
Mapa 6.1. Mancomunidades para la Gestión de los residuos urbanos de la provincia de Sevilla	129
Mapa 6.1: Localización área de estudio	134
Mapa 6.2: Área correspondiente a cada municipio, de los siete, que conforman la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”.	136
Mapa 6.3.: Localización Complejo Medioambiental “Campiña 2000” y flujo de residuos	137
Mapa 6.4. Ingreso de residuos por municipio al Complejo.....	138
Mapa 7.1 Usos del suelo. Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”	162
Mapa. 7.2. Cartografía urbana municipio Puebla de Cazalla	198
Mapa 7.3. Cartografía urbana municipio de El Arahal	198
Mapa 7.4. Cartografía urbana municipio de Lentejuela	199
Mapa 7.5 Cartografía urbana municipio de Marchena	199
Mapa 7.6. Cartografía urbana municipio Morón de la Frontera	200
Mapa 7.7 Cartografía urbana municipio de Paradas	200
Mapa 7.7 Cartografía urbana municipio de Osuna	201

Índice de fotos:

Foto 6.1: Trommel de Separación mecánica.....	139
Foto 6.2. Banda transportadora de residuos.	140
Foto 6.3: Clasificación manual de residuos.....	140
Foto 6.4: Trituración de la materia orgánica a ser compostada	143
Foto 6.4 Pila de fermentación de la materia orgánica.....	144
Foto 6.5. Máquina empleada para el volteo de las pilas de fermentación y otras labores en la planta.	145

Foto 6.6 Apariencia del compost durante la fermentación	145
Foto 6.7. Pila de afino en la maduración del compost.....	146

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que, directamente o indirectamente, han contribuido a su realización. Quiero hacer alusión a algunas personas que por su valiosa orientación, colaboración y acertados consejos, cooperaron para que este proyecto alcanzara su final.

A mi familia por ser la fuente de mi inspiración y motivación. Por ella tomé la decisión de terminar este trabajo, que había dejado a mitad de camino durante muchos años. De manera especial, sin demeritar a ninguno de sus miembros se lo dedico a mi hermana María, por el apoyo emocional que supo brindarme en momentos de desánimo.

A mis directores de Tesis, doctores:

Enrique López Lara, por haber confiado en mí, animándome a continuar con la idea de realizar la tesis, por los valiosos aportes y enseñanzas durante el desarrollo de la misma y su especial colaboración.

Marco Garrido Cumbreira, por sus consejos, motivaciones, orientaciones, aportes y apoyo técnico - logístico indispensables para la culminación de este proyecto.

A mi amiga Irma por ser la persona que todos quisiéramos tener a nuestro lado en momentos de tribulaciones. A pesar de la distancia siempre fue un gran apoyo.

Al personal del Complejo Medioambiental "Campiña 2000" por haberme permitido realizar esta Tesis utilizando el nombre e información de la Entidad, y además por la colaboración prestada.

A Paco y familia, por su amistad, voces de aliento y colaboración con la bibliografía.

A Flory por haber contribuido, desinteresadamente, a darle forma a los documentos, por mi, redactados.

A mis compañeros de trabajo: Juan Antonio, Raúl, Abel... por sacarme a tiempo de los apremios de la informática.

A Juan de la Cruz y familia, por su apoyo anímico y por ser las personas que pusieron a mi disposición, parte de su tiempo y el medio de transporte para los desplazamientos largos.

A Toño, por tenderme la mano con la informática, cuando me encontraba fuera de la Universidad.

A las personas que me orientaron y ayudaron con todo lo relacionado con los SIG, agradecimiento especial para Juan Manuel.

Y en general a todos los compañeros de trabajo de los distintos Centros de la Universidad de Sevilla, en donde he prestado servicios, así como al personal de la Oficina del Doctorado por su cooperación y comprensión y a mis amigos porque siempre me apoyaron con su voz de aliento para que culminara la tarea que había emprendido.

Por último, a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron al desarrollo de este trabajo, no las nombro porque de hacerlo, haría una lista interminable. A todas ellas, gracias de todo corazón.

PARTE PRIMERA: PLANTEAMIENTOS GENERALES

CAPÍTULO 1.

JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

CAPÍTULO 1.- JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1.1 JUSTIFICACIÓN

La contaminación ambiental es uno de los problemas más significativos que afectan a nuestro planeta. Se presenta por las perturbaciones que se manifiestan en el ambiente, como consecuencia de la presencia de sustancias extrañas que proceden de diferentes fuentes.

Puede decirse que la **contaminación** se inicia en los albores de la civilización y ha ido en aumento, de forma casi paralela al desarrollo de la Humanidad. El problema ocasionado empieza a ser apreciable y preocupante cuando el hombre se torna sedentario, se fundan las ciudades y empiezan a producirse todo tipo de sustancias contaminantes, entre ellas los residuos urbanos, uno de los problemas ambientales más serios hoy día para el planeta y la sociedad por lo que significan: contaminación de toda índole (VELÁSQUEZ, 2006). Y lo que es más grave, a pesar de su notable repercusión en el ambiente, gran parte de la sociedad no es consciente de ello.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), define los **residuos** como *“aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no alcanzan, en el contexto en que son producidos ningún valor económico; debido tanto a las deficiencias técnicas para su reciclaje como a la imposibilidad de obtener una rentabilidad adecuada en los productos recuperados”*.

En términos generales, la contaminación ambiental se define como la presencia en el ambiente de sustancias nocivas (basuras, pesticidas, aguas residuales...) de origen humano y/o natural, en concentraciones tales que ocasionan alteraciones en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas.

Aunque los residuos urbanos no sólo se generan por actividades humanas, los mayores problemas que ocasionan se derivan de ésta. La especie humana siempre ha explotado los diversos recursos de la naturaleza, produciendo cada vez mayor cantidad de residuos, muchos de los cuales, son nuevos materiales de difícil asimilación para el medio, ocasionando su acumulación.

Considerando que el volumen de los residuos urbanos es relativamente pequeño en comparación con el de otros residuos, como los agrícolas y los ganaderos, el problema que originan es mayor, debido a que se generan en un espacio más reducido. Por lo general, se producen en las aglomeraciones urbanas, como consecuencia del incremento poblacional, de los malos hábitos

de consumo, del desarrollo industrial y sus diferentes procesos productivos, de la práctica “del usar y tirar y, entre otras, de las dificultades que presentan su almacenamiento y disposición sanitaria.

A pesar de los ingentes esfuerzos y exigencias que se vienen realizando, a través de las directrices emanadas de la Unión Europea (UE), la producción de residuos en España se ha incrementado en un 60% en los últimos quince años. No se han logrado las metas de reducción trazadas en el *Plan Nacional de Residuos Sólidos (2000-2006)*, que contemplaba, valga como reflejo de la situación, rebajar la producción en un 6% y mantener en el 2002 las mismas tasas de generación que en 1996. (CONAMA, 2006).

Aunque no en la misma proporción que en España, la tendencia de crecimiento de los residuos es un problema a escala mundial. El Banco Mundial estima, que con el ritmo de producción actual, 1.300 millones de toneladas de residuos que se generan hoy día, para el año 2025 se hablará de 2.200 y, de igual manera, los costos de su gestión pasarían de 164.000 millones de euros actuales a 300.000 millones del respectivo año.

Del total de residuos urbanos que anualmente se generan en España, se destinan a vertedero más del 50%, dato que difiere bastante de otros países como Holanda y Bélgica (4%) o Suiza (0,4%)” (FUNDACIÓN CEMA, 2004).

Según datos oficiales de la Comisión Europea (1998), en el seno de la Unión Europea se produjeron aproximadamente unos 200 millones de toneladas de residuos urbanos, de los que alrededor de la mitad eran biodegradables. De esta cantidad, sólo un 15% de la producción estimada de residuos orgánicos potencialmente recuperables son tratados biológicamente (GIRÓ I FONTANALS, 2012).

Dadas las características de los residuos urbanos, la materia orgánica, por su volumen de producción, es el componente de mayor interés. Según Greenpeace (2003), el porcentaje de recuperación de la materia orgánica en España, mediante el compostaje, alcanzó el 28,14% del total de los residuos urbanos.

El Ministerio de Medio Ambiente reconoce que: “*de la materia orgánica que entra a las plantas de compostaje analizadas, se rechaza el 89,02%*”. Es decir, que del total de residuos tratados, la cantidad de productos valorizados, (compost y subproductos recuperados), es de sólo un 10,98%. Por lo tanto, al 28,14% de residuos que la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental afirma van a compostaje hay que restarle un 89,02%, por lo que sólo el 3,09% de los residuos urbanos se compostan, (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2003). En sí, la gestión de los residuos sólidos orgánicos, a pesar de lo beneficioso que puede ser para el suelo el

compost, producto que con ellos se elabora, es muy deficiente, razón por la cual se hace indispensable un cambio de estrategias en la gestión.

Se requeriría trazar, dentro del Plan Nacional de Residuos, un sub-plan o varios planes estratégicos de gestión que permitieran su manejo desde lo general y no desde lo particular, metodología con la que se viene trabajando.

Al **compost** se le atribuyen propiedades óptimas para el tratamiento y conservación de los suelos, tales como:

- Ser nutriente o acondicionador del terreno.
- Contribuir a disminuir la erosión.
- Favorecer la retención de la humedad en el suelo y mejorar su estructura.
- Incrementar el contenido de materia orgánica.
- Disminuir el caudal del agua de escorrentía y arrastre de sólidos, especialmente en terrenos degradados.
- Facilitar la absorción de agua y nutrientes por las plantas y, en general, contribuir a desacelerar el proceso de desertificación.

Las normativas europea y española demandan reducir el contenido de materia orgánica en los residuos y la puesta en valor de los mismos, siendo uno de estos procesos, el más utilizado tradicionalmente, el compostaje.

El **compostaje** es una técnica de aprovechamiento de los residuos orgánicos que se fundamenta en el proceso de fermentación que se desarrolla en los suelos de un bosque, empleada desde hace miles de años por la Civilización China y algunos pueblos de Oriente Próximo.

Los primeros trabajos a nivel industrial se realizaron en la India, con el método conocido como "Indore" (1924-1931) y desde esta fecha se han patentado diferentes metodologías, que se sustentan en estos trabajos preliminares (MORENO y MORAL, 2007).

En Europa se empezó a trabajar con el compost a partir de 1925 y desde entonces se ha incrementado considerablemente el número de plantas de compostaje a partir de 1932; presentando un mayor auge entre las décadas de los 60 y 70, período en el que se desarrollaron en España, las primeras plantas (MORENO Y MORAL, 2007). A pesar de haber transcurrido más de cinco décadas, se puede decir que la información que, a día de hoy, se posee en relación con la producción y destino del compost es de carácter difuso (SOTELO, 2000).

Los inconvenientes que se pueden presentar a la hora del uso del compost son posibles de eliminar, al comienzo, con un buen programa de recogida selectiva; durante la producción y uso, controlando la calidad del material con que se produce, y con la posterior vigilancia de cantidad y frecuencia de la dosis con que se aplica en un mismo terreno.

En la Península Ibérica son frecuentes los problemas que ocasionan las inundaciones, a pesar de la existencia de defensas muy desarrolladas en muchos lugares. Defensas que en la mayoría de los casos se basan en diques, embalses reguladores y mejora de la capacidad de desagüe de los cauces fluviales. Entre estas protecciones se suele contemplar la posibilidad de recuperar o de mejorar de forma extensiva la cubierta vegetal del suelo perdido por acciones naturales o antrópicas, ya que salta a la vista el hecho de que las inundaciones son más recurrentes en aquellos lugares en donde el suelo está desprotegido de una buena cubierta vegetal (GIRÓ I FONTANALS, 2002).

En estos suelos el agua de escorrentía, estimada en un 30% del agua procedente de las precipitaciones, fluye de manera impetuosa arrastrando sólidos hacia ríos y pantanos naturales o artificiales. Esta situación provoca que las aguas se desborden e inunden no solo terrenos ribereños, sino también todos aquellos que el impulso de la corriente les permita alcanzar, en ocasiones alejados de los cauces.

Como consecuencia, en parte, por la falta de esta cubierta, las fuertes lluvias traen secuelas negativas. Por ejemplo, las fuertes precipitaciones entre los meses de octubre de 2012 y marzo de 2013 en el sur de España causaron inundaciones con grandes destrozos materiales y pérdida de vidas humanas, siendo la parte occidental de Andalucía una de las zonas más afectadas.

A lo anterior debe agregarse el hecho de que los residuos orgánicos contribuyen, en diferentes porcentajes, según la región, a la producción de los gases de efecto invernadero (GEI), que son una de las causas que originan el cambio climático, muy relacionado con los fenómenos de lluvias y sequías intensas.

Dado que todo proceso natural se manifiesta de manera diferente en cada territorio, aun siendo de igual naturaleza, implica asumir que las interrelaciones y las prácticas territoriales propias de la dinámica social, en torno a los residuos urbanos, constituyen una relación mutua entre los procesos de transformación de las organizaciones sociales y el individuo en correlación con el entorno. Ello obedece a que en el espacio se agrupan materialidades y acciones así como situaciones locales y globales, soportadas por las redes que integran y descomponen las acciones de la sociedad (HERNÁNDEZ, 2001).

En función de lo anterior, parece lógico suponer que una de las formas más consecuentes para abordar la problemática de los residuos y su transformación en compost es desde la **planificación física**. Una adecuada planificación del uso del territorio y sus recursos resulta clave para lograr un balance entre el desarrollo económico y la protección ambiental, en la que la producción y el tratamiento de los residuos orgánicos jueguen un papel importante.

En este sentido, la planificación física se convierte en una herramienta fundamental para los órganos de dirección gubernamental, *“por ser un tema emergente y estratégico en las sociedades desarrolladas en las que se requiere cada vez más de la intervención pública en temas de infraestructura, medio ambiente, equipamiento urbano...”* (PUJADAS Y FONT, 1998).

Además, por representar un instrumento que incluye variables de carácter económico, social y ecológico, que contribuyen a la búsqueda y distribución racional de alternativas y soluciones.

En definitiva, la planificación física es útil porque contribuye a la organización del territorio o sectores de éste, mostrando las características del mismo: su estructura, su economía, la ubicación de la producción de residuos orgánicos, su gestión y las múltiples relaciones e interdependencias con otros elementos del territorio (recursos hídricos, condicionamientos...) y su correspondencia con el ser humano y sus actividades.

En un **territorio** no existe una alternativa o solución única al problema de los residuos orgánicos; por ello se debe recurrir al empleo de diferentes herramientas de gestión que estén al alcance. Una de estas herramientas es la planificación física, que permite el análisis y diagnóstico de la problemática en cada sector, así como de sus potencialidades y debilidades.

Desde la Antigüedad se han estudiado las propiedades del compost como mejorador de terrenos y, en la medida en que se ha ido conociendo más sobre los procesos relacionados con la tecnología del compostaje, mayor ha sido el interés que ha despertado (NAVARRO y Otros, 1995).

A pesar de ello, los resultados no concuerdan con los beneficios esperados. En España, la riqueza del suelo va disminuyendo paulatinamente por la pérdida de materia orgánica (SOTELO, 2000), de aquí que se argumente que el compostaje es una opción que presenta una alta efectividad para suavizar el menoscabo de la riqueza vegetal en los suelos.

Considerando las propiedades del compost y las posibilidades que puede ofrecer, se requiere de su planificación física para distribuir, establecer y regularizar su empleo en todas las actividades humanas que lo demanden,

prever el futuro y gestionar su producción y aplicación, a todas las escalas territoriales.

Con esta **finalidad en esta investigación** se propone, en primera fase, mostrar a través de una amplia revisión bibliográfica, el análisis de las bondades del compost, su producción, usos e importancia en suelos de diferente calidad agrológica y ambiental.

En una segunda fase, una vez realizada la revisión bibliográfica, aplicar la metodología de planificación física a las diferentes actividades relacionadas con el compost desde su producción hasta su utilización en una mancomunidad de municipios, ya que a través de esta organización territorial se realiza, en su mayor parte, la gestión de los residuos en ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

A continuación y, acorde con los resultados obtenidos, se presenta una propuesta para la planificación física de la producción y aplicación de compost en la Mancomunidad escogida como área de estudio. Es decir, se trata de mostrar el flujo de materiales (residuos y compost) no sólo desde el punto de vista ecológico, sino también desde los puntos de vista territorial, económico y social.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Se pretende examinar y describir los patrones de gestión del compost en la Mancomunidad Campiña 2000, tomando como referencia la información suministrada para el año 2010 y, a partir de este examen, identificar las debilidades y fortalezas para realizar una propuesta de gestión basada en la planificación física del compost.

Una vez realiza dicha propuesta de gestión se evaluará su idoneidad como instrumento válido para articular la gestión de los residuos orgánicos como variable de interés en los Planes de Ordenación Territorial, en correspondencia con la sensibilidad ambiental, en línea con los de nuevos modelos de crecimiento y desarrollo económico y territorial planteados.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estimar la producción de residuos orgánicos urbanos en la Mancomunidad Campiña 2000.

2. Identificar y describir los patrones de gestión del compost en la Mancomunidad Campiña 2000 durante el año 2010.
3. Valorar la producción total de compost elaborado con residuos urbanos y confrontarla con las necesidades del suelo, según sus respectivos usos, para mantener un residual de materia orgánica acorde con los criterios establecidos en los manuales de buenas prácticas agrícolas y ambientales.
4. Evaluar la necesidad anual de compost en el área de estudio, mediante la elaboración de mapas de usos del suelo, atendiendo a las dosis de compost recomendadas para cada uso.
5. Construir tablas que permitan relacionar la producción de compost, la dosis requerida y las necesidades del mismo, según la frecuencia de aplicación para alcanzar los fines que se persiguen.
6. Diseñar la cartografía básica necesaria para representar de manera espacial la distribución de las áreas susceptibles de recibir compost.
7. Elaborar una Matriz DAFO para determinar la viabilidad, vulnerabilidad y aplicación del proyecto.
8. Formular la propuesta del Plan en el que se detallen los diferentes pasos a seguir para la planificación física del compost en la Mancomunidad Campiña 2000 y evaluar su eficacia.

1.4 HIPÓTESIS

La hipótesis de la investigación se fundamenta en la operatividad y validez del establecimiento de un procedimiento de planificación física de la producción y empleo del compost en un territorio dado.

Esta planificación física territorial que se propone podría convertirse en una medida adecuada y eficiente de gestión ambiental, debido a que en el proceso de compostaje confluyen una serie de operaciones que deben analizarse en conjunto y no individual o separadamente; haciendo uso de herramientas de ordenación territorial y estudiando los procesos a distintas escalas territoriales, por parte de los órganos de dirección y utilizando herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SGIs).

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

2.1 PREMISAS

En esta investigación, que se enmarca en el ámbito de la Geografía Aplicada, se pretende destacar la importancia de la planificación física territorial mediante la aplicación de un modelo para la utilización del compost en un territorio concreto: la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000” de la provincia de Sevilla, a fin de obtener resultados que puedan extrapolarse a otros territorios.

De este modo la propuesta de investigación que se presenta tiene como fundamento la generación de nuevos conocimientos basados en la práctica de técnicas de investigación aplicadas a la producción y aplicación del compost, de manera que beneficien positivamente a la población y al medio ambiente del territorio objeto del estudio.

En este orden, la investigación se plantea teniendo como fundamento las siguientes premisas:

1. Los residuos orgánicos han sido empleados por el hombre, sin tratamiento previo, desde la Antigüedad, para renovar el contenido de materia orgánica en el suelo.
2. El compostaje es una de las técnicas empleadas para valorizar los residuos orgánicos.
3. Existen numerosas investigaciones en las que se describen metodologías para la elaboración de compost y sus propiedades. Investigaciones que avalan los beneficios económicos y ambientales obtenidos en el suelo, una vez le ha sido aplicado el compost.

Asimismo, se han investigado los efectos negativos sobre el suelo y el medio ambiente en general, resultantes del uso indiscriminado del compost y la disposición no sanitaria de los residuos orgánicos.

A pesar de conocerse los beneficios del compost y de encontrarse recomendado su uso en el Libro Verde de la Unión Europea sobre la Gestión de Biorresiduos, incorporado a la legislación española, poco se ha avanzado para hacer extensivo su uso.

España, país mediterráneo, con suelos generalmente pobres en contenido de materia orgánica, se encuentra, por motivos de la erosión, con áreas en

proceso de desertización, siendo una de las causas de este fenómeno la carencia del uso de este componente en los suelos. Sin embargo, es de esperar que, la aplicación del compost al suelo disminuyera significativamente el avance de este proceso, mejorando así la calidad ambiental de nuestro territorio

En España existen numerosos artículos e informes técnico-científicos que tratan acerca de la producción del compost, sus propiedades y beneficios ambientales en espacios reducidos. Sin embargo, aquellas en las que se vincula su empleo como enmienda orgánica y la planificación física de su aplicación en los suelos, resultan escasas, puntuales y aplicadas sobre pequeñas extensiones de terreno.

Por otra parte este tipo de estudios muestran carencias en el uso de instrumentos de análisis que asocien registros que faciliten relacionar en el tiempo y en el espacio la correspondencia entre producción de residuos orgánicos, su recolección, el acondicionamiento y las diferentes formas de aprovechamiento, las dosis aplicadas y su transformación, la forma de gestión y sus beneficios; los costes de producción y otros factores socioeconómicos que intervienen en un territorio.

Los estudios geográficos específicos sobre el compost que más se aproximan resaltan la gran importancia que se le ha dado al compost desde la Antigüedad, cuyo uso intensivo, controlado y georreferenciado tiene incidencias positivas en el desarrollo.

Los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta de apoyo a la planificación física y ambiental del territorio, dado que se constituyen en un instrumento que puede ayudar a solucionar problemas de asignación del compost al suelo y a la vez asociar territorialmente esta información a un territorio.

En resumen, en los proyectos realizados sobre los residuos orgánicos y su aprovechamiento, no se ha contemplado la planificación física territorial a gran escala, a pesar de que en numerosas publicaciones se haya avalado la importancia de su aplicación. Por la carencia de este tipo de estudios y la inexistencia de fuentes de información fiables sobre el compostaje, resulta complejo poder relacionar entre sí las distintas variables que actúan en el proceso. Entre estas variables cabe citar los datos de: procedencia de los residuos con que se elabora el compost, producción y rendimiento, dosis de aplicación, periodicidad de empleo, tiempo de degradación, superficies cubiertas, costes de producción, distancia entre los lugares de acopio y aplicación, registro de ventas, usuarios, beneficios obtenidos... de gran interés al realizar una propuesta integradora de la producción y uso del compost.

2.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

La metodología de la Tesis Doctoral es del tipo interdisciplinar, deductiva, en la que se parte de conocimientos previos y procedimientos de planificación física del territorio, para formular una propuesta eficiente y adecuada para la producción y utilización del compost en un área de estudio concreta.

En líneas generales se orienta a dar cumplimiento a los objetivos trazados y a la confirmación de la hipótesis de partida, con la mayor validez posible.

Se seleccionó como área de estudio la Mancomunidad Intermunicipal Campiña 2000, área compuesta por 7 municipios de la provincia de Sevilla, que reunía la mayor parte de los requisitos requeridos para el estudio, por:

1. Poseer una planta de clasificación de residuos y otra de compostaje, con registros actualizados de producción, que facilitarían la posibilidad de concebir la explotación una base de datos. A la vez esta información permitiría cuantificar y analizar aspectos que pudieran derivarse de la aplicación continua del compost en la mancomunidad y viabilizar la construcción de nuevos conocimientos e intervenir debidamente sobre la realidad.
2. Contar con información cartográfica actualizada del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
3. Haber sido aceptada la realización del estudio por la administración de la Mancomunidad y proporcionar la información requerida que estuviera a su alcance.
4. Localizarse relativamente próxima a la ciudad de Sevilla, simplificando los desplazamientos.

A continuación se elaboró el anteproyecto y una tabla de contenido, sujeta a modificaciones. Se definieron los objetivos principales y los objetivos secundarios así como un esbozo de la metodología a seguir.

Se realizó un intenso trabajo de búsqueda del material bibliográfico. La información de la bibliografía consultada en primera instancia se empleó para la identificación, demarcación del tema y esclarecimiento de la problemática y la definición de los objetivos a alcanzar e hipótesis a verificar (ECO, 2001).

En esta etapa se revisó bibliografía de distintas publicaciones y páginas web que recogiesen información significativa acerca del objeto de estudio y que brindasen información relevante. Se consultaron libros y artículos publicados en

revistas científicas sobre la gestión de los residuos urbanos, principalmente la fracción orgánica, el compostaje, su aplicación y beneficios.

Igualmente, se examinaron artículos especializados en investigación en Geografía Aplicada, ordenación y planificación física, así como también algunos documentos orientados a perfeccionar las técnicas de investigación y herramientas de análisis y representación de la información espacial.

Para la consecución del material se visitaron bibliotecas e instituciones en las que se realizaron préstamos personales o búsquedas de información en su interior. Asimismo, a través de medios electrónicos se consultó material y se efectuaron préstamos. Entre las instituciones especializadas visitadas o requeridas para la obtención de información y adquisición de material bibliográfico, destacan:

- Comisión Europea- Medio Ambiente
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Consejería de Agricultura Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y de algunos institutos adscritos.
- Club Español de Residuos. (CER).
- Instituto de Desarrollo Regional. Adscrito a la Universidad de Sevilla.
- Diputación de Sevilla.
- En lo que respecta a la obtención y recopilación de datos se consultaron, esencialmente, anuarios y estadísticas de:
 - Instituto Nacional de Estadística, (INE).
 - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
 - Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y de algunos institutos adscritos (EGMASA en vía de disolución).
 - Universidades: Universidad de Sevilla, Universidad Pablo de Olavide, Universidad de Oviedo, Escuela superior de Agricultura de Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Red de Bibliotecas Universitarias, REBUIN.

- Departamento de Medio Ambiente de Cataluña. Agencia de Residuos.

Se realizaron diversas visitas a diferentes instituciones, entidades y organismos relacionados con los objetivos del presente estudio:

- Complejo Medio Ambiental “Campiña 2000”. Marchena.
- Oficina Comarcal Agraria de los municipios De Marchena y Morón de la Frontera.
- Delegación de Agricultura y Pesca y Medio Ambiente de Sevilla.
- Oficina encargada de los asuntos del Instituto de Desarrollo Regional, (IDR) de la Diputación de Sevilla.
- Consejería de Agricultura Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- Archivo y otras dependencias de la Diputación de Sevilla.

La información espacial y cartográfica se obtuvo del catálogo de productos y asistencias proporcionados en la Red de Información Ambiental de Andalucía para diferentes escalas, estandarizada de acuerdo a las Normas ISO.

Algunas fuentes bibliográficas se obtuvieron de la respuesta a e-mails enviados a personas que laboran en organismos y empresas del sector y a investigadores referenciados en algunos artículos o recomendados por personas consultadas.

Para la formulación de la investigación, el aporte de la bibliografía consultada fue fundamental, destacando de ella los documentos que se relacionan a continuación:

- *Estudio del Mercado de los Compost en Europa*. Álvarez de la Puente (2007).
- *Ejemplos de Buenas prácticas de Compostaje y Recogida Selectiva*. Dirección de Medio Ambiente, Comisión Europea, (2000).
- *Compostaje de Residuos Municipales*. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, (2008).
- *“Aprovechamiento de Biorresiduos. El compost como producto”*. Cuadernos del CER, Nº 2, (2001).
- *El Uso de los Sistemas de Información Geográfica en la Planificación*. Bosque, J.; García, R., (2000).

- *Planificación Física y Ordenación del Territorio*. Martínez, (2006).
- *Fases de un Proyecto de Investigación en Estudios de Geografía Aplicada Basados en el uso de Sistemas de Información Geográfica*. Buzai; Baxendale, Cruz, (2009).
- *Aplicaciones del Compost obtenido a partir de la Recogida Selectiva de Residuos Sólidos Orgánicos en Asturias. Estudio de Mercado y de posibles usos Agroforestales*. Universidad de Oviedo, Instituto Universitario de Tecnología Industrial de Santander, (2009).

La revisión bibliográfica realizada permitió analizar la tendencia de las investigaciones que se vienen desarrollando en este campo, observando que la temática propuesta como tema de estudio no se prestaría a duplicidad. A continuación se establecieron los conceptos de interés para su desarrollo y se confirmó el área de estudio seleccionada. Por otra parte se revisaron y analizaron los objetivos generales y particulares.

2.3 MATERIAL DE APOYO TÉCNICO

Para el procesamiento de la información se requirió de equipos que permitieran el almacenamiento de los datos recogidos a través de diferentes fuentes, su procesamiento y organización.

De igual manera el manejo de imágenes y la elaboración de cartografía y su tratamiento para la obtención de diferentes resultados en forma numérica, gráfica o cartográfica.

A continuación se relacionan las distintas estadísticas o bases de datos, entre las que destacan:

Programas informáticos: ArcGis 9.3, para crear, visualizar y manipular información geográfica, que admite a la vez explorar, visualizar y analizar los datos según medidas, relaciones y directrices.

Para el cálculo de las áreas se utilizó la herramienta Calculate Geometry ArcGis, teniendo como referencia el Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000 (Vectorial), año 2009 y la información proveniente de Datos Espaciales de Andalucía, procesada por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Usos del suelo en la Mancomunidad y sus respectivas áreas.

Para la obtención de datos de fabricación y rendimiento en la producción de compost con diferentes tipos de residuos, se utilizaron informes del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Junta de Residuos de Barcelona y la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, publicaciones del Instituto de Investigaciones Agrarias de Valencia y de la FAO.

Para la obtención de la producción, manejo de los residuos en la Mancomunidad y la producción de compost en la planta y su utilización se emplearon las estadísticas de producción proporcionadas por la Administración del Complejo Medioambiental y contrastada con los informes a la Mancomunidad.

Las tablas de dosis recomendadas para la aplicación del compost en el suelo, así como de las técnicas de utilización se lograron de Informes elaborados por organismos nacionales y extranjeros, especializados en el tema, que a su vez observan las buenas prácticas agrícolas.

La Información general relacionada con la generación de cubierta vegetal en el suelo, programas de reforestación y recuperación de terrenos degradados, mediante la aplicación de compost se obtuvo de artículos publicados en revistas de universidades e instituciones de los Estados Unidos y el desarrollado por la Junta de Andalucía como Proyecto Life 0543.

Con el propósito de resaltar la importancia del compost en la reducción de la escorrentía, arrastre de sólidos y generación de cubierta vegetal se consultaron artículos de TYLER (2001) y HARRELL y MILLER (2005).

Dado que el compost se puede elaborar a partir de cualquier residuo orgánico exento de sustancias contaminantes, era necesario estimar la cantidad de residuos vegetales que pudieran obtenerse por unidad de área para diferentes tipos de cultivos o áreas forestales. Esta información, ampliamente utilizada, se encontró bien documentada en el estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO): "Artículos y estadísticas relacionadas con la producción y aprovechamiento de los residuos orgánicos forestales, agrícolas y de animales" (2000) y el artículo: Uso de la Materia Orgánica en la Agricultura, (CANET, 1997). De igual manera se obtuvo información análoga para la elaboración del compost con lodos de depuradoras.

2.4 PROCEDIMIENTO

Una vez realizadas las fases anteriores se procesó y analizó la información. Mediante el empleo de programas informáticos, como el SPSS, se efectuaron las diferentes estimaciones, cálculos y determinaciones.

- Cantidad de materia orgánica que ingresa anualmente a la planta del total de residuos urbanos que se clasifican en su interior.
- Cantidad de compost producida con la materia orgánica y rendimiento de producción.
- Proyección de la producción de compost para un período de 10 años. Esta información se utilizó para la formulación de la Propuesta de Planificación Territorial de la Producción del Compost en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”.
- Clasificación de los usos del suelo en tres categorías, atendiendo a las necesidades de materia orgánica: Usos del suelo con poca capacidad receptora de compost; Usos prioritarios del suelos con capacidad de producir materia orgánica vegetal y de recibir compost; Usos del suelo con potencial para recibir materia orgánica, inicialmente no receptores de compost, buscando con ello establecer criterios para la aplicación óptima de este producto. Esta era una información relevante para establecer un orden de prioridades al aplicar el compost. En el criterio utilizado se establece que las áreas con mayor déficit o requerimiento de materia orgánica, se atenderían en primera instancia y así sucesivamente, todo ello buscando organizar territorialmente la planificación de las actividades inherentes a la producción y utilización del compost.
- Estimación de las dosis de compost recomendadas a aplicar por hectárea, según los usos del suelo.
- Establecimiento de un porcentaje inicial de superficie para comenzar la aplicación del compost. Se contempló el 20% de los suelos clasificados como prioritarios, como un porcentaje válido.
- Estimación de la superficie de suelos que podría cubrirse inicialmente con la cantidad de compost y los ajustes requeridos para la formulación del Plan, que respondiera a la disponibilidad del material, requerimientos de calidad y necesidades de materia orgánica del suelo.

- Establecimiento de la frecuencia para renovar la aplicación. Se consideró que cada tres años sería la más indicada, según pautas de buenas prácticas agrícolas.
- La secuencia de aplicación se determinó a manera de demostración, ya que en la realidad no es posible establecerla a priori por estar sujeta a variables incontrolables, caso de la oferta y demanda o de la distribución y uso del producto.
- Representación cartográfica en donde existiera la necesidad y posibilidad para delimitar territorialmente las unidades de estudio (OTERO, 1993), o la descripción, mediante diagramas, de lo que cartográficamente no fuese viable, caso del flujo territorial de los residuos y del compost. Lo anterior porque la planificación física se apoya en la cartografía del territorio y *“la información significativa empleada se ordena jerárquicamente según las distintas escalas cartográficas”* (GARCÍA, 1993).
- Estimación unitaria de la oferta probable de compost por hectárea de terreno para diferentes residuos vegetales u orgánicos de otra naturaleza, con el propósito de valorar el aporte posible de materia orgánica proveniente de otras fuentes, diferentes a los residuos orgánicos urbanos.
- Determinación de la posibilidad de uso del compost en el área urbana, con una connotación meramente ambiental para el mantenimiento de áreas verdes, jardines separadores de avenidas, dado que el material con el que se elabora no procede de la recolección selectiva, requisito sin el cual su empleo debe restringirse a zonas no agrícolas. En esta alternativa además de las áreas verdes y jardines se incluyó el uso correspondiente a suelos destinados a minas vertederos y áreas de construcción, que son suelos degradados que requieren el aporte materia orgánica para su recuperación. FARRELL y JONES (2009) concluyeron que: *“aunque el compost producido con residuos urbanos se considera de baja calidad, no deja de ser un recurso valioso cuando se emplea en terrenos antes ocupados en actividades industriales”*.
- Cálculo del área a cubrir con el compost producido y de la cantidad de compost requerida para alcanzar los objetivos propuestos y detallar la situación, según fuera la producción de compost deficitaria o excedentaria respecto a las necesidades.

- Análisis de debilidades oportunidades, fortalezas y amenazas del proyecto que, tanto a nivel interno como externo se consideraron de interés, mediante el empleo de la Matriz DAFO.
- Verificación del cumplimiento de la hipótesis planteada.
- Síntesis de los resultados y formulación de las conclusiones y recomendaciones, para la puesta en marcha e implementación del plan propuesto, con la finalidad de que sirva como referente para la gestión y la planificación física de los residuos orgánicos urbanos, cuando su aprovechamiento se realice mediante la producción de compost.
- Disposición de la información en tablas, de tal manera que en futuro puedan utilizarse para la explotación de una base de datos que permita analizar las interrelaciones que se presentan entre las diferentes actividades y operaciones a realizar en la planificación física de la producción y empleo del compost.

PARTE SEGUNDA:
**ESTADO DE LA CUESTIÓN: RESIDUOS URBANOS,
COMPOSTAJE Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL**

CAPÍTULO 3

ESTADO DE LA CUESTIÓN: PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS URBANOS

CAPÍTULO 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN: PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS URBANOS

3.1 ASPECTOS PRELIMINARES

Aunque en toda acción que emprende el hombre existe una alta probabilidad que se que se produzcan residuos, en lo que respecta al volumen de generación, destacan las actividades agropecuarias, mineras, energéticas, sin descartar los residuos urbanos que son una fracción minoritaria del total.

En las últimas décadas, primordialmente, en los países industrializados, la producción de residuos, considerando como tales la masa heterogénea producida por la población urbana y los restos generados en las actividades agropecuaria, industrial y minera, prácticamente se ha cuadruplicado y su crecimiento parece no estancarse (PUEYO, 1986).

En España la tendencia de su generación es creciente, como puede observarse en el período 2006-2007, en el que se presentó una tasa de crecimiento del 4,4% y una producción total de 24.584.000 toneladas, resultado muy alejado de los valores que se pretendían alcanzar en el Plan Nacional Integral de Residuos (2000-2006), que a su vez repercute negativamente en los objetivos del Plan Nacional Integral de Residuos (2007-2015) (OSE, 2009).

En las últimas décadas, al dejar de considerarse los residuos como basuras, de las que era obligación hacerlas desaparecer para evitar molestias, la gestión de los mismos ha cambiado. Ha empezado a considerarse como una actividad que puede generar empleo, disminuir el consumo de recursos naturales y, en general, contribuir al desarrollo sostenible. Por lo que representan, la deficiente gestión de los residuos urbanos es una de las causas que contribuye al deterioro de los componentes del sistema ambiental.

- El aire y la atmósfera: la quema y los vertederos a cielo abierto contaminan el aire al emitir sustancias tales como dióxido de azufre, monóxido y dióxido de carbono, partículas, metano, que producen molestias a bajas concentraciones y a mayor concentración toxicidad. Contribuyendo algunas de ellas, además, al efecto invernadero.

La mala disposición de los residuos favorece la presencia de moscas, mosquitos, ratas y otros vectores de enfermedades que años atrás se pensaba eran consecuencia del subdesarrollo, aunque las evidencias se han encargado de demostrar lo contrario.

- El agua: se contamina y degrada cuando los residuos se vierten directamente a los cuerpos de agua superficiales o son arrastrados por los lixiviados desde las superficies de los suelos en donde peligrosamente se depositan o desde los vertederos que presenten fallas estructurales, hasta las aguas subterráneas.
- El suelo: este componente del ambiente se ve alterado por residuos que se depositan a cielo abierto, afectando no solo a la salud de las personas, animales y plantas, sino también al paisaje y al valor de las propiedades. Son muchas las enfermedades causadas por los microorganismos y organismos que se reproducen como consecuencia de la acumulación de residuos sobre el suelo, en especial cuando entran en contacto con el agua para beber o los alimentos (PUEYO, 1986).

Esta breve reseña es una muestra de por qué es fundamental la buena gestión de los residuos, ya que en una sociedad de consumo cabe esperar que su volumen y daños colaterales aumenten en proporción al volumen de residuos mal gestionados. Es esencial no comprometer la calidad económica, paisajística y ambiental del territorio como consecuencia de una mala gestión y políticas equivocadas, ya que sus efectos en determinadas circunstancias son irreversibles. Por el contrario, debe dárseles un tratamiento adecuado, mediante la reorganización espacial de la gestión a diferentes escalas territoriales y múltiples ambientes, utilizando estrategias y planes de naturaleza económica y territorial (ESPEJO, 2008).

Por esta razón y motivos económicos se deben aunar esfuerzos desde todos los campos del saber para contribuir a dar solución a esta problemática, que se está haciendo, cada vez, más grave e insostenible. La situación se torna más crítica en las ciudades y países industrializados en donde la gestión de los residuos, a pesar de los avances y logros, aún deja mucho que desear, particularmente, en lo referente a la valorización. Esta medida, la valorización, junto a la reducción de la producción son las acciones, recomendadas por organismos especializados y avaladas por estudios científicos y técnicos de diferente índole, que deben emprenderse en el corto plazo (TCHOBANOGLIOUS y Otros, 1994).

El componente de mayor porcentaje en la composición de los residuos urbanos es la materia orgánica, sin incluir el papel. En promedio se sitúa por encima del 40% en España, razón por la cual su aprovechamiento tendría una gran repercusión en cualquier programa de puesta en valor de estos materiales.

Los métodos más estudiados para la valorización de los residuos orgánicos son la biometanización y, desde la Antigüedad, el compostaje. Éste, a pesar de

estar acreditado en múltiples trabajos empíricos e infinidad de estudios científicos como un compuesto de mucha utilidad, no presenta cotas indicadas de aprovechamiento, por lo que se hace indispensable a partir de esos conocimientos buscar alternativas para que su beneficio alcance los objetivos, sugeridos en el Plan Nacional Integral de Residuos (PNIR; 2008-2015).

3.2 PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS URBANOS

Directiva 2008/98/UE, considera que *“residuo es cualquier sustancia u objeto del cual se desprende su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor”*.

En el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, en el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertederos, se define como residuo biodegradable *“todos los residuos que, en condiciones de vertido, pueden descomponerse de forma aerobia o anaerobia, tales como residuos de alimentos y de jardín, el papel y el cartón”*. Los residuos que en el decreto se consideran potencialmente biodegradables se relacionan en el único anexo del Real Decreto, que puede ampliarse en la medida que se le atribuya tal propiedad a otros productos.

Existen diferentes tipos de residuos: uno de ellos, los residuos urbanos, sobre los que recaen los principales problemas de contaminación y gestión, son definidos como: *“aquellos que produzcan o generen los habitantes de una ciudad o población, no sólo como residuo propio, sino también, como consecuencia de las actividades que en las mismas tienen lugar”* (Directiva 91/456 UE).

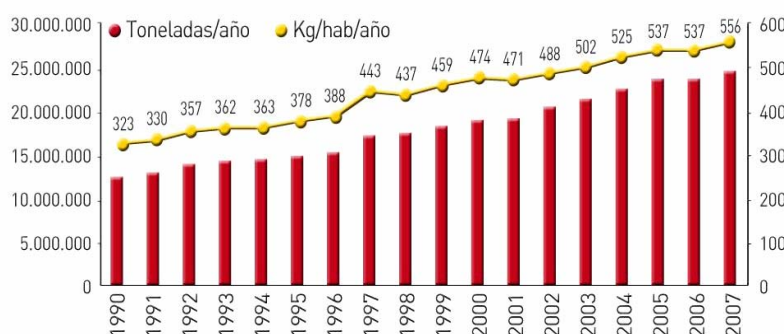
Asimismo, el concepto de biorresiduo se define como: *“residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios de cocina y procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos semejantes procedentes de plantas de procesado de alimentos”*. (Ley 22/2011, de 28 de julio).

3.2.1 Producción de residuos urbanos

Desde sus inicios, la especie humana ha utilizado o explotado recursos que la naturaleza le ofrece. Durante un largo tiempo el hombre vivió como cazador-recolector, comúnmente en pequeños grupos dispersos por el territorio. En este período su impacto por residuos sobre la región ocupada fue poco significativo.

En el siguiente período, al adoptar otras formas de organización y de relación con la naturaleza y con la sedentarización, al cultivar la tierra, su manera de vincularse con el medio natural cambió radicalmente. El hombre descubrió que podía transformar el entorno para su beneficio, haciendo su impacto más significativo: se roturaron y quemaron grandes extensiones de terreno y empezaron a acumularse algunos residuos que, al descomponerse, producían olores molestos y hacían proliferar insectos y roedores, vectores de enfermedades.

Gráfico 3.1: Evolución de la Generación de Residuos Urbanos en España (1990 - 2007)



Fuente: MARM, 2008.

Desde esa época hasta la actual, los avances tecnológicos no se han detenido, ni tampoco la explotación excesiva de los recursos naturales, pues las materias primas van disminuyendo a un ritmo superior a su regeneración. Resultado de estas acciones es la producción de residuos que ha sobrepasado, por su volumen y poca degradabilidad, la capacidad de asimilación por el entorno. Es a partir de este momento cuando se consideran los residuos como una seria amenaza para la salud y el medio ambiente.

El problema se hizo más acuciante a partir de la Revolución Industrial, (entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX), y a partir del siglo XX con la expansión de la economía consumista sustentada en la cultura del usar y tirar, como consecuencia de los extraordinarios avances técnicos y tecnológicos experimentados. En esta época el problema se torna crítico, generando un gravísimo impacto medioambiental.

España, no ha sido ni es ajena a esta situación. A pesar del empeño en las últimas gestiones de la administración, la producción per cápita de residuos ha ido en alza, como puede observarse en el gráfico 3.1, sin desconocer que a la fecha las estadísticas relacionadas con la temática son deficientes y escasamente comprobadas (PNIR, 2008- 2015).

En síntesis, según datos del mismo Plan, en España se producen al año, alrededor de, 40 millones de toneladas de residuos urbanos de las que, menos

de 15 millones se someten a algún proceso de valorización, (37%), pero debido a los rechazos previos al tratamiento más de 35 millones terminan en los vertederos. Es decir, menos del 10% de los 40 millones de toneladas iniciales se valoriza. Hay que considerar que según la composición de los residuos urbanos, más del 40% de este material es orgánico, por lo tanto más de 16 millones de toneladas dejan de ser sometidas a proceso de valorización alguno.

Esta información muestra que los objetivos propuestos en el PNRU (2000 - 2006) no se cumplieron y que distan mucho del objetivo trazado en el Plan Nacional Integral de Residuos (2008–2015), que busca estabilizar la tasa de producción de residuos urbanos a partir del 2008; reduciéndola en un 10% desde de 2010; y en un 20% a partir del 2015.

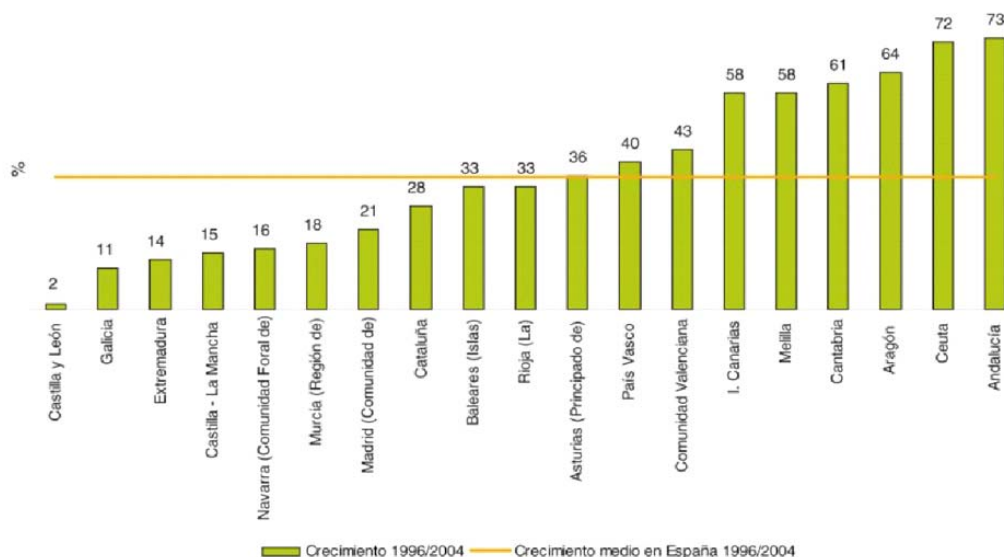
Si se compara la tendencia de producción per cápita de residuos urbanos entre España y la Unión Europea, se advierte que en la Unión Europea ha permanecido constante en los últimos cuatro años, mientras que en España tiende al alza. Ello significa, nuevamente, que las políticas relacionadas con la producción de los residuos urbanos en España no están dando los resultados esperados, motivo por el cual se debe empezar a actuar con mayor eficacia.

Estudios realizados sobre la temática consideran que este aumento desmedido puede deberse al hecho de ser España uno de los países destacados para el turismo en la Unión Europea, actividad ésta que además de contribuir al aumento de la producción de los residuos, hace que las características de los mismos también varíen, requiriéndose elaborar oportunamente ajustes para que no se altere significativamente el rendimiento en los planes de recolección, reciclaje y aprovechamiento.

Realizar un análisis comparativo de la producción de residuos urbanos en España resulta arduo, debido a la descentralización administrativa, pues las diferentes comunidades autónomas no utilizan una base de cálculo común, por ello hay que recurrir a la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), por ser la fuente un poco más fiable, al utilizar una base de datos común.

Del gráfico 3.2, elaborado con información de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del MARM, puede señalarse que la evolución de la producción de residuos urbanos por comunidades autónomas en España durante el periodo (1996-2004) no fue uniforme. Mientras que Castilla y León presentaron la menor tasa de crecimiento, la de Andalucía fue la mayor, más del doble del porcentaje promedio de crecimiento a nivel nacional. En lo que respecta a la evolución de la producción, en este intervalo de tiempo le siguieron Ceuta y Aragón.

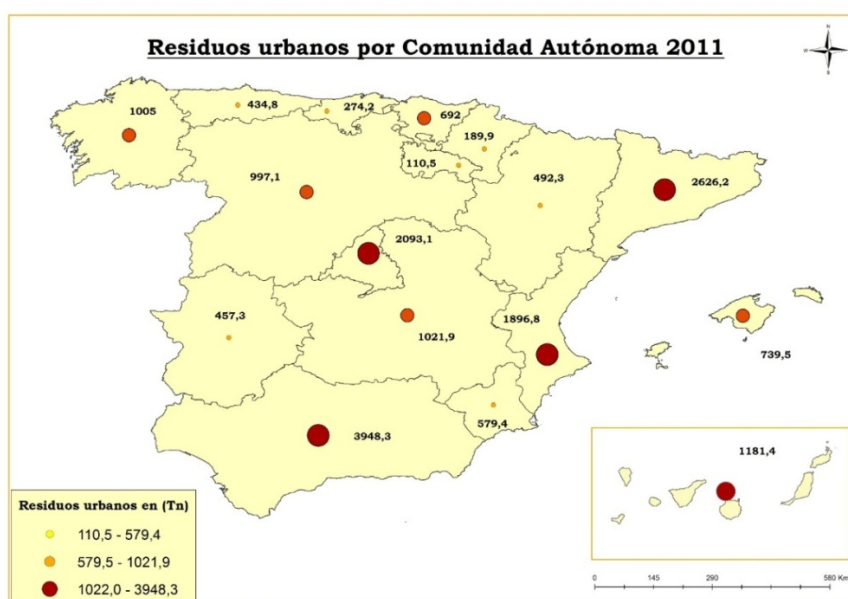
Gráfico 3.2: Evolución de la generación de residuos urbanos en las comunidades autónomas durante el periodo 1996-2004 (kg/hab/año)



Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental

Respecto a la producción en Kg./habitante/ día, las Comunidades Insulares de Canarias y Baleares tienen la cifra más alta y en la parte continental, Andalucía. Impresionan los datos de Melilla, que a pesar de su reducido número de habitantes, tiene una tasa de producción muy cercana a la de Andalucía.

Mapa 3.1 Residuos generados Comunidades Autónomas (2011)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE, 2011)

En la tabla 3.1 y mapa 3.1 se puede observar que en el 2001, Andalucía era la comunidad que más residuos producía, seguida de Cataluña y Madrid, mientras que La Rioja y Navarra las que menos generaban.

Tabla 3.1. Residuos producidos por Comunidades Autónomas 2011

CCAA	Residuos mezclados (tn)
Total nacional	18.773,6
Andalucía	3.948,3
Aragón	492,3
Asturias, Principado de 1945	434,8
Baleares, Illes	739,5
Canarias	1.181,4
Cantabria	274,2
Castilla y León	997,1
Castilla La Mancha	1.021,9
Cataluña	2.626,2
Comunitat Valenciana	1.896,8
Extremadura	457,3
Galicia	1.005,0
Madrid, Comunidad de	2.093,1
Murcia, Región de	579,4
Navarra	189,9
País Vasco	692,0
Rioja, La	110,5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, (2011).

3.2.2 Generación de residuos urbanos biodegradables en España.

Según estadísticas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y de la Oficina Europea de Estadística (1995), en España se produjeron cerca de 11.633.000 toneladas de residuos urbanos biodegradables, equivalentes, casi, al 78% de los residuos urbanos. Por otra parte, según el I Plan Nacional de Residuos, (I PNRU), en 1996, el 44% del total de residuos producidos era materia orgánica.

Los datos mencionados hacen referencia a los residuos urbanos solamente, sin haberse considerado los producidos en la ganadería, la agricultura y la industria de alimentos, que pueden estimarse superiores a 120 millones de toneladas. Tampoco se hace alusión a los residuos de la actividad

forestal, que se considera superior a 5 millones de toneladas. Según la Estrategia Española de Reducción de Residuos Biodegradables Destinados a los Vertederos, anexo 14, los porcentajes de estos residuos que podrían depositarse en vertederos, en el período (2000 – 2016), tomando como referencia la producción de 1995, son:

Tabla 3.2 Porcentaje de residuos en Vertederos de 2006 a 2016

AÑO	%	Cantidad máxima de RUB autorizada a vertedero (t)
2006	75%	8.724.750
2009	50%	5.816.500
2016	35%	4.071.550

Fuente: Estrategia Española de Reducción de Residuos Biodegradables.

“Investigar sobre los vertederos incontrolados en Andalucía es complicado y complejo porque no existen análisis sistemáticos e información homogénea, lo que hace necesario realizar un estudio exhaustivo de los mismos” (JORDA, RUIZ, LUCENDO, 2012).

Ante este compromiso, es indispensable recomenzar a plantearse alternativas de solución para alcanzar los objetivos trazados, porque hasta la fecha no se están cumpliendo y un porcentaje superior de residuos urbanos biodegradables se está depositado en los vertederos, sin tratamiento alguno.

3.3 MARCO LEGAL

El marco jurídico relacionado con los residuos sólidos en España, que es bastante amplio no es independiente, se nutre de la legislación de la Unión Europea. Se encuentra reglamentado, fundamentalmente, en la Ley 22/2011 del 28 de julio, de Residuos y Suelos Contaminados; en la Ley 16/2002, de 1 de julio de 2002, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación y en el Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNIR, 2008- 2015). Una vez que se ha legislado a nivel español, las comunidades autónomas o se acogen a la ley española o elaboran las normas que rigen solo la interior de cada comunidad, conforme con la normativa del estado español.

A continuación se relacionan las principales normas relacionadas con los residuos sólidos que rigen en cada ente territorial.

3.3.1 Legislación Europea.

Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de Noviembre de 2008, sobre residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. En esta Directiva se establece el marco normativo para el tratamiento de los residuos en la Unión Europea, con el propósito de proteger la salud humana, fomentar la valorización y preservar los recursos naturales.

3.3.2 Normas de ámbito nacional.

- Ley 11/2012 de 19 de noviembre, de medidas urgentes en medio ambiente.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, que deroga la Ley 10/1998, de 21 de abril.

3.3.3 Plan Nacional Integrado de Residuos Urbanos (PNIR)

El Plan Nacional de Residuos Urbanos, proyectado para (2008–2015), incluye todos los residuos de la Lista Europea de Residuos con sus respectivas excepciones. Plantea una serie de objetivos a cumplirse durante ese período de tiempo, algunos de ellos relacionados con la gestión de los residuos orgánicos. En particular se consideran aspectos tales como:

- Valorización de la materia orgánica: En él se considera que los residuos biodegradables tendrían una inestimable aplicación en España como mejoradores de suelos, si con ellos se produjera compost de buena calidad y se dispusiese de infraestructuras suficientes para gestionar los residuos correctamente, lo más próximo, dentro de lo posible, al lugar de generación.
- Prevención: Insistir más en la prevención de la generación de residuos.
- Recogida selectiva: Aunque ha aumentado en los últimos años, aún es escasa. Su incremento favorece la valorización de todo tipo de residuos.
- Eliminación: Continuar con la supresión de todos los vertederos incontrolados y recuperar los terrenos por ellos ocupados, siendo el compost un material de mucha utilidad en esta actividad.
- Aumento en la reutilización, recuperación y reciclaje, iniciada en planes anteriores.

El hecho de que en el Real Decreto 1481/2001, se planteen como objetivos la reducción de la materia orgánica y su valorización a corto, medio y largo plazo y; por las facultades que le confiere la Ley a los entes locales para elaborar sus propios planes de gestión de residuos, ha despertado el interés en el mundo académico

3.3.4 Otras normas de ámbito nacional en relación con los residuos urbanos.

- Ley Reguladora de las Bases de Régimen Local. Ley 7/1985.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Orden de 26 de octubre de 1993, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario.
- RD 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos del reciclado y la valorización.
- RD 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo.
- RD 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. En esta norma se considera el compostaje como una alternativa muy válida para reducir la cantidad de materia orgánica presente en los residuos urbanos.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos

3.3.5 Normas y planes regionales de Andalucía.

- Plan Director Territorial de Gestión de Residuos no Peligrosos en Andalucía (2010- 2019).
- Decreto 397/2010 del 2 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Director de Residuos no Peligrosos en Andalucía.
- Orden de 20 de julio de 2007, por la que se regula la Acreditación Ambiental de Calidad del Compost.
- La Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, establece como prioridad en la gestión de residuos la

reducción de la producción de los residuos en origen, la reutilización y el reciclaje, así como orientar el destino final de los residuos a su valorización.

- Decreto 283/1995, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden 22 de noviembre de 1993 por la que se desarrolla en el ámbito de la Comunidad Autónoma Andaluza el Real Decreto 1310/1990 y Orden de 26 de octubre de 1993, del MAPA, sobre utilización de Lodos de Depuración en el Sector Agrario.

3.4 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS URBANOS EN ESPAÑA

La proporción de cada tipo de residuo depende de la estructura económica de los países, pero se observa una tendencia generalizada que hace corresponder a un mayor grado de desarrollo una mayor incidencia en el conjunto total de la suma de los residuos industriales y urbanos.

En la tabla 3.3 se presenta la composición media de los residuos urbanos en España, atendiendo el nivel de ingresos de la población, en la que se observa que el porcentaje de materia orgánica es mayor, cuanto más bajo es el estrato. Su composición varía en función de factores tales como:

- Nivel de vida de la población, variable al interior de un municipio
- Tamaño de la población,
- Climatología, y
- Nivel sociocultural y de la época del año.

Tabla 3.3 Composición media de residuos urbanos según nivel de ingresos.

Componentes	% Peso / Nivel ingresos		
	Bajos	Medios	Altos
Orgánicos	40-85	20-65	6-30
Jardinería y madera	1-5	1-10	11-24
Papel y cartón	1-10	8-30	25-60
Plásticos	1-5	2-6	2-8
Textiles	1-5	2-10	2-6
Vidrio	1-10	1-10	4-12
Metales	1-5	1-5	3-13
Suciedad y cenizas	1-40	1-30	0-10
Otros	1-5	1-4	0-4
Nota: Renta Per cápita de 1990:			
Bajos <750\$ Medios 750 / 5000\$ Altos >5000\$			

Fuente: Ambientum (2003)

Por lo general están compuestos de los siguientes materiales:

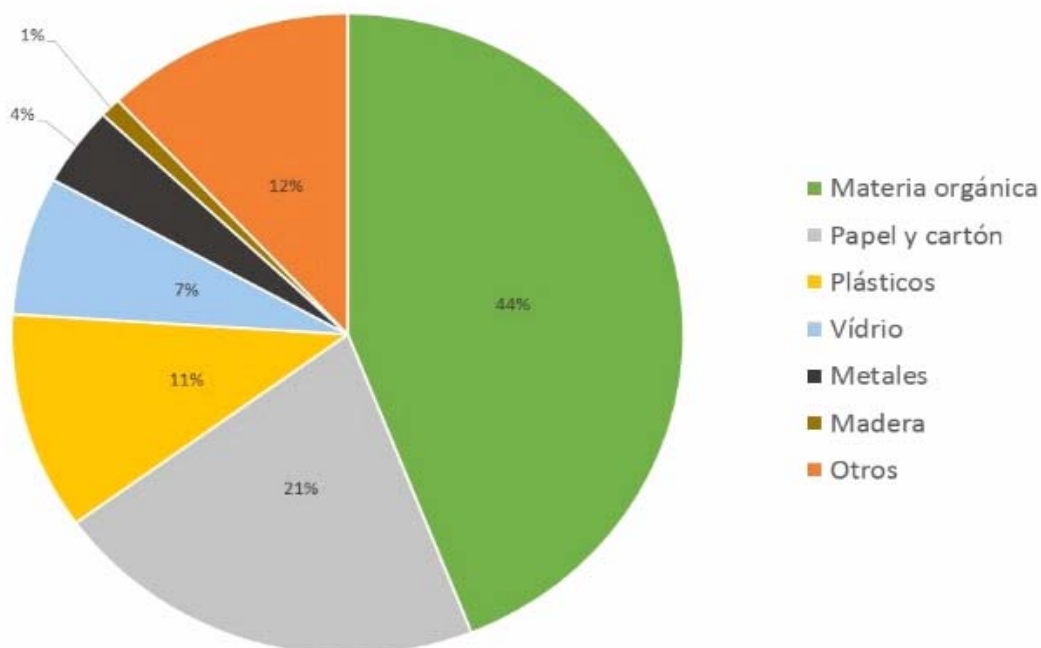
- Vidrio: envases de cristal, frascos, botellas, etc.
- Papel y cartón: periódicos, revistas, embalajes de cartón.
- Restos orgánicos: restos de comida, de jardinería, etc. En peso son la fracción mayoritaria en el conjunto de los residuos urbanos.
- Plásticos: envases y elementos de otra naturaleza.
- Textiles: ropas, vestidos y elementos decorativos del hogar.
- Metales: latas, restos de herramientas, utensilios de cocina, mobiliario.
- Madera: muebles mayoritariamente.
- Escombros: procedentes de pequeñas obras o reparaciones domésticas.

En la tabla, 3.3 se observa que los estratos más bajos se corresponden con un mayor porcentaje de materia orgánica, que en algunos casos supera el 80%. Esta información resulta de interés al realizar programas de valorización de la materia orgánica, puesto que en promedio, el porcentaje es apenas superior al 40%.

En las ciudades se generan residuos de materia orgánica fermentable que proceden básicamente de restos de alimentos domiciliarios, de hostelería, de los mercados, de las industrias alimenticias... mataderos y carnicerías, poda y barrido de parques y jardines, de lodos de depuradoras de aguas residuales. Su composición química la constituyen en proporciones mayoritarias: grasas, hidratos de carbono, proteínas, etc.

El porcentaje "otros", en la imagen (3.3), hace referencia a la fracción de residuos generados en los domicilios, pero que por su toxicidad tienen la connotación de residuos peligrosos, razón por la cual se consideran como una fracción aparte. Forman parte de ellos: baterías de vehículos, restos de material electrónico, productos químicos, medicamentos, etc.

Gráfico 3.3: Proporción media componentes de R.S.U.



Fuente: Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU, 2000 – 2006)

Una buena gestión de los residuos orgánicos, debe incluir su georreferenciación para ubicar las fuentes de generación, estimar su producción y el tipo de residuos por zonas y a su vez plantear diferentes alternativas de aprovechamiento, que además de eficientes sean las más económicas. Se aprecia en la tabla 3.4 que el menor grado de desarrollo de un país se corresponde con un mayor porcentaje de materia orgánica y viceversa para el papel, vidrio y plástico.

Tabla 3.4. Composición en porcentaje (%) de los residuos municipales en función del nivel de desarrollo.

Fracción	Países desarrollados	Países en vías de desarrollo
Materia orgánica	40-55	58-80
Papel - cartón	19-42	4-10
Vidrio	6-17	1-4
Plástico	10-16	4-7
Textiles	3-7	2-4
Metales	4-8	1-2
Otros productos	1-8	6-18

Fuente: Seoáñez, 2000.

Países en vías de desarrollo, son países que se caracterizan un nivel de vida entre bajo y medio; una base industrial media; un índice de desarrollo humano entre medio y alto. A este sector pertenece un segmento importante de

la población en países con desigualdades sociales marcadas y debilidades institucionales y políticas (Instituto Europeo, Campus Stellae, 2011)

En las áreas industriales que procesan materia orgánica, el volumen de residuos orgánicos puede verse incrementado considerablemente. Igual situación se da en las áreas rurales dedicadas a labores de agricultura, ganadería o con presencia de zonas boscosas. Por estas tendencias, nunca se puede plantear de igual manera un programa de aprovechamiento de materia orgánica en países o regiones con diferente grado de desarrollo industrial.

3.5 FUENTES DE RESIDUOS ORGÁNICOS.

En un municipio, además de los residuos orgánicos urbanos, se generan otros cuya recolección, tratamiento y disposición, casi siempre, se realizan de forma independiente. Al iniciar un programa de recogida y valorización de residuos orgánicos, estos materiales no deben descartarse. En determinados casos su volumen puede ser muy importante y como consecuencia ocasionar problemas ambientales significativos. Algunos de estos residuos provienen de los tres sectores de la economía: primario, secundario, terciario (TORTOSA, 2009):

- Residuos de la actividad ganadera: Estiércoles, orines, pelos, plumas, huesos, etc.
- Residuos actividad agrícola: Restos de cultivos, podas de árboles y arbustos, malezas, etc.
- Residuos actividad forestal: serrín, hojas, ramas y ceniza.
- Abonos orgánicos preparados: Estiércol, compost, abono verde, humus de lombrices.
- Residuos de la actividad industrial.
- Residuos urbanos

3.5.1 Residuos Agrícolas en España.

De la superficie agrícola de España, el 44.51% se destina al cultivo de cereales, el 21.65% al cultivo de oleaginosos, el 12.2% al cultivo de fruta dulce y viñedo, el 8,11 a cultivos forrajeros y el 4.74% a frutos secos. Estos cinco cultivos ocupan alrededor del 91.21% de la tierra cultivable (FAO, 2000)

Se consideran bajo esta denominación los residuos de la cosecha, la fracción de un cultivo que no constituye la cosecha en sí, y la parte de ésta que no cumple con los requisitos de calidad mínima para ser comercializada. En términos generales, estos residuos, presentan en su composición química un alto y variable contenido hídrico, que cambia según el tipo de cultivo y la época de recolección.

3.5.1.1 Residuos del cultivo y cosecha de cereales.

Los principales residuos de los cultivos de cereales son la paja y los rastrojos, que tienen un bajo contenido de humedad. La relación C/N es muy elevada, entre 80 y 100, lo que conlleva a la inmovilización del nitrógeno del suelo. Con poca frecuencia, lamentablemente, la paja tras su acondicionamiento físico, es incorporada al suelo con los rastrojos, en su mayor parte se destina a la ganadería como alimento (AGRINOVA-SCIENCES, 2007).

3.5.1.2 Residuos de vegetales verdes

Son residuos de cultivos que se cosechan antes de la decadencia del vegetal. Presentan un alto contenido de humedad y baja relación C/N. Son fácilmente degradables. Forman parte de ellos, los residuos de los cultivos forrajeros y raíces o tubérculos de la mayoría de los cultivos hortícolas comestibles. En su gran mayoría se reciclan para la alimentación del ganado, razón por la cual no constituyen, en sí, un residuo y, además su aplicación es controvertida como abono verde en cultivos de cereales (LACASTA y Otros, 2003).

3.5.1.3 Residuos de la poda de viña y frutales

La madera y los sarmientos, resultantes de la poda de la vid y de los árboles frutales, muestran un contenido medio-bajo de humedad, la relación C/N es muy elevada 150–250. La mayor parte de estos residuos se queman en la propia explotación. Con poca frecuencia se aplican al suelo para su descomposición y humificación. Por su elevada relación C/N, al ser aplicados al suelo, requieren ser mezclados con una fuente nitrogenada, ya sea de naturaleza orgánica (estiércol, abonos orgánicos, purines, abonado en verde) o inorgánica (abonos amoniacales o ureicos), que aceleren su descomposición (INFOAGRO, 2008).

3.5.1.4 Residuos de las Industrias de Transformación Agrícola.

En la gestión de los residuos generados en las industrias de transformados vegetales, aunque no son un problema acuciante, hoy día, se procura minimizar su volumen y aumentar su valorización para reducir los gastos de manejo e impacto sobre el medio ambiente. Por otra parte no está bien planificada, razón por la cual el aprovechamiento directo, por ejemplo, para uso en la alimentación animal, no se realiza eficientemente.

3.5.2 Residuos ganaderos

Los residuos ganaderos producidos en España, se pueden considerar equivalentes a los residuos producidos por 60 millones de habitantes (LAGUNA, 2001).

A la par que el desarrollo de la sociedad se ha derivado la modernización de las explotaciones agrícolas y ganaderas, fenómeno que ha afectado significativamente a las tradiciones productivas del campo. Este tipo de desarrollo ha contribuido a que desaparezcan muchas actividades que habitualmente se venían realizando en las zonas rurales, por ejemplo: el laboreo y el pastoreo, trabajos que facilitan la entrada de los residuos orgánicos, de nuevo, en el ciclo biológico, reintegrando importantes cantidades de materia orgánica al suelo.

Desde la Antigüedad las excretas del ganado se han usado en el suelo como fertilizantes, en los campos o en tierras de cultivo. Esta actividad, cuando las granjas eran pequeñas y se disponía de suficiente terreno para su aplicación, resultaba beneficiosa. Al masificarse las granjas y hacerse la explotación en forma intensiva, las excretas logran transformarse en un residuo que puede ocasionar un grave daño al medio ambiente. El volumen y fluidez de los residuos provenientes de la actividad ha aumentado, demandándose mayor extensión de terreno de cultivos para una adecuada eliminación. Por otra parte, por el hecho de haberse introducido en la dieta alimenticia metales como el cobre y el cinc, el grado de contaminación del estiércol se ha hecho más significativo.

3.5.3 Residuos de la industria de alimentos

En estas industrias, las etapas de acondicionamiento de la materia prima son las que generan mayores cantidades de residuos orgánicos. El total de

residuos producidos es la suma de los producidos en las operaciones en seco y húmedo.

Las industrias procesadoras de alimentos son variadas y cada una presenta sus particularidades. Una característica fundamental de ellas es su localización, por lo general, cercana a las áreas productoras de materia prima. En España la mayor concentración de estas industrias se despliega en: La Rioja, Aragón, la zona del Valle del Ebro, Cataluña y Andalucía.

De lo anterior podemos realizar una serie de comentarios:

- Puede observarse que la producción de residuos está afectada por muchas variables: económicas, políticas, ambientales y socio-culturales que hacen que el problema sea cada vez más complejo y acuciante, no solo por la variedad y cantidad de residuos que se generan, sino por la dificultades para encontrarle soluciones a los problemas que crean.
- Como consecuencia de ello, no solo en España, por haber tratado, en un comienzo, de hacerle frente a esta situación desde una o pocas disciplinas del saber, la producción de residuos en general y de los residuos urbanos en particular ha ido en aumento cada vez más, a pesar de que en las últimas décadas las políticas y legislación europea y nacional de gestión residuos se han trazado objetivos ambiciosos para su reducción, sin que los resultados hayan sido del todo satisfactorios.

Ante esta situación, hay que proyectar y hacer un frente común desde todos los campos del saber, con la decidida colaboración de la comunidad, para tratar de controlar esta situación, antes de que se haga más insostenible. No solo escondiendo los residuos de nuestras vistas, sino aprovechando al máximo lo recuperable de ellos, preferentemente en lugares cercanos a los sitios de su generación (FIAB, 2007).

Para disponer eficazmente los residuos orgánicos provenientes de las actividades arriba mencionadas, es indispensable conocer la localización de las principales fuentes que los generan, el volumen total de producción, su distribución en el área, las características del residuo y usos posibles, es decir georreferenciar la producción.

CAPÍTULO 4

PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES Y PUESTA EN VALOR DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

CAPÍTULO 4. PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES Y PUESTA EN VALOR DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

“La tierra fértil que disfrutamos se formó durante miles de años de sol abrasador, vientos, lluvias y heladas. Durante siglos, los microorganismos transformaron los restos de vegetales y animales en nutrientes y los mezclaron con partículas de roca madre para formar el terreno que hoy cultivamos. Para crear un centímetro de suelo se necesitan cientos de años, pero se puede perder en poco tiempo si no lo protegemos de la erosión” (FAO, 2006).

4.1. ASPECTOS PRELIMINARES

Se ha hecho alusión a que el incremento de la producción de residuos en el mundo es consecuencia del crecimiento de la población, la urbanización y la industrialización, debido a que su generación crece al mismo ritmo de éstas. También se hizo referencia a la amenaza que constituyen, no sólo para el medio ambiente, sino también para la salud y bienestar de las personas.

El menoscabo causado por los residuos al medio ambiente y a la salud de las personas es debido a la deficiente gestión de los mismos, en especial de la disposición final. Gran parte de ellos son depositados al aire libre y un elevado porcentaje es confinado en vertederos que, aunque sean controlados, no dejan de ser una amenaza ambiental. Por otra parte, los vertederos, ante la escasez de tierras se localizan, cada vez, más cerca de los núcleos urbanos. Los vertederos han sido y continúan siendo una herramienta muy utilizada para la disposición final de residuos, por su fácil explotación y capacidad para albergar grandes cantidades de todo tipo de materiales. Generalmente no se gestionan correctamente, razón por la cual su impacto sobre el ambiente es negativo con repercusiones en la salud humana y animal y en la economía. (JORDÁ, RUÍZ, LUCENDO, 2010).

Ante esta situación, los gobiernos, en nuestro caso particular, de la Unión Europea, de España y de las comunidades autónomas, han legislado al respecto y continúan aún en la tarea, buscando priorizar en el tratamiento de los residuos el aprovechamiento máximo del valor que contienen, mediante políticas de recuperación, reutilización y reciclaje.

Ahora bien, dado que el mejor residuo es el que no se produce, inicialmente las políticas se orientan hacia la minimización de la generación de residuos y a continuación a lograr el aprovechamiento de aquellos cuya producción sea inevitable. Estas soluciones son mucho más aconsejables desde el punto de vista técnico, ecológico y económico que las del vertido o destrucción, por ello

se deben proveer todos los medios que garanticen un máximo de recuperación y reciclaje y una óptima valorización, siempre que se organicen de manera segura.

En el proceso de recuperación y valorización de los residuos entran en juego tres aspectos:

1. El *económico*, por la pérdida de grandes cantidades de materiales, como los arriba mencionados, que pueden ser recuperados y puestos nuevamente en circulación en el mercado, sin dejar de lado los costos de su recuperación.
2. El *medioambiental*, ya que el deficiente manejo y disposición de los residuos contribuye al deterioro de los recursos naturales: agua, suelo, aire.
3. El de *la salud pública*; no sólo las personas que trabajan para las empresas de gestión de residuos están expuestas a riesgos, lo está, también, cierta parte de la población que busca, sin protección alguna, subsistir mediante la recuperación de materiales que tienen reclamo en el mercado. E indirectamente corre el mismo riesgo la población en general, cuando los residuos no se disponen de manera segura.

Intentando subsanar estas deficiencias, los gobiernos se han planteado la política de Valorización de los Residuos, definida, en la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos, como: *“cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil, al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general”*. De igual manera se define en la Ley 22/2011 sobre residuos.

En esta política, los residuos dejan de considerarse como una molestia a eliminar, por el contrario, adquieren un valor al plantearse la posibilidad de su aprovechamiento como materia prima o fuente de energía para otros procesos.

Según registros estadísticos del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, casi el 80% en peso de los residuos urbanos cuenta con materiales que pueden separarse, valorizarse y/o reciclarse. Por ejemplo, mientras el papel y el cartón pueden reciclarse hasta una decena de veces, el vidrio o el acero pueden hacerlo infinito número. Y qué decir de la materia orgánica que sólo sufre transformaciones y que de recogerse selectivamente, al igual que el vidrio, podría ser reciclada en forma indefinida (DEL VAL, 1996).

Para lograr esta empresa, el Ministerio del Medio Ambiente en colaboración con las comunidades autónomas y los entes locales, se propusieron establecer para el 2012 una metodología para caracterizar los residuos urbanos, impulsar

la recogida selectiva aplicable en todos los municipios y criterios uniformes para la clasificación de los residuos biodegradables. Aún no se han logrado los resultados esperados (PLAN NACIONAL INTEGRADO DE RESIDUOS, 2008-2015).

En lo que respecta a la valorización de los residuos orgánicos, ésta gira en torno a los objetivos trazados en el Real Decreto 1481/2001 de 27 de diciembre por el que se regula la eliminación mediante su depósito en vertederos. Para tal misión las comunidades autónomas deben elaborar planes para alcanzar las metas trazadas. *“Se espera que para el 2015, la cantidad total (en peso) de residuos urbanos biodegradables destinados a vertedero no supere el 35 % de la cantidad total de residuos urbanos biodegradables generados en 1995”*.

Los procesos de valorización de la materia orgánica están orientados, principalmente, a la generación de energía y a la producción de compost, lo cual no sólo demanda voluntad política, planificación y asignación de recursos, también de la colaboración de instituciones educativas y de la comunidad en general. La producción de compost parece ser la estrategia más favorable por el hecho de que los suelos de España son más secos y pobres, comparados con los suelos del resto de países de Europa.

Debido al creciente interés de la práctica de la agricultura sostenible, en mucho lugares del mundo no sólo se investiga en cómo producir compost con los residuos orgánicos, sino también acerca de su aplicación y beneficios (Li y Otros, 2010).

4.2. PUESTA EN VALOR DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS.

En España, dadas las características de los suelos mediterráneos, los residuos orgánicos han sido empleados en labores agrícolas desde los orígenes de la civilización.

Con la especialización de la producción agrícola y la explotación ganadera intensiva, la disponibilidad de materia orgánica, generada en estas actividades, se hizo escasa en algunas regiones, por lo que hubo que recurrir a otras fuentes, encontrando un gran potencial en los residuos urbanos.

La finalidad de su empleo es devolver al suelo, parte de la materia orgánica y nutrientes en ellos presentes, tales como el N, el P, el K que ha perdido, por causas diversas.

Para SOLIVA Y FELIPÓ (2002), además de las anteriores, existen otras razones que fortalecen la incorporación de la materia orgánica al suelo:

1. La necesidad de gestionar adecuadamente el gran volumen de residuos generado y la escasez de espacios para su disposición.

2. Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, con el propósito de cumplir con el Protocolo de Kioto (2005) u otros más recientes. El Protocolo, hoy día, desempeña un papel importante en la gestión ambiental de las ciudades y territorios, ya que traza el camino hacia la sostenibilidad, introduce una medida de carácter global de niveles de contaminación, llama a la cautela y prudencia ante la incertidumbre de las mediciones medioambientales actuales y por ser el resultado de un diálogo consensuado y no de una imposición (FIGUEROA, 2000).

3. Cumplir con la legislación cada vez más estricta, que obliga a productores, poseedores y gestores de residuos orgánicos biodegradables a realizar una gestión adecuada.

Los residuos biodegradables pueden ser valorizados, principalmente, a través de los procesos anaerobio de biometanización y aerobio de compostaje. Aunque la biometanización es un proceso importante y de amplia aplicación, no se aborda en este trabajo, que tiene como tema central el compostaje.

4.3. EL SUELO Y SUS PROPIEDADES.

“Una nación que destruye el suelo se destruye a sí misma”, Franklin D. Roosevelt.

El suelo, parte fundamental de los ecosistemas terrestres, es un recurso natural frágil, no renovable, que se forma a través de un largo proceso de sucesión ecológica hasta su maduración, en el que intervienen los seres vivos, el clima, y la roca más superficial de la litosfera.

Su velocidad de formación y regeneración es muy lenta, comparada con la de los procesos que contribuyen a su deterioro y destrucción. Por este motivo, se deben establecer pautas para concienciar a la opinión pública en general y a las autoridades en particular, para que instauren las medidas ambientales y las políticas de actuación que permitan garantizar la conservación de los suelos. (FAO-PNUMA, 1983).

Se puede definir la degradación de los suelos como todo proceso que contribuye a que éstos disminuyan su capacidad de producir todo lo relacionado con bienes y servicios. Según PNUMA, (2014), alrededor de 900 millones de hectáreas de terrenos naturales soporta el riesgo de degradación de aquí a 2050.

Aunque puede originarse por fenómenos naturales, la degradación del suelo es, esencialmente, el resultado directo de su utilización por el hombre, bien cuando actúa directamente sobre él en actividades como la agricultura, la ganadería, la reforestación, el riego, o indirectamente a través del transporte y la eliminación de residuos.

En esta última acción, si el residuo es orgánico, el hombre puede revertir parte del daño ocasionado, valorizándolos mediante el compostaje, puesto que muchos de los daños en él causados pueden remediarse utilizando este producto. La cantidad de materia orgánica del suelo es un indicador clave de su calidad, tanto en sus funciones agrícolas como en las ambientales. Es el principal indicador de su actividad biológica.

Gráfico 4.1: panorámica paisaje mediterráneo de contraste



En el gráfico 4.1 se muestra un paisaje de contrastes, de la montaña mediterránea andaluza: predominan vertientes rocosas con poca o escasa vegetación, debido en parte a un intenso proceso de deforestación, principalmente en las laderas de la Sierra de Gádor, consecuencia histórica de una intensiva explotación minera. Junto a ello, paisaje agrícola de frutales, huertos en las llanuras aluviales y en las laderas aterrazadas con policultivos mediterráneos (GARCÍA, 2011).

La cantidad, diversidad y actividad de los microorganismos, que constituyen la fauna y flora del suelo, están directamente relacionadas con la materia orgánica.

La materia orgánica y la actividad biológica que genera tienen gran influencia sobre las propiedades químicas y físicas de los suelos, contribuyendo a su agregación, estabilidad, incremento de la tasa de infiltración y de la cantidad de agua disponible.

Por otra parte contribuye a mejorar la resistencia contra la erosión hídrica y eólica y a la biodisponibilidad de los principales nutrientes de las plantas. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO MARINO – UNIVERSIDAD DE NAVARRA, 2008).

El hombre al laborar el suelo facilita que éste pierda parte de las propiedades que lo hacen útil para actividades agropecuarias y de protección del ambiente, algunas de las cuales se relacionan a continuación (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2006).

- Disminución del contenido en materia orgánica incorporada en el suelo.
- Deterioro de la estructura del suelo y aumento de la densidad por compactación.
- Reducción de la permeabilidad.
- Aminoración de la capacidad de retención de agua.
- Pérdida de nutrientes.
- Aumento de la acidez.
- Incremento de la salinización.
- Aumento de la toxicidad.

4.3.1 La materia orgánica del suelo.

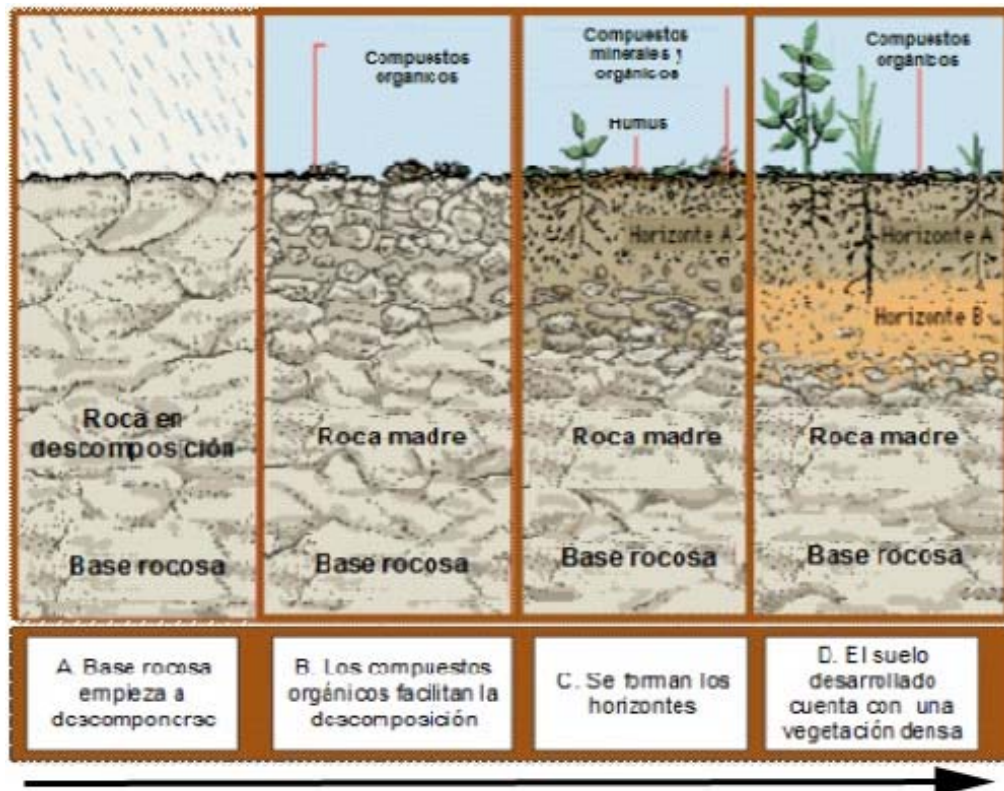
En un suelo no perturbado, la materia orgánica se forma por la acumulación de residuos degradados de plantas y animales. Los animales y plantas se multiplican sobre él, se descomponen por acción de microorganismos y luego sus restos se mezclan con el suelo.

La humificación es el conjunto de procesos comprometidos en la transformación de la materia orgánica. Si la transformación de ésta concluye con la formación de compuestos inorgánicos sencillos, como el agua o el dióxido de carbono, se habla del proceso de mineralización (GALLARDO, 2001).

La fertilidad de un suelo se puede reconocer por la abundancia y variedad de la vegetación que se desarrolla en él, sin olvidar que no es sólo un lugar para el crecimiento de vegetales, porque debajo de ellos se realizan una serie de procesos de relación, síntesis, fermentación y descomposición, que aseguran el contenido de materia orgánica.

En los suelos cultivados puede suceder todo lo contrario, porque de diversas maneras están más expuestos a la pérdida de materia orgánica. El suelo arado opone menos resistencia a la acción de arrastre causada por el viento y la lluvia. Además, en gran parte de estos terrenos el producto de la cosecha se utiliza como alimento y/o materia prima para la industria, no retornando de nuevo al suelo para regenerarlo

Gráfico 4.2: La materia orgánica y la formación del suelo.



También corren este riesgo los suelos que son sometidos al sobrepastoreo, a la tala indiscriminada de árboles o son proclives a los incendios. Como consecuencia de estas acciones, pierden muy pronto la fertilidad y la tierra se empobrece, debido a que la erosión produce la pérdida de material del horizonte más superficial, que contiene el mayor porcentaje de materia orgánica.

Estas acciones son la antesala al proceso de desertificación, que obliga a actuar y dejar de lado la indiferencia, con el propósito de restituir al suelo, en forma planificada, la materia orgánica que ha perdido, porque es un hecho que los suelos que poseen un adecuado contenido de materia orgánica son capaces de producir plantas de buena calidad.

Aunque existen otras técnicas, la aplicación de compost de buena calidad parece ser la mejor alternativa para restituir al suelo, permanentemente, la materia orgánica que va perdiendo.

4.3.2. Aplicación del compost en el suelo.

El principal uso del compost en el suelo es como enmienda orgánica, este material en si no es un fertilizante, a pesar de contener macro nutrientes como el nitrógeno, el fósforo y el potasio que quedan disponibles, lentamente, en la medida en que se realiza la descomposición de la materia orgánica del compost.

El fin principal de su empleo es conservar o incrementar los niveles de materia orgánica del suelo.

Por las propiedades que le confiere la materia orgánica al suelo, el uso del compost en la agricultura, preparado según las necesidades de cada superficie de terreno, posibilita la sustitución de abonos minerales de síntesis. No obstante, su utilización en los sistemas agrícolas actuales, es compleja (STOFFELLA, 2005).

Antes de aplicar el compost en el suelo es necesario considerar determinados aspectos técnicos, algunos de los cuales pueden obviarse si éste se ha elaborado de acuerdo a un estricto y garantizado programa de control de calidad.

Dado que cada suelo tiene sus características, así como cada compost, la cantidad de este producto a emplear se fundamenta en el contenido de materia orgánica que se desea obtener en el suelo, según sus características, y de los procesos de fermentación y mineralización de esta materia.

4.3.2.1. ¿Cómo aplicar el compost?

Una vez que el compost ha sido elaborado cumpliendo con las normas de calidad correspondientes, la etapa final del proceso es su utilización.

Una vez se hayan definido los usos, una de tantas maneras de disponer el compost, consiste en colocarlo sobre la superficie del suelo en capas de aproximadamente 3 cm y luego incorporarlo a través de operaciones de roturación y no dejarse, nunca, sobre la superficie (MARAÑÓN, 2007).

Gráfico 4.4: Cómo aplicar el compost.



La aplicación del compost no debe ser uniforme, debe responder a las necesidades de los cultivos y del terreno. En este apartado se darán algunas pautas generales sobre esta temática, tomadas del documento publicado por la CONSEJERÍA DEL MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, (2012).

- El compost se emplea, principalmente, en primavera-otoño. Por ser de color oscuro atrapa la energía del sol, haciendo más largo el período de crecimiento vegetativo. Si se depositan 5 cm. de compost en el contorno de las plantas, se mejora la retención de humedad, la fertilidad, la ventilación y se protegen de las heladas.
- Por regla general no se entierra, se esparce someramente y se mezcla con la capa superficial del suelo para prevenir el arrastre.
- Se puede aplicar en forma de infusión o en estado sólido, manual o mecánicamente, según características del terreno y de los cultivos.
- Se debe depositar sobre el terreno en la cantidad requerida, esparcirlo con los medios a disposición, y regarlo copiosamente para permitir que la flora bacteriana se incorpore al suelo.

- En determinados terrenos se requiere excavar y depositarlo en fosas de hasta 15 cm. de profundidad.
- Si se va a utilizar para macetas, se recomienda aplicar por terceras partes: compost, tierra de jardín y perlita, después de haberlo tamizado.
- Seleccionar la granulometría del compost, según las características del terreno.
- En plantíos se coloca alrededor de las plantas pequeñas y, a partir de los 20 cm. del tronco, cuando se trata de árboles.
- El desarrollo radicular se beneficia si el compost se emplea durante la plantación.
- La turba puede ser reemplazada por el compost en todos sus usos, incluyendo los trasplantes. En caso de trasplantes se recomienda cavar un agujero, de tamaño superior a dos veces la medida de la bola de la raíz, y mezclar el compost con tierra vegetal en igual proporción.
- Puede emplearse en horticultura para mejorar el rendimiento de los cultivos.
- Si se desea renovar o establecer un césped, se recomienda colocar una capa de compost de aproximadamente 5 cm., previamente a la colocación del prado.
- Se puede aplicar en forma líquida, mediante la preparación del té de compost.
- Durante su almacenamiento se recomienda mantenerlo con una humedad del 40%.

Además de las recomendaciones anteriores, es importante observar, aunque no son de cumplimiento obligatorio, las buenas prácticas agrícolas establecidas en los Reales Decretos: 261/1996 de 16 de Febrero y 324/2000.

4.3.2.2. Usos más frecuentes del compost.

- Uso en viveros

El uso potencial del compost en viveros, jardinería y el paisajismo crece cada día, porque cada vez y con mayor frecuencia, la sociedad demanda espacios verdes para el ocio y el deporte.

La producción de plantas, a pequeña y gran escala, empieza con la preparación de las semillas y las plántulas, que requieren de un sustrato. El material que más se ha utilizado para cumplir esta función ha sido la turba. Pero se sabe que, para disponer de esta materia prima, se debe explotar un recurso natural con el agravante de llegar a la destrucción de las turberas, requiriéndose, por esta situación, investigar el empleo de otros sustratos alternativos, que cumplan con esta función, de modo similar o superior, y reemplazar la turba parcial o definitivamente (LÓPEZ y Otros, 2009).

Entre los diferentes sustratos ensayados se ha seleccionado el compost como el más indicado. En los viveros, según el volumen de producción, el compost puede prepararse con los propios residuos orgánicos generados en las plantaciones, o bien utilizando residuos urbanos y agropecuarios del sector, aunque no siempre es tarea fácil su acondicionamiento, sin dejar de lado practicar un estricto control fitosanitario, tanto de los residuos como del compost producido, para prevenir y evitar, en ocasiones, la propagación de enfermedades o plagas.

El compost producido con residuos urbanos también ofrece garantías sanitarias y ambientales para ser empleado en la mejora de sustratos y suelos. En Andalucía, a nivel experimental y a gran escala, se ha trabajado en la Red de Viveros de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Proyecto Life 00/ENV/E/000543, (2002-2003) ("Procesos de co-compostaje y aplicación de sus productos en el paisajismo, reforestación de cultivos forestales y agrícolas de Andalucía") y se trabaja en muchos otros utilizando compost elaborado con residuos urbanos, en especial los de las EDAR, (Estación depuradora de aguas residuales).

Con los resultados iniciales, se ha llegado a la conclusión de que las mezclas con otros sustratos, principalmente la turba, son aptas para su utilización en plantaciones, también en jardinería municipal, en parques y, en el futuro, en áreas de mayor extensión.

- Uso en la jardinería y el paisajismo.

Durante siglos, los jardineros han aprovechado restos de la siega y de la poda, hojas de los árboles y todo material orgánico vegetal, con sus debidas excepciones, a su disposición, como sustrato para las plantas de sus jardines, aunque en muchos lugares, aún, se queman. Hoy día, la metodología de producción de compost es variada y se pueden emplear diferentes procesos, según sea la extensión del jardín, la densidad de plantas y la situación económica. Uno de los sistemas más utilizados en jardines pequeños del

territorio español son los compostadores caseros o unifamiliares, que pueden elaborarse de diferentes formas y con diversos materiales.

En España son pocas las experiencias que se tienen en el empleo del compost de residuos urbanos como sustrato en jardinería y paisajismo a gran escala, aunque el proyecto europeo Life 00543 llevado a cabo en Andalucía, ha mostrado que la utilización de este producto, en diferentes composiciones, cumple con los requerimientos técnicos, económicos y ambientales para ser empleado a gran escala.

Este proyecto, en lo que respecta a la jardinería, plantas ornamentales y árboles, se desarrolló en diferentes zonas de Andalucía: la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental.

En cuanto al paisajismo, se utilizaron mezclas de compost-turba en el implante y mantenimiento del césped en tees, calles, y greens de diferentes campos de golf en Cádiz y Málaga y se analiza la posibilidad de uso en la regeneración del césped y como mulch de centros en flor.

En terreno natural se ensayó con naranjo, algarrobo, ciprés, olivo y tuya, enterrando el compost mezclado con otros materiales en diferentes proporciones.

El proyecto tuvo buena acogida entre los grupos de ecologistas y ambientalistas, porque consideran que con el empleo del compost además de los diferentes beneficios que se obtienen, se disminuye, la explotación de las turberas, contribuyendo a la conservación de los humedales cercanos y al mantenimiento del hábitat de la avifauna de la región.

- Compost y su uso en la agricultura tradicional.

En un sentido amplio, puede decirse que la agricultura es una aplicación directa y práctica de la ecología, porque emplea diferentes componentes del medio ambiente, con el propósito de lograr bienes y provechos para satisfacer las necesidades del hombre. Por esta razón, en el desarrollo agrícola se debe hacer empeño en su sostenibilidad ambiental. El compost en la agricultura puede destinarse a tres usos:

1. Abono orgánico o fertilizante.
2. Enmienda orgánica.
3. Sustrato de cultivo.

A la aplicación del compost en el suelo, para compensar la pérdida de materia orgánica se le denomina enmienda orgánica o húmica de mantenimiento. Cuando el compost se aplica con el propósito de aumentar el nivel de humus que existe, se hace referencia a enmienda orgánica o húmica de corrección.

En algunas regiones andaluzas, valencianas y murcianas, con suelos de bajo contenido en materia orgánica, el compost se aplica en cultivos hortícolas y de cítricos, en arrozales, en viñedos... En menor proporción se emplea en cultivos de remolacha azucarera y frutales no cítricos. (ABORGASE-EDIFESA.com, 2009).

Gráfico 4.5: Empleo del compost en agricultura de ladera.



Fuente: madrimasd.org

Rara vez se aplica solo, casi siempre se mezcla con otros materiales, como la turba y la arena en diferentes proporciones. La dosificación se realiza por lo general de volumen a volumen o en toneladas por hectárea. Se recomienda para su aplicación en grandes extensiones dejar transcurrir un tiempo razonable, en algunos casos hasta tres meses, entre la colocación del compost sobre el terreno y la siembra.

Dosis de compost recomendadas y manera de aplicación, según el cultivo.

La información que a continuación se relaciona está tomada de la página web de (Aborgase-edifesa.com, 2009), en ella se recomiendan las dosis y la manera de aplicación del compost, según el tipo de cultivo.

- Compost y su uso en la agricultura ecológica.

Al hacer referencia a la agricultura ecológica o a sus sinónimos, agricultura orgánica o agricultura biológica, se debe admitir que este concepto responde a diversas ideologías, relacionadas con la manera de pensar e interpretar la política agraria, que al final confluyen en un objetivo común: en la búsqueda de

un método de producción que investigue sobre la promoción de alimentos y que cuide, a la vez, en la medida de lo posible, de los ecosistemas naturales.

Tabla 4.1 Dosis de compost, según cultivo

Tipo de cultivo	Dosis tm/ha	Observaciones
Cultivos del arroz	15 y 50, pueden llegar a 100	Espera para la siembra entre dos o tres meses.
Viticultura	20 y 40, caso de cepas. 50-100 t/ha, suelos ligeros 80-140, suelos pesados	Cada dos o tres años
Praderas y cultivos forrajeros	25 -40	Cada dos o tres años
Cultivos de frutales.	100 -200	Cada dos o tres años
Jardinería	Según cultivo	Granulometría fina
Cultivos de invernadero	10- 15	Cada dos a cuatro años
Cultivos hortofrutícolas de campo	50 – 100	Cada dos a tres años

Fuente: Elaboración propia con datos de (Aborgase-edifesa.com, 2009).

La agricultura ecológica se entiende como un sistema completo que opera mediante la integración de la flora y la fauna del lugar. PEÑA (2002), considera que es un sistema de explotación que renuncia a la obtención de rendimientos máximos de los suelos a cambio de un beneficio global de la explotación, conforme a las características del lugar, creando circuitos cerrados de nutrientes para evitar su pérdida.

Con la fertilización en la agricultura ecológica, no se busca nutrir simplemente a la planta, sino estimular el conjunto: suelo - planta, conservando o potenciando la fertilidad del suelo. La fertilidad se logra mediante el cultivo de plantas leguminosas en cultivos mixtos; incorporando la materia orgánica al suelo, bien sin transformar (estiércol y restos de vegetales) o transformada en forma de compost.

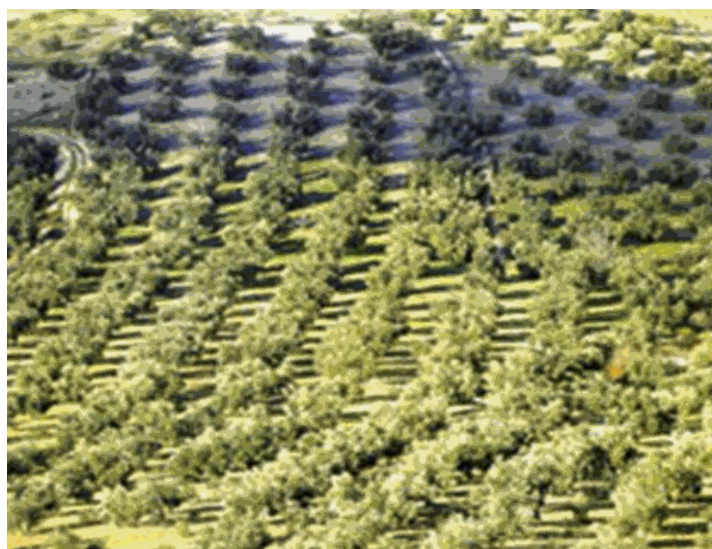
El mercado de productos provenientes de la agricultura ecológica crece a un ritmo del 10-15% por año y la aportación de los mismos al mercado alimentario de la Unión Europea generó incrementos del 0,5% al 4%, entre 1997 y 2006. (COMISIÓN EUROPEA - AGRICULTURA ECOLÓGICA, 2010).

- El compost, la reforestación y la forestación.

Se entiende la reforestación según la SECF., (SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES, 2005) como “Una operación, dentro del campo de la silvicultura, orientada a repoblar zonas que en el pasado estaban cubiertas de bosques, que han sido eliminados por diversos motivos”.

La forestación es el “estudio y práctica de la gestión de las plantaciones, especialmente de los bosques” y también se le considera como la ciencia de la conservación, crecimiento y salud de los árboles y bosques”. En si se orienta tanto al estudio de la producción maderera con fines comerciales, como a la calidad ecológica del ambiente (SECF, 2005)).

Gráfico: 4.6: Los beneficios del compost en la reforestación y agricultura.



Fuente: Compostaje y residuos orgánicos, monografías.com

La deforestación es antónimo de los términos definidos en los párrafos anteriores y se entiende como un proceso, por lo general, debido a acciones humanas: talas, quemas, obtención de suelo para ganadería, que produce un serio daño en el hábitat: la pérdida de biodiversidad y fertilidad del suelo por fenómenos erosivos, por un lado, y por el otro tiene un efecto adverso en la fijación del carbono atmosférico, puesto que los bosques se consideran como uno de los principales sumideros mundiales de este gas. Por la existencia de muchos tipos de compost en el mercado, el agricultor o usuario debe conocer las características del que va a emplear, para poder adecuar correctamente la cantidad a aplicar a las necesidades del suelo, controlar el contenido de metales pesados y de organismos patógenos presentes en el material (FEDER, Egmasa, 2000).

En informes de diferentes estudios y ponencias presentados en reuniones del Protocolo de Kioto (1997) se concluyó que el carbono almacenado en la

biomasa forestal, madera, hojarasca muerta y el suelo es, en su conjunto, mayor que el total del carbono presente en la atmósfera.

ZHONG y colaboradores (2013), demostraron que el compost producido con estiércol de cerdo, no produce solamente beneficios agrícolas, también contribuye a la disminución de la concentración de los gases del efecto invernadero, tales como el metano y el N_2O , que se forman al descomponerse el estiércol sin control alguno, motivos por los cuales recomiendan el compostaje como una alternativa de solución a la contaminación causada por estos residuos en China, primer productor mundial de cerdos en el mundo.

De igual manera, CALABRÓ (2009), además de coincidir con los resultados de los investigadores chinos, concluye que la mayor reducción de los gases de efecto invernadero se logra al realizar una recolección selectiva de los residuos, que elimine los plásticos que son los materiales que más contribuyen, al ser incinerados, a la producción de estos gases.

España se encuentra seriamente implicada en frenar el fenómeno de la deforestación y se ha comprometido, según informe de la Comisión Europea, a lograr la reducción de CO_2 , que le impone el Protocolo de Kioto para el período (2008-2012) y a obtener un recorte adicional del 2% en la emisión de estos gases, impulsando actividades de forestación y reforestación, tratando de aumentar el área de sumideros de CO_2 . En esta labor, el compost, dada las facilidades que ofrece para su elaboración y empleo, puede ser de gran utilidad. Respecto a la emisión de CO_2 en 1990, España estaba por debajo de la media comunitaria 210/242 millones de toneladas y, considerando un aumento del 6,7%, para el año 2000 aún se estaría por debajo de la media comunitaria (SOTELO, 2000).

- Uso del compost en la recuperación de suelos contaminados.

Para descontaminar los suelos son muchos los métodos que se han ensayado, algunos con mejores resultados que otros. Hoy día, la biotecnología nos ofrece nuevas alternativas de solución, y es así como se está experimentando una nueva técnica de descontaminación utilizando compost, conocida como biorremediación.

La biorremediación o compost biorremediación, puede definirse como: la utilización de organismos vivos, componentes de las células, y algunas enzimas libres para llevar a cabo el proceso de mineralización o bien de humificación de residuos o sustancias contaminantes o para modificar el potencial de oxidación de algunos metales.

En sí, es un fenómeno natural mejorado, en algunos casos, similar al proceso de mineralización y humificación natural que sufre la materia orgánica en un área cualquiera.

Dada la importancia de su uso, y a la luz de los resultados obtenidos, la compost-biorremediación y sus variantes tienen un amplio espectro de aplicación en la recuperación de los suelos. Un ejemplo de ello se observa en los resultados obtenidos en estudio experimental realizado por AVNIMELECH y Otros (1994), en el que se comprobó que el empleo del compost mejora la alcalinidad y salinidad del suelo, al contribuir a la liberación de ácidos que a su vez facilitan el intercambio iónico del sodio por el calcio. En este mismo experimento también se concluyó que los resultados alcanzados mediante el empleo del compost como enmienda son iguales, o aún superiores, a los obtenidos cuando se emplea el yeso, la enmienda común para la recuperar suelos alcalinos.

- El uso del compostaje doméstico.

El compostaje doméstico es el tratamiento de los residuos orgánicos, que se puede realizar a nivel casero bien por iniciativa propia o en pequeños grupos, en las viviendas y urbanizaciones que disponen de espacio. Es un ejercicio que se practica cuando se tiene una conciencia respetuosa hacia el medio ambiente, ya que no existe legislación alguna que obligue a su desarrollo. Aunque no se cuente con registros, son muchas las toneladas de residuos que se reciclan a través de esta metodología (COMISIÓN EUROPEA, 2000).

Aunque parezca que de esta labor no se obtienen beneficios, a continuación se mencionan algunos de ellos:

- Se realiza en la propia vivienda, es decir, con poco esfuerzo.
- Se disminuye el tamaño y peso de la bolsa a depositar en los contenedores
- Satisfacción personal, al observar en las plantas, jardines, prados, los buenos resultados de su utilización.
- Reducción de malos olores por la no descomposición de los residuos orgánicos en la bolsa.
- Se aumenta la vida útil de los vertederos, que se utilizan para la disposición final de los residuos.
- Ahorro, al reducir la compra de fertilizantes y otras enmiendas orgánicas.
- Por ser un producto natural su empleo reduce la utilización de productos químicos en el suelo.

- Contribuye a disminuir la frecuencia de recolección de residuos, los costes de gestión y el valor del canon que se cobra por la prestación del servicio de recolección.
- Satisfacción por haber adoptado una conducta respetuosa con el medio ambiente.
- El fomento del compostaje doméstico, puede ser una herramienta de interés para la educación ambiental.

El compostaje doméstico se puede realizar de diferentes maneras en pequeña y mediana escala: a nivel de la superficie del suelo, en hoyos excavados, en recipientes caseros diversos y en otros, adquiridos en el mercado.

También se puede ejecutar en pequeños colectivos. Además de la obtención del compost, las labores desarrolladas pueden contribuir al fomento de la unión entre los vecinos.

Aunque se dice que cualquier material puede aprovecharse para producir compost se recomienda evitar al máximo, en el compostaje doméstico, utilizar los siguientes materiales:

- Aceites y productos lácteos
- Restos de carne y pescado
- Malas hierbas y sus semillas
- Excrementos de animales domésticos, carnívoros
- Restos de vegetales que contengan plaguicidas
- Materiales inertes
- Pliegos de papel de color

El tiempo para obtener el compost es variable, puede diferir entre tres y seis meses. El menor tiempo se corresponde con el mayor número de vueltas que se dé a las pilas de residuos. En caso de dudas, existen muchos manuales disponibles con instrucciones, desde el acopio de materiales hasta la utilización del compost.

4.4. BENEFICIOS AMBIENTALES DEL COMPOST.

Todas y cada una de las propiedades ya enunciadas del compost repercuten favorablemente en el medio ambiente, si se utiliza de acuerdo con las necesidades del suelo. En los comienzos de la utilización del compost, su principal finalidad era la de mejorar la fertilidad del suelo.

En la medida en que se ha ido investigando se ha hallado que no sólo favorece el aspecto de la fertilidad. Se han descubierto otras propiedades de los efectos directos e indirectos de su aplicación.

4.4.1. El Compost y la fertilización del suelo.

Al compost se le ha considerado como un abono orgánico o fertilizante ya que aporta nutrientes, no en forma constante dada las variaciones en su composición.

No existe tampoco, un compost que responda a las necesidades específicas de éstos en un suelo determinado. Puesto que el compost aporta más materia orgánica que nutrientes, su calidad se define con base en este parámetro. La importancia del compost en cuanto a la fertilización del suelo radica en su carácter de mejorador y puede también funcionar como abono.

En sí, la principal propiedad del compost es la de reciclar los nutrientes, permitiendo que sean incorporados de nuevo a la cadena alimenticia, no en la cantidad requerida por el suelo, pero sí en la proporción que existía en la materia orgánica empleada para su elaboración.

En suelos desprovistos de materia orgánica los nutrientes, difícilmente cumplen con su función.

En los suelos muy compactos, como los arcillosos, con poca o nula capacidad de infiltración del agua, las raíces no podrán expandirse para alcanzar los nutrientes.

En suelos muy porosos, como los arenosos, los nutrientes aplicados son arrastrados, fácilmente, con el agua de riego o de lluvia.

Por ello, antes que hablar de nutrir las plantas con compost, debería hablarse de nutrir el suelo que nutre las plantas que a la vez nos nutren (DE GRAZIA y otros, 2006).

4.4.2. Compost y el pH del suelo.

Uno de los parámetros de interés del compost es el pH. El valor del pH en un compost maduro oscila entre 6.5 y 8.0 y puede ser modificado si se adicionan productos químicos.

Según su pH el suelo puede retener o liberar, poco a poco, o bruscamente, los nutrientes. La aplicación del compost al suelo es beneficiosa porque su pH es compatible con el crecimiento de la mayoría de los cultivos y, en algunos casos, se puede utilizar como tampón para estabilizar el pH.

Mediante la aplicación del compost se puede mantener el pH del suelo ligeramente ácido, alrededor de 6.5 que es el valor ideal, porque los principales problemas aparecen cuando el pH es demasiado alto (alcalino) o demasiado bajo, (ácido).

Los suelos con pH muy bajos pueden liberar los nutrientes en niveles perjudiciales y bloquear la disponibilidad del fósforo, macro nutriente esencial. Los suelos alcalinos suelen tener un pH superior a 8.2, poseen baja permeabilidad, deficiente aireación, inestabilidad estructural, características que los hace improductivos (SMARS y Otros, 2004).

4.4.3. Efecto del compost en la retención de agua en el suelo.

La materia orgánica en el suelo no sólo beneficia su fertilidad. Al aplicar compost al suelo, éste aumenta su contenido de materia orgánica y por consiguiente el de microorganismos que le ayudan a su retención.

El compost, al ser depositado en el suelo, actúa como una esponja y puede llegar a absorber hasta seis veces su peso en agua. En la Oficina de la Administración del Suelo de la Universidad de Minnesota se dice: "*Los jardineros caseros pueden mejorar la retención del agua, añadiendo compost a sus jardines*". Estos beneficios del compost, a nivel agrícola, se encuentran muy bien documentados, no ocurre lo mismo en lo que respecta a su utilización en áreas urbanas.

AGASSI y colaboradores (2004), comprobaron que añadiendo anualmente, entre 0,1 y 300 metros cúbicos de compost elaborado con residuos orgánicos urbanos, a suelos con cultivos de trigo, antes del período lluvioso, el contenido de agua se incrementaba casi el doble, mucho más que en los suelos en donde no se aplicaba este material; esencialmente en la zona de la raíz de la planta, debido principalmente a la reducción de la evaporación. Por otra parte, tampoco observaron incremento significativo en el contenido de sales y metales pesados

En Altoona, Pennsylvania, SINGER y colaboradores (2012) experimentaron durante tres años y demostraron el incremento en el nivel de humedad y de retención de agua en el suelo, después de aplicar compost en un terraplén con suelo degradado. La dosis inicial de compost aplicada fue 63.8 tm/ac y simultáneamente se plantaron algunas especies nativas de hierbas anuales y de otras especies perennes.

Los resultados mostraron al final de este periodo que las especies existentes eran similares a las iniciales, pero la densidad de las mismas y la biomasa de brotes en el terraplén, que había recibido la enmienda, eran mayores en comparación con las del área control.

En cuanto al almacenamiento de agua lluvia, éste fue mucho mayor en el suelo enmendado. Cuando las precipitaciones eran superiores a los 2 cm, la retención era de, aproximadamente, 6 pulgadas, y en la superficie de control de, aproximadamente, 2,2 pulgadas. Concluyéndose por lo tanto, que la aplicación de compost en el suelo, incrementaba la retención de agua, tanto en período lluvioso como seco, y también el desarrollo de la vegetación.

4.4.4. Compost y el efecto invernadero.

El CO₂ es uno de los gases precursores del efecto invernadero. Su ciclo pasa por constituir reservorios en el aire, tierra y agua.

De estas fases, en la que se puede intervenir para mostrar la importancia del compost en el ciclo del gas es la fase terrestre, sin desconocer la interrelación entre las tres. Se ha demostrado que los seres humanos comenzaron a cambiar el clima desde la Antigüedad, por el desbarajuste causado en el suelo, con prácticas de uso que hoy día continúan realizándose y que ocasionaron el aumento del CO₂ atmosférico y, como consecuencia, la desaparición de comunidades vivas complejas.

Todo ello mucho antes de que se descubriera la importancia del carbón y el petróleo como combustibles.

La concentración de CO₂ en la atmósfera está controlada por el balance entre las ganancias y las pérdidas que se producen en las tres fases: En estudios realizados en el Department of Geology and Geophysics, Yale University (1997), se ha demostrado que la permanencia del carbono en cada fase del ciclo, es muy diferente entre una y otra a escala temporal, pues hay que considerar que la atmósfera gana y pierde CO₂ a escalas geológicas de tiempo.

La atmósfera pierde CO₂, a través del weathering, proceso de formación de sedimentos calcáreos en los fondos oceánicos, que implica la absorción de parte del dióxido de carbono presente en la atmósfera, gráfico 4.7. En esta reacción gran parte del gas proviene de la descomposición de la materia orgánica del humus, es decir de la respiración microbiana. Esto indica, cómo el empleo del compost en la reforestación y recuperación de terrenos degradados, contribuiría a la remoción de parte del CO₂ de la atmósfera.

La atmósfera pierde, en primera instancia, dióxido de carbono en la fotosíntesis, que esquemáticamente puede sintetizarse en la siguiente reacción: $CO_2 + H_2O = CH_2O + O_2$.

El proceso inverso a la fotosíntesis es la respiración, resumida esquemáticamente en la siguiente reacción: $C_{orgánico} + O_2 = CO_2$. En la reacción puede observarse que una parte del carbono orgánico, creado en la fotosíntesis, es consumido, volviendo a la forma de CO₂.

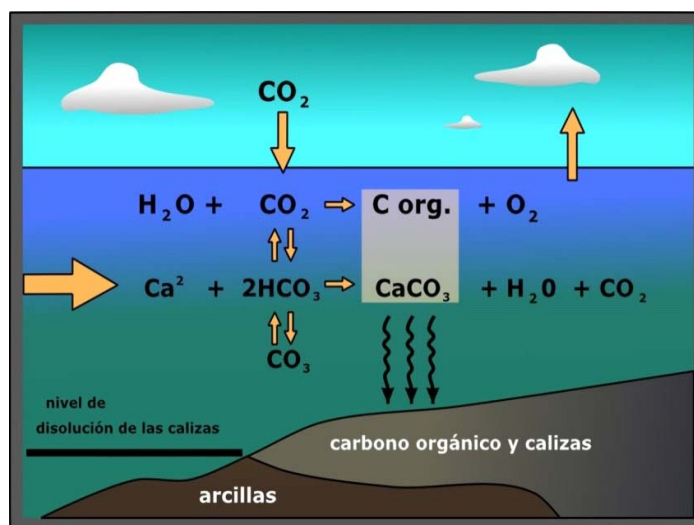
Para que el balance en la producción de carbono orgánico sea superior, se requiere que la tasa de enterramiento del carbono se incremente.

LAL (2000), con una visión más optimista, considera que el suelo desempeña un papel relevante en la contaminación atmosférica, por ser sumidero del dióxido de carbono, uno de los gases que contribuye al calentamiento global y plantea el siguiente razonamiento: "Si 8 Gt (1 Gt = 10.000 millones de toneladas) de C antrópico se liberaran anualmente a la atmósfera, 2 Gt de C serían secuestradas anualmente en la materia orgánica del suelo.

Estudios recientes sugieren que aunque la cantidad de carbono en los suelos europeos está incrementando a una tasa de 9 a 120 toneladas métricas por año, éste aumento sólo se produce en terrenos poblados de plantas, mientras que en las áreas con cultivo los suelos pierden materia orgánica. Por ello recomiendan realizar investigaciones que permitan evaluar con certeza los procesos de entrada y salida de carbono de los suelos, que facilitarían la promoción de estrategias enfocadas a impulsar su almacenamiento (REES y Otros, 2005).

Si nos atenemos a este razonamiento, para contribuir mediante la ordenación del empleo del compost a la disminución del dióxido de carbono atmosférico y mitigar el efecto invernadero, habría que reducir los procesos que degradan el suelo y acelerar aquellos orientados a la restauración de los terrenos degradados, reforestar más y talar menos, realizar buenas prácticas agrícolas; es decir, fortalecer la agricultura ecológica y, en general, conservar la materia orgánica en el suelo.

Gráfico 4.7: Proceso de formación de CO₂ calcáreo o Weathering



Fuente: Fischer, 1981.

4.4.5. Restauración de suelos degradados.

Las civilizaciones se elevan y caen junto con la calidad de sus suelos. Ahora tenemos la ocasión de ser consecuentes con esta lección de la historia. ÁLVAREZ DE TOLEDO, (2009).

Se definen como suelos degradados, aquellos cuyas propiedades naturales o productividad, por la carencia de fósforo, exceso de acidez, efectos de la erosión, deterioro de la cubierta vegetal o por limitaciones físicas, químicas o estructurales, se han visto afectadas y no pueden ser utilizados eficientemente.

Suelos con las características arriba mencionadas son abundantes en todo el mundo. Somos conscientes de que el deterioro de los suelos no debe seguir prosperando, ello supone, por lo tanto, la necesidad de adoptar medidas de recuperación de los ecosistemas destruidos.

En algunas áreas urbanas y suburbanas los suelos sufren mermas del horizonte superficial, el que contiene la materia orgánica, perdiendo propiedades físicas e hidráulicas. Remediar esta situación demanda del aporte de materia orgánica en gran cantidad. Es ahí en donde el compost producido con residuos orgánicos urbanos puede ser de gran utilidad; para lo cual se debe definir, previamente, cómo se haría su aplicación, si superficialmente o mediante enterramiento (CIVEIRA, 2006).

Para FELIPÓ, (2002), *“recuperar significa recobrar la funcionalidad de algo... y recuperar un suelo... es un objetivo complejo de alcanzar y más cuando se pretende hacerlo de forma inmediata”*. Pensar que introduciendo, a corto plazo, compost en suelos degradados, éstos se recuperan de inmediato es una utopía.

Restablecer las relaciones perdidas entre sus diferentes componentes y los microorganismos asociados a él, así como recobrar las funciones que había perdido, al igual que la formación del suelo, requiere mucho tiempo. A corto plazo se logran algunos avances, que son significativos y son el soporte para los resultados a largo plazo. Sin estos trabajos previos, no habría esperanza de recuperación en el futuro.

Los estudios realizados en suelos de ecosistemas incendiados, muy pocos por cierto, no presentan resultados esperanzadores, a corto plazo, pero no por ello se debe dejar de investigar para reducir el tiempo que tarda la recuperación por procesos naturales.

El restablecimiento parcial de esas características, que el suelo no tiene o ha perdido, se inician con el incremento del contenido de materia orgánica, que mejora notablemente sus propiedades fisicoquímicas y biológicas y favorece el arraigo de vegetación, que disminuye los procesos erosivos y contribuye, a la reducción de la concentración de CO₂ en la atmósfera.

España, a la par que otros países del área mediterránea, está supeditada, por las características del suelo, a procesos erosivos en más del 80% de su territorio, procesos, que como es sabido, conducen a su degradación. Ante esta vulnerabilidad y las evidencias del menoscabo de la superficie de los suelos por procesos antropogénicos, no se debe retrasar más el hacer un frente común para reducir los impactos de este flagelo, que según la ONU, al secarse los pozos y desaparecer los pastos, los suelos se transforman en desiertos, desapareciendo las zonas pesqueras y por ello las poblaciones migran.

España, viene trabajando desde hace más de cien años, en la lucha contra la desertificación:

- Se han reforestado cerca de cinco millones de hectáreas de tierra.
- Estableció el “Proyecto de Lucha contra la Desertificación en el Mediterráneo”, proyecto LUCDME, aún vigente.
- Se realizó un diagnóstico detallado de la desertificación en el país y se concluyó que se había hecho mucho en el pasado, pero que las políticas y medidas no se habían coordinado entre sí...
- Se ejecutó El Plan Forestal Español que busca “proteger los suelos de la erosión y la desertificación regular de las cuencas hidrográficas que abastecen de agua a la población y se hizo una planificación dinámica de las mismas, centrándose en la ordenación sostenible de los recursos”.

- Se creó en 2010 un “Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios”.

Según comentarios de ÁLVAREZ DE TOLEDO, (2004), los resultados del empleo de residuos orgánicos como protectores de la estructura del suelo en ambientes naturales degradados han sido satisfactorios, debido a que se ha observado que después de la utilización de la materia orgánica el suelo se organiza rápidamente, incrementa la resistencia a su destrucción y a la vez hay resurgimiento de vegetación natural.

Por lo antes expuesto, es evidente que el avance del proceso de desertificación preocupa, no solo a los gobiernos, también a la comunidad científica y al ciudadano común, por ello se viene trabajando, a diferentes niveles de la sociedad, en la búsqueda de soluciones.

4.4.6. El compost en la reducción de la erosión y el arrastre de sólidos.

La erosión es un proceso o serie de procesos naturales, de índole física o química, que desgastan y/o destruyen suelos y rocas de la superficie de la tierra.

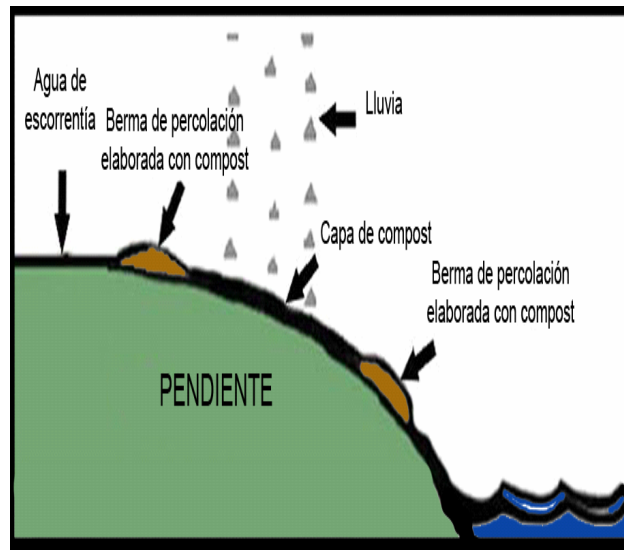
Una vez que el daño ha sido causado, hay que aplicar medidas para corregirlos, en lo posible, mediante la combinación de actividades forestales, agrícolas y ganaderas y otras técnicas artificiales.

El compost se puede aplicar, en terrenos con uso diferente al agrícola, en actividades como la construcción de carreteras, urbanizaciones y similares, en las que los procesos erosivos suelen ser 10 ó 20 veces superiores a los causados en prácticas agrícolas.

Desde el punto de vista físico el compost de diferentes materiales y con diferentes resultados, aumenta la firmeza de los agregados del suelo y la adherencia de las partículas (OJEDA, 2003).

Se tiene poca información de cómo se recuperan los suelos afectados. A manera de ilustración se toma como ejemplo los resultados del trabajo de campo realizado por TYLER (2001), reportado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, en el que se muestra la importancia del empleo del compost y la revegetación, en la prevención y control de la erosión en terrenos escarpados desprovistos de vegetación y acusando erosión severa.

Gráfico 4.8: Berma de Percolación Elaborada con Compost

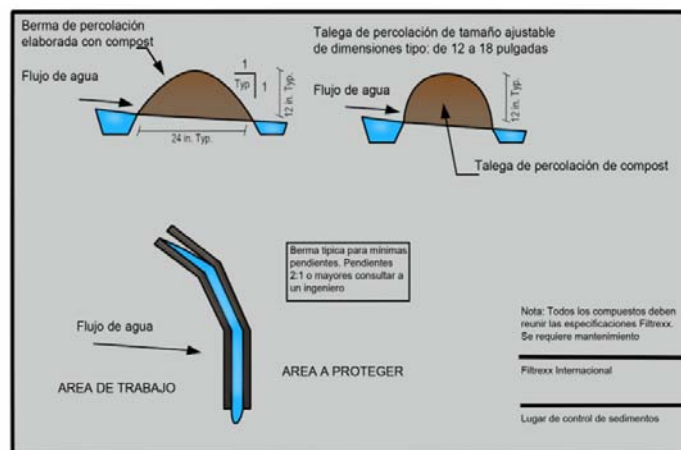


Fuente: (EPA)

Gráfico 4.9: Detalles de construcción de una berma



Gráfico 4.10: Sección Transversal de una Berma de percolación elaborada con compost.



Fuente: Thomas Franti; Bruce Dvorak, Nebraska.

En los gráficos 4.8 a 4.10 se ilustra la colocación del compost en franjas longitudinales, (Filterberms), sobre terreno inclinado. El compost dispuesto de esa manera se encarga, en épocas lluviosas, de retener y distribuir parte del agua lluvia, de reducir el flujo y la energía del agua de escorrentía y disminuir el arrastre de partículas sólidas, que antes eran lixiviadas por el agua de escorrentía. Estos sedimentos favorecen, al mezclarse con el compost, el arraigo de nuevas plantas y el fortalecimiento de las especies existentes.

Esta metodología se viene utilizando con éxito en los Estados Unidos desde la década de los 90 y, aunque ha sufrido muchas modificaciones aun se conservan los fundamentos iniciales. Las modificaciones buscan una mayor eficiencia, según el problema, para estabilizar todo tipo de terrenos, llegándose a la conclusión de que el compost, debidamente dispuesto sobre el terreno, con pendiente o no, es efectivo para la remoción de sólidos del agua de escorrentía, para el fortalecimiento de la vegetación plantada y el arraigo de nueva vegetación.

4.5. EL COMPOST Y LA PLANIFICACIÓN FÍSICA.

Para abordar este tema es indispensable precisar algunos términos interrelacionados con la planificación física de la producción y empleo del compost, sin dejar de lado otras actividades que le son complementarias, como la producción de residuos, el almacenamiento y la clasificación. Uno de estos términos a definir es *territorio*.

Del término territorio existen muchas vertientes y posicionamientos, siendo una definición válida: *“espacio geográfico en el sentido amplio (terrestre, marítimo, aéreo, subterráneo) atribuido a un ser individual o a una entidad colectiva”* (VV.AA., 2013)

En su vínculo con los hechos de los seres humanos, el término territorio adquiere otro significado: el de espacio manejado *“que está adaptado a las necesidades del grupo o sociedad que lo ocupa y lo transforma de acuerdo a las necesidades cambiantes en un continuo proceso de territorialización”*. Para ZOIDO (1998) *“el territorio es el espacio geográfico en el que se vive y que corresponde manejar y administrar para bien de los individuos y del conjunto de la comunidad”*.

Otro término de interés es el de *ordenación del territorio*. Según los mismos autores es una *“política que se ocupa de la presencia, distribución y disposición en el territorio de aquellos hechos a los que confiere la capacidad de condicionar o influir en el desarrollo de sus habitantes”*. Su principal objetivo es optimizar la calidad de vida y el bienestar de la población a través del

desarrollo socioeconómico y proporcionado de las regiones, la gestión responsable de los recursos naturales y protección del medio ambiente y, en definitiva, el manejo racional del territorio.

En lo que respecta a la ordenación del Territorio, la *Carta Europea de la Ordenación del Territorio* (CEOT) considera esta actividad como una función pública, de gran complejidad, que se apoya en herramientas jurídicas y en conocimientos científicos de diferentes disciplinas de los campos del saber. En sentido general busca por parte de la administración, la ubicación de los acontecimientos de mayor importancia para la comunidad, en el espacio geográfico donde se presentan o tienen lugar.

Otra expresión que suscita interés en la temática de este estudio es el concepto de *planificación física*, término que se acuña después de la Segunda Guerra Mundial como un complemento de la planificación económica, aunque ha sido de poca utilidad, si es de gran valor. Se define como: “*acto de prever y realizar (ejecutar) conforme a planes el orden físico, espacial o territorial de un ámbito determinado*”, VV.AA. (2013).

Por otra parte MARTÍNEZ (2006) define *planificación física* como “*la regulación del uso del suelo*” o como “*la regulación de la distribución espacial de las actividades y ambiente dentro de un área geográfica dada*”.

En sí, el objeto social de la *planificación física* es dirigir el ordenamiento territorial y urbano apoyándose en herramientas que le proporciona la ciencia y la tecnología, como es el caso de los SIGs, con la finalidad de ordenar y potenciar en el territorio, con carácter prospectivo, a diferentes intervalos de tiempo, actividades que en él se desarrollen, mediante la elaboración de disposiciones favorecedoras para el futuro.

Dichas actividades están enfocadas a atenuar desigualdades territoriales, ambientales, sociales y económicas, promoviendo un estilo de desarrollo a escala regional que se perciba como un todo indivisible, ya que lo que se haga en algún lugar tiene su manifestación positiva o negativa en otro.

Debe entenderse que no existen dos planes idénticos en locaciones diferentes, porque su marco geográfico, aún perteneciendo a un mismo entorno, es desigual, así como los referentes históricos, particularidades administrativas y manifestaciones de los ciudadanos (JURADO, 2011).

Estos conceptos arriba mencionados, no deben ser pensados en forma aislada porque son complementarios, aunque en el desarrollo de este estudio se trabaje más el concepto de *planificación física*, ésta no se ejecuta separada de un territorio previamente ordenado.

Se parte de la ordenación previa de éste, caso de los usos del suelo, para planificar físicamente en él la producción de compost y su empleo; es a partir de esta ordenación previa que se formula la propuesta de un *plan* que analiza las potencialidades territoriales y esboza unas prácticas a seguir para acrecentar los beneficios de esta actividad.

Por consiguiente, la *planificación* que se plantee debe contemplar, al menos, los siguientes aspectos para alcanzar dichos objetivos en este estudio particular:

- Considerar que el suelo es el principal recurso en donde se va a producir y emplear el compost.
- Optimizar la producción y uso del recurso compost
- Ordenar eficientemente el territorio
- Distribuir equitativamente el producto.
- Priorizar el empleo del material
- Planificar las acciones de su destino en el territorio.
- Fomentar la participación ciudadana e institucional
- Facilitar la movilidad equitativa del producto.
- Evaluación permanente de resultados.
- Fomentar el empleo y la educación ambiental.
- Orientarse hacia el desarrollo sostenible.

En este tema de la *planificación física* es posible considerar todos los aspectos reseñados para contribuir al desarrollo sostenible, concepto que REBORATTI (2000) define como “...*meta a alcanzar, una posibilidad que aparece en el futuro y que tal vez nunca alcanzaremos...*”. Para ello es necesario contemplar las siguientes acciones:

1. estimar en cada municipio la procedencia y distribución de los residuos orgánicos asociados a la producción actual de compost y de otros que pudieran ser de utilidad en un futuro;
2. la transformación de dichos residuos en compost, pensando en mejorar el rendimiento;
3. analizar las dosis recomendadas para cada tipo de suelo, según las buenas prácticas agrícolas y ambientales;

4. proponer áreas prioritarias para su aplicación, según necesidades particulares de cada superficie,
5. buscar mejorar los canales de comercialización y empleo del compost y
6. la evaluación permanente de resultados a fin de aplicar oportunamente las medidas correctivas convenientes, para que se produzcan resultados positivos, con el menor detrimento ambiental.

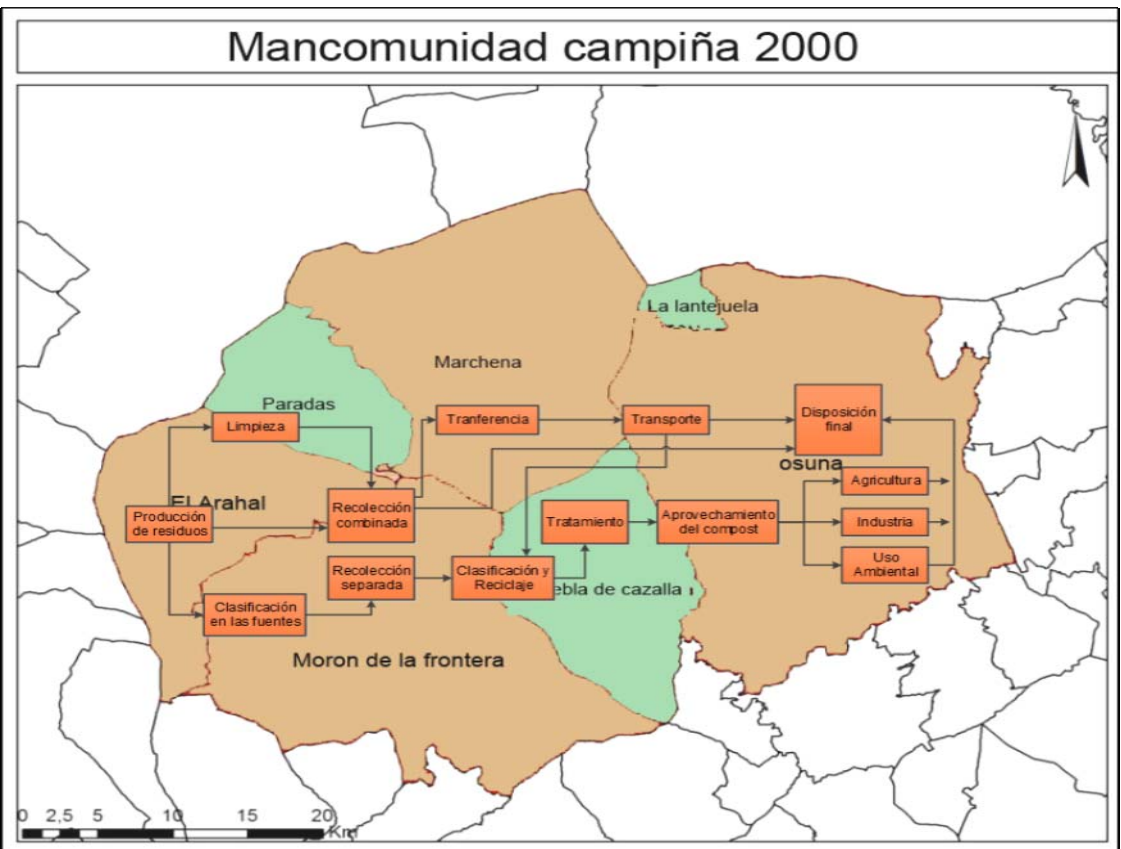
Todo lo anterior es factible dado que tanto la generación de residuos orgánicos como la producción y distribución de compost se circunscriben en un territorio delimitado, en el que vive una comunidad y existe una administración a la que le corresponde establecer las políticas para su gestión, orientada hacia el bien de los individuos.

Por lo antes expuesto, la producción y empleo del compost, en un territorio determinado, reúnen todos los requisitos para realizar su planificación física a cualquier escala: municipal, comarcal o mancomunidad de municipios, provincial y regional. Estudios como los realizados por CHRON y THOMAS (1998), así lo refieren.

La programación se puede efectuar, según la distribución de los residuos, tipo y capacidad de la planta o plantas en donde se produzca. Para la ejecución se debe delimitar el área o áreas seleccionadas en áreas homogéneas, según las necesidades de compost, y localizar los medios que faciliten la realización de los trabajos proyectados de manera eficaz.

Cualquier planificación física que se efectúe para la realización de estas acciones debe considerarse como una guía sujeta a modificaciones y ajustes, que responde a los cambios que se planteen, dentro de las competencias de orden municipal y en coordinación con entes de jerarquía superior, y no ser impuesta indefinidamente.

Mapa 4.1: Mapa con el diagrama de flujo de las actividades relacionadas con producción y empleo del compost



Fuente: Elaboración propia

Las consideraciones planteadas son los criterios básicos, con los que se enfoca el presente trabajo. De los planteamientos anteriores se desprende que la producción de compost no es una operación puntual en la que solo se contemplen aquellos aspectos relacionados con la transformación o fermentación de la materia orgánica y su posterior utilización en el terreno.

La producción del compost se inicia en los lugares en donde se generan los residuos orgánicos que se originan a lo largo y ancho de cualquier territorio acotado, por lo que todas las actividades involucradas en la recolección, transformación y aprovechamiento deben ser planificadas y ordenadas territorialmente.

Esta situación requiere que antes de iniciar el proceso de compostaje, la recolección se haya realizado de manera selectiva, con la finalidad de evitar que los residuos, al ser procesados, se hubiesen mezclado con otros que le transfieran cierto grado de peligrosidad, que afecte el proceso y, por otra parte, para aumentar la cantidad de material.

La recolección selectiva es, por norma, un requisito de obligado cumplimiento, caso contrario el compost producido estaría destinado sólo a determinadas labores, que no incluyen su uso en la agricultura. Es una actividad que no solo reporta beneficios ambientales, puede ser una fuente de empleo para los recuperadores (DAEP, 2006).

Desde el punto de vista territorial, estas primeras etapas, almacenamiento en el punto de generación, depósito en el recipiente indicado y recolección se realizan en un territorio, en ocasiones, muy alejado de la planta de tratamiento.

Posteriormente, ya acopiados los residuos han sido, dependiendo del sistema de recolección empleado, pueden ir directamente a la planta de compostaje o, en caso contrario, a una planta de clasificación, por lo general localizada en las proximidades.

Una vez se ha seleccionado la materia orgánica, se inicia el proceso de elaboración del compost, en una planta localizada en un terreno cuya extensión depende, de una parte, de la cantidad de residuos a procesar y, de otra, de si los residuos son solo urbanos o se mezclan con materia vegetal u otros materiales orgánicos.

Por último el compost que se vende se traslada a un lugar o lugares en donde va a ser utilizado y es indispensable contar con registros de la cantidad utilizada, dosis empleada por hectárea, frecuencia de aplicación, beneficios obtenidos o daños ocasionados por su uso e igualmente realizar seguimientos

de todo el proceso y levantar la cartografía indispensable para ejecutar análisis territoriales, mediante el empleo de herramientas de análisis territorial.

4.6 PLAN DIRECTOR TERRITORIAL DE RESIDUOS NO PELIGROSOS DE ANDALUCÍA (2010 – 2019).

Ante el grave problema que representan los residuos en general y los urbanos en particular, la administración andaluza trata de proveerse de más y mejores recursos para la gestión de los mismos.

En este sentido considera de interés su planificación a toda escala territorial y es así como creó *Plan Director de Residuos no Peligros de Andalucía*, instrumento legal, acorde con las políticas europeas y nacionales de residuos y guarda además relación con la normativa autonómica en materia de calidad ambiental, cambio climático y el desarrollo sostenible.

Con el plan se proyecta dotar a la comunidad andaluza de herramientas para mejorar la gestión de los residuos no peligrosos, tomando como referencia la situación actual y a partir de su reconocimiento formular estrategias para corregir las fallas posibles y mejorar esta actividad, haciendo énfasis en determinados flujos de materiales con potencial para ser valorizados.

Son muchos los logros alcanzados desde la entrada en vigencia del Plan, especialmente en la recuperación de vidrio, papel y cartón, clausura de vertederos y la producción de compost. En materia de compostaje se ha incrementado el número de plantas destinadas a la producción de este material y a la par los aspectos tecnológicos.

En el Plan se hace referencia a la necesidad de diseñar las rutas para realizar la recolección selectiva de los residuos, según los requerimientos técnicos y capacidad de las plantas de compostaje. Se plantea alcanzar, durante los años de vigencia, las siguientes estrategias de calidad y producción del compost:

- Porcentaje y calidad del compost a producir, respecto a la cantidad bruta de residuos que ingresan a la planta de recuperación y compostaje: 10% en el 2012 y 12% en el 2019.
- Porcentajes a producir según la calidad del compost, en el 2015: 10%, compost clase A; 30% compost clase B y 60%, clase C.
- En 2019: 15% compost clase A; 40% compost clase B y 45% compost clase C.

Por otro lado se recomienda la elaboración de un inventario que posibilite cuantificar la cantidad de materia orgánica no tóxica disponible en el área de influencia de cada planta, generada en diferentes fuentes, y estudiar la posibilidad de establecer además líneas autónomas de producción de compost patentado, sugiriéndose la importancia de crear un organismo que se encargue de la certificación.

A la vez el plan es enfático en la necesidad de indagar sobre la calidad y cantidad del compost requerido según los usos agrícolas del suelo, promocionar su empleo solo o junto con otros restos de biomasa e impulsar la vigilancia del cumplimiento de la normativa y el establecimiento de unos indicadores de gestión. Consejería de Medio Ambiente (2008).

Comentarios al Plan.

En esta breve exposición del contenido del Plan se aprecia que la gestión, incluyendo el aprovechamiento de los residuos orgánicos, es un problema de interés para la administración autonómica y por consiguiente para los municipios que son los encargados de ejecutar, en sus respectivos territorios, las directrices.

Con esta finalidad se establecen objetivos a alcanzar en diferentes períodos de vigencia del plan, para regular la cantidad de compost a producir y la calidad de mismo en relación con el total de residuos producidos.

Este parámetro de comparación deja entrever que, aunque se recomiende la recolección selectiva de residuos, a la planta podrían llegar residuos mezclados que no posibilitarían la producción de compost Clase A, a no ser que se desarrollaran labores separadas para cada tipo de residuos, según su recolección.

En lo que respecta a la calidad del compost, con la propuesta de esta norma se espera producir un porcentaje mayor de mejor calidad, sólo 15% del compost clase A, al final de la vigencia del plan.

Lo anterior deja vislumbrar que la calidad no es el objetivo primordial de este proceso, pues de antemano solo se podría aspirar a emplear el 15% del compost producido en labores agrícolas y, el resto para mejoras del medio ambiente.

Aunque este planteamiento pudiera parecer fuera de lógica, si se mirase con una actitud menos individualista y economicista, se consideraría como un buen enfoque porque se revalorizarían los residuos orgánicos, a través del compostaje, para recuperar terrenos degradados, y resarcir así parte del daño que se ha ocasionado al ambiente por la mala utilización de los recursos naturales.

De igual manera se menciona la importancia de hacer un inventario de la cantidad de materia orgánica que se pudiera producir por sectores, en diferentes actividades, y evaluar de qué manera se podría aprovechar para la producción de compost, bien en forma conjunta o creando circuitos independientes de producción.

Ante estos requerimientos sale a flote la necesidad de realizar en el área de influencia de cada planta un análisis de la situación actual de producción de residuos orgánicos y de la manera cómo se aprovechan o se disponen y presentar un plan que exponga una o más alternativas para la gestión de estos residuos de tal manera que, además de ajustarse a las necesidades del territorio en cuestión, respondan a las expectativas *del Plan Director Territorial de Residuos no Peligrosos de Andalucía (2010- 2019)*.

CAPÍTULO 5

EL COMPOST: TRATAMIENTO A DISTINTAS ESCALAS

CAPÍTULO 5.- EL COMPOST: TRATAMIENTO A DISTINTAS ESCALAS

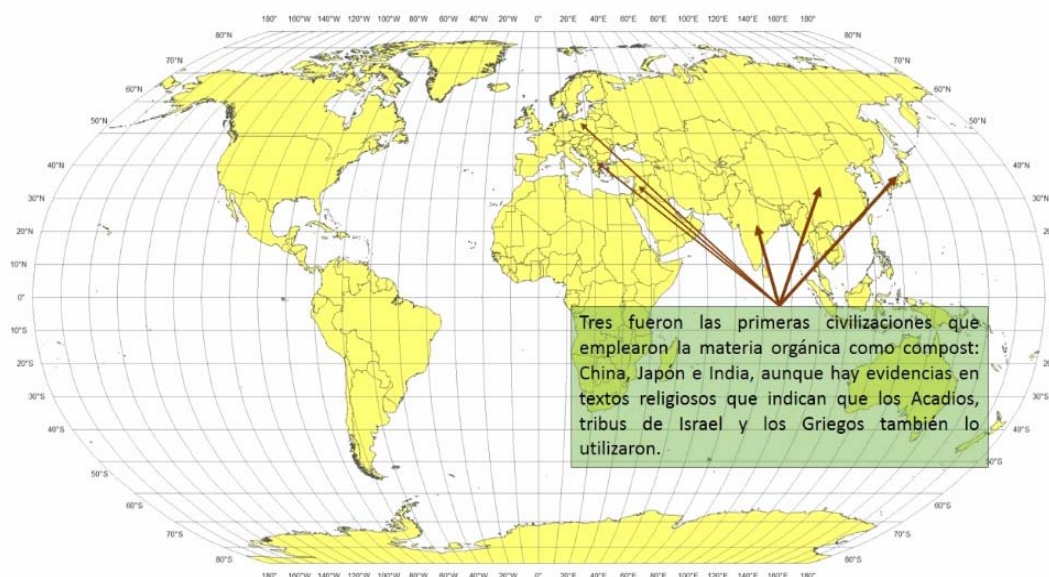
5.1.- GENERALIDADES.

“En la actualidad los temas medioambientales son abordados con profusión por la literatura científica. Si repasamos los títulos de las bibliografías, que más frecuentemente utilizamos en nuestros trabajos, podemos observar que cada uno de tres encabezamientos insisten en temas referentes a la contaminación ambiental...Puede decirse, además, que ello es universalmente admitido en foros de discusión internacionales, aunque a la hora de la verdad, esto es, del pragmatismo, puedan descubrirse importantes contradicciones cuando no hipocresías” (ALMOGUERA, 1998).

A pesar de no contar con una fecha y lugar exactos que señalen cuándo y dónde se inició el empleo de los residuos orgánicos en la agricultura, durante algún tiempo prevaleció entre historiadores la opinión monogenista, es decir, que acaeció en un solo lugar, haciendo referencia al Próximo Oriente, 8000 a.c. y que de ahí se había difundido al resto del planeta, a través de los pueblos que practicaban la agricultura.

Mediante el empleo de la técnica del Carbono 14 se ha demostrado que este evento se dio, casi simultáneamente, al menos en tres lugares diferentes: Centroamérica, el Próximo Oriente y China hacia 10.000 a.c., alcanzando Europa a través del Valle del Danubio y las islas del Mediterráneo (MORENO y MORAL, 2007).

Mapa 5.1: Primeras civilizaciones que utilizaron los residuos orgánicos en la agricultura.

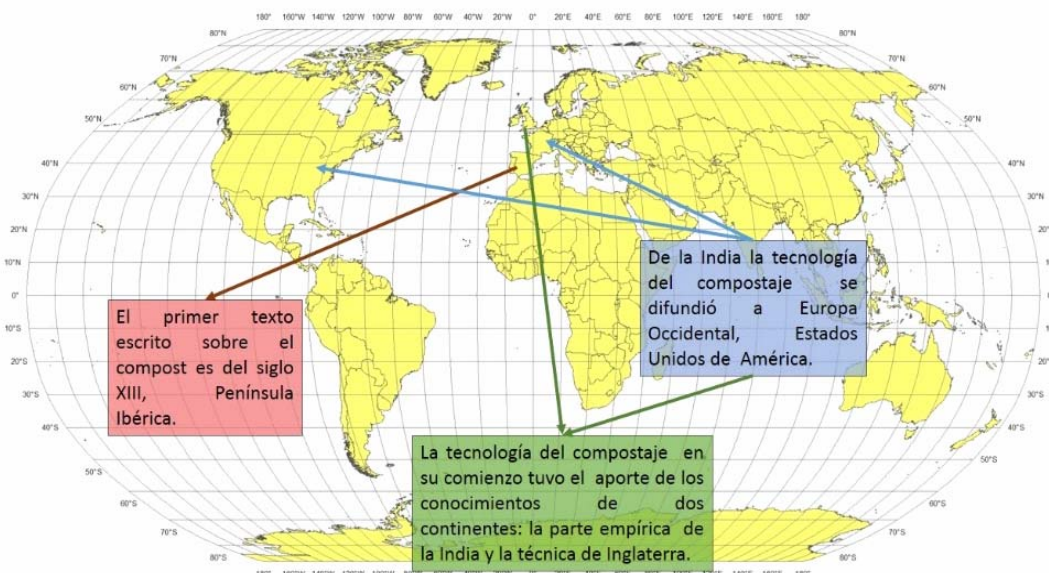


Fuente: Elaboración propia

Los primeros intentos para convertir los residuos orgánicos en compost datan de hace más de 4.000 años en China, Japón e India, debido quizás a la necesidad de alimentar la numerosa población que coexistía en estos países en aquella época, aunque también hay evidencias en textos religiosos como la Biblia, el Talmud y en las Tablillas de Arcilla del Imperio Acadio, Mesopotamia, de que los pueblos romanos, griegos y los pertenecientes a las tribus de Israel, tenían nociones acerca de cómo elaborar este producto (MORENO y MORAL, 2007).

Del Siglo XIII es el primer documento escrito sobre las técnicas del compostaje, “Compost de los templarios”, Trujillo Cáceres, que deriva el nombre de la Orden en donde se llevaba a cabo esta actividad, la Orden del temple.

Mapa 5.2. Difusión de la tecnología del compostaje.



Fuente: Elaboración propia.

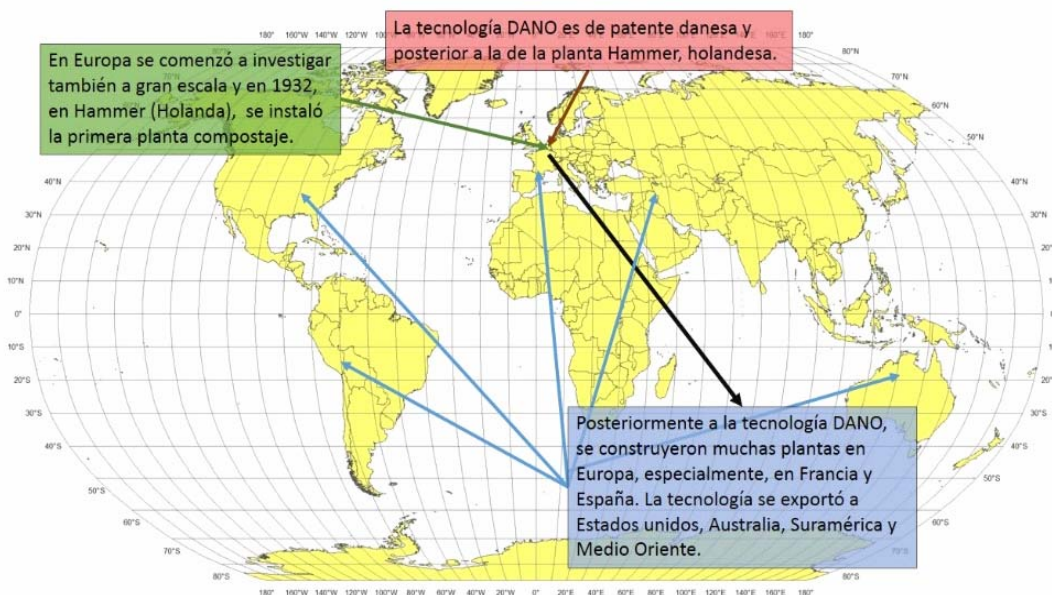
El método se describe en el documento como una actividad que se interesaba en el aprovechamiento de todo tipo de plantas forestales tanto arbustivas como herbáceas y restos de poda. Todo este material se trituraba, se embebía en agua durante dos días, se amontonaba, deshilachaba y a los tres meses estaba a punto para el compostaje.

La tecnología del compostaje se originó en la India con aporte tecnológico de Inglaterra, luego se difundió por Europa y Norteamérica y el arranque definitivo surgió aplicando los adelantos alcanzados en la India.

Con el paso de los siglos, parece que hubo un estancamiento en los avances científicos para la elaboración del compost a gran escala, existiendo

poca información de esta época. La tecnología del compostaje moderno la inicia Albert Howard, biólogo e investigador inglés, pionero de la agricultura orgánica. Trabajó durante 25 años en la India (1905-1931), en calidad de investigador agrícola y, posteriormente, como director del Institute of Plant Industry en Indore, ciudad que le da nombre al primer método de compostaje patentado.

Mapa 5.3.- Expansión del compostaje a gran escala.



Fuente: Elaboración propia.

En el año 1925, en Europa, se comenzó a investigar y aplicar dicho método a gran escala, buscando cómo solucionar el problema de los residuos de las grandes ciudades. Así, en 1932, en Hamner, Holanda, se instaló la primera planta de compostaje que tenía como materia prima los residuos urbanos y; a partir de esta fecha se construyeron otras con algunas modificaciones en el proceso, pero manteniendo los mismos principios básicos.

Como ejemplo puede citarse la planta de compostaje de sistema cerrado, construida en Dinamarca, cuya tecnología se denominó DANO. Con esta tecnología que pretendía que la organización y coordinación de las actividades del compostaje respondieran a un manejo integral de los residuos (DÍAZ y otros, 2007). A este conjunto de técnicas le siguieron otros más hasta completar 19, veinticinco años después, y 230 a comienzos de la década de los 70.

Muchas de estas plantas se exportaron a otros países europeos, entre ellos España; Suramérica, Medio Oriente, los Estados Unidos y Australia. En

España destacaron por el empleo de esta tecnología Andalucía y el Levante. Fue todo un boom que duró muy poco, ya que a mediados de la misma década muchas de estas plantas habían sido cerradas.

Aunque las causas del cierre no se han estudiado a fondo, se considera que la deficiente calidad del producto desanimó a los potenciales usuarios, dado que el compost se había promocionado como un abono y no como una enmienda, lo que era y es en realidad. Por otra parte, por el hecho de haber considerado el compostaje como un método acabado para el tratamiento de residuos, siendo sólo un sistema parcial de tratamiento. En este período ya habían hecho su aparición en el mercado las industrias de los plásticos y los metales, generadoras de residuos no biodegradables, que no importaban para el proceso de compostaje.

Influyó también, la falta de un adelanto sostenido de la técnica del compostaje que, por haber estado sometida a muchos vaivenes no desarrolló una tecnología propia en cada etapa. El conjunto de conocimientos resultante después de cada fase, se cimentaba en la anterior, reforzándose con los de otras tecnologías utilizadas en procesos diferentes.

5.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL COMPOSTAJE EN LA UNIÓN EUROPEA.

“Cada año se generan más y más residuos en la Unión Europea. El volumen que alcanzan constituye uno de los parámetros por los que se mide el grado de sostenibilidad de nuestra forma de vida. Es necesario hacer un mayor esfuerzo por minimizar la cantidad de residuos producidos y maximizar la cantidad de residuos reciclados”. “Quisiera subrayar que, para producir un compost de buena calidad, es necesario recoger, de forma segregada los residuos biodegradables”. MARGOT WALLSTRÖM, Comisaria de Medio Ambiente, (2010).

La Unión Europea argumenta, según comunicado de la Comisión al Consejo y al Parlamento, que es difícil establecer un orden de prioridades para la gestión de los residuos, ya que todas son indispensables para realizar un proceso integral, más sin embargo propone el siguiente:

- Prevención,
- Reutilización,
- Valorización del material,
- Valorización energética y
- Eliminación o vertido.

La Directiva 1999/31/CE sobre vertederos, establece estándares estrictos para la eliminación de residuos en la Unión Europea, estimula la prevención en la generación, su valorización y establece cláusulas enfocadas a reducir el vertido de residuos biodegradables, para prevenir o evitar el daño causado por la expansión en el ambiente de gases, líquidos y otros productos generados durante su fermentación no controlada.

Hace referencia, también, a la necesidad de controlar la cantidad de residuos orgánicos que lleguen al vertedero y obliga a tratar la parte sobrante mediante el empleo de sistemas mecánicos biológicos o la digestión anaerobia. Se refuerza también la necesidad de impulsar la recolección selectiva para obtener una materia orgánica limpia y de muy buena calidad, para su valorización a través del compostaje.

Respecto a esta técnica de tratamiento, se dejan entrever dos preferencias: *El beneficio ambiental y el beneficio económico, estrechamente ligados.*

Se asume que, si el compostaje es una opción de tratamiento en un programa de gestión de residuos urbanos, los costes del proceso corresponderán a los ciudadanos y si con la venta del producto se obtienen algunos ingresos, éstos se aprovecharán para disminuir los costes a la comunidad.

La Directiva considera relevante la necesidad de realizar el proceso de compostaje a escala territorial, es decir; desde la vivienda, compostaje casero; en pequeñas comunidades, compostaje comunitario; y a nivel industrial.

Se pretende, no solo, reducir el impacto ambiental ocasionado por la descomposición de los residuos, sino también la reducción de los gastos asociados al transporte y a la contaminación generada por esta actividad, cuando los residuos se trasladan a lugares alejados de la zona de origen.

Se hace hincapié en que sea el productor quien cierre el ciclo del reciclaje, utilizando el compost producido con sus propios residuos, (planificación de esta actividad en el área de influencia de la planta).

La Directiva Europea para prevenir la contaminación ambiental, que pueda producirse por el uso de residuos orgánicos fermentados, reglamenta la utilización del compost y sólo permite distribuir, sobre el terreno, residuos orgánicos que han sido tratados y que cumplan con las especificaciones de calidad. Según los estándares, "el compost para su uso se clasifica en dos clases. El compost clase 1 debe emplearse observando los códigos de buenas prácticas agrícolas, sin restricciones determinadas, mientras que el compost clase 2, no podrá usarse en concentraciones superiores a 20 ton/hectárea en un periodo de tres años, en el mismo suelo

Para garantizar una mayor protección ambiental o mejorar la calidad del suelo, si no existe riesgo alguno, la autoridad competente debe decidir si aumentan o disminuyen, en cada caso, las cantidades arriba mencionadas”, (Directiva 2008/98/CE).

Estas estrategias forman parte del Proyecto “Ejemplo de Buenas Prácticas de Compostaje y Recogida Selectiva de Residuos” de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea, en el que se insta a planificar todas las etapas del proceso, que debe iniciar con la recolección selectiva y continuar con la producción de compost, su comercialización y aplicación en el terreno”, para que la gestión sea eficaz.

Se recomienda la importancia de campañas educativas, de comunicación y divulgación de resultados, a fin de obtener un mayor respaldo, compromiso y aceptación por parte de la comunidad.

Aunque en los últimos años se ha producido un incremento importante en el tratamiento de biorresiduos en algunos países europeos, alcanzándose los 60 millones de toneladas, al interior de toda la Unión Europea las cotas de aprovechamiento son bajas, dado que cerca del 80% de este beneficio se logra sólo en cinco países: Alemania, Dinamarca, Suiza, Países Bajos y Bélgica (Región de Flandes), países que cuentan con políticas y legislaciones concretas y estrictas en esta materia (ÁLVAREZ DE LA PUENTE, 2007).

En ellos la venta del compost se incrementa cada día, dejando de ser un producto con dificultades de ubicación en el mercado para convertirse en otro con muchas salidas comerciales, acarreando la creación de asociaciones de productores y consumidores que trabajan hombro con hombro con las administraciones para mejorar la calidad del compost y su distribución en el mercado.

En los países restantes de la Unión Europea, según la Comisión, es indispensable que se continúe trabajando para alcanzar cotas de tratamiento biológico comprendidas entre el 20 y el 25%.

En la Unión Europea hay construidas y operativas numerosas plantas de compostaje para residuos pero, al igual que sucede con la producción, un grupo de países formado por Austria, Alemania, Reino Unido, Suiza e Italia, disponen de varios cientos de estas plantas, casi las tres cuartas partes del total existente en Europa, en las que predomina la tecnología del sistema W o sistema abierto en pilas dinámicas volteadas, "windrows", seguido del sistema P, o sistema de pilas estáticas con aireación pasiva (ÁLVAREZ DE LA PUENTE, 2007).

Esta tecnología se corresponde con la mayormente utilizada en España. En el anexo 2 se muestran los datos de producción de compost en los países de la Unión Europea. Puede observarse que de las casi doce mil toneladas producidas a la fecha, Alemania aporta alrededor del 42 %.

En la región el compost se destina principalmente a la agricultura, pero en los últimos años cuando su comercialización ha adquirido mayor importancia, su uso empieza a destacar en otros sectores como la jardinería y el paisajismo, en programas de forestación - reforestación, recuperación de terrenos degradados y canteras, replantación de taludes.

Cabe esperar que con el empleo de este material mejore, en forma indirecta, el medio natural por la recuperación de muchos hábitats, su biodiversidad y calidad ambiental, como se contempla en la Directiva 75/442/UE.

En el sector industrial el uso del compost empieza a destacar, no en todos los sectores, pero si en procesos especiales como biofiltros utilizados en la remoción de olores en plantas de tratamiento de residuos municipales.

En la tabla (5.1) se presenta, en porcentaje por sectores, el destino del compost en los principales países productores.

Tabla 5.1. Porcentajes del uso del compost en países líderes del mercado en la UE

Sectores	Alemania	Austria	Flandes	Dinamarca	P. Bajos
Paisajismo	19%	30%	24%	18%	30%
Agricultura	39%	35%	11%	11%	40%
Horticultura	13%	5%	6%	2%	
Jardinería doméstica	9%	20%	18%	54%	20%
Suelos	14%	5%	38%	14%	7%
Exportación	0%	0%	9%	0%	3%

Fuente: Club Español de Residuos, CER, (2001)

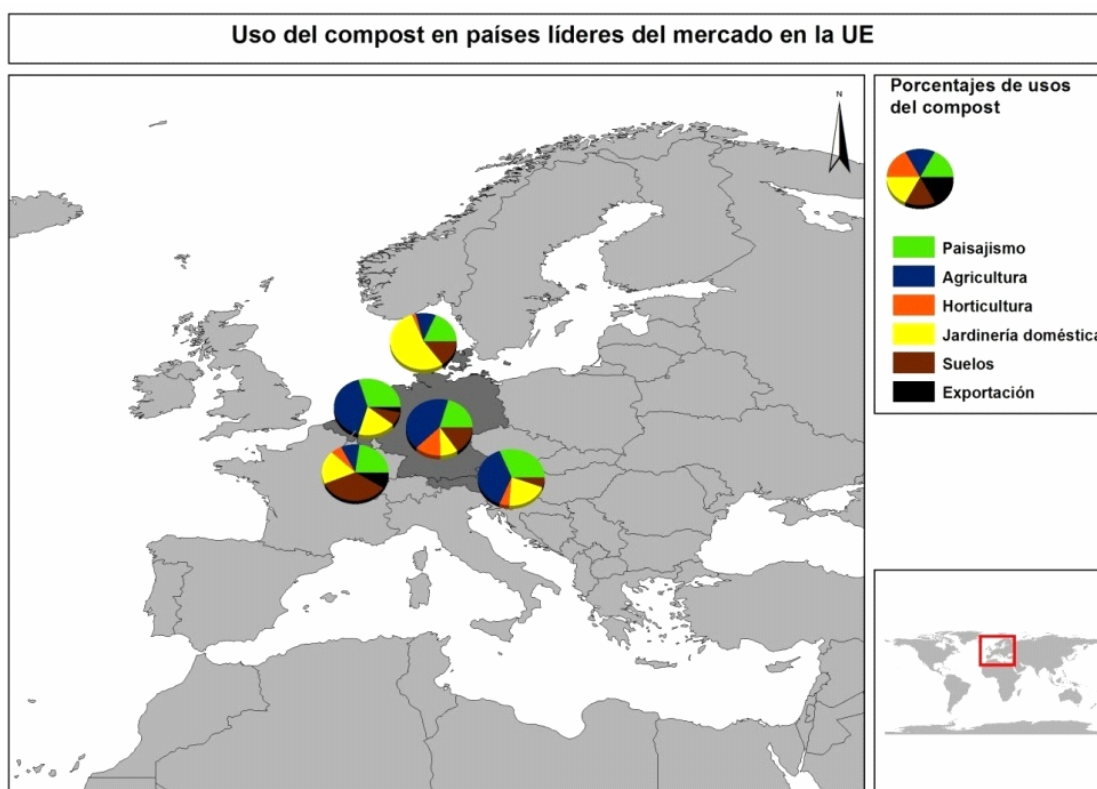
Las Directivas de la Unión Europea recomiendan a los Estados miembros, que el compostaje doméstico se impulse cuando existan lugares en los que su aplicación sea viable y garantice, a la vez, beneficio agrícola y ecológico, exhortando a las autoridades municipales a la realización periódica de campañas informativas de carácter divulgativo para que se elabore compost, in situ, con los residuos originados en parques, jardines municipales y cementerios, con la implicación de la comunidad en todas las actividades para

el buen funcionamiento de las instalaciones, mejora de la prestación del servicio y reducción de costes.

A pesar de todo, queda pendiente, en la Unión Europea, la creación de una estructura de ventas que posibilite la transacción de este material, es decir, que el compost reúna unas características definidas y estables que le confieran el reconocimiento de producto, para el que existan las mismas reglas del mercado en competencia con otros, CER, (2001).

Actualmente el destino del compost, por lo general, está en función de las necesidades y demandas del mercado en cada región. Existen casos de zonas concretamente rurales en las que más del 60% del compost se destina a la agricultura. Sin embargo, en zonas urbanas con alta densidad de población, con gran actividad de paisajismo, sólo el 20% del compost se emplea en la agricultura.

Mapa 5.4 Porcentajes del uso del compost en países líderes del mercado en la UE.



Fuente: elaboración propia, a partir de Club Español de Residuos, CER, (2001).

Sería indispensable, además, que productores de compost de las grandes ciudades dieran mayor impulso a las ventas de compost dada la dispersión de los recursos, que se encuentran mucho más concentrados en aquellas poblaciones situadas en áreas con baja densidad de población (CER, 2001).

Estudios desarrollados en Alemania muestran que el área de influencia de la venta de compost de una determinada planta puede depender, en parte, del precio de venta del producto en el lugar de producción. Se considera, que si el precio es bajo, por ejemplo 6 €/t, el radio del área de influencia podría alcanzar los 150 Km. En cambio para precios de venta más elevados, la distancia podría disminuir hasta los 50 Km. (COMISIÓN EUROPEA, 2000).

En estos estudios se señala que en la comercialización del compost también influyen, de manera muy significativa, la calidad del producto, la opinión que la comunidad tenga acerca de él, el tipo de planta en donde se elabora y también de la cantidad procesada.

Por ello, en la Unión Europea la normativa establece que el compost que se produzca y comercialice en su interior, debe cumplir ciertas normas o requisitos especificados en una etiqueta, aunque, en sentido estricto de relaciones mercantiles, no existe aún un mercado de compost como tal, más bien un mero conjunto de transacciones. (COMISIÓN EUROPEA, 2000).

De lograrse el cumplimiento y control de estas normas, dado que la calidad del compost no es estándar, se contaría con compost de diferentes composiciones, lo que comercialmente favorecería la diversificación de usos y precios. Este cometido se favorecería en la medida que se hiciera referencia a un territorio, su uso, necesidades de compost y tipología del mismo.

En algunos países de la Unión Europea se han creado cooperativas y asociaciones de compostadores, que juegan un papel muy importante a la hora de definir los estándares del producto a través de medidas como la emisión de sellos de calidad, la creación de etiquetas para especificar la composición y su promoción, entre otras.

Mientras, en los países líderes en la producción de compost en la Unión Europea, también se trabaja en programas de control y garantía de la calidad y concienciación ambiental, para contrarrestar la imagen negativa con la que históricamente se ha calificado y aún se califica al compost.

Por otra parte, dada la aceptación y reconocimiento que está adquiriendo el compost, en los últimos años, no sólo por la calidad sino también por los beneficios derivados; se espera que, poco a poco, deje de verse como un problema para convertirse en un producto beneficioso, tanto para los consumidores como para los productores y la administración.

Otros dos pasos importantes se han dado al respecto: la legislación para disminuir la presencia de contaminantes e impurezas y el establecimiento, obligatorio, de la recogida selectiva que garantice que los residuos urbanos,

sometidos al proceso de compostaje, contengan el menor grado de contaminación.

Puede concluirse que, a pesar de estos adelantos técnicos, de los actos legislativos vigentes cada vez más estrictos y de que en la Unión Europea se generen cada año entre 118 y 138 millones de toneladas de residuos, de los cuales cerca de 88 millones son residuos urbanos, el 40% de los mismos continúa depositándose en vertederos, con los riesgos que acarrea. Esta situación hace que se vulneren los principios que rigen la política de la Unión Europea en lo que respecta a la gestión sostenible de los residuos y los recursos (COMPOSTA EN RED, 2011).

5.2.1 Situación de la producción de compost en los países de la Unión

Europea, líderes en la producción.

“En 2011 Europa Recicla o composta el 40% de su residuos”, tasa muy superior al 27% alcanzado en 2007. EUROSTAT, (2013.)

De acuerdo con el informe de la Oficina de estadística de la Unión Europea (2013), respecto a la disposición final de los residuos, el reciclaje es más común en Alemania, mientras que el compostaje y la incineración lo son en Austria y Dinamarca. La situación en los países de la Unión con mayor producción de compost es la siguiente:

Dinamarca: De acuerdo con el Plan de Gestión de los Residuos (1998 - 2004), la recogida selectiva y el compostaje doméstico están muy desarrollados en este país. Los lotes de compost producidos en las diferentes instalaciones se someten a un control exhaustivo de calidad, según normas y parámetros establecidos. Aunque no se ha instaurado la clasificación del compost para su uso, si se han señalado una serie de recomendaciones a cumplir según la calidad del mismo, capacidad nutricional, destino, estabilidad y grado de limpieza. La mayor parte del compost elaborado es consumida por particulares, con destino a parques, jardines, granjas, viveros, para cubrir vertederos, siendo muy limitado su empleo en la agricultura.

Austria: En este país, por razones de bioseguridad, los residuos que se admiten en un proceso de compostaje de buena calidad, deben proceder de la recolección selectiva. Este fue el primer paso que se dio en 1995, al iniciar el programa.

Austria es un país líder en reciclaje y compostaje, con una tasa del 65%, la más alta, con gran diferencia, de los países que conforman la Unión Europea. Igual afirmación se puede hacer en comparación con todos los países

industrializados. Este país se caracteriza por su alto grado de investigación, modelo a seguir a nivel internacional, destacando, en su interior, el estado federado de Estiria al que se considera entre los pioneros en acuñar la frase “*gestión del flujo de materiales*” en lugar de gestión de residuos. En esta región se halla en proceso de ejecución un programa piloto de gestión de flujo de materiales, en el que se reutiliza gran parte de los residuos como materia prima para nuevos productos. En sólo una década, una empresa de Estiria ha logrado establecerse como operadora a nivel mundial y líder en el sector del compostaje, cribado y trituración de residuos orgánicos, mediante procedimientos mecánicos y mecánico-biológicos.

En este país la producción de compost se ha incrementado en un 15% y se ha diversificado su empleo en los últimos años. Un tercio de la producción se destina a labores agrícolas y los dos tercios restantes se aprovechan como enmienda en jardinería, paisajismo y mejora de suelos.

Países Bajos: Al igual que en Austria, en los Países Bajos el programa de producción de compost ha aumentado en un 15% en la última década. Tuvo su inicio con la recogida selectiva, establecida por los propios ayuntamientos. En este país se emplean, principalmente, como material para la producción de compost, residuos de parques, jardines y restos de vegetales, que deben cumplir con criterios de calidad de contenido de metales pesados y de materia orgánica. El compost producido, si cumple las normas se clasifica como “limpio y muy limpio” y según sea el caso se destina a usos diversos, para los que se establecen distintas dosis de aplicación por hectárea. Alrededor del 90% del compost producido se destina básicamente al paisajismo, la agricultura y la jardinería doméstica. El 10% restante se emplea en la restauración de suelos y cubrimiento de vertederos (COMISIÓN EUROPEA, 2000)

Bélgica (Región Belga de Flandes): Contrariamente a otros países, en esta región la recogida selectiva no es obligatoria, pero a pesar de ello en 1997 ya se ejecutaba en 300 municipios. En éstos se recogen por separado los residuos verdes de parques jardines y similares, al igual que los de frutas y análogos, los cuales, una vez realizada la separación, no pueden ser incinerados ni vertidos por ninguna razón.

Existe en esta región una planta de digestión anaerobia operativa, que trata biorresiduos para la producción de biogás y compost. El compost es sometido a un análisis riguroso de calidad y una vez superadas las pruebas se expide un certificado, que es indispensable para su utilización. Las dosis de aplicación en el terreno se encuentran reglamentadas en planes trienales de cultivo, o en dosis únicas cuando se trate de parques, áreas recreativas e instalaciones deportivas. A pesar de todo, el compost no goza de muy buena aceptación entre la población, lo consideran como un producto de baja calidad. Para

mejorar esta imagen se han conformado asociaciones de usuarios y productores, que trabajan mancomunadamente para establecer criterios de calidad y de acreditación, conducentes a la emisión de sellos de calidad.

El compost se destina principalmente al paisajismo, como sustrato en jardinería; marginalmente a labores agrícolas y hortícolas y en la industria del suelo, sector en el que se ha incrementado su uso en un 10%. Más recientemente crecen las perspectivas de uso en la biorremediación de suelos y en la fruticultura (COMISIÓN EUROPEA, 2000)

Alemania: Es el país que produce la mayor cantidad de compost en la Unión Europea, recicla aproximadamente el 66% de los residuos urbanos biodegradables. Según informes de la Organización Federal Alemana para la Calidad del Compost, el 15% del producto que se sitúa en el mercado es fresco. Un poco más de la mitad del total de la producción se destina a la agricultura y el resto al paisajismo, la horticultura y la jardinería doméstica.

Las dosis a aplicar se limitan a un máximo de 20 a 30 toneladas de materia seca por hectárea en un período de 3 años, todo ello en función del contenido de metales pesados. El compost destinado a la horticultura y al paisajismo en Alemania y los Países Bajos, una vez envasado y etiquetado, se vende en pequeñas cantidades a pequeños consumidores, a un precio que puede alcanzar 70 €/tonelada, mientras que el destinado a la restauración tiene un precio nulo o simbólico. En 1998, la cantidad vendida fue superior a dos millones de toneladas pero, a pesar de ello, la exportación del producto aún se resiste.

5.2.2 El mercado del compost en la Unión Europea.

Aunque no se encuentran consolidados la producción y el mercado del compost en todos los países de la Unión Europea, las perspectivas no son desalentadoras. Diversos estudios muestran que cada día el interés por su uso crece, tanto para la administración como para la población.

Tabla nº 5.2 El compost en la UE. Producción potencial y actual

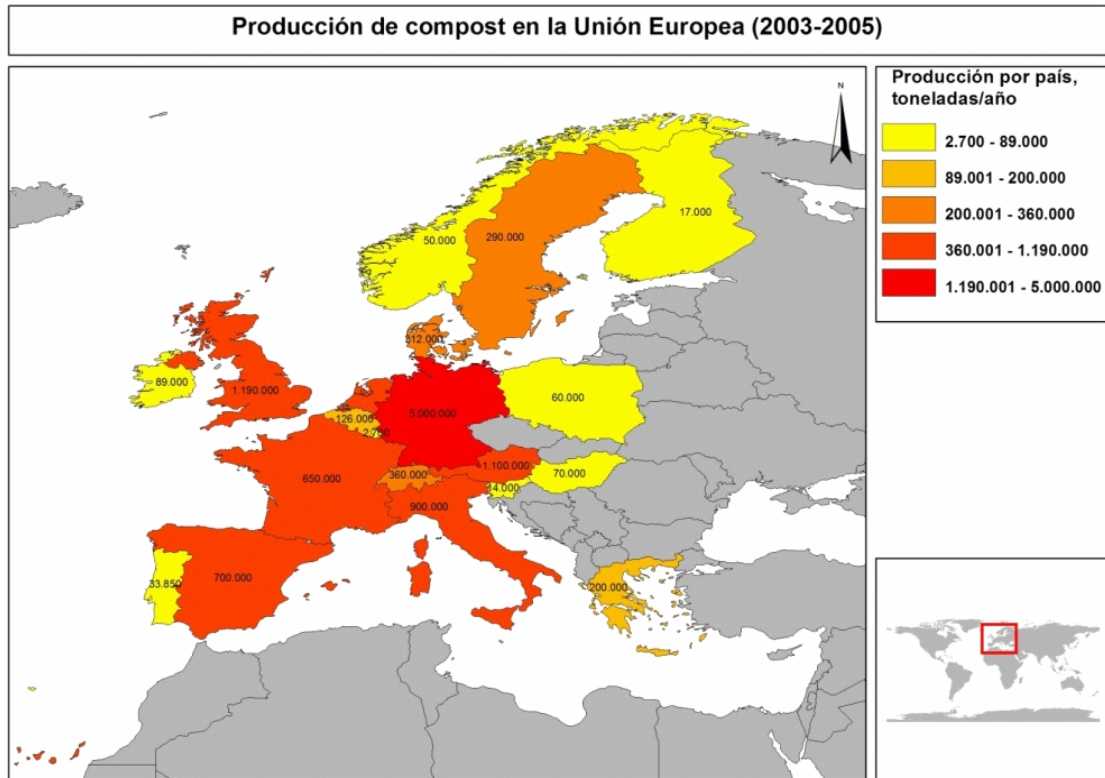
Estado miembro	Producción actual (millones de t/año)	Producción potencial (millones de t/año)	Capacidad de usos agrícolas del compost (6% superficie cultivable, millones de t/año)
Países líderes del mercado			
Alemania	2,40	4,50	7,10
Austria	0,50	1,00	0,90
Bélgica	0,20	0,75	0,42
Dinamarca	0,25	0,50	1,50
Países Bajos	0,06	0,75	0,54
Subtotal	4,05 (75%)	7,50 (25%)	10,46
Resto EU			
España	0,45 ¹	3,50	9,54
Finlandia	0,03	0,40	1,50
Francia	0,24	7,00	10,77
Grecia	0,01 ¹	0,80	1,78
Irlanda	0 ^{x,1}	0,20	0,60
Italia	0,25	5,00	6,00
Luxemburgo	0,003	0,025	0,035
Portugal	0,10 ¹	0,60	1,80
Reino Unido	0,16	4,60	4,18
Suecia	0,10	0,80	1,78
Subtotal	1,35 (25%)	22,925 (75%)	37,985
Total	5,40 (100%)	30,425 (100%)	48,445

En realidad en el caso de Irlanda son 10 toneladas.

1 En los casos de España, Grecia, Irlanda y Portugal se obtiene un producto de calidad a partir de la basura mezclada. En España equivale a 3.013.000 toneladas/año de materia prima de entrada. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, ESAB, (2005).

Pero es de resaltar el hecho que, aunque se transformara en compost toda la materia orgánica que pudiera recogerse, quedaría mucho suelo disponible sin ser cubierto. Es decir, existen buenas posibilidades, en diferentes usos, para el mercado del compost producido con residuos orgánicos urbanos y de otro tipo. En la tabla 5.2, de estudio realizado por la ESAB, Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, 2005, se detallan datos de la producción actual y potencial de compost en algunos países de la UE, mientras que en mapa 5.5 se reseñan los datos de producción de este material en el período (2003 - 2005)

Mapa 5.5 Producción de compost en la UE. (2003 – 2005).



Fuente: Elaboración propia con datos de ESAB, (2005).

En términos generales, puede decirse que, aunque la oferta y la demanda actuales del compost en la Unión Europea no son lo suficientemente considerables ni homogéneas, se encuentran en proceso de crecimiento.

Esta afirmación puede evidenciarse no solo por el hecho de que cada vez se construyan nuevas y modernas plantas de compostaje, sino también por el repunte lento, pero seguro, del empleo de este producto en usos diversos y en la mejora de su calidad.

A pesar de haberse obtenido avances en lo que respecta a la comercialización, en algunos países como Holanda y Alemania, en España, con contadas excepciones, son incipientes, siendo necesario que se divulgue a todos los niveles la importancia del empleo del compost, no solo por su valor para incrementar los rendimientos de las cosechas; también para recuperar parte del suelo que ha sido degradado, y contribuir así al embellecimiento del paisaje rural y urbano.

5.3. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN ESPAÑA

“A pesar de las grandes cantidades de residuos que se generan en España, no es ni la pérdida de recursos naturales, ni, incluso, la peligrosidad para el entorno lo que más suele preocupar a los gestores públicos o privados de los residuos, sino las dificultades de todo tipo - económicas, geográficas, ecológicas, sociales- para encontrar un destino final aceptable para los mismos”. (DEL VAL, 1996).

Debemos aceptar, en cierta medida, que los residuos derivados de las diferentes actividades económico- productivas, que realiza el ser humano, no son otra cosa que recursos naturales desperdiciados. Por ello, evitar su producción (prevención) debe ser el objetivo prioritario.

La prevención debe considerarse en conjunto con otras técnicas de manejo y disposición de residuos, como la reutilización, el reciclaje y la disposición sanitaria final, porque no todos los residuos generados pueden ser, sencillamente, dejados de producir.

Al respecto DEL VAL (1996), argumenta que una buena gestión de los residuos, debe estar orientada hacia la “sostenibilidad” de los recursos naturales y manifestarse más allá del marco espacial de la ciudad, lo que obliga a que se actúe de forma global y coordinada a lo largo de todas las actividades económicas, para reducir las agresiones ambientales causadas por los residuos generados en las mismas.

La metodología que intenta ponerse en ejecución actualmente, no sin dificultades, para evaluar comparativamente la eficiencia en el uso de los recursos, se basa en el estudio integral del "ciclo de vida", definido literalmente como: *“Herramienta de gestión ambiental que estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo de la vida de un producto, proceso o actividad, desde la adquisición de las materias primas hasta la producción, uso y eliminación”, (de la "cuna a la tumba")*, (Norma ISO 14040), con el propósito de comprender el balance ecológico de todo el proceso: extracción, transformación, distribución, consumo, reutilización, reciclaje, disposición final de los residuos.

Lógicamente, gestionar de forma sostenible los recursos supone acercarse progresivamente hacia la "producción limpia", objetivo que implica no sólo consumir menos materias primas y energía, sino una drástica reducción de los residuos, mediante la integración de la reutilización y el reciclaje de los mismos en el proceso productivo. Los bienes así elaborados deben, a su vez, ser diseñados para alcanzar una mayor durabilidad, puesto que duplicar la vida útil significa, reducir a la mitad la cantidad de residuos producidos.

El enfoque de este trabajo se corresponde sólo con una parte del ciclo de vida de los residuos urbanos biodegradables, esencialmente el reciclaje.

5.3.1. Bases para una gestión más sostenible de los residuos urbanos.

Al hacer referencia a la composición de los residuos producidos en España, se señaló que el porcentaje de materia orgánica era superior al 40%. Por la localización geográfica del país, el reciclaje de materia orgánica debe hacerse desde una perspectiva que no solo considere objetivos puramente ecológicos, por ejemplo: prevenir la erosión del suelo, sino también, que contemple otros de contenido económico y social, como la recuperación de ecosistemas incendiados, el fomento y desarrollo de una agricultura cada vez más ecológica y sostenible, que prescinda de los enormes costes ambientales y económicos.

Es decir, tratar de abolir el uso de fertilizantes inorgánicos, sustituyéndolos, en la medida de lo técnicamente posible, por el compost, cuya producción debería ser apoyada, según necesidades, con fertilizantes sintéticos.

El reciclaje de los residuos biodegradables para la obtención del compost, denominado también “abono orgánico”, que se realiza mediante un proceso de fermentación controlada, no debería tener mayor inconveniente en España, porque se cuenta con medios y experiencia suficiente para ello.

Mediante la producción y aplicación del compost (bien sea en cultivos agrícolas, en terrenos forestales, en parques y avenidas de áreas urbanas, en ecosistemas incendiados, en la recuperación de áreas degradadas...) se puede restituir en parte del suelo, la cantidad de materia orgánica que le fue extraída.

En la Jornada Internacional sobre la Gestión Integrada de Recursos y Residuos en la Unión Europea, (2006), se planteó que el uso que se haga del compost debe encaminarse a retomar la fertilización racional, que responda a criterios agronómicos, con un papel relevante de los fertilizantes orgánicos, que sean complementarios de la fertilización química.

El empleo de compost, contribuiría a mejorar la calidad de los suelos de la cuenca del mediterráneo que presentan niveles muy bajos de materia orgánica, alrededor del 1%. La Comunicación “Hacia una estrategia temática para la protección del suelo de la Unión Europea, (2006),” señala que *“el suelo de casi el 75 % de la superficie del sur de Europa tiene un contenido bajo (3,4 %) o muy bajo (1,7%) en materia orgánica, lo que supone estar rumbo a la pre-desertificación”*. Esta situación, que está ocasionando la pérdida de suelo fértil y como consecuencia un acelerado avance hacia la desertización, podría remediarse, en parte, con el empleo generalizado de este compuesto como enmienda orgánica que tendría un gran alcance, no sólo ecológico, sino también económico y social (OFICINA EUROPEA DEL SUELO, 2007).

Tabla 5.3. Pérdida total y media de suelo por cuencas hidrográficas

Cuenca hidrográfica	Superficie (Ha)	Pérdida total(tm/año)	Pérdida media(tm/Ha año)
Pirineo oriental	1.627.688	38.147.043	23,44
Ebro	8.483.000	283.971.189	28,17
Júcar	4.233.788	121.940.794	28,80
Segura	1.873.607	45.949.438	24,52
Sur Mediterráneo	1.875.788	89.591.054	47,76
Norte	5.356.268	25.914.355	4,84
Duero	7.841.535	83.174.163	10,61
Tajo	5.576.895	117.717.304	21,11
Guadiana	6.012.382	113.978.484	18,96
Guadalquivir	5.726.130	255.565.751	44,63
Sur- Atlántico	551.160	17.912.384	32,50
Total	49.159.012	1.148.861.959	23,37

Fuente: MOPTMA, (1998)

La misma Oficina considera que en España la pérdida de suelo gira en torno a 23 toneladas por hectárea y año.

Estimaciones técnicas desvelan que “serían necesarias 232 millones de toneladas al año de materia orgánica, aplicadas a razón aproximada de 6,5 toneladas por hectárea y año, durante diez años consecutivos, para incrementar y mantener el nivel de materia orgánica de los suelos en un 2%”. En la tabla 5.3 se muestra un estimativo de la pérdida de suelos en las principales cuencas hidrográficas de España, observando que la Cuenca del Guadalquivir es la que sufre las mayores pérdidas, (44,63%), aún siendo la quinta en extensión.

En España se tiene experiencia en el uso del compost, principalmente en cultivos agrícolas, y para ello se están construyendo muchas plantas de compostaje y/o digestión aerobia. En la tabla 5.4 se presentan las estadísticas de cómo se realizaba el compostaje en España hasta el año 2006.

Tabla 5.4 Compostaje en España, 2006

COMPOSTAJE	PLANTAS EXISTENTES		RB COMPOSTADOS EN LAS PLANTAS DE LAS QUE SE DISPONE DE ESTADÍSTICA			
	Nº Plantas	Capacidad (t/a)	Nº Plantas	Capacidad (t/a)		Residuos Urbanos
RECOGIDA SELECTIVA	27	314.313	23	290.103	102.237(1)	
R. SELECTIVA + R. MIXTA	4	429.972	2	143.000	136.069(2)	4.336(3)
RECOGIDA MIXTA	65(4)	6.080.152	29	2.420.421	131.071(5)	1.869.321(6)
TOTALES	96	6.844.437	54	2.903.524	379.612	1.873.657

Fuente: Los datos son los aportados por las CC.AA. O los que aparecen en el Libro de Medio Ambiente en España (MMA), el estudio del IGME sobre caracterización del compost en España (2203-2005). Maraón (2009).

El tratamiento de residuos municipales en masa, que se realiza en la mayoría de estas plantas, responde a diseños que requieren de una futura adecuación de sus objetivos al marco legislativo sobre tratamiento biológico de residuos biodegradables. El compost producido en España tiene diferentes destinos según las características del terreno de las comunidades autónomas:

- Agricultura,
- Jardinería,
- Paisajismo en general,
- Sellado de vertederos.

Tabla 5.5. Producción de compost por comunidades (2006)

COMUNIDAD AUTONOMA	COMPOST (T)
VALENCIA	181.917,00
ANDALUCIA	163.260,00
MADRID	77.325,00
GALICIA	70.000,00
MURCIA	70.349,28
CASTILLA - LA MANCHA	41.014,75
CASTILLA LEÓN	26.025,00
CATALUÑA	23.813,00
EXTREMADURA	20.519,92
LA RIOJA	17.000,00
BALEARES	14.216,00
NAVARRA	10.050,00
ASTURIAS	4.000,00
CANARIAS	900,00
ARAGON	-
CANTABRIA	-
PAIS VASCO	-
Total	720.389,95

Fuente: Álvarez de la Puente (2007)

En las Comunidades de la Rioja, Castilla la Mancha, Extremadura y Canarias, el compost se emplea, principalmente, en la agricultura, caso contrario sucede en Galicia y Asturias, donde se destina al sellado de vertederos, jardinería y paisajismo. En el resto de Comunidades su uso es diverso.

En la tabla 5.5 puede apreciarse que la producción total anual de compost no alcanza el millón de toneladas, que Valencia y Andalucía, para esta fecha, eran las comunidades que mayor cantidad de compost obtenían. En lo que respecta al registro de la información, no se contaba con datos de comunidades como Aragón, Cantabria y el País Vasco.

En la tabla 5.6 se presenta la demanda potencial de compost a mediano plazo, según proyección realizada por la Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, sin fecha, en la que destaca Andalucía como la comunidad que más necesitaría de este producto, para aplicarlo en sus suelos.

Tabla 5.6. Demanda potencial de compost a mediano plazo en miles de tonelada

COMUNIDAD	AGRICULTURA	JARDINERÍA ESPACIOS VERDES	OTROS USOS
ANDALUCIA	1.851	280	28
ARAGON	310	24	2
ASTURIAS	0	22	2
BALEARES	20	57	6
CANARIAS	27	120	12
CANTABRIA	1	10	1
CASTILLA - LA MANCHA	1.089	32	3
CASTILLA Y LEÓN	297	50	5
CATALUÑA	308	480	48
C.VALENCIANA	377	320	32
EXTREMADURA	451	20	2
GALICIA	53	54	5
MADRID	52	400	40
MURCIA	156	80	8
NAVARRA	61	10	1
PAIS VASCO	15	42	4
LA RIOJA	61	10	1
CEUTA Y MELILLA	0	0	0
TOTAL	5.129	2.011	200

Fuente: Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental de Ministerio de Medio Ambiente, sin fecha.

Al comparar la producción y demanda potencial de compost por comunidades, en miles de toneladas, se observa que en Andalucía en el 2006 la producción era de 163 miles de toneladas y la demanda potencial a mediano plazo de 1.861 miles de toneladas. De esta información se desprende

que con el ritmo actual de producción de compost no se satisfaría ni el 10% de las necesidades.

Este análisis, aunque simple, señala que el compost siempre tendría demanda. No se podría, según estas proyecciones, producir tanto para satisfacer los requerimientos, por ello es menester organizar su aplicación, no solo para dar prioridad a aquellos suelos con mayor carencia de materia orgánica, sino también para optimizar su uso y mejorar los resultados de su aplicación.

En los aspectos económicos, puede afirmarse que no existe una buena correlación entre la calidad del producto ofertado y el precio, situación que no favorece el mercado, requiriéndose, por ello, que se legisle con urgencia a nivel comunitario al respecto.

Sin ser un análisis muy riguroso y concluyente, de la revisión de varios estudios se puede concluir que en España:

1. No se realiza la recolección selectiva de los residuos en la mayor extensión del territorio, lo cual incide negativamente en la calidad del producto y en los precios.
2. El mercado no se encuentra establecido como tal, pues no existe un verdadero marketing, por el contrario, se dan operaciones aleatorias de comercialización. Presenta un elevado grado de desorden en lo que respecta a las características y, acusa cierto grado de confusión en los aspectos técnicos y criterios para su empleo (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2000).
3. El compostaje en España y otros países del sur de Europa, por las características del suelo, es una opción viable para mejorarlos y a la vez evitar la aplicación directa de algunos residuos orgánicos sobre el mismo
4. La información relacionada con el tratamiento de residuos orgánicos está muy difuminada, falta darle un mejor tratamiento. (EMASESA, 2004).

5.3.2 El compostaje

El compost se describe como materia orgánica estabilizada, que se transforma en un producto similar a las sustancias húmicas del suelo. Se encuentra libre de organismos patógenos, de hierbas y semillas adventicias, no atrae insectos y puede manejarse, guardarse, transportarse y ensacarse sin

que ocasione molestias a la población, siendo, además, de gran beneficio para el suelo y el crecimiento de las plantas.

Gráfico 5.1: Reducción de peso y volumen en el proceso de compostaje



Miriam Alcolea y Cristina González Barcelona, 2000.

En el gráfico 5.1 se muestra, la reducción aproximada en el tiempo del peso y el volumen de los residuos orgánicos durante el proceso natural de compostaje.

Se aprecia que de 100 kilogramos de materia orgánica que se fermenten, entre 30 y 40 kilogramos se convierten en compost (ALCOLEA y GONZÁLEZ, 2000). Esta información es relevante cuando se trate de hacer proyecciones de producción, a partir de una cantidad determinada residuos orgánicos. Aunque el proceso puede realizarse en forma anaeróbica, se define como aeróbico, dado que siempre requiere de oxígeno; gas indispensable para alcanzar temperaturas más altas, eliminar olores, aligerar el proceso de descomposición y destruir la mayoría de microorganismos patógenos y parásitos molestos.

Es, a la vez, un proceso biológico, porque son microorganismos los que realizan la descomposición; y un proceso de fermentación de residuos orgánicos porque este substrato es la base para la alimentación de los microorganismos.

5.3.2.1 Factores y condicionantes en la producción del compost.

En el proceso de compostaje se puede aprovechar todo tipo de materia orgánica. Debido a algunos factores, como el tiempo y la composición del producto final, en algunos casos, determinadas materias primas deben

descartarse para obtener un producto con calidad requerida. En la tabla 5.7, se detallan los parámetros más significativos a controlar durante el compostaje:

Tabla 5.7 Parámetros a controlar en el compostaje.

Tamaño de las partículas	Mezcla equilibrada de los materiales para obtener una relación Carbono/Nitrógeno entre 25-35. Azúcares proteínas, celulosa, lignina
pH	Neutro, con ajustes durante el proceso. El margen de tolerancia para las bacterias al cambio de pH es angosto, 6 -7.5, mientras que para los hongos es más amplio, 5 – 8.
Humedad	Entre el (40-60%). Básica para la eficiencia del proceso. Por debajo de 40% la actividad de los microorganismos decrece y por encima de 70% se fluidiza el lecho
Temperatura	Parámetro que muestra notoriamente el desarrollo del proceso. Debe mantenerse entre 55-65°C, sin que sobrepase los 70°C. En este rango se mantienen activos los microorganismos mesófilos y se destruyen los patógenos
Tamaño y altura de la pila.	Es variable en función del método de compostaje. Tiene más limitación en altura. Ideal entre 1,5 y 3 metros. La anchura habitual depende de la altura, normalmente entre 2,5 a 4 m. (no son parámetros Standard).
El clima	Determina la protección que deba dársele a la pila para menguar el impacto del sol y de la lluvia, en especial.
Contenido de Oxígeno	El proceso de compostaje es aeróbico y termófilo. Para asegurar dichas condiciones se requiere disponer del oxígeno necesario para el buen desarrollo del proceso. La presencia de oxígeno en la cantidad requerida, facilita la actividad microbiana, la obtención del compost de buena calidad en menor tiempo.
Balance de nutrientes	La cantidad requerida de nutrientes es variable de un residuo a otro: en especial mantener la relación indicada de C/N, (25-35) ya que los otros nutrientes están presentes en las proporciones necesarias en la mayoría de los residuos orgánicos. Un exceso de nitrógeno ocasiona el crecimiento exagerado de la población bacteriana, acelerando la descomposición de la materia orgánica y ocasionando déficit de oxígeno que produciría la anaerobiosis, dando como resultado producción de malos olores y retrasando el proceso de descomposición. El caso contrario, la falta de nitrógeno produce el crecimiento deficiente del cultivo

Fuente: Solans y otros (2003).

Debido a que la composición de los residuos orgánicos utilizados en la elaboración de no es uniforme y que el compostaje se puede realizar por varios métodos, ha de esperarse que el producto final no sea, pero para su empleo debe cumplir ciertos criterios de calidad establecidos por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. En la tabla 5.8 se presentan algunas de las muchas características que debe cumplir el compost según el uso al que se destine (EOI, 2008).

Tabla 5.8 Características del Compost

Parámetro	Unidad	A	B	C
Ph		7.09	7.75	6.93
C.E.*	dS m ⁻¹	3.38	2.83	3.96
Densidad	g cm ⁻³	0.50	0.455	0.68
Mat.Org.	%	32.60	27.9	24.30
C/N	%	11.90	12.8	10.70
N-kjeldahl	%	1.37	1.09	1.14
P ₂ O ₅	%	2.38	0.98	2.09
K ₂ O	%	0.81	0.59	0.71
CaO	%	14.00	11.90	14.20
MgO	%	1.09	0.83	1.06

Fuente: López R. Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2004-2005)

En la tabla 5.9 se relacionan los valores límite de algunos metales pesados que no debe sobrepasar el compost, según la calidad del mismo.

Tabla 5.9 Limitaciones de Elementos Potencialmente tóxicos en substratos orgánicos

PTEs (ppm)	BIOSÓLIDOS		COMPOST / OTROS2 Draft Biowaste Management Dir			FERTILIZANTES 824/2005 de 8 de Julio		
	Dir 86/278/CE	3 Draft	Compost Clase 1	Compost Clase 2	Residuo estabilizado	Clase A	Clase B	Clase C
Cd	20 a 40	10	0,7	1,5	5	0,7	2	3
Cu	1.000 a 1.750	1.000	100	150	600	70	300	400
Ni	300 a 400	300	50	75	150	25	90	100
Pb	750 a 1.200	750	100	150	500	45	150	200
Zn	2.500 a 4.000	2.500	200	400	1.500	200	500	1.000
Hg	16 a 25	10	0,5	1	5	0,4	1,5	2,5
Cr		1.000	100	150	600	70	250	300

Fuente: Gómez y Estrada, (2005).

Las referidas clases (A, B y C), engloban aquellos productos fertilizantes cuyo contenido en metales pesados no supera ninguno de los valores indicados para la clase correspondiente (SOLIVA y LÓPEZ, 2004).

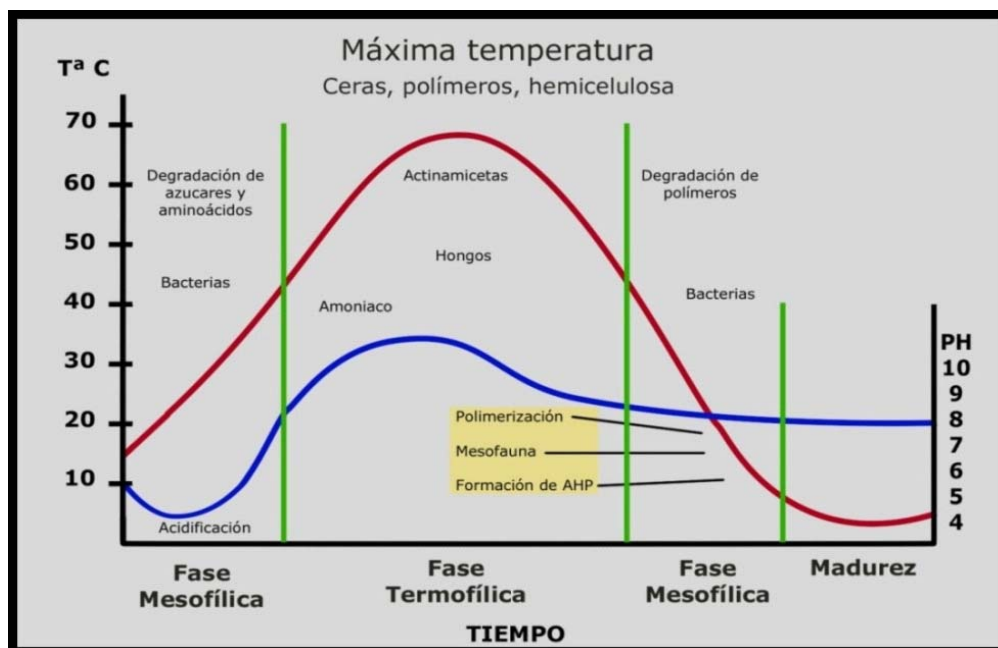
Preparación de la pila.

El proceso de compostaje se realiza en pilas que pueden hacerse de forma manual o mecanizada. Se construyen en capas o mezclando los materiales en la proporción que se haya seleccionado, según las características deseadas del producto final. Las pilas deben localizarse, preferentemente, en un lugar resguardado de las condiciones climáticas adversas. Los materiales y equipos a utilizar dependen del método a emplear.

Cuando se composta en pilas, se añade agua a los residuos hasta alcanzar un grado de humedad entre el 40 y el 60% y además es recomendable

intercalar material fresco con compost maduro o estiércol a fin de facilitar la colonización por los microorganismos. El pH debe controlarse y en caso de un descenso significativo se recomienda corregirlo con carbonato cálcico. La fermentación aerobia, libre de olores molestos, se produce en presencia de aire y agua; durante ella aumenta la temperatura hasta 55 -65 °C.

Gráfico 5.2: Fases del proceso de compostaje



Descomposición de la materia orgánica

Los residuos orgánicos pueden descomponerse, bien por vía aerobia (aeróbica) o bien por vía anaerobia (anaeróbica). La fase aeróbica, que requiere una alta presencia de oxígeno, es la denominada de “compostaje”.

El compost producido de manera natural se realiza en fases.

Fases del proceso de compostaje.

Todo proceso natural de compostaje puede dividirse en dos o tres fases, según criterios: mesofílica, termofílica y de maduración. Durante el proceso los microorganismos degradan la materia orgánica y producen CO₂, agua, y compost, el producto orgánico final.

La primera fase puede tardar un par de días y en ella la temperatura es moderada. Se desarrollan los microorganismos mesofílicos, que se encargan

de descomponer las moléculas solubles de los compuestos más fácilmente degradables (SZTERN y PRAVIA, 1999).

La segunda fase, la termofílica, sin punto definido de separación de la primera, puede durar desde unos escasos días hasta meses. La temperatura alcanza valores cercanos a los 45 grados, los microorganismos mesofílicos tienden a desaparecer y se incrementa la población de microorganismos termofílicos. En esta fase las moléculas más complejas: proteínas y ácidos grasos son degradadas y disminuye el pH.

La tercera fase o de maduración, puede durar varios meses, se inicia cuando los compuestos altamente energéticos se extinguen y se inicia un descenso gradual de la temperatura, presentándose una nueva colonización de los organismos mesofílicos, encargados de descomponer la materia hasta su estabilización; ver gráfico 5.2. En el momento que la temperatura no experimente cambio alguno, aunque se le suministre oxígeno a la pila, la materia orgánica se ha estabilizado. El control de la temperatura es una manera sencilla para saber en qué fase del proceso nos encontramos.

En sí, el compostaje es un proceso aeróbico, las temperaturas que se alcanzan y los antibióticos producidos por algunos microorganismos, favorecen la eliminación de la mayor parte de los organismos patógenos presentes.

En cuanto a organismos de mayor tamaño y de interés en el proceso de compostaje se pueden mencionar las lombrices de tierra y entre ellas se destaca, de manera especial, la *Eisenia foetida*. Otros organismos como las hormigas, las babosas, los caracoles y las cochinillas, no son tan importantes.

Según SOLIVA y otros (2005), en cada una de estas fases existen ciertos puntos críticos aún sin resolver, porque el proceso no acaba con la elaboración del producto.

Materias primas del compost.

En el proceso de compostaje se puede utilizar cualquier materia orgánica no contaminada, con algunas excepciones. Por lo general estas materias proceden de:

Restos de cosechas.

Restos de vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, restos de vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos,

Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.

Ramas de poda de los frutales. Es preciso triturarlas.

Hojas. Pueden tardar en descomponerse de 6 meses a dos años, sino hay intervención.

Restos urbanos. Aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas (restos de fruta y hortalizas...), restos procedentes de mataderos y de industrias procesadoras de alimentos.

Estiércol animal. Mención especial merece el estiércol de vaca, aunque el estiércol de otros animales es también de interés, con algunos descartes.

Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertos suelos: enmiendas calizas y magnésicas, fosfatos (FAO, 2012).

Métodos de compostaje

El compostaje se puede realizar en pilas al aire libre o protegidas de las inclemencias. A este método se le conoce como sistema abierto. En cambio cuando se realiza en reactores o digestores, se le denomina sistema cerrado.

Métodos abiertos. Es el método más extendido, especialmente cuando se procesan pequeños volúmenes. El material en las pilas no se comprime excesivamente para permitir el ingreso de aire, se ventila con cierta frecuencia por volteo manual o mecánico, con una periodicidad que está en función del tipo de materiales, de la celeridad del proceso, del control de la temperatura y el desprendimiento de malos olores. El tamaño de las pilas es limitado. Si son demasiado grandes el oxígeno no penetra, generando malos olores. En el caso de ser muy pequeñas no se calientan debidamente. Así realizado, el compostaje es lento, demanda grandes extensiones de terreno y de un sistema adicional para tratar los lixiviados y los gases generados.

Métodos cerrados o Acelerados. Previamente al proceso, el tamaño del material se debe acondicionar, para lo cual se somete a trituración y cribado. Los costos de instalación y operación en este método son más elevados que los correspondientes a los métodos abiertos. Son varios los sistemas empleados y presentan como ventajas, en comparación con el sistema abierto:

1. Mayor rapidez del proceso, por lo tanto menor tiempo.
2. Mayor eficiencia.
3. Ocupan menos espacio a igual cantidad de residuos a tratar.
4. Las emisiones, líquidas y gaseosas pueden ser monitoreadas, controladas y tratadas.

5. Las condiciones del proceso son más fácilmente controlables.

6. Como inconveniente, se puede señalar el hecho de requerir al final del proceso de un período de tiempo, de corta duración, en pilas al aire libre para realizar el afino.

La denominación de las diferentes tecnologías empleadas se basa, fundamentalmente, en la manera cómo se maneje la materia biodegradable:

P: Si se composte en pilas estáticas con aireación pasiva.

S: Sistema de pilas estáticas con aireación forzada.

W: Sistema abierto en pilas dinámicas volteadas. Se le conoce también como "windrows". El más empleado.

T: Para compostaje en túneles.

V: Sistema cerrado bajo cubierta y el compostaje se realiza en trinchera o en reactor.

O: Otros sistemas.

En España y en casi toda la Unión Europea, el sistema predominante, en casi las dos terceras partes de las plantas, es el abierto en pilas dinámicas volteadas, windrows (ÁLVAREZ DE LA PUENTE, 2007).

Vermicompost.

Es un residuo orgánico de color negruzco, de textura similar al sedimento del café, resultante de la transformación de substrato que se le ha colocado como hábitat a la Lombriz roja californiana, *Eisenia foetida*, lombriz capaz de degradar diversos residuos orgánicos a gran escala. Se le considera como un fertilizante orgánico por excelencia, compuesto de materia orgánica y tierra fina que expulsan las lombrices a través del tubo excretor.

Durante el proceso de degradación, la acción de las lombrices es de tipo físico/mecánico y bioquímico. Como procesos físico/mecánicos se consideran la aireación, mezcla y molienda del sustrato. El proceso bioquímico consiste en la descomposición microbiana de los residuos en el intestino de la lombriz, para aumentar su biomasa y producir el vermicompost. Esta transformación hace que el compost sea de mejor calidad que el antes descrito.

Gráfico 5.3: Lombricarios a gran escala



Fuente: Lombricultura. humussell.com.mx

El compost y el vermicompost desempeñan en el suelo las mismas propiedades, obteniéndose en la mayoría de los casos mayor eficiencia con el vermicompost. Merece resaltarse como una de las diferencias más significativas entre las características del compost y las del vermicompost, además de su apariencia, textura, olor: el hecho de que para igual cantidad de sustrato el vermicompost tiene mayor contenido de minerales y menor cantidad de materia orgánica. Esta propiedad lo hace más fácilmente digerible por los microorganismos del suelo, beneficiando la conversión del nitrógeno orgánico a nitrógeno mineral y favoreciendo su asimilación (COCHARN, 2013).

Propiedades del compost.

Al compost, se le han conferido ciertas propiedades relacionadas con la mejora de los suelos y el rendimiento de los cultivos en donde ha sido aplicado. En este apartado, nos limitaremos a realizar una síntesis, porque algunas de estas propiedades, han sido expuestas a lo largo del documento. El compost contribuye a (CUEVAS y Otros 2006).

- Mejorar las propiedades físicas del suelo, por el alto contenido en materia orgánica.
- Beneficiar la permanencia de la estructura de los agregados en suelos agrícolas, y a la vez hacerlos más esponjosos.
- Reducir la densidad aparente y permeabilidad del suelo, porque aumenta la porosidad.
- Aumentar la capacidad de retención de agua en el suelo, al actuar como una esponja.

- Introducir macro y micro nutrientes, que mejoran las propiedades químicas del suelo.
- Aumentar la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) del suelo, constituyéndose en una especie de almacén de nutrientes para los cultivos.
- Optimizar la actividad biológica del suelo al constituirse en una fuente de alimento para los microorganismos.
- Realizar la mineralización del suelo. Los microorganismos que en él se desarrollan son los encargados de degradar la materia orgánica.
- Mejorar la fertilidad. La población microbiana que se soporta y nutre del compost se emplea para medir la fertilidad del suelo (TRATADO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 1993).
- Reducir la erosión, como consecuencia de algunas de las características arriba mencionadas.
- Tratar y valorizar los residuos orgánicos, una de las firmes propuestas nacionales e internacionales al problema de estos residuos.
- Acelerar la germinación de las semillas y el desarrollo de los plantones y además realzar el aspecto vigoroso de las plantas.
- Prevenir las enfermedades en los trasplantes y heridas de las plantas o las causadas por cambios notables de temperatura y humedad.
- Aumentar la resistencia de las plantas a las plagas y microorganismos patógenos, por su efecto antibiótico.
- Mejorar las propiedades del suelo, al permitir que las arcillas y arenas se desagreguen.
- Contrarrestar la presencia de sustancias contaminantes, (plaguicidas, herbicidas, etc.).
- Regular el aumento de la actividad de los nitritos en el suelo.
- Optimizar, por su color oscuro, la absorción de energía calorífica y por ende mitigar las heladas del suelo.
- Evitar la clorosis férrica.
- Estabilizar las reacciones del suelo, por su poder tampón.

5.4.EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN LA PLANTA ECOPARC, BARCELONA.

Se ha mencionado que la producción de compost no es uniforme ya que no existe tecnología única, ni rendimientos estándar. Por ello para tratar de observar algunas diferencias de otras plantas en relación con el funcionamiento de la planta del área de estudio, se tomó como referencia una planta de Cataluña, por ser la comunidad que, a nivel español, posee las políticas más adelantadas en relación con el compostaje. En Cataluña, en casi todas las plantas, se procesa material que proviene de la recolección selectiva que luego se mezcla con fracción vegetal, tendencia de gran importancia para mejorar el proceso de compostaje y que muy poco se realiza en Andalucía.

La planta seleccionada es Ecoparc Barcelona la cual se emplea desde el año 2000 para aprovechar los residuos de las fracciones orgánicas y resto, (se denominan así los residuos no diferenciados y recogidos por los municipios sin ninguna clasificación). Es una planta de tratamiento mecánico- biológico, ubicada en la Zona Franca de Barcelona, con capacidad para procesar más de 300.000 toneladas de residuos municipales, aunque en la actualidad solo se tratan 245.000. En ella se procesan los residuos procedentes de los municipios metropolitanos de Barcelona: Barcelona, Castelldefels, Esplugas, Gavá, L'Hospitalet de Llobregat, El Prat de Llobregat, San JustDesvem, Viladecans, SantFeliu de Llobregat, San Boi de Llobregat, Sant Joan Despí, SantCliment de Llobregat, Cornellá.

La producción total anual de compost es de, aproximadamente, 25.000 toneladas. ECOPARC DE BARCELONA, (1990–2009). Con estos datos el rendimiento bruto, compost producido/ total de residuos que ingresan, sería del 10,2%, considerando que a esta planta ingresan, mayoritariamente, residuos que han sido clasificados (recolección selectiva) en los lugares de producción.

En términos generales, en Ecoparc Barcelona además de solucionar el problema de los residuos sólidos, se busca:

- Maximizar la producción de biogás y de compost de alta calidad.
- Minimizar el rechazo final, así como su contenido en materia orgánica.
- Gestionar y tratar los residuos con el máximo cuidado hacia el entorno. (CONSORCI ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA, 2010)

La tecnología en lo que respecta al pre-tratamiento es del tipo URBASER. El proceso de biometanización utiliza otra patente. Los residuos que se procesan

proceden de dos fuentes: de los contenedores de resto y de la recolección selectiva de la materia orgánica. En la planta del Complejo Medioambiental "Campiña 2000", los residuos se mezclan y se separan al interior de la propia planta.

En Ecoparc de Barcelona durante el tratamiento, las dos líneas: materia orgánica y resto, se mantienen separadas. Los materiales correspondientes a resto se clasifican, trituran y compostan; mientras que los correspondientes a la materia orgánica se someten al proceso de biodigestión anaerobia para producir biogás y posteriormente, mediante combustión, energía eléctrica. Los residuos orgánicos, remanentes de la biodigestión, que se introducen en la línea de compostaje y se corresponden con un material sólido de consistencia pastosa, con elevado contenido de nutrientes para las plantas, que puede ser utilizado, con poco tratamiento, como fertilizante o acondicionador de suelos, si el contenido en metales pesados y nitrógeno lo permite.

En el proceso de biodigestión en el Ecoparc de Barcelona se producen alrededor de 3,58 millones de metros cúbicos de biogás al año, compuesto constituido principalmente por metano y dióxido de carbono en partes iguales. El biogás, al someterse al proceso de combustión, genera aproximadamente 10.300 MWh anuales de energía eléctrica, equivalentes al consumo energético de 3.000 familias.

En la globalidad del proceso se contribuye a la disminución de uno de los gases causantes del efecto invernadero, al reducirse la emisión de CO₂ en un valor aproximado a 4.536 toneladas, como también la emisión de gas metano en los vertederos, gas que tiene un poder de calentamiento 21 veces superior al del CO₂. La energía producida de esta manera proporciona el 40% del autoconsumo de la planta. Por otra parte, está previsto que se produzcan 56.000 toneladas/año de compost de dos calidades: el derivado de la línea de resto y el que se obtiene con la materia orgánica recogida selectivamente y los residuos de la biodigestión.

La materia orgánica de la línea "resto", una vez separada, se somete a fermentación a lo largo de 38 túneles, en pilas bajo techo, en un cobertizo sin paredes laterales, casi a la intemperie, dando como resultado un compost de buena calidad al concluir el proceso de maduración. El siguiente balance muestra la proyección de entradas y salidas de materiales del Ecoparc de Barcelona:

Entradas: 300.000 toneladas de residuos = 35.000 toneladas de materia orgánica de origen domiciliario y comercial + 250.000 toneladas de resto de residuos urbanos de los municipios que realizan la recogida selectiva + 15.000 toneladas de fracción vegetal de poda y jardinería.

* Salidas: 56.000 toneladas de compost + 14.000.000 de m³ de biogás + 22.000 MWh de electricidad + 18.000 toneladas de productos valorizables procedentes de la selección” (CONSORCI ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA, 2010)

En el gráfico 5.4 se presenta el esquema básico de una planta de compostaje que recibe además de residuos urbanos, fracción vegetal que se somete previamente a un proceso de acondicionamiento, (en especial la trituración), antes de mezclarse.

Con la información disponible no es posible calcular el rendimiento, compost producido/materia orgánica total, pero aun así, haciendo un estimativo entre las 56.000 toneladas de compost elaborado y las 300.000 toneladas de materia orgánica que ingresan al proceso, suponiendo que toda ella se empleara sólo para producir compost, el rendimiento obtenido, sería del 19%.

Este parámetro, eficiencia o rendimiento, según SOLIVA y otros (2008), investigadores que examinan los procesos de las plantas de compostaje de Cataluña, no es muy relevante en el proceso de compostaje porque está sujeto a variaciones que hacen que las condiciones se modifiquen continuamente y por consiguiente el valor de este parámetro. Los mencionados investigadores estiman que en promedio anual, en condiciones ideales, en algunas plantas, en las que se mezclan tres partes de la FORM, fracción orgánica de los residuos municipales, con una de Fracción Vegetal, FV, se obtienen los siguientes resultados:

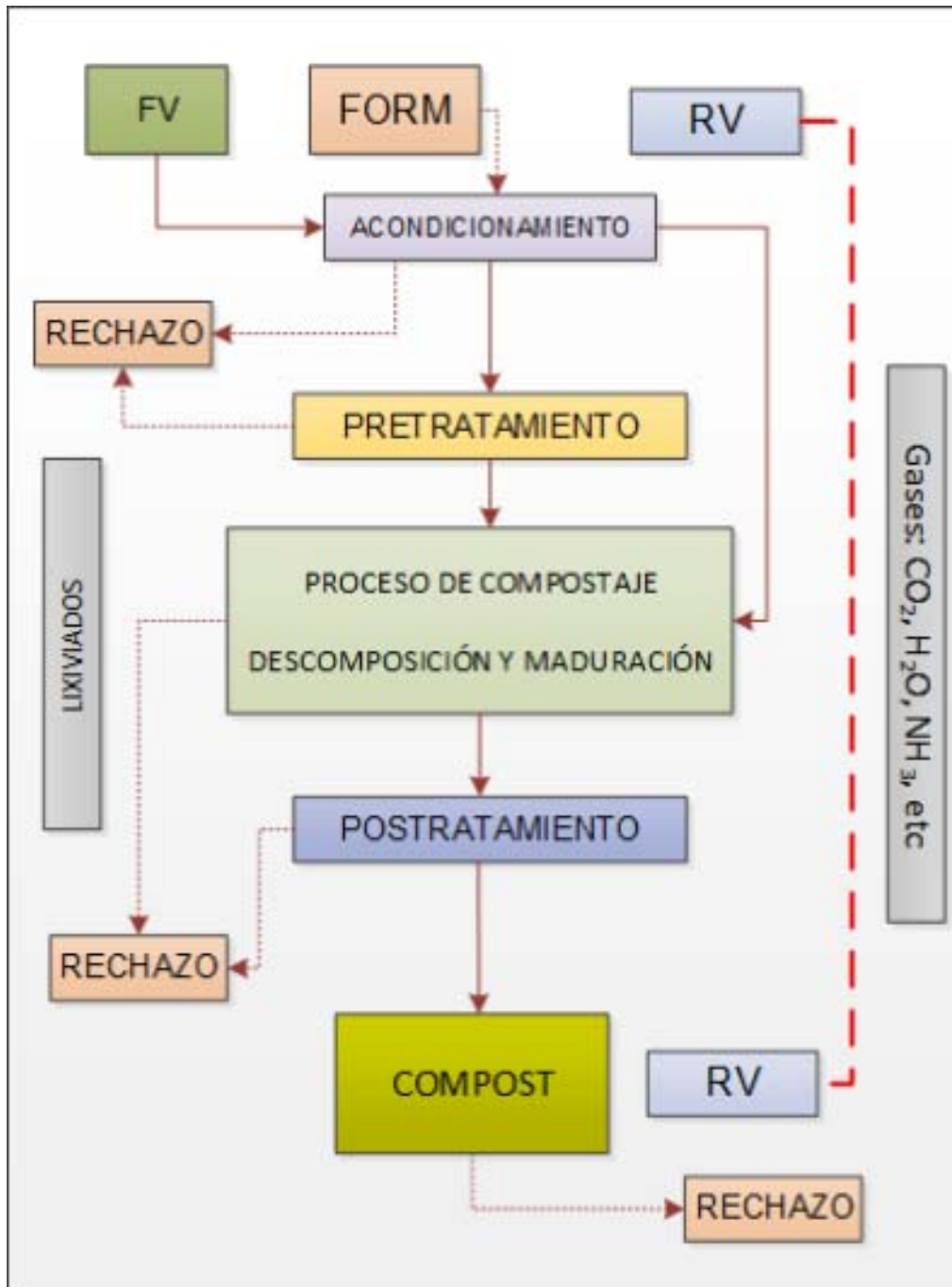
Las pérdidas (agua, gases) durante el proceso de compostaje representan alrededor del 60%; el 25% se convierte en compost y los diferentes rechazos oscilan alrededor del 15% de la FORM de entrada. Con esta información, consideran que un rendimiento del 20% sería un valor ideal a alcanzar.

Para evitar interpretaciones erróneas se aclara que el porcentaje del 20%, considerado como rendimiento esperado, es un dato meramente orientativo, estimado a partir de diferentes balances de producción de compost con un grado de madurez aceptable para su comercialización. Esto no implica que algunos rendimientos superiores o inferiores, hayan de ser considerados como muestra de una muy buena o mala gestión del proceso, siempre que el compost obtenido presente una buena madurez y cierta proporcionalidad entre las cantidades procesadas, y el producto resultante.

Por la forma como ha sido diseñado y por el funcionamiento, el “Ecoparc de Barcelona”, se corresponde con la tendencia de las modernas plantas de clasificación y tratamiento de residuos, orientadas a dar una solución integral al problema, empezando por la recogida selectiva, que se practica poco en la Provincia de Sevilla, aunque ésta se incluye en los presupuestos del Nuevo

Plan Director Territorial de Gestión de Residuos no Peligrosos de Andalucía (2010-2019).

Gráfico 5.4: Esquema general de una planta de compostaje de residuos urbanos y fracción vegetal.



Fuente: Huertas, López, otros con algunas modificaciones (2008).

Detalles recientes de las características del compost producido en Cataluña, se pueden consultar en informes de la Oficina de Medio Ambiente de la

Generalitat y en el documento de estudio realizado por Huerta y colaboradores, en la siguiente página web: <http://www.resol.com.br/cartilhas/compostaje.pdf>.

5.5 EL COMPOSTAJE EN ANDALUCÍA.

La producción de compost en Andalucía, desde el 2007 al 2012 aumentó en más de 90.000 toneladas debido al impulso que ha dado la Junta de Andalucía a esta actividad a través de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.

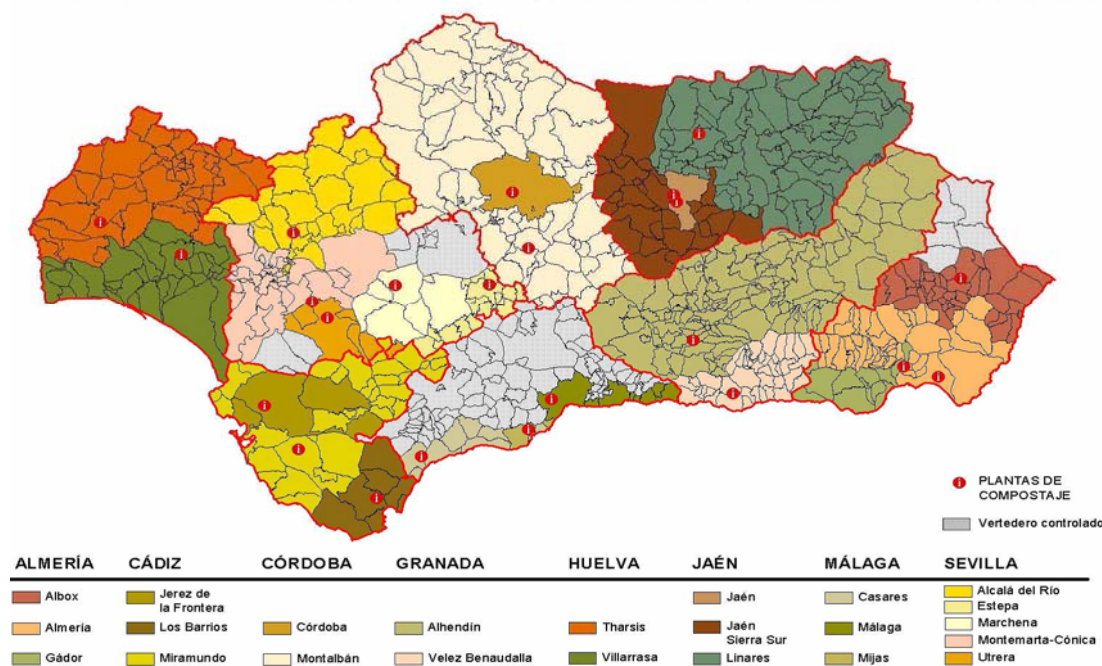
Como consecuencia, se ha aumentado el número de empresas que elaboran el producto, así como la cantidad de compost producido. Uno de los sectores que más se ha favorecido es el sector de la industria del aceite de oliva, ya que muchas almazaras han recibido miles de euros de subvenciones para la transformación del alperujo en compost, dentro del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía, cofinanciadas a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural.

La Finalidad es favorecer una mayor disponibilidad de insumos para las producciones ecológicas y la mejora del proceso en la industria agroalimentaria.

En lo que respecta a los residuos urbanos, el 75,6% del total producido va a las plantas de recuperación y compostaje, cantidad equivalente al 73,63% del total de residuos. Con estos residuos se producen cerca de 425.000 toneladas de compost, con un rendimiento de producción del 18%.

Mapa 5.6 Localización plantas de compostaje en Andalucía

PLANTAS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS URBANOS DE ANDALUCÍA



Fuente: Consejería de Medio Ambiente e Instituto Nacional de Estadística (Padrón Municipal 01/01/2008).

La recolección selectiva está muy poco instaurada en toda Andalucía, por tanto la calidad del compost no cumple con la principal exigencia de la Unión Europea y no podría destinarse a labores agrícolas. Según proyecciones de la Junta de Andalucía, se espera aumentar la producción de compost por encima de las 560.000 toneladas, cuando la cobertura de servicio sea superior al 90% (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2008).

Comparativamente el proceso de compostaje en Andalucía está menos tecnificado que el de Cataluña. Por el solo hecho de no llevarse a cabo la recolección selectiva de residuos en Andalucía, sin realizar análisis exhaustivos, se puede concluir que el compost producido es de menor calidad que el de Cataluña.

PARTE TERCERA:
POTENCIALIDADES DE LA PLANIFICACIÓN
TERRITORIAL DE RESIDUOS URBANOS Y DEL
COMPOSTAJE

CAPÍTULO 6
**ÁREA DE ESTUDIO Y RENDIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN
DE COMPOST**

CAPÍTULO 6. ÁREA DE ESTUDIO Y RENDIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST

6.1.- ASPECTOS CONCEPTUALES

Al abordar este tema es conveniente hacer referencia a algunos aspectos relacionados con la Ley de Bases del Régimen Local, Ley 7/1985, de 2 de abril y de la Agenda Local 21, porque en ellas se otorgan facultades a los ayuntamientos, por si mismos o asociados en mancomunidades, para prestar el servicio obligatorio de recolección, transporte, tratamiento y eliminación de los residuos de la manera más eficaz y rentable.

Estas medidas se complementan con las correspondientes del Plan de Ordenación Territorial de Residuos Urbanos, en el que se pretende dotar a la sociedad andaluza de las herramientas técnicas y legales para gestionar los residuos urbanos en el ámbito territorial de la comunidad.

En la *Ley de Bases* se consideran como entidades territoriales locales: el *municipio*, entidad básica de la organización del estado español y cauce inmediato de la participación ciudadana; la *provincia*, ocho de ellas conforman el territorio andaluz, además de las islas, representadas por las Islas Canarias y las Islas Baleares

Según esta Ley, en su capítulo IV, las comunidades autónomas obedeciendo a criterios geográficos, económicos, sociales y culturales --y sin ocasionar pérdidas de competencia a los municipios--, están facultadas, de acuerdo a sus estatutos, para crear en su territorio comarcas, u otras entidades que agrupen varios municipios, cuyas características determinen intereses comunes urgidos de una gestión propia o demanden prestación de servicios de dicho ámbito. Una figura jurídica, que se establece son las *mancomunidades de municipios*, conformadas por libre asociación de municipios y definidas, legalmente, como entidades que cuentan con personalidad y facultades jurídicas para el cumplimiento de sus fines específicos. Al conformarse una mancomunidad, se crea una entidad local superior que se rige por sus propios estatutos dentro del marco jurídico nacional.

Una vez instituida la mancomunidad, los municipios asociados, la autorizan para cumplir con parte de sus funciones o de sus competencias, atribuidas legalmente para la prestación de servicios y gestión de asuntos comunes, que a nivel individual serían menos eficientes y eficaces.

Tabla 6.1. Legislación sobre competencias en la gestión de residuos

ÁMBITO	PLANIFICACIÓN	NORMATIVA DE REFERENCIA
Europeo		Directiva sobre residuos sólidos/2008/98 CE
Nacional	Plan Nacional Integrado de residuos 2008-2015(PNIR) Plan Nacional de Residuos Urbanos, 2000-2006 Plan Nacional de Lodos de EDAR 2001-2006 Plan Nacional de Residuos Peligrosos 1995-2005	Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados Ley 10 de 1998, 21 de abril, de residuos Ley 7/85. Reguladora de las Bases de Régimen.
Comunidad Autónoma de Andalucía Comunidad Autónoma de Andalucía	Plan de Prevención y Gestión de Residuos Peligrosos, 2004-2010 Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía, 1990-2010	Ley7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. Decreto 283 de 1985, 21 de noviembre, mediante el cual se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía. Ley 5/2012 de 11 de Junio de Autonomía Local de Andalucía.
Provincial	Plan Director Provincial de Residuos, 1998.	Legislación nacional y autonómica.
Municipal		Ordenanzas Fiscales y de Residuos de Ayuntamientos y mancomunidades

Fuente: Resumen Ejecutivo Consejo Económico y Social de España (2011)

Las mancomunidades de municipios son una de las figuras de colaboración intermunicipal de mayor arraigo en España, habiendo organizadas, hoy día, más de 500 en Andalucía (FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS, 2012), aunque precisar el número exacto de ellas no es tarea fácil, porque los registros de creación y disolución son distintos en cada administración y, a menudo, no quedan anotaciones en las bases de datos.

Los residuos urbanos constituyen un sector clave en la política comunitaria y medioambiental y en la Directiva 2008/98/CE se ha dado un estímulo esencial para fomentar el reciclaje, prevenir y evitar la producción y mal manejo de los residuos, fomentar el equilibrio territorial y evitar su influencia negativa en el cambio climático. Las competencias legales en materia de residuos urbanos se distribuyen de acuerdo con el siguiente orden territorial que se resume en la tabla 6.1.

Puede observarse, en el contenido de la tabla, que la normativa de residuos se extiende a diferentes niveles territoriales, y aunque el nivel local es el último en la escala, en él se desarrollan un gran número de competencias. En el

municipio se perciben claramente los problemas y carencias que padece cada territorio y se puede actuar de conformidad con ellos.

Por estos y otros pormenores, la Ley 22/2011 de residuos, otorga a los entes locales la competencia para la gestión de los residuos urbanos, concediéndoles como servicio obligatorio la recogida, el transporte y la eliminación y, a la vez, la facultad para asociarse con otros, en mancomunidades, para la ejecución en común de obras y servicios determinados, de su competencia (FEMP, 2012).

Haciendo uso de esta figura legal, la provincia de Sevilla, en aras de lograr mayor eficiencia y eficacia en la gestión de los residuos urbanos y en consonancia con las facultades que le otorgan a las Comunidades Autónomas, la Ley 7 de 1985, reguladora de las Bases del Régimen Local y la Ley 22 de 2011 de residuos, para llevar a cabo la gestión de los residuos urbanos, se ha dividido en ocho mancomunidades y un consorcio, que aglutinan al conjunto de los municipios que la conforman.

Los consorcios son entes a los la ley les asigna la ejecución de actuaciones conjuntas, la coordinación de acciones y la consecución de fines de beneficio común, en general la prestación de servicios de índole supramunicipal. Por lo general, congregan en término medio, con lagunas excepciones, un número menor de municipios que las mancomunidades (CANO, JORDÁ, 2000).

En el mapa 6.1 se representa la distribución de las mancomunidades en las que se organiza la provincia de Sevilla para gestionar los residuos y, en la tabla 1 del Anexo 1 se muestra una relación de los municipios que conforman dichas mancomunidades.

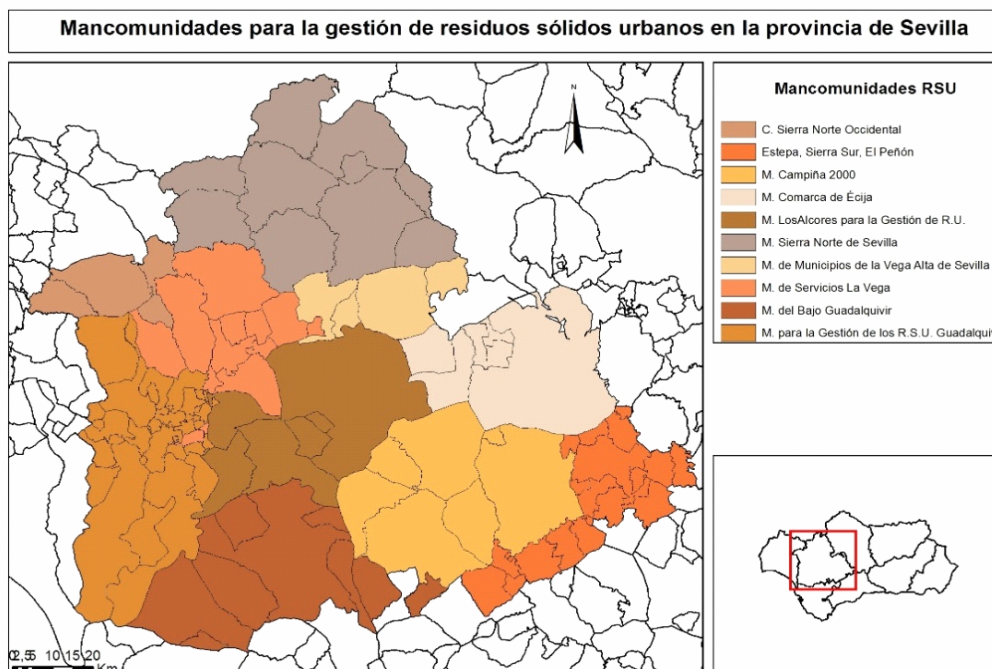
Le compete a la Diputación de Sevilla el apoyo económico y la supervisión de las subvenciones concedidas a estas mancomunidades, a fin de lograr una mejor gestión de los residuos urbanos de cada municipio.

Esta división territorial se corresponde con el *Plan Director Provincial de Residuos para la provincia de Sevilla*, acorde con lo estipulado en el *Plan Director Territorial de Residuos no Peligrosos de Andalucía (2010 – 2019)*.

En este plan, legalmente, la máxima responsabilidad en materia de gestión de los residuos urbanos recae sobre los ayuntamientos, razón por la cual al conformarse las mancomunidades se precisa de la coordinación entre ellos y con otras administraciones y organismos públicos y privados de diferente escala territorial, con competencia en la materia. De dicha coordinación deben surgir los planes y programas que aminoren los posibles desequilibrios territoriales, muchos de los cuales son motivados por decisiones tomadas

desde organismos estatales o autonómicos desconocedores de la realidad municipal.

Mapa 6.1. Mancomunidades para la Gestión de los residuos urbanos de la provincia de Sevilla



Fuente: Junta de Andalucía (2008).

Para ALMOGUERA (1998), el debate medioambiental debe darse en las justas coordenadas, sin desconocer la realidad local, ya que parece que a este nivel territorial se le desconocen sus potencialidades y no se le da la importancia que requiere. La misión que pretende asignársele se circunscribe a reciclar vidrio, papel, pilas, plástico no confiriéndoles el papel preponderante que se merecen, por ser los principales actores para interpretar la realidad, ya que los problemas ambientales desarrollan un papel muy protagónico en el entorno próximo, convirtiendo el nivel local en un espacio adecuado para realizar determinadas experiencias.

Un grupo de especialistas que trabajaron en la elaboración de la Agenda 21 de la Provincia de Sevilla, que tiene su origen en la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, (1992), y el Programa de Acción 21, surgidos en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, (CNUMAD), presentaron para su discusión documentos sectoriales de debate sobre ámbitos concernientes al agua, la energía y los residuos. En la Mesa Técnica de Residuos expusieron argumentos que fortalecían la necesidad de considerar territorialmente la producción y gestión de los residuos urbanos, contemplando entre otros aspectos:

La necesidad de construir plantas de producción de compost, con capacidad de más de 50.000 toneladas año, cantidad que no puede alcanzarse en la gran mayoría de municipios de Andalucía, por el reducido número de habitantes y la poca cantidad de residuos urbanos generados.

Tratar de estandarizar la infraestructura de los municipios para gestionar los residuos, recomendando que esta fuera lo más uniforme posible, a fin de que todos los entes locales tuvieran la misma cobertura y calidad de servicio. En lo que respecta al compost, sugirieron el establecimiento de un proceso lo más uniforme posible para obtener un producto de calidad similar en toda la provincia. A la fecha existen disparidades en este aspecto.

En lo que respecta a los residuos orgánicos, señalaron la necesidad de cumplir, al menos, con los planteamientos de la *Estrategia Española de Residuos Biodegradables Destinados a Vertederos (PNIR, 2008 -2015)*, que tiene como finalidad reducir la cantidad de residuos orgánicos confinados en estos lugares. Por otra parte, mejorar la gestión de estos residuos para lo cual consideraron el compostaje como alternativa válida para su aprovechamiento. Concluyendo que, si se incrementaba la producción de compost se debería garantizar su uso, ya que en este aspecto existían anomalías, debido a que se cumplía con la cantidad estipulada a producir, pero había dificultad para colocar el producto en el mercado.

Como sugerencia complementaria a la anterior, recomendaron potenciar la producción de compost con destino tanto al uso agrícola particular, como a tierras y fincas de titularidad pública, concibiendo para el cumplimiento de estas expectativas la instalación de modernas plantas de compostaje, que redujeran los costes de producción y aumentasen la calidad del producto.

Manifestaron que la eficiencia de producción, la calidad y los precios de comercialización del compost, procedente de las diferentes plantas, no era uniforme y como consecuencia la tasa de gestión era dispar, constituyéndose en un inconveniente para la distribución del producto.

Recomendaron para el proceso de compostaje, la separación de la fracción orgánica del resto de residuos, mediante la recolección selectiva y el empleo de otros materiales, que en la mayoría de los casos son escasos en los residuos urbanos aunque mejoran la calidad del compost.

Entre estos materiales se recomienda el empleo de residuos orgánicos generados en labores agropecuarias y forestales y los biosólidos de las depuradoras. Estos últimos, estimados de baja peligrosidad en la mayor parte del territorio español. Resaltaron que en la provincia de Sevilla, por el creciente número de depuradoras, el problema de los lodos se estaba incrementando,

por ello a corto y medio plazo, se requería buscar prontas soluciones para su aprovechamiento, transformando los lodos en compost o en biogás.

Para que estas recomendaciones no se conviertan, solamente, en un manual de buenas intenciones, se deben aunar los esfuerzos de todos y cada uno de los entes territoriales localizados en la provincia. Su puesta en marcha no depende únicamente de la tecnología, también, en gran medida, de la gestión eficiente de los residuos orgánicos en todas las etapas, desde la recolección hasta la comercialización de los productos resultantes de su transformación.

Es indispensable considerar que cuando se ponen en funcionamiento sistemas centralizados de compostaje, hay que plantear, paralelamente, estrategias o mecanismos para garantizar el mercado del producto final.

La experiencia en cuanto a la producción y comercialización del compost, indica que éste no goza de una buena imagen ante los posibles usuarios, que se muestran reacios a comprarlo o pagarían muy poco para adquirirlo. Debe comprenderse, asimismo, que la eliminación sanitaria de los residuos, además de ser ineludible, es obligatoria y, por lo tanto, el beneficio ambiental que se logre con el reciclaje o la reutilización debe anteponerse al beneficio económico, premisa del Desarrollo Sostenible.

Por lo tanto, mientras se diseñan unos buenos canales de comercialización para el compost y se obtengan convenientes resultados económicos, se debe considerar su empleo en actividades no lucrativas, que beneficien al medio ambiente y a la comunidad en general, por ejemplo en la recuperación de terrenos degradados, reforestación, restauración del paisaje, etc.

En la producción de compost, como en cualquier proceso industrial, el control de la calidad de la materia prima del proceso de elaboración y del producto es fundamental, por ello deben procurarse mejoras permanentes. Alcanzar este cometido demanda, no solo de adelantos tecnológicos sino también del conocimiento y la aplicación de nuevos modelos de gestión, que hayan funcionado óptimamente en otros ámbitos y acondicionarlos a las necesidades del área de estudio.

Las conclusiones de la Mesa Técnica de Trabajo de la Agenda 21 de la Provincia de Sevilla (2009) señalan que a la comercialización, uso y distribución del compost no se le presta la suficiente atención, ni se le da una adecuada publicidad, motivos por los cuales, su empleo se encuentra muy limitado. Sólo unos pocos usuarios se benefician del mismo y su principal uso se limita a actividades agrícolas, dejando de lado la posibilidad de un consumo más diversificado como sucede en otros países de la Unión Europea.

En dicha Mesa técnica se hizo también hincapié, en la necesidad de consolidar una estructura regional de los centros de tratamiento y eliminación de residuos. De esta manera sería mucho más factible controlar las cotas máximas y mínimas de reciclado y valorización y reducir las distancias entre los lugares de producción de los residuos y lugar de su procesamiento y entre éste y las zonas de empleo del compost producido, ya que cada mancomunidad contaría con una planta de compostaje, en la que se centralizarían todas las operaciones de producción y distribución, dentro de un área delimitada.

Contar con mecanismos que faciliten la ordenación de la producción, distribución y uso del compost, además de mejorar los aspectos ya mencionados, también permitiría rebajar los costes de distribución, porque se podrían optimizar los desplazamientos entre los lugares de producción y los de aplicación y la vez ajustar las necesidades de compost según los usos del suelo y la frecuencia de aplicación.

Este tipo de organización contribuiría también a la generación de empleo y retención de mano de obra en su lugar; a solucionar problemas ambientales, causados por la mala gestión de los residuos, en cuya solución viene trabajando la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, especialmente en la erradicación de vertederos y restauración de los terrenos por ellos ocupados, actividad en la que el compost clase C, sería de mucha utilidad. Lo anterior, porque se recomienda que, una vez se erradiquen los vertederos, se coloque una capa de tierra vegetal, no necesariamente de muy buena calidad, y a continuación se siembren especies de rápido arraigo.

Dado que corresponde a las administraciones regionales y locales poner en marcha políticas de información activa de sensibilización y educación ambiental en materia de residuos; el proceso de producción y uso del compost y los beneficios esperados, podrían incluirse en el catálogo de estas actividades a emprender. El conocimiento del ciclo de los residuos orgánicos generados en la región, que se cerraría con la elaboración y utilización del compost en el mismo territorio, podría ser una unidad didáctica de mucha utilidad.

Cabe decir que, ante este panorama, el reto para hacer frente, en Andalucía, a la gestión de los residuos en general, y del compost en particular, es significativo; por lo que serían bien recibidas iniciativas procedentes de todos los sectores de la comunidad, con el fin de minimizar el volumen de materiales generados e incrementar su aprovechamiento, tendencia que a pesar de los trabajos impulsados, no ha proporcionado los resultados esperados. Es indispensable, por lo tanto, aumentar las tasas de reciclaje y aprovechamiento de los residuos y mejorar la eficiencia de la gestión si se quieren cumplir los objetivos del Plan Territorial de Gestión de Residuos no Peligrosos de

Andalucía, orientados a dar respuesta a las propuestas del Protocolo de Kioto. (DIPUTACIÓN DE SEVILLA, 2009).

Debe recordarse que el porcentaje de residuos urbanos fermentables en España es superior al 40% del total producido, y que a su vez es la fracción de los residuos urbanos no peligrosos que más incomodidades y molestias ocasiona.

6.2 SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

De las mancomunidades en que se encuentra dividida la provincia de Sevilla para la gestión de los residuos urbanos se seleccionó la *Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000"*, que presta servicio a siete municipios de la provincia, por poseer una extensión apreciable, muy apropiada para los fines que se perseguían en el estudio y, aunque no ofreciese una comercialización rentable del compost, tampoco presentaba una cantidad considerable de material sobrante.

Por estas razones y las ya mencionadas se consideró que la Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000", creada en año 1989 como una división administrativa para la gestión de los residuos urbanos, dentro de la provincia Sevilla, sería lo suficientemente representativa para la realización del estudio.

Se trata de una mancomunidad rural mixta, con poblaciones por lo general pequeñas, sin variaciones significativas durante el año, dedicada a actividades agrícolas y de servicios, sin descartar algunas industrias.

Está conformada por los ayuntamientos de: Marchena, La Lantejuela, Osuna, La Puebla de Cazalla, Morón de la Frontera, El Arahál y Paradas (tabla 6.2 y mapa 6.1). El clima es mediterráneo con rasgos continentales. El soporte litológico se corresponde en su mayor parte con las series sedimentarias propias de la Depresión del Guadalquivir, que crean en estas campiñas, altiplanicies y vegas, en las que predominan las formas suaves y alomadas del relieve.

En estos paisajes, con hegemonía de la intervención agrícola se compendia el paisaje, con protagonismos de las campiñas del Guadalquivir y patrimonio etnográfico rural, expresado por haciendas y cortijos. Forma parte de las campiñas que conforman una unidad morfo- estructural que se caracteriza por una malla de asentamientos urbanos de densidad intermedia que no muestran complementariedad funcional entre sí (CANO, 2000).

Es clara la superioridad de la actividad agrícola frente a la ganadera, lo que se hace más patente, en largos tramos, por la escasez de vías pecuarias de

mediana densidad, ocupadas por usos agrarios. Los usos urbanos se sitúan de forma centralizada en los núcleos urbanos tradicionales, y de manera menos concentrada en la Plataforma de Arahal-Morón-Paradas. Este último municipio, con claros factores de distribución ligados al aprovechamiento de los recursos naturales, especialmente agua subterránea.

Se toma como referencia para datos de localización el municipio de Marchena, por ser el más céntrico. Se localiza en el huso 30 a una latitud próxima a los 37° 19' N y longitud de 5° 25' W, en torno al área de la mancomunidad y una altitud media de 117,60 m sobre el nivel del mar. Posee una extensión 192.186,19 hectáreas, las cuales, según el ordenamiento territorial, están distribuidas en 33 usos del suelo. Limita hacia el Norte con los municipios de Carmona, Fuentes de Andalucía y Écija; al Este con El Rubio, Estepa, Gilena y Martín de la Jara; al Sureste con El Saucejo, Pruna, Olvera (Cádiz), Coripe, Puerto-Serrano (Cádiz) y Montellano, mientras que al Suroeste delimita con El Coronil, Utrera y Los Molares; al Oeste con Alcalá de Guadaíra y Mairena del Alcor.

La mancomunidad se conecta para la movilización de largo recorrido con la autovía A-92 y a su interior con vías que enlazan las diferentes cabeceras municipales, la mayoría de las cuales presentan las características funcionales de las redes urbanas campiñenses: concentración poblacional en las cabeceras y distanciamiento de los núcleos entre sí (CANO, 2000).

Mapa 6.1: Localización área de estudio



Fuente: Elaboración propia. Datos del Mapa Vectorial de Andalucía, (2009).

En 1996 el número de habitantes de los municipios que conformaban la mancomunidad era de 106.020 y en el 2005 de 118.293, es decir que hubo un incremento del 1,2% anual. En otros términos, 1.012 habitantes por año. En

2011 la población de la mancomunidad era de 108.684 (SIMA, 2012), cifra que muestra un ligero descenso en la última década. Esta población generó una cantidad de residuos de aproximadamente 51.710 toneladas en el año 2010. (COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL, CAMPIÑA 2000, 2010).

Para la gestión de los residuos urbanos la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000” cuenta con el Complejo Medioambiental “Campiña 2000”, localizado en el municipio de Marchena (Km 57,5 de la autovía A-92). Sus instalaciones se disponen para acoger y tratar apropiadamente el 100% de los residuos urbanos y asimilables a éstos, no peligrosos, que son susceptibles de reciclaje o de valoración por recuperación a través del compostaje, acorde con lo establecido en el *Plan Director Provincial de Residuos Urbanos de Sevilla*.

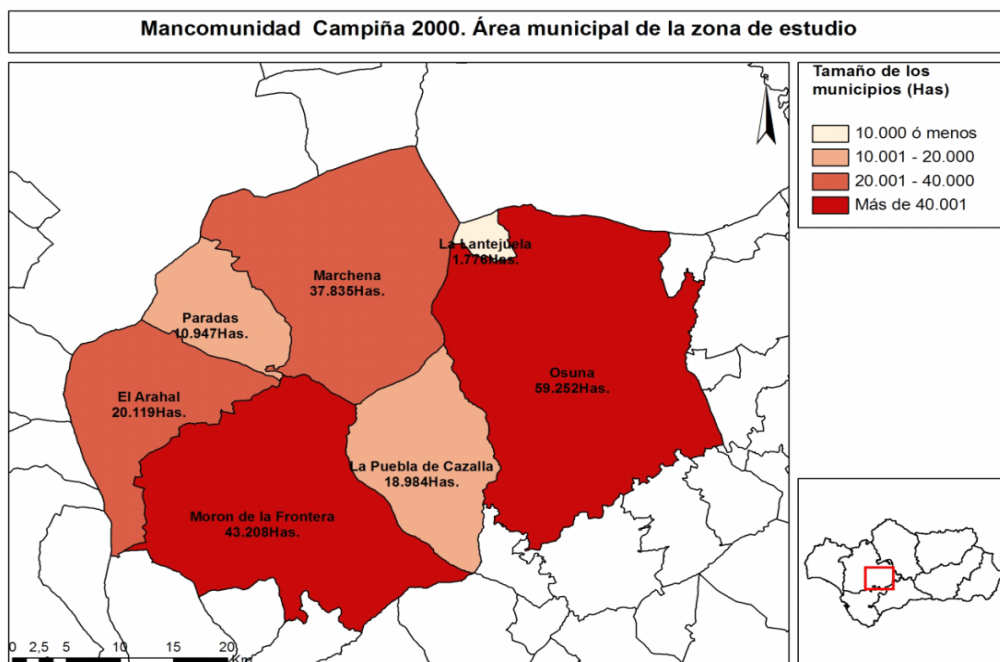
Posee, de apoyo, un vertedero de residuos con un área de 44.000 metros cuadrados y vida útil, aproximada, de 15 años. En él se depositan aquellos residuos que no tienen valor económico alguno. Existe, además, un vertedero ya clausurado de 50.000 metros cuadrados y una planta para el tratamiento de lixiviados (CAMPIÑA 2000, 2008).

Tabla 6.2 Población de los municipios que conforman la Mancomunidad Campiña 2000

Municipio	Habitantes 1996	Habitantes 2005	Habitantes 2011
El Arahál	18.543	20.129	19.832
La Lantejuela	3.645	4.505	3.904
Marchena	18.124	19.872	19.891
Morón de la Frontera	29.986	35.722	28.489
Osuna	17.284	18.207	17.973
Paradas	7.257	7.489	7.065
La Puebla de Cazalla	11.181	12.360	11.530
Total	106.020	118.293	108.684

Fuente: Complejo Medioambiental, Campiña 2000, (2011) - SIMA (2012)

Mapa 6.2: Área correspondiente a cada municipio, de los siete, que conforman la Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000".



Fuente: Elaboración propia. Datos Mapa Vectorial de Andalucía, 2009

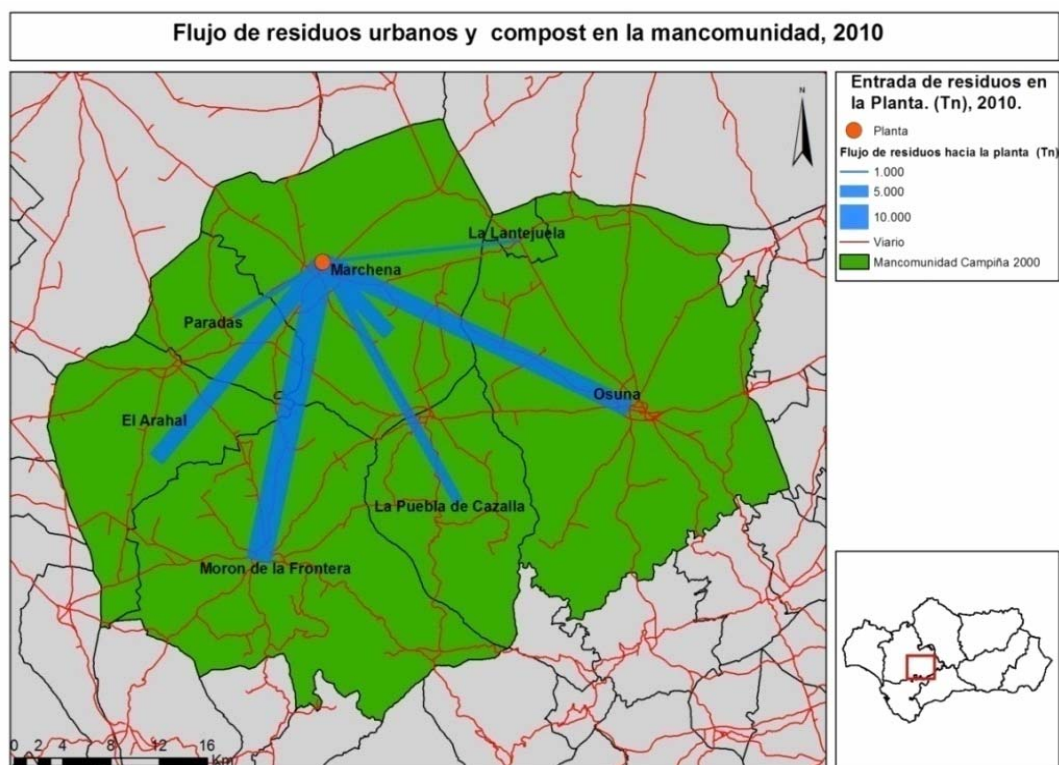
En la tabla 6.3 se relaciona cada municipio de la Mancomunidad Intermunicipal Campiña 2000, con su respectiva área.

Tabla 6.3. Superficie de los municipios que conforman la mancomunidad

MUNICIPIO	Hectáreas
El Arahal	20.118,62
La Lantejuela	1.775,84
Marchena	37.834,69
Morón de la Frontera	43.208,29
Osuna	59.251,69
Paradas	10.947,27
La Puebla de Cazalla	18.984,34
Total	192.120,75

Fuente: Datos Mapa Vectorial de Andalucía, (2009)

Mapa 6.3.: Localización Complejo Medioambiental “Campiña 2000” y flujo de residuos



Fuente: Elaboración propia con datos del Mapa Vectorial de Andalucía, (2009)

En este complejo se encuentra operativa una planta de compostaje, que utiliza como materia prima el total de residuos orgánicos que pueden separarse de la mezcla de los residuos urbanos totales recogidos en los municipios que conforman la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000” y que ingresan en la planta.

6.2.1 Producción de Residuos en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”.

La producción de residuos en la mancomunidad no es constante, varía de un año a otro, con fluctuaciones no significativas. En la tabla 6.3 se muestra, desglosado por municipios, el total de los residuos que ingresaron en la planta en el año 2010. Estos valores se obtuvieron de los informes del pesaje que se realiza en el complejo Medioambiental “Campiña 2000”, tan pronto ingresan los vehículos recolectores a las instalaciones.

En la tabla puede observarse que el municipio de Morón de la Frontera, con el 26,5% del total, es el municipio que más residuos produce, mientras que el municipio de Lantejuelas con el 3,93% es el que menos aporta. En lo que hace referencia al ingreso de residuos por mes, junio y diciembre son los meses en los que más residuos se generaron, coincidiendo con el inicio del periodo de

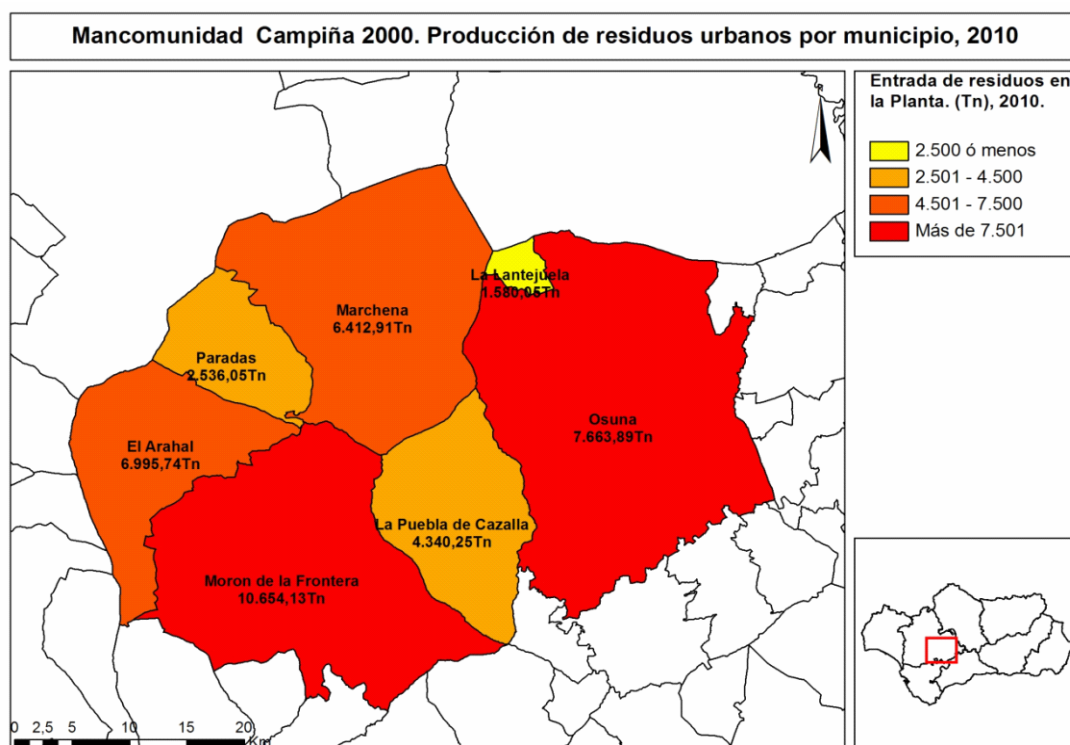
vacaciones escolares y las festividades navideñas. En cambio en febrero la producción de residuos se redujo, aproximadamente, en 300 kilos por debajo de la media.

Tabla 6.3. Ingreso de Residuos al Complejo Medioambiental "Campiña 2000", 2010.

COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CAMPIÑA 2000								
RESUMEN DE ENTRADAS ANUAL								
AÑO: 2010	Grupo: AYUNTAMIENTOS - Destino: PLANTAS							
Mes	Arahal	Lantejuela	Marchena	Morón	Osuna	Paradas	Puebla	TOTAL
ENERO	353,20	124,60	568,18	1.016,69	650,40	222,46	379,64	3.315,17
FEBRERO	529,08	120,06	482,62	915,30	574,42	145,34	320,40	3.087,22
MARZO	571,23	139,70	532,38	898,40	640,77	231,78	375,36	3.389,62
ABRIL	622,60	135,06	503,43	823,76	644,43	230,96	359,60	3.319,84
MAYO	620,36	134,06	557,44	878,52	679,54	196,78	349,10	3.415,80
JUNIO	654,90	140,50	519,16	914,58	657,01	226,10	393,31	3.505,56
JULIO	649,41	144,83	549,26	852,94	626,68	240,47	385,30	3.448,89
AGOSTO	643,08	124,42	567,40	865,93	657,92	225,78	358,84	3.443,37
SEPTIEMBRE	542,96	119,08	502,54	842,74	638,98	163,68	312,72	3.122,70
OCTUBRE	562,60	131,96	582,18	940,88	642,24	209,00	376,08	3.444,94
NOVIEMBRE	610,14	126,10	508,22	756,81	610,30	214,92	350,64	3.177,13
DECIEMBRE	637,18	139,68	540,10	957,58	641,20	228,78	379,26	3.523,78
TOTAL ENTRADAS								
Suma	6.996,74	1.580,05	6.412,91	10.664,13	7.663,89	2.536,05	4.340,25	40.194,02

Fuente. Complejo Medioambiental "Campiña 2000, (2011).

Mapa 6.4. Ingreso de residuos por municipio al Complejo



Fuente: Elaboración propia con datos del Mapa Vectorial de Andalucía, 2009

Flujo de los residuos del interior del Complejo Medioambiental

En el año 2010 ingresaron al Complejo Medioambiental 51.710 toneladas de residuos, de las cuales, antes de iniciar el proceso, 11.495 fueron derivadas al vertedero. Esta información, proporcionada por la Administración, sirvió de base de cálculo para estimar la producción de compost.

Los residuos que ingresaron, sin clasificación previa, eran domésticos urbanos y asimilables a domésticos, procedentes de actividades comerciales, industriales e institucionales.

La cantidad de materia orgánica vegetal que ingresó a la planta fue mínima, comparada con el total de residuos, se encontraba mezclada, es decir, formando parte de los residuos totales y no se contabiliza por separado porque en el Complejo Medioambiental no se procesa la fracción vegetal como tal. Esta información es importante al comparar la tecnología de diferentes plantas y la calidad de compost producido. En el caso de las plantas de compostaje de Cataluña, en casi todas ellas la fracción vegetal, FV, es una parte proporcional del material a compostar, contribuyendo a la obtención de un compost de mejor calidad.

Una vez que los residuos ingresan a la planta se someten al proceso de clasificación: mecánica y manual. A este proceso se le denomina triaje o triage. En la siguiente foto se puede apreciar el trommel de separación mecánica.

Foto 6.1: Trommel de Separación mecánica.



La separación manual se realiza en las bandas transportadoras.

Foto 6.2. Banda transportadora de residuos.



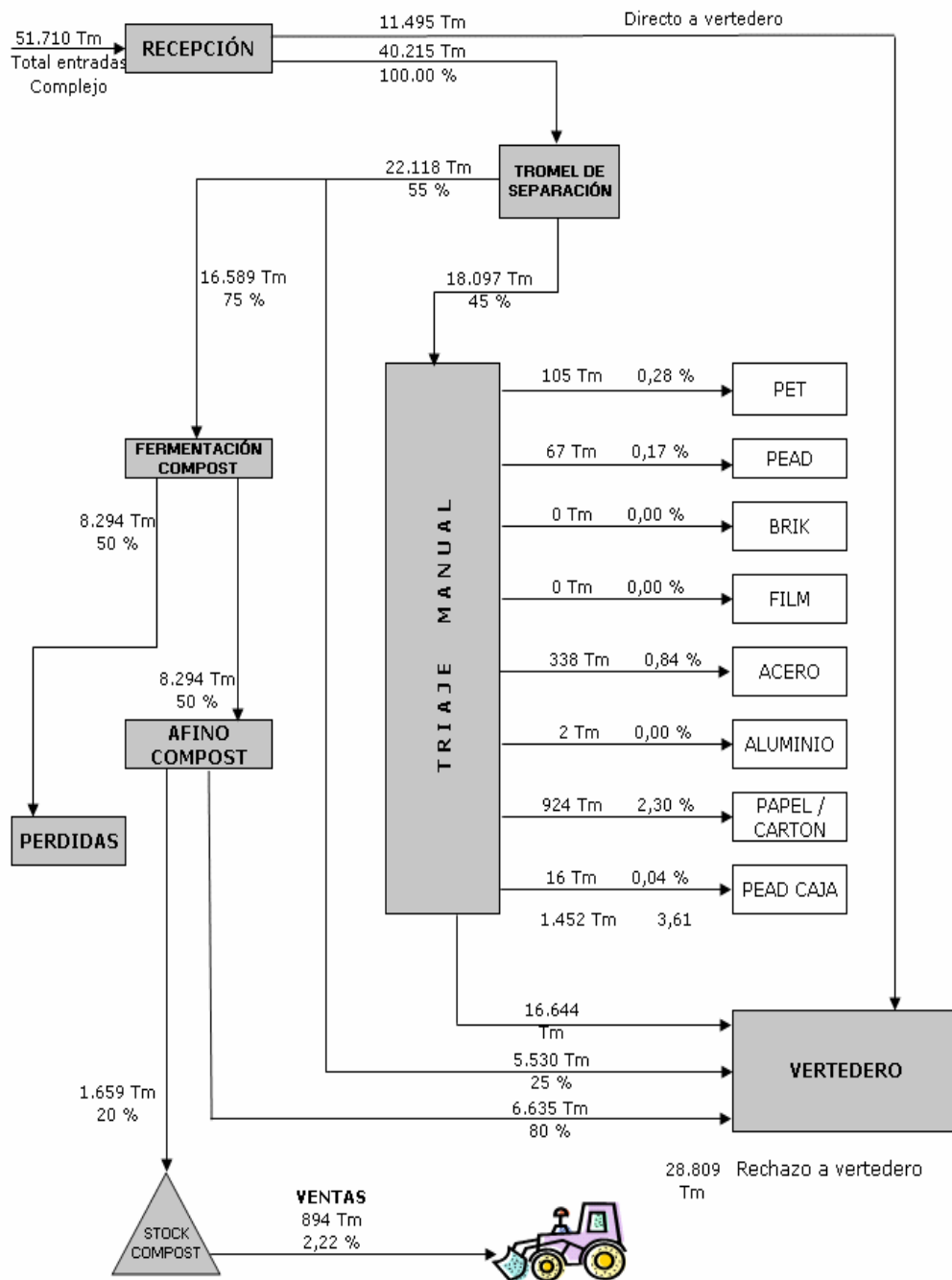
Se obtiene de esta clasificación material reciclable y otra parte es rechazada. De 18.097 toneladas que se sometieron a esta clasificación, 16.644 toneladas fueron derivadas al vertedero. Es decir que solo se recuperaron 1.453 toneladas

Foto 6.3: Clasificación manual de residuos.



Del balance de las cantidades que se separan en las diferentes líneas del diagrama se obtuvo para el año 2010, la cantidad de materia orgánica que ingresó a la planta de compostaje del complejo medioambiental y el compost producido a partir de su proceso, como puede deducirse del gráfico 6.1.

Gráfico 6.1: Diagrama de flujo de las diferentes operaciones y procesos que se realizan en la planta desde el ingreso de los residuos hasta la producción del compost.



Fuente: Complejo Medioambiental "Campiña 2000". (2010).

Explicación del diagrama.

En el año 2010 ingresaron a la planta 51.710 Tm.

En la primera operación de separación, 11.495 toneladas, (22,2%), fueron directamente al vertedero, continuando en circulación para la separación y clasificación manual y mecánica 40.215 toneladas, (77,8%).

De las 40.125 toneladas, 18.097 toneladas, (45%), fueron a triaje manual.

En este proceso de separación manual se recuperan algunos materiales: PET, BRIK, aluminio, acero... 1.542 toneladas, (3,6%). Del total de residuos que ingresó, 16.644 toneladas, (41,4%) pasaron al vertedero.

A continuación se presenta la composición de los materiales reciclados.

TETRA BRIKS. Los Tetra Briks son embalajes de poco peso, fáciles de abrir y se empelan para aislar y conservar alimentos. Están compuestos de capas sobrepuestas y pegadas entre sí, en este orden de interior a exterior: Aluminio, papel Kraft y tres capas de plástico polietileno.

PET.- Es un tipo de plástico muy utilizado en envases de bebidas y textiles. Conocido por su sigla en inglés: polyethyleneterephthalate.

PEAD.- Polietileno de alta densidad. Se utiliza para fabricar envases de detergentes, lejía, aceites automotor, cajones para pescado y gaseosas, bolsas para supermercado, etc.

FILM. En el embalaje de los plásticos, junto con las botellas es el producto de mayor peso específico.

Las 22.118 toneladas restantes, (55,1%), que contenían la materia orgánica se sometieron a diferentes procesos de acondicionamiento antes de comenzar el proceso de compostaje, en sí.

De igual manera, del análisis de los diferentes datos, se estimó el rendimiento de la producción de compost en correlación con la materia orgánica ya clasificada y con los residuos totales que ingresaron en la planta.

La cantidad de compost así estimada se empleó como dato de partida para efectuar la proyección anual de compost, a diez años, período propuesto para iniciar el Plan. El dato del compost producido sirvió como base de cálculo para evaluar si la cantidad real de compost producida era deficitaria o excedentaria, respecto a la cantidad de compost requerida en la Mancomunidad Intermunicipal "Campiña "2000", para satisfacer la demanda de materia orgánica según los distintos usos del suelo.

De los datos anteriores se infiere que en la separación manual se recuperan sólo 1.453 toneladas (3,6%) de materiales inertes y 22.118 toneladas (42,8% del material que ingresó), se acondicionan para ser fermentadas.

De las 22.118 toneladas que se acondicionan para la fermentación, 5.530 (10,7% del material que ingresó) pasaron al vertedero. Esto evidencia que solo 16.589 toneladas (32,1% del gran total) se sometieron al proceso de compostaje.

Foto 6.4: Trituración de la materia orgánica a ser compostada



Se concluye, entonces, que de todo el material que ingresó en la planta, solo el 32,1% fue apto para el proceso de fermentación. Esto significa que si estuviera instaurada en la Mancomunidad “Campiña 2000” la recolección selectiva, se hubiera ahorrado un gran porcentaje de los gastos, especialmente en los que se incurre para transportar, separar y clasificar los residuos no orgánicos, que se reciclan o van al vertedero en estas instalaciones ya que menos del 50% del total que ingresa se destina al compostaje.

Centrando la atención en lo que ocurre en el proceso de fermentación, el balance que se obtiene es el siguiente;

Ingresaron 16.589 toneladas de materia orgánica, el 100% para este proceso, equivalentes al 32,1% del total de residuos que entró inicialmente al Complejo Medioambiental "Campiña 2000".

Durante el proceso se perdieron como gases, líquidos...8.294 toneladas, 50% del material con el que se inicia el proceso de fermentación, equivalente al 16% del total de residuos recibidos, inicialmente, en el complejo Medioambiental.

El material restante, 8.294 toneladas, pasó a la fase de afino o refino, fase en la que se retiran los materiales inertes del compost. En el afino, que dura más de dos semanas el compost alcanza la maduración. Se realiza en pilas, al aire libre. Su permanencia en este lugar depende de la demanda del producto.

Foto 6.4 Pila de fermentación de la materia orgánica.



Para acelerar el proceso las pilas, periódicamente, se voltean para lo cual se utilizan máquinas como la que se observa en la foto 6.5.

Foto 6.5. Máquina empleada para el volteo de las pilas de fermentación y otras labores en la planta.



Foto 6.6 Apariencia del compost durante la fermentación



Foto 6.7. Pila de afino en la maduración del compost.



En este proceso se obtuvieron los siguientes resultados: 6.835 toneladas fueron al vertedero y el 20% restante es el compost que se comercializa, 1.659 toneladas.

Es decir, que el rendimiento en la producción de compost, durante el 2010, con la materia orgánica clasificada fue del 20%. Este rendimiento podría ser mayor, aunque no significativamente, si los residuos procedieran de recolección selectiva, al menos se garantizaría una mejor calidad del compost.

De este análisis se concluye que la recolección selectiva de los residuos es de interés, no solo para mejorar la calidad del compost (MARAÑÓN, 2007), sino también para contribuir a reducir los gastos del tratamiento: al ingresar menos residuos se requerirían instalaciones más pequeñas y se obtendrían menos rechazos, requiriéndose menos espacio para su manejo y disposición; por consiguiente la vida útil del vertedero sería mayor y el volumen de lixiviados menor. Los gastos en mano de obra, transporte, carga y descarga se reducirían y se aprovecharía mayor cantidad de otros materiales reciclables, caso del papel y el cartón.

Lo antes expuesto es incuestionable si se comparan estas dos cifras: ingresaron a la planta 51.710 toneladas y solo 8.293 toneladas ingresaron al proceso de compostaje.

Tabla 6.4 Resumen del proceso, con base en los residuos que ingresaron en 2010

Evento	Toneladas	Porcentaje
Material que ingresa	51.710	100,0
A vertedero.	40.304	77,9
Perdidas proceso	8.294	16,1
Compost producido	1.659	3,2
Material recuperado (reciclado)	1.452	2,8

Porcentaje

A pie chart titled 'Porcentaje' showing the distribution of waste management outcomes. The largest slice is red, representing 'A vertedero' at 77.9%. The next largest is green, representing 'Perdidas proceso' at 16.1%. Two smaller slices are purple ('Compost producido' at 3.2%) and blue ('Material recuperado (reciclado)' at 2.8%). A legend to the right of the chart identifies each category with its corresponding color.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Complejo Medioambiental Campiña 2000.

En conclusión, del total de residuos que ingresaron al proceso de fermentación, solo el 20% se convierte en compost, lo que es equivalente al 3,2% de todo el material que ingresó a la planta.

Según estadísticas de los antiguos ministerios MAPA y MOPTMA el rendimiento promedio de las plantas de compostaje en España es de 21,98%, con tendencia a la mejora.

Esta información refleja que los resultados obtenidos en la planta de compostaje del Complejo Medioambiental "Campiña 2000", no dista mucho del promedio nacional, ni del obtenido en la planta del Ecoparc de Barcelona. Este dato confirma lo que ya se había mencionado, que la productividad de compost, no depende, fundamentalmente, de la tecnología empleada, ni del tipo del recolección ya que en ella inciden otros aspectos tales como: materia prima utilizada, mezcla de los residuos municipales con fracción vegetal, utilización de residuos de depuradoras o de plantas de digestión anaerobia, tiempo de duración del proceso, contenido de humedad del compost, contenido de agua o compuestos volátiles en la materia prima.

Considerando la composición de la materia orgánica, en la que el contenido de agua es importante, es de esperarse, por lo tanto, que el rendimiento en la

producción de compost se pueda incrementar dentro de un margen bastante estrecho, de ser necesario, en la medida en que se identifiquen los principales inconvenientes y el producto resultante tenga mejor acogida en el mercado.

El compost producido en el Complejo Medioambiental “Campiña 2000” no tiene mucha demanda, solo el 50% se vende, aunque el precio es bajo, no superior a 10 euros/tonelada, una séptima parte del precio en Alemania y Holanda, y en cuanto a su calidad, cumple con los estándares exigidos en el RD 824/2005 de 28 de julio, sobre productos fertilizantes, sin que los residuos procedan de la recolección selectiva. Ver tabla 6.6.

En la tabla 6.6 se presentan los datos del análisis del compost producido en el Complejo Medioambiental Campiña 2000, realizado por laboratorio autorizado por la Dirección General de Recursos Agrícolas y Ganaderos, en el que se observa que cumple con los estándares de calidad (IGME-ESAB-MIMAM, (2003-2005)).

Tabla 6.6 Características del compost producido en el Complejo Medioambiental

COMPOST CAMPIÑA 6002: ENMIENDA ORGANICA. COMPOST		AUTORIZADO POR LA DIRECCION GENERAL DE RECURSOS AGRICOLAS Y GANADEROS INSCRITO EN EL REGISTRO DE PRODUCTOS FERTILIZANTES CON EL N° F0000343/2017	
ELEMENTOS FERTILIZANTES:			
ELEMENTOS PRINCIPALES:	1,5% Nitrógeno total	0,12% Anhídrido fosfórico (P ₂ O ₅)	0,71% Oxido de potasio (K ₂ O) total
ELEMENTOS SECUNDARIOS:	9,7% oxido de calcio [CaO] total		
MICRONUTRIENTES:	0,0086 % Cobre (Cu)	0,0180 % Zinc(Zn)	
OTRAS CARACTERÍSTICAS:	14,3 %	Ácidos húmicos	
	10,5 %	Ácidos fúlvicos	
	44,6 %	Materia orgánica total	
	43,2 %	Humedad máxima	
	25,9%	Carbono orgánico total	
	1,1 %	Nitrógeno orgánico total	
	0,37 %	Nitrógeno amoniacal	
	7040 µS/cm	Conductividad	
	7,3	pH	
	23,5	Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)	
GRANULOMETRIA: 90 % de las partículas pasan por la malla de 25 mm			
INGREDIENTES UTILIZADOS EN SU ELABORACION: 100% Fracción orgánica de residuos municipales, incluidas las fracciones recogidas selectivamente.			
PROCESO DE ELABORACIÓN: Fermentación y Maduración anaerobia en nave de maduración.			
CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO: C "Contenido en metales pesados inferior a los límites autorizados para esta clasificación"			

Fuente: Complejo Medioambiental "Campiña 2000. Lote: 20518-35/ 10. C

En la tabla 6.7 se presenta la cantidad de metales pesados que se permiten en el compost según el RD 824/2005 de 8 de julio, sobre productos fertilizantes.

Tabla: 6.7. Cantidad de metales pesados permitidos en el compost según RD 824/2005

Metal Pesado	Límites de Concentración de sólidos : mg/kg de materia seca		
	Líquidos : mg/kg		
	Clase A	Clase B	Clase C
Cadmio	0,7	2	3
Cobre	70	300	400
Níquel	25	90	100
Plomo	45	150	200
Zinc	200	500	1.000
Mercurio	0,4	1,5	2,5
Cromo (total)	70	250	300
Cromo(VI)	No detectable en el método oficial	No detectable en el método oficial	No detectable en el método oficial

Aunque la producción de compost en el Complejo Medioambiental Campiña 2000, es medianamente estable y no rentable, debe continuar produciéndose por recomendaciones derivadas tanto de las legislaciones europea y española y el *Plan Director Territorial de Residuos no Peligrosos de Andalucía*.

Por otro lado porque el aprovechamiento de la materia orgánica mediante el compostaje, es una buena alternativa para restituir al suelo los nutrientes que se pierden no solo en actividades antrópicas, sino también por acción de fenómenos naturales como la lluvia, el viento y los incendios forestales.

De la información suministrada por la Administración del Complejo Medioambiental "Campiña 2000" llama la atención el hecho de que los principales usuarios del compost producido no sean agricultores de la

mancomunidad, sino pequeños y grandes agricultores de Los Palacios y Villafranca que pertenecen, para la gestión de los residuos urbanos, a la mancomunidad del Bajo Guadalquivir. En los últimos años, el municipio de Morón de la Frontera ha incrementado el uso sin costo alguno, para emplear el compost con fines ambientales.

Un mayor declive en el porcentaje de ventas de compost se presenta cuando en el Complejo Medioambiental Costa del Sol el material elaborado, por escasez de compradores, prácticamente se regala. En estas circunstancias los agricultores del área de influencia de la planta Campiña 2000, si consumen el producto. Esta situación deja entrever, en parte, que el compost si interesa, que los posibles usuarios conocen algunos de sus beneficios, pero no existe voluntad de pagar para adquirirlo, por ello la necesidad de modificar las estrategias de ventas o de comercialización del producto.

Un aspecto favorable para la ubicación del compost producido en el Complejo Medioambiental Campiña 2000 es la no existencia en la mancomunidad de otras plantas que elaboren compost a gran escala, que pudieran hacerle competencia.

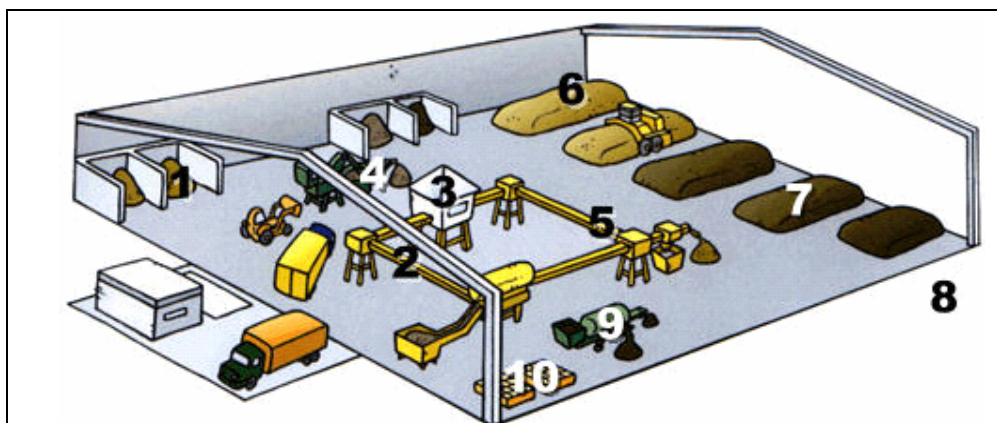
No hay disponible información que muestre la existencia de estudios o proyectos anteriores o vigentes, que relacionen el compostaje y la planificación física de su producción y uso, en el territorio de la mancomunidad.

Si al producir compost, la intención final no es el mero beneficio ambiental sino la venta del producto para recuperar la inversión realizada, se debe garantizar la elaboración de un compost uniforme y de muy buena calidad, que cumpla con los criterios establecidos en la Sección 503 de las regulaciones de la Environmental Protection Agency, EPA, de los Estados Unidos, de la que se han nutrido, para establecer sus propias reglamentaciones, los países europeos, entre ellos España.

6.2.2 Esquema general del proceso de recepción, clasificación de residuos y compostaje en una planta.

El esquema del proceso de recepción de residuos y su clasificación y de las operaciones que se realizan en una planta de compostaje, que se enseñan, con algunas variaciones, en la el gráfico 6.3, se ha tomado de documento publicado por la Generalitat de Catalunya (1998).

Gráfico 6.3. Esquema de los procesos en una planta de compostaje:



1. Recepción de los residuos y clasificación. Los residuos se clasifican mecánica y manualmente para separar la materia orgánica que no ha sido recogida selectivamente.	
2. <i>Trommel</i> : Gran criba cilíndrica utilizada para separar la materia orgánica del resto de residuos.	3. Cabina de selección manual. Posteriormente los residuos se hacen pasar por un electroimán, para culminar la separación.
4. Trituración de la fracción vegetal. En las plantas que procesan este tipo de residuos.	5. Mezcla de residuos orgánicos. Se mezclan las dos fracciones: los residuos orgánicos urbanos y la fracción vegetal. La mezcla resultante se envía a la planta de compostaje.
6. Disposición en pilas. El material triturado se coloca conformando pilas.	7. Volteo de las pilas. Para introducir oxígeno y acelerar la descomposición de la materia orgánica.
8. Control de lixiviados y de agua lluvia. Se recogen de diferentes maneras, por lo general en canales que conducen los líquidos a un reservorio, desde el cual se bombean para regar las pilas.	9. Compost maduro. Se obtiene al cabo de 12-14 semanas. Posteriormente se criba para la obtención de un material de granulometría uniforme.
10. Comercialización del compost. Una vez se ha completado el proceso, es decir, que el compost está maduro.	

Fuente: Generalitat de Catalunya. (1998).

CAPÍTULO 7

PLANIFICACIÓN FÍSICA: PROPUESTA PARA LA PRODUCCIÓN Y USO DE COMPOST EN LA “MANCOMUNIDAD CAMPIÑA 2000”.

CAPÍTULO 7.- PLANIFICACIÓN FÍSICA: PROPUESTA PARA LA PRODUCCIÓN Y USO DE COMPOST EN LA MANCOMUNIDAD “CAMPIÑA 2000”.

7.1 ANTECEDENTES.

Se ha hecho mención a la necesidad de ordenar territorialmente, es decir, de abordar la planificación física de la producción y empleo del compost en un territorio cualquiera, no sólo para mejorar su gestión, sino también para contribuir a darle una organización física en el espacio, utilizar racionalmente los recursos naturales, conservar el ambiente y, como consecuencia de ello, mejorar la calidad de vida (CARTA EUROPEA DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO, 1983).

Las características técnicas y administrativas que presenta la planificación física hacen que en ella confluyan dos aspectos: de una parte, el aspecto técnico, que demanda la utilización interdisciplinar de conocimientos científicos y el diagnóstico territorial; por otra parte, el aspecto administrativo, que compete a la función pública, a la que corresponde regular el desarrollo de las actividades humanas para prevenir problemas que puedan desencadenarse a nivel socio - espacial de funciones que se desarrollen a través de planes que trascienden más allá del ámbito sectorial.

Es en este sentido cómo el ordenamiento territorial contribuiría a definir, por parte de la administración pública, los instrumentos de planificación a utilizar de acuerdo con la legislación correspondiente; el tipo de acciones a desarrollar para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos, persiguiendo el beneficio comunitario y ambiental, ya que la planificación territorial de esta actividad se justifica por (GÓMEZ OREA, 2000) la aplicación de un sistema planificado, ante otro espontáneo, que no se rige por norma alguna. Esta metodología se emplea en países económicamente más evolucionados.

Con este enfoque el territorio es visto como un todo complejo y no como algo aislado, contribuyendo a mejorar la calidad ambiental y el nivel de vida de la población.

7.2 GEORREFERENCIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y UTILIZACIÓN DEL COMPOST.

La georreferenciación es un proceso, una técnica, mediante el cual se asigna una ubicación espacial a entidades cartográficas, mediante el empleo de coordenadas (PALOMAR, 2009). Es decir, las coordenadas geográficas reemplazan a las coordenadas gráficas, correspondientes a una imagen digital.

Cualquier tipo de base de datos bien sea dinámica y fundamentalmente relacional es una herramienta de gran utilidad para modelar problemas y administrar datos introducidos en un sistema. Quizás, la principal herramienta con que cuenta la base de datos es la tabla, conocida en el sistema relacional como una correlación, en sí, que debe cumplir con ciertas restricciones, por ejemplo: cada tabla debe poseer un nombre único, no haber dos filas iguales, ni que los datos de una misma columna sean del mismo tipo.

En relación con el tema de estudio, se proponen, para la creación de una base de datos tablas que al relacionarse permitan obtener, con la ayuda de los SIGs, mapas detallados de la producción de residuos totales y orgánicos, contenido de materia orgánica en los suelos según su uso, producción de compost y su proyección y la correcta aplicación para recuperar o mantener el contenido de materia orgánica en los suelos de la Mancomunidad “Campiña 2000”.

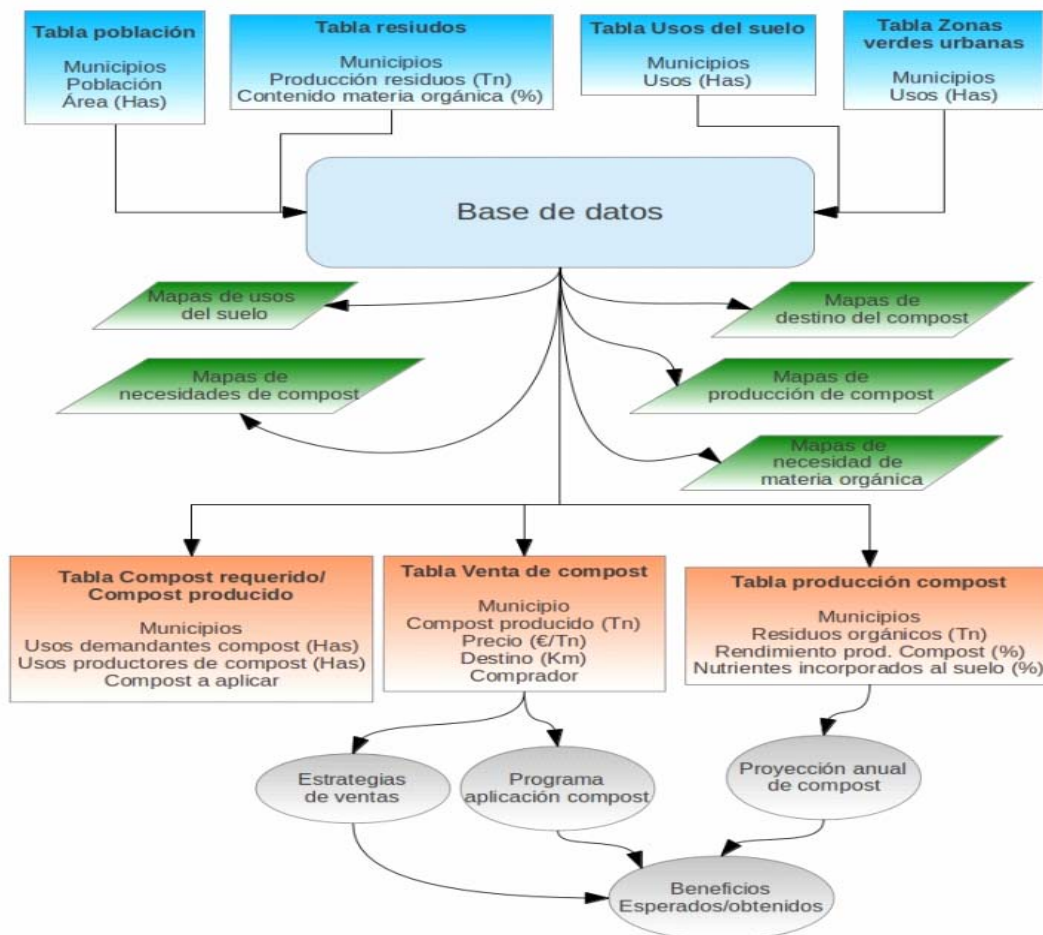
De esta manera sería factible realizar un seguimiento de todo el proceso, planificar tareas, actualizar la información, consultar datos, crear informes, elaborar y modificar mapas de superficies, calcular superficies, efectuar consultas. A continuación se reseñan las tablas que se presentan para conformar la base de datos, sin que esta haya sido explotada en el trabajo:

Lista de tablas

- Municipios Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”– Población: conformada por las siguientes columnas: número de habitantes, área (hectáreas).
- Municipios Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000 - producción de residuos; columnas: municipios, producción anual, porcentaje de cada componente según caracterización, destacando el contenido de materia orgánica.
- Municipios Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”- producción de compost; columnas: residuos orgánicos (tonelada); compost producido; porcentaje de rendimiento producción de compost,

puede variar de un año a otro. En esta tabla también, si procede, se podrán especificar las características del compost.

Gráfico 7.1 Esquema simplificado de la base de datos propuesta.



Fuente: Elaboración Propia

- Municipios Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”; compost requerido anualmente –vs- compost producido; columnas: municipios, extensión en hectáreas, usos del suelo que demandan compost prioritariamente, se podría llegar a detallar información de hectáreas destinadas a cada cultivo, si fuera procedente; dosis de compost según uso del suelo; cantidad anual de compost requerida en cada municipio, en la mancomunidad y comparación con la cantidad de compost disponible.

- Municipios Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000 – Necesidad de compost zona urbana. Columnas: municipio, extensión,

área zonas verdes, dosis de compost requerido por hectárea, compost requerido zona urbana, área cubierta.

- Municipios Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000 - Venta de compost columnas: Municipio, compost producido, precio de venta por tonelada, destino en km. desde la planta al lugar de aplicación; datos del comprador, (cliente nuevo, cantidad comprada, total pagado, otros destinos, comentarios sobre el uso, observaciones de especialistas...).

Con la información obtenida al hacer operativa la base de datos sería posible conseguir todo tipo de datos sobre el tema, no solo los provenientes del Complejo Medioambiental “Campiña 2000”, porque es factible vincular ésta base con resultados de investigaciones y trabajos afines. Inicialmente la información que se esperaría lograr de esta base de datos sería la siguiente:

- Producción anual de residuos y sus características. Proyección de la información.
- Producción anual de compost y su potencial proyección.
- Mapa de usos del suelo y sus modificaciones.
- Mapas de mosaico de superficies homogéneas, según necesidades de compost.
- Información sobre la oferta y la demanda de compost.
- Mapa de destino y lugares de aplicación del compost, flujos de la materia orgánica.
- Mapa de localización de superficies o actividades que pueden aportar materia orgánica. Estimación de la cantidad que aportan y gestión de la misma.
- Mapa de la programación anual de la distribución del compost y lugares de aplicación
- Información relacionada con el cumplimiento de los objetivos trazados y de la normativa sobre valorización de los residuos orgánicos.
- Indagación acerca de la forma o formas como se aplica el compost, frecuencia de aplicación.
- Averiguación del proceso de mineralización de la materia orgánica y buenas prácticas agrícolas en la zona de estudio.

- Beneficios esperados y obtenidos del uso del compost (cuantitativos y cualitativos). Cartografía.
- Mapas que ilustren necesidades de materia orgánica en el suelo y/o del contenido de carbono.
- Planeación de visitas de técnicos al terreno.
- Encuestas de preferencias de los usuarios en relación con el empleo del compost y distancia que están dispuestos a recorrer para adquirir el producto.
- Información sobre operación y rendimiento de la planta de compostaje, vida útil, situación financiera, subvenciones.
- Estrategias de ventas, campañas publicitarias y educativas.
- Diagramas de flujo de la información general relacionada con la temática en cuestión.
- Tipo de recolección de residuos, calidad del compost producido. Sistema o sistemas de recolección de los residuos por zonas.
- Intercambio de información con otras mancomunidades o entre municipios de la misma o diferente mancomunidad.

Una base de datos de esta naturaleza, construida con las tablas arriba definidas y otras que se consideren necesarias incluir, relacionadas entre sí, podría proporcionar información actualizada de la producción, comercialización, utilización del compost y, con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica, facilitar la planificación física de estas actividades y la evaluación permanente de los resultados. Además dicha información podría estar disponible para ser consultada y servir de modelo a otros organismos que la requirieran (MARTÍNEZ, 2006).

7.3 ÁMBITO DE APLICACIÓN

La propuesta de la planificación física y empleo del compost, concebida a nivel prospectivo, el más habitual en este tipo de estudios (Martínez, 2006), tendrá como ámbito de aplicación el territorio correspondiente a la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”.

Esta mancomunidad, está dividida territorialmente en los siguientes usos del suelo, referidos con sus respectivas áreas en la tabla 7.1 y mapa 7.1.

De la tabla 7.1 se desprende que son 33 los usos del suelo en los que se encuentra territorialmente distribuida la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000” para la toma de decisiones, garantizar la cohesión de las políticas sociales y económicas, maximizar los recursos, encauzar la sostenibilidad ambiental y gestionar con mayor eficiencia la planificación de los servicios.

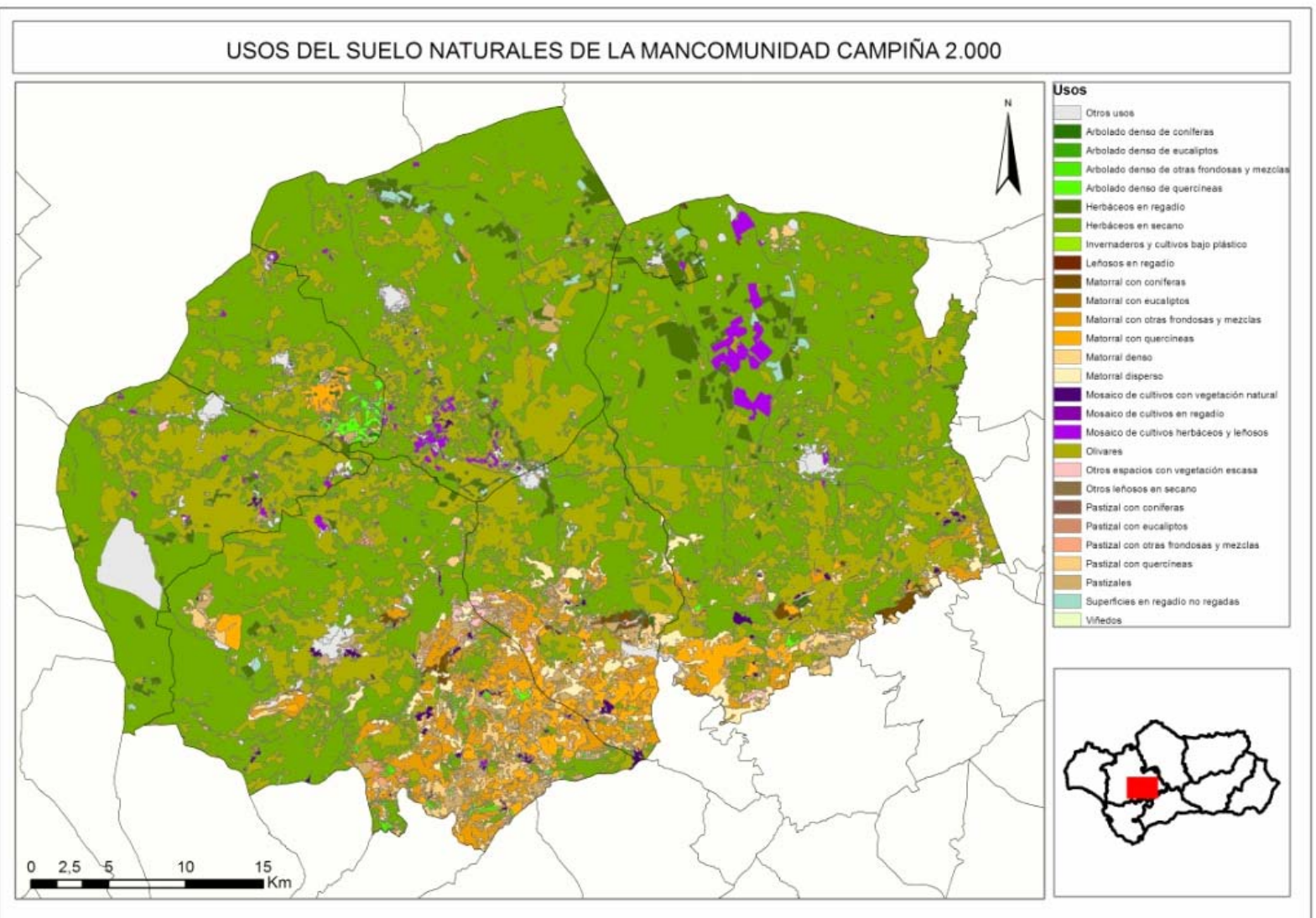
De estos usos, el de mayor extensión corresponde a “herbáceos en seco”, con un área de 102.088 hectáreas, el 53,14% del total de la superficie de la mancomunidad, correspondiéndole el segundo lugar a “olivares”, cuya extensión es de 46.482 hectáreas, 24,19% del total. Éstos son los dos usos predominantes que en total ocupan el 77,33% del total de la superficie de la Mancomunidad; mientras que los usos correspondientes a “otros leñosos en seco” y “mosaico de cultivos en regadíos” tienen la menor extensión, solo 3 hectáreas cada uno, perteneciéndoles en forma individual el 0,0013% de la superficie total.

Tabla 7.1. Usos del suelo en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña “2000”

Usos	Área (Has)	Porcentaje
Otros leñosos en secano	3	0,0013
Mosaico de cultivos en regadío	3	0,0015
Matorral con eucaliptos	18	0,0096
Leñosos en regadío	27	0,0139
Pastizal con coníferas	27	0,0140
Pastizal con eucaliptos	34	0,0179
Invernaderos y cultivos bajo plástico	45	0,0234
Viñedos	63	0,0328
Ríos, cauces y otras zonas húmedas	159	0,0830
Arbolado denso de eucaliptos	196	0,10
Arbolado denso de coníferas	204	0,11
Embalses y balsas	310	0,16
Pastizal con otras frondosas y mezclas	395	0,21
Arbolado denso de otras frondosas y mezclas	404	0,21
Minas, vertederos y áreas en construcción	453	0,24
Urbanizaciones agrícolas/residenciales y áreas recreativas	464	0,24
Arbolado denso de quercíneas	694	0,36
Matorral con coníferas	770	0,40
Superficies en regadío no regadas	774	0,40
Mosaico de cultivos con vegetación natural	806	0,42
Otros espacios con vegetación escasa	870	0,45
Núcleos urbanos	882	0,46
Matorral denso	1.630	0,85
Mosaico de cultivos herbáceos y leñosos	2.008	1,05
Zonas industriales, servicios y comunicaciones	2.355	1,23
Pastizal con quercíneas	2.377	1,24
Pastizales	4.248	2,21
Matorral disperso	4.503	2,34
Herbáceos en regadío	4.615	2,40
Matorral con quercíneas	6.067	3,16
Matorral con otras frondosas y mezclas	8.147	4,24
Olivares	46.482	24,19
Herbáceos en secano	102.088	53,14
Total general	192.122	100

Fuente: Elaboración propia con información de Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA).

Mapa 7.1 Usos del suelo. Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000".



Fuente: Elaboración propia con información del Mapa Vectorial Junta de Andalucía (2009).

Al agrupar los usos del suelo, en algunos rangos establecidos, según el tamaño de su superficie, se obtiene una distribución bastante dispersa, ya

que no existe homogeneidad en cuanto a tamaño, ni aun excluyendo los usos de mayor y menor extensión. Los tamaños de mayor frecuencia, están comprendidos entre 1 y 500 hectáreas, como se aprecia en la tabla 7.2. En esta tabla no se incluyeron los usos correspondientes a humedales, áreas construidas...que se consideran, en su mayor extensión, como usos poco receptores de compost.

Esta forma de agrupación propuesta puede ser uno de los criterios a emplear en la toma de decisiones cuando se proyecte la planificación de la producción y utilización del compost en un territorio determinado. Por ejemplo, se podrían elegir las superficies prioritarias, atendiendo a las comprendidas en un rango determinado. Por la heterogeneidad de los tamaños de las superficies de los usos del suelo, que dificulta su tipificación, una estrategia de planificación fundamentada en este criterio, no sería aplicable en este estudio.

Tabla 7.2. Distribución de frecuencia según la extensión de los usos del suelo.

Rango (Has).	Frecuencia	Frecuencia acumulada	%	% acumulado
1-500	13	13	46,43	46,43
501-1000	5	18	17,86	64,29
1001-2000	1	19	3,57	67,86
2001-3000	2	21	7,14	75,00
3001-4000	0	21	0,00	75,00
4001-5000	3	24	10,71	85,71
5000-6000	0	24	0,00	85,71
6001-7000	1	25	3,57	89,29
7001-8000	0	25	0,00	89,29
8001-9000	1	26	3,57	92,86
>9001	2	28	7,14	100,00

Fuente Elaboración propia.

7.3.1 Clasificación de los usos del suelo, según requerimiento de materia orgánica.

Diferentes estrategias metodológicas podrían ser empleadas para efectuar el proceso de priorización o de selección de las unidades territoriales para iniciar la planificación de la producción y uso del compost en un territorio cualquiera, para organizarla espacialmente, mediante prescripciones de protección, recomendaciones de uso o de actividades (MARTÍNEZ, 2006). En este caso particular de la producción y uso del compost en la Mancomunidad Intermunicipal Campiña 2000, se optó en agrupar los usos los usos del suelo, según la necesidad de materia orgánica, clasificándolos en tres grupos o categorías:

1. Usos del suelo con poca capacidad receptora de compost.
2. Usos prioritarios del suelo con potencial para producir materia orgánica vegetal y de recibir compost.

3. Usos del suelo con potencial para generar residuos orgánicos vegetales, inicialmente no receptores de compost.

Esta clasificación se consideró indispensable efectuarla, porque en todo modelo territorial se deben considerar usos prioritarios o exclusivos del suelo que pueden organizarse por grupos o categorías o zonas (GÓMEZ OREA, 1994).

Usos del suelo con poca capacidad receptora de compost. De los 33 usos, ya referidos, en que se encuentra dividida territorialmente la mancomunidad, en cinco de ellos se descarta por sus características y particularidades, el empleo del compost, salvo pequeñas extensiones. Se consideran los siguientes usos:

- Embalses y balsas
- Núcleos urbanos, no se excluyen zonas verdes, jardines, etc. que puedan encontrarse en su interior.
- Ríos cauces y zonas húmedas, aunque en arrozales se puede emplear el compost.
- Urbanizaciones agrícolas, residenciales y recreativas, no se excluyen zonas verdes, jardines, etc. que puedan encontrarse en su interior.
- Zonas industriales y comunicaciones. No se excluyen zonas verdes, jardines, etc. que puedan hallarse en su interior.

Tabla 7.3. Usos poco receptores de compost

Usos del suelo	Extensión en Hectáreas
Embalses y balsas	310
Núcleos urbanos	882
Ríos cauces y zonas húmedas	159
Urbanizaciones agrícolas, residenciales y recreativas	464
Zonas industriales servicios y comunicaciones	2.355
TOTAL	4.171

Fuente: Elaboración propia con información de Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA).

Son usos con características diferentes. En algunas áreas, en los núcleos más poblados, se generan residuos orgánicos urbanos en gran cantidad que se emplean en el momento actual para la elaboración del compost; además lodos de depuradoras, estiércol de animales y residuos vegetales en parques, jardines y avenidas.

En estos últimos el flujo de materia orgánica vegetal, como residuo, puede ser permanente. En otras áreas, embalses, ríos y zonas húmedas el flujo de materia orgánica es variable. Es el grupo de menor superficie, 4.171 hectáreas.

Usos prioritarios del suelo con potencial para producir materia orgánica vegetal y de recibir compost. De los 26 usos restantes, doce de ellos se consideraron prioritarios para el empleo de compost, porque en éstos las actividades que se desarrollan están permanentemente relacionadas con el suelo, haciéndolos más proclives a la pérdida de materia orgánica y nutrientes, de por sí escasa, dadas las características de los suelos mediterráneos. Por estas particularidades es mucho más factible establecer en los terrenos correspondientes a estos usos, un circuito o circuitos permanentes de comercialización del compost.

El hecho de utilizar la expresión “con potencial para producir materia orgánica vegetal” hace referencia a que en la mayoría de estos usos hay cultivos que generan residuos vegetales que aportan, si no se queman, abundante materia orgánica al suelo, aunque no en la misma cantidad e intensidad con que se pierde. “En condiciones normales, los restos vegetales producidos tras una cosecha no son suficientes para compensar la pérdida de material humificado debida a su mineralización, lo que justifica la pérdida gradual de materia orgánica observada en los campos de cultivo durante las últimas décadas” (CANET, 2007).

Se consideran pertenecientes a este grupo, los siguientes usos:

- Otros leñosos en secano
- Mosaico de cultivos en regadío
- Leñosos en regadío
- Invernaderos y cultivos bajo plástico
- Viñedos
- Minas, vertederos y áreas en construcción
- Superficies en regadío no regadas
- Otros espacios con vegetación escasa
- Mosaico de cultivos herbáceos y leñosos
- Herbáceos en regadío
- Olivares
- Herbáceos en secano.

En la tabla 7.4 se relacionan, con sus respectivas áreas, los usos prioritarios del suelo con potencial para producir materia orgánica y de recibir

compost. En total engloban una superficie de 157.431 hectáreas, correspondiendo a “herbáceos en secano” la mayor extensión, 102.088 hectáreas, (64%), y a otros “leñosos en secano” y mosaico de cultivos en regadíos”, la menor extensión, 3 hectáreas, una superficie muy pequeña que demandaría, a priori, muy poca cantidad de compost en comparación con las de mayor extensión.

Tabla 7.4.- Usos prioritarios del suelo con capacidad de producir materia orgánica y de recibir compost.

Usos	Hectáreas
Otros leñosos en secano	3
Mosaico de cultivos en regadío	3
Leñosos en regadío	27
Invernaderos y cultivos bajo plástico	45
Viñedos	63
Minas, vertederos y áreas en construcción	453
Superficies en regadío no regadas	774
Otros espacios con vegetación escasa	870
Mosaico de cultivos herbáceos y leñosos	2.008
Herbáceos en regadío	4.615
Olivares	46.482
Herbáceos en secano	102.088
Total	157.431

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Vectorial de la Junta de Andalucía (2009).

Usos del suelo con potencial para generar residuos orgánicos vegetales, inicialmente no receptores de compost. En los 16 usos restantes, se supone de entrada, por las actividades que en ellos se desarrollan, no existe movimiento intensivo de tierra, razón por la cual la pérdida de la materia orgánica sería más lenta que en los usos del grupo anterior. No se descarta que en una segunda fase, cuando se haya recopilado mayor información, uno o más de estos usos se consideren como prioritarios o viceversa, uno o más de los usos considerados como prioritarios dejen de serlo. Éstos, denominados, “Usos del suelo con potencial para generar residuos orgánicos vegetales, inicialmente no receptores de compost”, ocupan una extensión de 30.520 hectáreas y se refieren a continuación:

- Arbolado denso de coníferas
- Arbolado denso de eucaliptos
- Arbolado denso de otras frondosas y mezclas
- Arbolado denso de quercíneas
- Matorral con coníferas

- Matorral con eucaliptos
- Matorral con otras frondosas y mezclas
- Matorral con quercíneas
- Matorral denso
- Matorral disperso
- Mosaico de cultivos con vegetación natural
- Pastizal con coníferas
- Pastizal con eucaliptos
- Pastizal con otras frondosas y mezclas
- Pastizal con quercíneas
- Pastizales

En la tabla 7.5 se relacionan los usos referidos con sus respectivas áreas.

Esta clasificación y consideraciones se hacen, debido a la deficiencia no homogénea de materia orgánica en los suelos mediterráneos y porque los usos del suelo pueden modificarse con el tiempo, no solo por cambios estructurales de sus características, también por aspectos políticos, sociales y económicos.

Tabla 7.5 Área del suelo con potencial para generar residuos orgánicos vegetales, inicialmente no receptoras de compost.

Uso del suelo	Extensión en ha.
Arbolado denso de coníferas	204
Arbolado denso de eucaliptos	196
Arbolado denso de otras frondosas y mezclas	404
Arbolado denso de quercíneas	694
Matorral con coníferas	770
Matorral con eucaliptos	18
Matorral con otras frondosas y mezclas	8.147
Matorral con quercíneas	6.067
Matorral denso	1.630
Matorral disperso	4.503
Mosaico de cultivos con vegetación natural	806
Pastizal con coníferas	27
Pastizal con eucaliptos	34
Pastizal con otras frondosas y mezclas	395
Pastizal con quercíneas	2.377
Pastizales	4.248
Total	30.520

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Vectorial Junta de Andalucía (2009).

Esta primera clasificación, aún siendo un buen supuesto para plantear la propuesta de planificación de la producción y empleo del compost, puede estar sujeta a modificaciones debido a que prevaleció, para la toma de decisiones, el criterio de un solo profesional, con aporte de algunas personas consultadas no comprometidas directamente con el estudio en cuestión; ya que para la ejecución de estudios de esta naturaleza se debe contar con el aporte de profesionales de diferentes disciplinas.

Al observar las áreas totales de los tres grupos ya definidos de usos del suelo, se afirma que el mayor porcentaje de la superficie de los suelos de la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000” se corresponde con áreas en las que existe la necesidad de reponer con mayor frecuencia la materia orgánica perdida, por la actividad que en ellas se desarrolla, con predominio de los suelos denominados “herbáceos en secano”.

7.3.2. Definición de usos prioritarios para el estudio

Una vez definidos los usos prioritarios, la propuesta para elaborar la Planificación Física de la Producción y Usos del Compost en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”, el siguiente paso consiste en determinar la manera cómo se hará la distribución del compost producido en la planta del complejo Medioambiental Campiña 2000, en los doce usos “prioritarios con potencial para producir materia orgánica vegetal y de recibir compost”.

En lo que respecta a la producción de compost se hizo mención en el capítulo 6, que éste se elabora en el Complejo Medioambiental “Campiña 2000” con residuos urbanos procesados en una sola planta.

La producción promedia anual es de 1.659 toneladas (Complejo Medioambiental “Campiña 2000, 2010) y se excluyó la existencia, al interior de la Mancomunidad Intermunicipal Campiña 2000, de otras plantas que produjeran compost a gran escala.

Del análisis de los datos de producción de los residuos que ingresaron en la planta, se dedujo que ésta ha variado poco en los últimos años, y como consecuencia, mientras no se presente una alteración significativa en el número de habitantes o en la composición o utilización de otros materiales orgánicos, la producción de compost también se estabilizaría.

Institucionalmente y a pequeña escala, en la Oficina Comarcal Agraria de Morón de la Frontera, se produce compost empleando residuos vegetales provenientes de la poda de árboles ornamentales, del mantenimiento de jardines y césped de parques y avenidas. Últimamente, se han incorporado a la

producción de compost restos de olivos y aumentado la cantidad total utilizada con el empleo de compost de residuos urbanos producido en la planta de compostaje del Complejo Medioambiental “Campiña 2000”. Este compost se utiliza en parques, jardinería y recuperación de taludes.

7.3.3. Porcentaje de cobertura

En programas de reciclaje es necesario establecer un porcentaje inicial de cobertura a obtener en un tiempo determinado, que prácticamente es el objetivo a alcanzar y sobre el cual se evalúan los resultados. En este estudio se asume el 20%, para una primera fase, especificada de cinco años, y alcanzar al final del segundo lustro, según las posibilidades, la cota del 50%. Lo anterior, eligiendo como criterio los porcentajes utilizados en trabajos de reciclaje realizados en los Estados Unidos, Sudamérica y especialmente por los resultados obtenidos recientemente en España, en la investigación ejecutada, conjuntamente, entre la UNIVERSIDAD DE OVIEDO Y EL INSTITUTO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL DE ASTURIAS (2009):“Aplicación del Compost obtenido a partir de la Recogida Selectiva de residuos Sólidos Orgánicos en Asturias”, en el que se concluyó que sólo el 21% de los agricultores encuestados estaría dispuesto a comprar y aplicar el compost en el suelo de sus cultivos. Por ser un dato que se considera de interés por la finalidad de la investigación, se consideró que asumir el 20%, como base de cálculo inicial para la aplicación de compost, sería un objetivo razonable.

7.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LOS RESIDUOS EN LA MANCOMUNIDAD.

En el diagrama del gráfico 7.1 se presenta de manera esquemática, el flujo que, idealmente, deberían seguir los residuos orgánicos que se producen en la Mancomunidad o en cualquiera otra para realizar una gestión integral, que concluiría en la zona en donde se generaron los residuos.

7.4.1 Explicación del diagrama.

En este diagrama que se inicia en el lugar en el que se originan los residuos, continúa con la recolección y clasificación de los mismos, el proceso de compostaje y concluye con los lugares de aprovechamiento y de utilización del compost, sin desconocer que existen otras etapas colaterales e igualmente los beneficios esperados de su aplicación.

En los cuadros de color azul se relacionan las diversas actividades en las que se pueden obtener residuos orgánicos, sin olvidar que a la planta de compostaje del complejo medioambiental solo ingresan residuos orgánicos urbanos.

Una vez se ha realizado la recolección de residuos urbanos y estimado la producción en las otras fuentes, éstos (y parte de los residuos vegetales o de lodos) se trasladarían a la planta de compostaje. En ella se y acondicionarían para el proceso, hasta obtener el compost.

La fracción restante de los residuos que no puedan ser fermentados en la planta se someterían a diferentes procesos para su aprovechamiento, bien *in situ* o concentrándolos en zonas aledañas al lugar de producción, hasta su posterior utilización.

El compost producido, según las normas , se comercializaría y distribuiría para diferentes usos: agrícola, de forestación y reforestación, de mejora de la producción de cultivos y de pastos, de jardinería, de recuperación de taludes y terrenos degradados; o bien como material de cobertura en vertederos y, en menor proporción, para la biorremediación de suelos contaminados, utilización

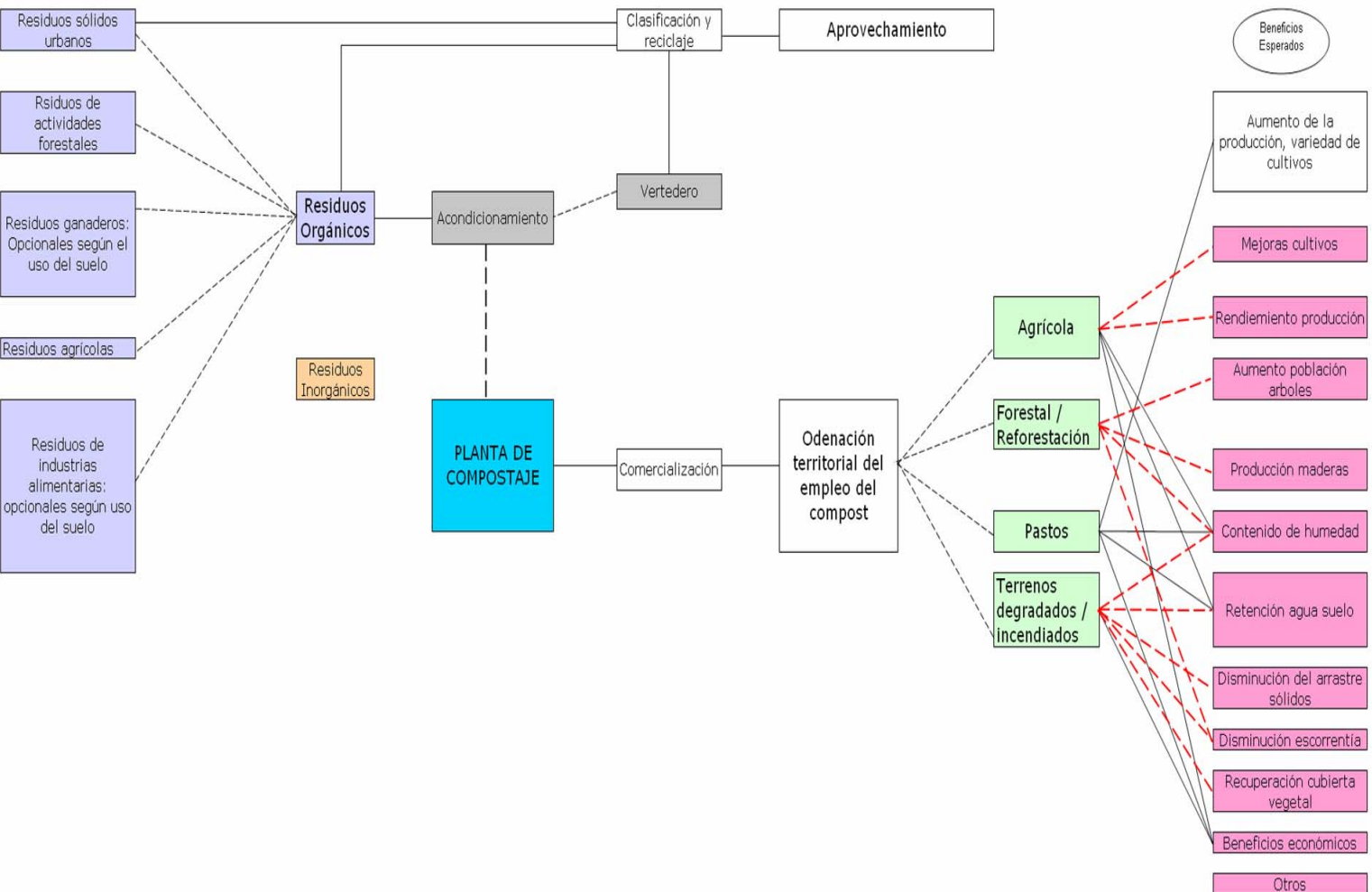


Gráfico 7.2. Propuesta de Flujo para la planificación y uso del compost.

Fuente: Elaboración propia.

más reciente en España. Todo ello acorde con una planificación previa de las necesidades.

De su empleo se esperaría obtener diversos beneficios:

- aumento de la población de árboles,
- incremento en el rendimiento de las cosechas,
- aumento de la retención de la humedad en el suelo,
- mejoras en la producción de maderas,
- disminución de la escorrentía de las aguas lluvias,
- desarrollo de la cubierta vegetal,
- disminución de la erosión,
- recuperación de suelos degradados,
- mejora de los ingresos económicos,
- otros.

Finalmente debería ser georreferenciado, evaluado, y divulgado.

7.5 ASPECTOS CONCEPTUALES DE LA PROPUESTA DE PLAN.

El modelo conceptual para la propuesta de la planificación física de la producción y empleo del compost en el territorio, se orienta a la identificación y selección de las actividades a ordenar y a la distribución espacial y temporal del compost, de manera coherente con el medio, es decir, que se proteja el uso del suelo, garantice el empleo racional de los recursos, la sostenibilidad y el equilibrio territorial (GÓMEZ OREA, 2000).

Para otros autores (TRUEBA y MARCO, 1985) el plan, en sí, es una secuencia de etapas a cumplir para lograr los objetivos trazados, enmarcados en una política determinada. En este caso particular las buenas prácticas agrícolas y ambientales, aplicadas a la producción y uso del compost y orientadas al Desarrollo Sostenible.

El plan debe responder, en la medida de lo posible, a la Declaración de Ordenación del Territorio promulgada en la CARTA EUROPEA, 1983, que textualmente se enuncia como: *“La expresión de la política económica, social, cultural y ecológica de toda sociedad... con multitud de objetivos ordenación y*

planificación”.... La planificación física de de actividades en el territorio tiene la particularidad de ser un instrumento científico, administrativo y técnico, abordable desde la interdisciplinariedad con el fin de alcanzar el desarrollo equilibrado de las regiones, buscando, entre otros, el cumplimiento de los siguientes objetivos:

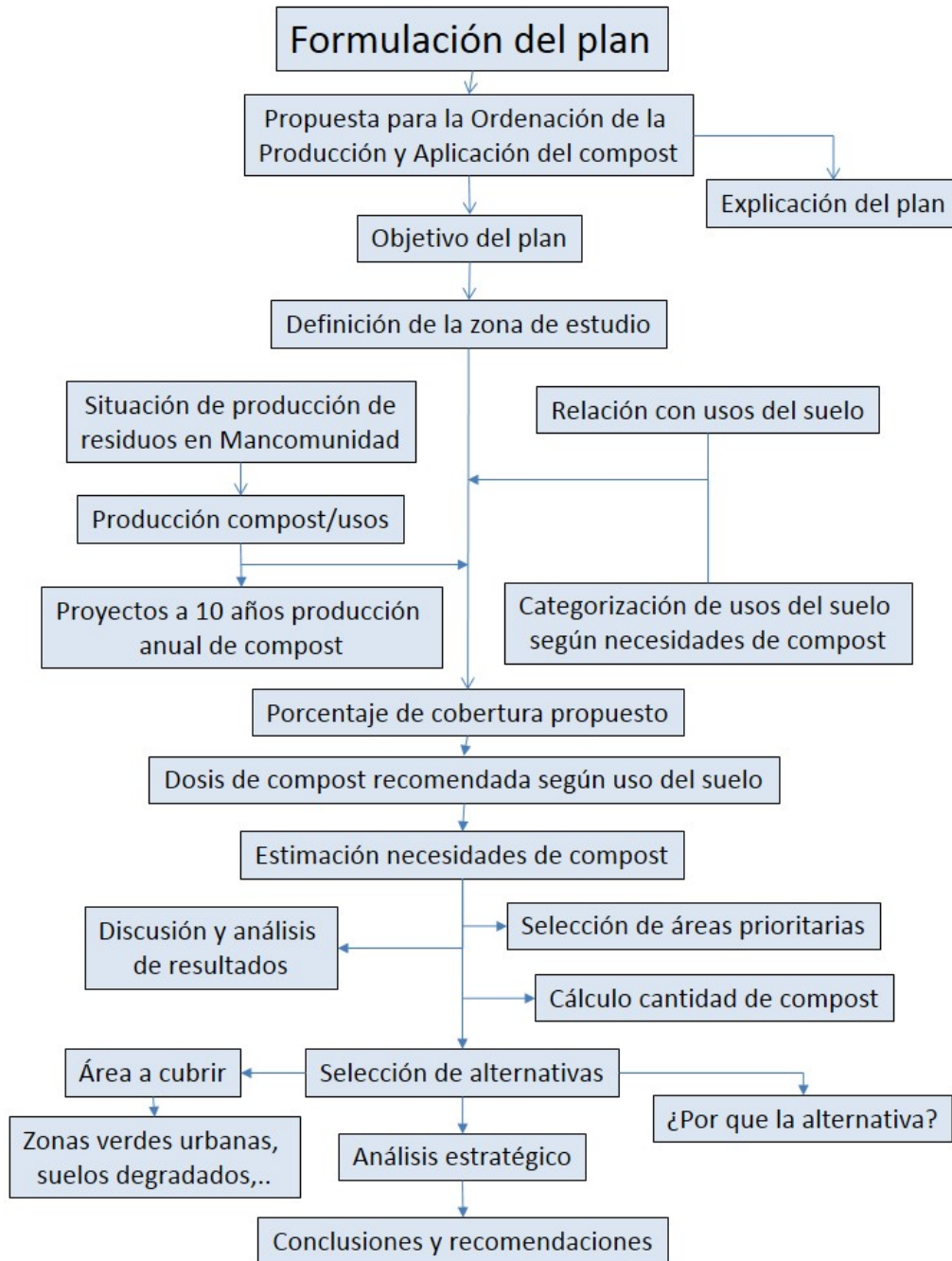
- La protección del medio ambiente, mediante la gestión responsable de los recursos naturales, acorde con su existencia y el respeto a las particularidades locales.
- El manejo racional y estable del territorio, definiendo usos admisibles para cada tipo de suelo y el establecimiento de mejoras que fomenten el beneficio comunitario.

7.6 FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y USO DEL COMPOST.

Teniendo como referencia la información consignada en el capítulo 6 y los argumentos presentados a lo largo del documento, se presenta un modelo de secuencia a seguir para la planificación física de la producción y empleo del compost en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”, que se concreta en las acciones descritas en el gráfico 7.3, que pueden agruparse en cuatro fases o grados diferentes de trabajo:

1. En una primera fase se definen los objetivos del plan y el área de estudio, se detallan los usos del suelo y se describe la situación actual de la gestión de los residuos orgánicos en la mancomunidad seleccionada.
2. En la segunda fase se realiza un bosquejo de la propuesta para la planificación física de la producción y empleo del compost en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”, como proceso no acabado, porque durante su ejecución se deben realizar ciertos ajustes, como consecuencia de cambios que surjan por: variación de la producción de residuos o de la calidad de los mismos, modificaciones o alteraciones en el proceso de producción de compost o por una transformación significativa en el uso del suelo, etc.
3. A continuación, en la tercera fase, se selecciona la alternativa más viable.
4. En la cuarta fase se realiza un análisis estratégico y se especifican los beneficios esperados.

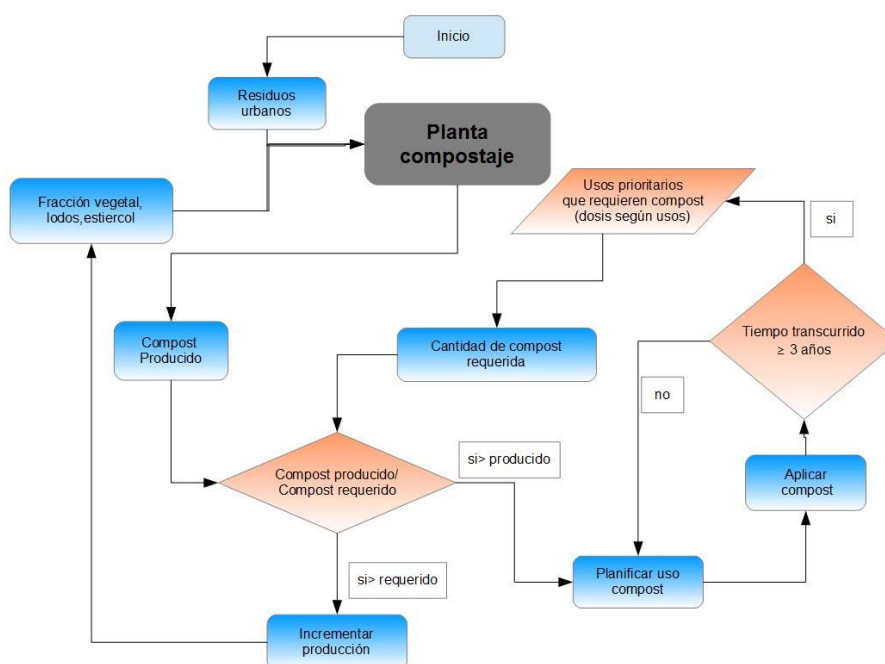
Gráfico 7.3: Orden sugerido para la formulación de la propuesta de planificación de la producción y uso del compost.



Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta un diagrama en el cual se muestra la secuencia lógica como debe leerse y comprenderse el plan propuesto, el cual debe contemplarse como una mirada hacia el futuro : “no se *planifica para el día de hoy sino a varios años plazo. Pero un territorio puede evolucionar en distintos sentidos a partir de su situación actual, lo que implica la necesidad de plantear diferentes escenarios futuros (MIDEPLAN, 1994)...*”

Gráfico 7.4 Propuesta de secuencia lógica para el proceso de ordenación de la producción y aplicación del compost en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 7.4 se presenta la secuencia lógica a la que debe dar contestación el plan que se proponga, para responder acertadamente a las diferentes situaciones que se presenten en su ejecución y obtener de esta manera resultados satisfactorios.

7.6.1. Explicación de la secuencia propuesta.

- **Residuos urbanos:** cantidad de residuos producidos por la población, no incluye fracción vegetal, recogidos en forma no selectiva.
- **Fracción vegetal, otros residuos orgánicos:** cantidad de residuos vegetales de diferentes actividades productivas del sector agrario o industrial que puedan ingresar en la planta, si en la composición del compost se emplea

este material. De utilizarse en la planta estos residuos, el compost producido sería el resultado de la mezcla con residuos urbanos en diferentes proporciones.

- **Producción de compost:** diferentes procesos de fermentación a los que se someten en la planta los residuos orgánicos, hasta obtener el producto final.

- **Cantidad de compost producida:** cantidad de compost con la que se cuenta. Inicialmente es el producto final del proceso de transformación de los residuos orgánicos urbanos que ingresan en la planta de compostaje.

- **Usos del suelo que requieren compost:** los definidos en la tabla 7.2, como usos prioritarios con capacidad de generar materia orgánica vegetal y de recibir compost.

- **Cantidad de compost requerida:** Se obtiene al multiplicar el área de cada uso prioritario por la dosis recomendada a aplicar, según dosis recomendadas en manuales de buenas prácticas agrícolas.

- **Toma de decisión:** cantidad de compost producida –vs- la cantidad requerida. Se pueden dar dos posibilidades:

- que la producción de compost producida sea mayor o igual a la cantidad de compost demandada. Ante esta posibilidad se procedería a planificar la aplicación, según criterios establecidos: orden del pedido, urgencia de su uso, entre otros, en las áreas de los usos prioritarios relacionados en la tabla 7.2. En caso de producirse excedentes, se debería proceder a aumentar el porcentaje de área a cubrir, mejorar los canales de comercialización para incrementar las ventas y, en un último caso, reducir el ingreso materia orgánica a la planta.

- Si la cantidad de compost producida es menor que la cantidad de compost requerida, se podrían tomar dos decisiones: disminuir el porcentaje de área a cubrir con compost o, tratar de incrementar la producción empleando residuos vegetales u otros residuos orgánicos procedentes de actividades industriales, de depuradoras o estiércol animal. En última instancia, por decisión administrativa, obtener este producto de otras mancomunidades, preferiblemente las colindantes, que presenten excedentes.

- **Nueva toma de decisión:** se asumió como frecuencia para aplicar de nuevo el compost en el mismo terreno, un período de tres años. En caso de que el tiempo transcurrido, después de la última aplicación, fuese menor de tres años, en estas áreas no se aplicaría compost. Si el tiempo transcurrido desde la última aplicación fuese mayor o igual de tres años, en determinados predios, se anotarían en el registro de los usos que requieren compost para someterse a la programación establecida.

- **El ciclo se cierra y se reinicia nuevamente**, verificando en qué terrenos se necesitaría aplicar compost, conectando de nuevo con el inicio de la producción.

7.7 SÍNTESIS DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA MANCOMUNIDAD INTERMUNICIPAL “CAMPIÑA 2000” Y OBJETIVO.

En el capítulo 6 se presentó la relación de los residuos producidos que ingresan al Complejo Medioambiental “Campiña 2000”; de la totalidad de materia orgánica que podía separarse de ellos, como también de la cantidad de compost que se producía y el rendimiento obtenido.

Se determinó, asimismo, que los residuos orgánicos urbanos, se recogían sin selección alguna, se depositaban en la planta de clasificación y posteriormente, una vez separados, la materia orgánica se sometía al proceso de compostaje.

Se hizo mención a que en todo el territorio de la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000” no existía información respecto a la producción y aprovechamiento a gran escala de otros residuos orgánicos no urbanos. Dadas las actividades que se desarrollan en los suelos de la Mancomunidad, cabe esperar que estos residuos se generen en gran cantidad, especialmente, en labores agrícolas y en los terrenos de arboledas y pastizales. En algunas fincas o cultivos, estos residuos son incinerados una vez terminadas las cosechas.

Se hizo referencia a que en el período (2004 – 2009) la producción de residuos en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000” presentó fluctuaciones positivas y negativas, hasta mostrar una tendencia hacia la estabilización en los dos últimos años (2010- 2011) sin que los cambios hubiesen sido muy significativos tanto en lo que se refiere al volumen como a la composición. Con estas consideraciones se formula el objetivo del plan.

El principal objetivo del plan es desarrollar la propuesta metodológica de un modelo alternativo para la gestión territorial de los residuos orgánicos producidos en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”.

7.7.1 Proyección de la cantidad de compost producida en un período de diez años.

Para llevar a cabo lo anterior, necesariamente, se requiere de una visión futura prevista del territorio, del conocimiento de las actividades que se desarrollen en éste y de la disponibilidad de herramientas e instrumentos que sean capaces de orientar su desarrollo hacia el objetivo esperado.

La cantidad de compost producida en el 2010, se tomó como base de cálculo para proyectar la producción de compost en el escenario temporal de diez años, es decir (2011 – 2021), período que se estima conveniente para fortalecer las diferentes acciones para la puesta en marcha del plan que se proponga, consolidar las acciones provenientes de las actividades anteriores y organizar los componentes del territorio en un nuevo y determinado orden.

Como criterio de crecimiento de la producción de residuos, y a la vez de compost, se asumió un aumento lineal anual de 0,5% a partir del 2011, valor utilizado en el estudio “Estrategias de Residuos de la Comunidad de Madrid (2006 -2016)”, en el apartado que no incluye la capital. Este valor está más acorde con la tendencia actual de crecimiento de la producción de residuos en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”, el cual dista mucho de la tendencia para Andalucía, según el estudio del *Análisis Prospectivo de la Producción de Residuos Andalucía 2020*, realizado por el Centro de Estudios Andaluces en el año 2007, en el que se estima un crecimiento anual del 5,8%.

Antes que considerarse como datos estadísticos que reflejen la tendencia del comportamiento de la producción de residuos orgánicos, la información que se relaciona en la tabla 7.6, se debe considerar como el escenario futuro con el que se debe hacer frente a la planificación física de la producción y empleo del compost en la mancomunidad.

Tabla 7.6 Proyección de la producción de Compost en la mancomunidad.

Año del Plan	Producción Tm	F. Proyección 0,5%	Cantidad Proyectada
2010	1.659,00	0,005	1.677,30
2011	1.677,30	0,005	1.685,69
2012	1.685,69	0,005	1.694,12
2013	1.694,12	0,005	1.702,59
2014	1.702,59	0,005	1.711,10
2015	1.711,10	0,005	1.719,66
2016	1.719,66	0,005	1.728,26
2017	1.728,26	0,005	1.736,90
2018	1.736,90	0,005	1.745,58
2019	1.745,48	0,005	1.754,31
2020	1.754,31	0,005	1.763,08

Fuente: Elaboración propia.

De la información de la tabla 7.6, se desprende que en el último año del período propuesto para el Plan, en la Mancomunidad “Campiña 2000”, se producirían, alrededor de, 1.763 toneladas de compost, siendo el promedio 1.724 toneladas, durante este período.

Considerando solo los residuos orgánicos urbanos que ingresan en la planta, la cantidad de compost podría verse aumentada, aunque no de manera muy significativa, si se estableciera en todos los municipios de la Mancomunidad Intermunicipal Campiña 2000” la recolección selectiva, ya que con el sistema de recolección actual, parte de los residuos orgánicos, al encontrarse mezclados con otra clase de residuos no útiles para el compostaje, se descartan y terminan en el vertedero, perdiéndose así una fracción de la materia orgánica compostable.

En cuanto al rendimiento de transformación de la materia orgánica en compost, el mejoramiento de las condiciones de producción en la planta del Complejo Medioambiental “Campiña 2000” podría incidir, aunque no de manera muy significativa, al menos a corto plazo, porque la administración manifestó que las futuras reformas estarían más encaminadas al mantenimiento de los equipos que a la transformación del proceso, a no ser que la demanda del compost así lo exigiera.

En caso de requerirse urgentemente el incremento de la producción de compost, ésta sólo podría alcanzarse mediante la prolongación del número de horas de trabajo en la planta y hacer acopio de los residuos requeridos. Actualmente, cuando se trabaja a capacidad plena, no se superan las 8 horas/día.

De igual manera la producción de compost se podría incrementar si se mezclaran los residuos orgánicos con fracción vegetal en la proporción recomendada, la de mayor uso es 3:1, (residuos urbanos: residuos vegetales). Debido a que en las instalaciones actuales no se dispone de espacio suficiente para el almacenamiento y acondicionamiento de éste material y no está preparada para realizar este tipo de labores, en el corto plazo no sería posible poner en funcionamiento esta alternativa.

7.8 ÁREA INICIAL DE COBERTURA.

En el apartado 7.3.3 se propuso como porcentaje de cobertura inicial de suelos a cubrir con compost, el 20% de los denominados “Usos prioritarios con potencial para producir materia orgánica vegetal y de recibir compost”: siendo el área total de estos usos 157.431 hectáreas: el 20%, equivaldría a $157.431 * 0,20 = 31.486,2$ hectáreas.

7.8.1 Dosis de compost a aplicar por hectárea.

El compost se puede aplicar solo o con fertilizantes minerales, dependiendo del tipo de suelo. En suelos pobres se recomienda aplicar primero fertilizantes, porque la fertilización con compost se prolongaría por muchos años.

Con los datos obtenidos al revisar diferentes documentos técnicos: Ambientum (2013); Edifesa (2009)... se elaboró, como referencia, la tabla 7.7, en la que se relacionan las dosis de compost a aplicar, de acuerdo con el uso del suelo y tipos de cultivos. Los datos reflejados en esta tabla sirvieron de referencia para estimar la cantidad de compost que debería producirse en la planta para recubrir, uniformemente, de manera “hipotética”, toda la superficie correspondiente al 20% de los suelos de los usos prioritarios con potencial para producir materia orgánica vegetal y de recibir compost.

De la información que se presenta en la tabla 7.7 se infiere que para determinar la dosis de compost a utilizar, no solo se deben considerar las características del suelo y de los cultivos, también otros aspectos como la granulometría del compost y la frecuencia de aplicación.

Tabla 7.7 Dosis de compost recomendada a aplicar según cultivos.

Tipo de Cultivo	Dosis de compost tm/ha	Dosis máxima tm/ha	Granulometría	Frecuencia de aplicación.
Vid	20-40 - 50 - 100	50-100, 80-140	Gruesa	cada dos o tres años
Arroz	15-50	100	Gruesa fina	
Frutales	100-200		Fina	Dos a tres años
Forrajes- praderas	25-40		Fina	Dos a tres años
Hortofrutícolas-campo	50-100 **		Fina	Dos a tres años
Hortofrutícola de invernadero	10 -15			Dos a tres
Cultivos de invernadero	10-15 **		Fina	Dos a cuatro años
Plantas ornamentales	100-250		Fina	Dos a cuatro años
Viveros	20-35% vol. sustrato		Fina	
Jardines	20 -40	100-300 al plantar		Cada dos años
Cereales	4-5			Anual
Maíz	6-10			Anual
Olivar	4-10			Cada tres años
Remolacha	8			Anual
Fresón	6			Anual
Algodón	10**			anual
Cultivos frutales	100-200*			Cada dos - tres años
Cítricos	20-30**			Cada tres años
Almendros	15-45			Cada tres años
Flor cortada	5-15% del total			

Fuente.- <http://edifesa.galeon.com/COMPOST.htm> y otros.

De la misma tabla se extrae que los cultivos que demandan mayor cantidad de compost por hectárea, son los correspondientes plantas ornamentales y frutales, mientras que los cereales demandan una menor cantidad. Esta información cambia de una fuente de información a otra, razón por la cual los datos pueden diferir de un trabajo a otro.

En la Tabla 7.8 se relacionan el área de cada uno de los usos prioritarios del suelo y la dosis recomendada, con el fin de estimar la cantidad de compost necesaria para dar cobertura al 20% de la superficie.

Tabla 7.8 Necesidades de compost para cubrir una extensión del 20% del suelo de los usos prioritarios del suelo con potencial para generar materia vegetal y de recibir compost.

Usos	Hectárea	%	20% usos	Compost/Ha	Total compost (Tn)
Otros leñosos en secano	3	0,0016	0,50	35	17,65
Mosaico de cultivos en regadío	3	0,0019	0,59	30,62	17,94
Leñosos en regadío	27	0,02	5,35	150	803,24
Invernaderos y cultivos bajo plástico	45	0,03	9,00	12,5	112,55
Viñedos	63	0,04	12,61	30	378,21
Minas, vertederos y áreas en construcción	453	0,29	90,60	150	13.590,21
Superficies en regadío no regadas	774	0,49	154,80	50	7.739,81
Otros espacios con vegetación escasa	870	0,55	174,03	35	6.091,01
Mosaico de cultivos herbáceos y leñosos	2.008	1,28	401,59	30,62	12.296,56
Herbáceos en regadío	4.615	2,93	923,08	35	32.307,95
Olivares	46.482	29,53	9.296,39	7	65.074,72
Herbáceos en secano	102.088	64,85	20.417,61	32,5	663.572,42
Total	157.431	100	31.486,15		802.002,27

Fuente: elaboración propia.

Algunas dosis utilizadas para estimar la cantidad de compost requerida, no coinciden con los datos de la tabla 7.7, bien porque son el resultado promedio de cantidades recomendadas en varias tablas o porque se tomaron como referencia valores de otros documentos que se consideraron más indicados para el cultivo del uso en cuestión.

Al observar los resultados de la tabla, se concluye que en total se requerirían, cerca de, 802.002 toneladas de compost para cubrir el 20% de la superficie de los usos del suelo con potencial para generar materia orgánica vegetal y recibir compost. A mayor extensión de terreno le corresponde una cantidad de compost superior, de igual manera a una mayor dosis de compost le corresponde un consumo mayor. En general, la cantidad de compost a distribuir en cada uso está en función de su extensión y de la dosis a aplicar.

7.8.2 Frecuencia de aplicación de compost.

La incorporación de materia orgánica a los suelos, especialmente en los suelos mediterráneos que se cultivan, debe realizarse con determinada frecuencia a través del tiempo, dado que las pérdidas de materia orgánica son permanentes y el proceso de mineralización de esta enmienda persiste durante dos y tres años. Por la lentitud de este proceso, para prevenir la acumulación de nutrientes que no beneficia a los suelos, se estableció en tres años la frecuencia para aplicar el compost en el mismo suelo y, mantener así unos niveles de materia orgánica que garanticen el rendimiento esperado (EDIFESA, 2009).

Con esta frecuencia de aplicación y con el valor de la producción promedio de compost, en el Complejo Medioambiental “Campiña 2000”, 1.724 toneladas, se espera que en tres años se elaboren: $1.724 * 3 = 5.172$ toneladas y 5.057 toneladas en los tres primeros años.

7.8.3 Análisis comparativo de los resultados de la tabla.

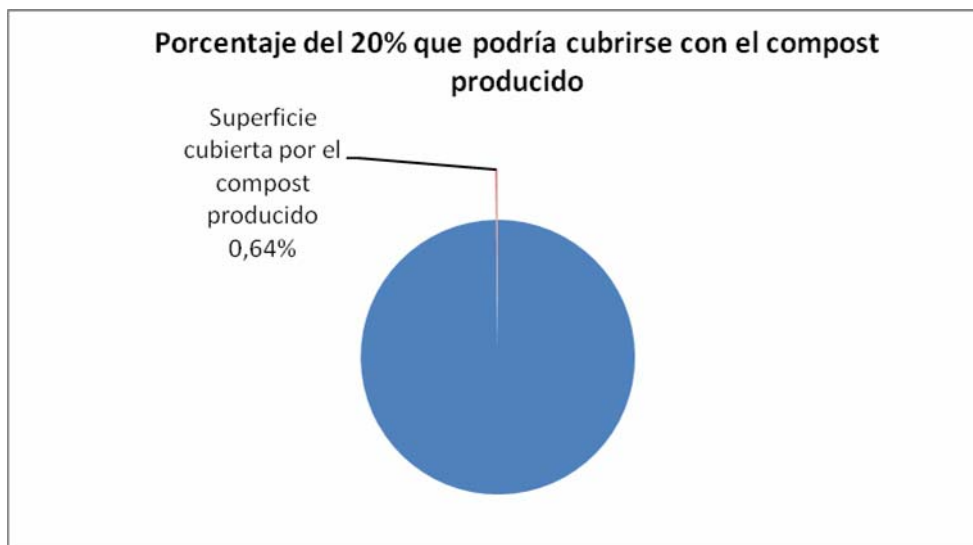
Del análisis de los datos de la tabla se infiere que, para cubrir con compost el 20% del total de la superficie de los suelos denominados prioritarios con potencial para producir materia orgánica y de recibir compost, sería indispensable producir en tres años, al menos, 802.002 toneladas. De éstas, 663.572,42 toneladas (82,7%), deberían destinarse a los cultivos del uso del suelo denominado herbáceos en secano, el de mayor extensión.

Los suelos destinados a minas vertederos y áreas en construcción, presentan un consumo apreciable, aunque su extensión no supera las 50 hectáreas. Ello, por ser uno de los usos a los que debe aplicársele la mayor

dosis, 150tm/ha, cinco veces superior a la correspondiente a los cultivos herbáceos en secano.

Con la capacidad actual de producción de compost en la planta, del Complejo Medioambiental “Campiña 2000”, solo podría satisfacerse el 0,64%de necesidades de este material que se precisa para cubrir el 20% de toda la superficie, una cantidad muy insignificante.

Gráfico 7.5 Porcentaje del 20% de la superficie que podría cubrirse con el compost producido.



Fuente: elaboración propia

En el gráfico 7.5 puede apreciarse el impacto visual resultante al comparar, la cantidad de compost requerido para cubrir la totalidad del 20% de la superficie de los suelos denominados “con potencial para producir materia orgánica y de recibir compost” y la cantidad de compost que podría producirse en la planta en tres años. Esta cifra, si se interpreta solo como un número, y no integralmente, podría ser un argumento para suponer que el uso del compost no reviste mucho interés, por los pocos beneficios que podrían esperarse de su producción y uso.

7.8.4 Estrategias para la aplicación del compost.

Es innegable que pueden existir muchas posibilidades y propuestas para tratar de definir qué hacer con el compost producido y para la obtención de los mejores rendimientos. El primer paso debe darse entre la empresa que produce y comercializa el compost y la administración de la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”, con la intención de establecer qué sectores de

los usos prioritarios serían los más indicados para iniciar su utilización. Por otra parte concretar de qué manera se llevaría a cabo la distribución del material elaborado, archivos de información de producción, de ventas, de usuarios, de destino, etc.

Antes de hacerse operativo el plan, debe puntualizarse el fin o los fines que se persiguen con el empleo a gran escala del compost. Tres podrían ser los fines a los que podría destinarse el compost una vez se haya dado cumplimiento, durante su producción y aprovechamiento, a lo establecido en la legislación ambiental y las recomendaciones de las buenas prácticas agrícolas y ambientales y que la finalidad de su uso se encauce hacia el desarrollo sostenible.

- **Fin económico.** Con este fin se procuraría que el proyecto fuera auto sostenible, y se encausaría hacia la búsqueda de rentabilidad y el beneficio ambiental en todos los niveles. Dada esta coyuntura se debería contar con un producto de muy buena calidad, es decir un compost multiuso. Ante esta situación el compost debería ser vendido entre los propietarios de los usos del suelo que se definieron como prioritarios. Correspondería a la administración, dada la escasez del producto, establecer estrategias de ventas y usos al interior de la mancomunidad para proceder a la distribución del producto.

- **Fin meramente ambiental.** En este caso el compost se utilizaría en aquellas zonas en las que el aspecto económico no es de vital importancia, pero si el beneficio medioambiental, es decir a satisfacer necesidades de zonas verdes y terrenos degradados.

- **Fin mixto.** Con esta finalidad, una parte del producto debería destinarse a fines ambientales y la otra a fines económicos, en proporciones que se definirían, según criterios de la administración. Sería menester, por lo tanto, establecer porcentajes de producción de compost de los tipos requeridos, según requerimientos de calidad.

Estrategias posibles para la distribución del compost con fines económicos.

1. Delimitar dentro de los usos prioritarios, áreas preferentes de atención.

2. Darle salida y empleo al compost en orden de solicitud del pedido. En este caso la utilización estaría atomizada en toda la mancomunidad.

3. Establecer prioridades de empleo del compost bien por extensión del terreno o por cantidad requerida.

4. Comercializar el compost atendiendo principalmente los usos de menor extensión, hasta agotar la producción.

Estrategias posibles para la distribución del compost con finalidad mixta

Asignar en partes iguales la producción de compost para fines ambientales y económicos. De la parte correspondiente a fines ambientales, destinar, según planificación, una cantidad para suplir las necesidades de las zonas verdes y la otra a los suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción. La parte correspondiente a fines económicos se comercializaría entre los usuarios de los usos definidos como prioritarios, según las estrategias arriba descritas.

Estrategias posibles para la distribución del compost con finalidad ambiental.

En este caso se podría destinar en partes iguales la producción de compost y repartirse, una parte para ser empleada en zonas verdes y la otra en los suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción. Otra posibilidad podría ser, la de asignar prioritariamente el compost requerido en las zonas verdes y el restante destinarlo a los suelos correspondientes a minas, vertederos y áreas en construcción o viceversa.

7.9 ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS.

7.9.1 Estrategia con objetivo mixto.

A manera de ilustración, dada la finalidad del trabajo, se plantea una propuesta, de las muchas posibles, desde el punto de vista económico ambiental. Haciendo de nuevo énfasis en que el compost producido en la planta del Complejo Medioambiental “Campiña 2000”, no cumple con el principal requisito que lo haga apto para el uso agrícola.

La alternativa consiste en especificar en qué usos, empezando por los de menor superficie, podría agotarse, al cabo de tres años, la cantidad de compost producida en la planta del Complejo Medioambiental Campiña 2000.

Se podría ejecutar de siguiente la manera: se comenzaría aplicando el compost en el uso de menor extensión, satisfaciendo las necesidades del primero, el segundo... y así sucesivamente hasta agotar el material. Otra posibilidad consiste en distribuir la cantidad de compost proporcionalmente a la superficie de cada municipio y realizar, luego, en cada uno de ellos la aplicación de acuerdo al criterio antes descrito. En el cuarto año se iniciaría de

nuevo el ciclo ya que la frecuencia de aplicación escogida es de tres años. Ante un aumento inusitado de la producción, poco probable en esta mancomunidad, se trasladaría la aplicación a la superficie del uso siguiente atendiendo su extensión.

En cifras se vería de la siguiente manera: en los tres primeros años del plan se producirían 5.057 toneladas de compost. Con esta cantidad se podría satisfacer en su totalidad la demanda del compost requerido para cubrir el 20% de las superficies de los suelos de menor extensión, correspondiente a los usos de la tabla 7.9.

De la información de la tabla 7.9 se desprende que con la producción del primer año, 1.677 toneladas se podría satisfacer el 100%, (1.677/1.368), de las necesidades del compost requerido para cubrir el 20% de la superficie de los usos del suelo relacionados en la tabla, exceptuando los destinados a minas, vertederos y áreas en construcción y presentándose un sobrante de 309 toneladas.

Con la producción de compost de los dos años siguientes, más el sobrante del primer año, antes de empezar el nuevo ciclo de tres años, se contaría, aproximadamente, con el 27% del compost necesario para revestir el 20% de los suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción. Puede apreciarse que aunque la superficie cubierta de este uso del suelo es poca, (24,46 hectáreas), en ella se agotaría el 73% de compost disponible, debido a que la dosis requerida por hectárea es considerable.

Tabla 7.9. Selección de los usos prioritarios del suelo, de menor superficie, cuyo 20% podría ser cubierto con el compost producido en la Planta del Complejo Medioambiental "Campiña 2000".

Usos	ha	%	20% usos	Compost/ha	Total compost (tn)
Otros leñosos en seco	3	0,0016	0,50	35	17,65
Mosaico de cultivos en regadío	3	0,0019	0,59	30,62	17,94
Leñosos en regadío	27	0,02	5,35	150,00	803,24
Invernaderos y cultivos bajo plástico	45	0,03	9,00	12,50	112,55
Viñedos	63	0,04	12,61	30	378,21
Minas, vertederos y áreas en construcción	453	0,29	90,60	150	27%

Fuente: elaboración propia.

Total de hectáreas a cubrir: $0,5 + 0,59 + 5,35 + 9,0 + 12,61 + 24,46 = 52,66$ hectáreas.

De acuerdo con los resultados se puede hacer la siguiente reflexión:

- El 100% de los suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción ocupan una extensión de 453 hectáreas.
- Para cubrir con compost, la totalidad del 20% de esta superficie, 90,6 hectáreas, con los datos de producción y aplicación del compost ya mencionados, se requeriría utilizar toda la producción de, aproximadamente, 8 años y la de cerca de 40 años para cubrir el total de esta superficie, sin renovar la aplicación.
- De ello puede desprenderse que, si el compost se destinara en su totalidad para satisfacer la pérdida de materia orgánica ocasionada por estas actividades, nunca se dispondría del 100% necesario, si se conservaran las tasas de producción, dosificación y frecuencia de aplicación actuales.

En síntesis, mediante el aprovechamiento de los residuos urbanos utilizando la técnica del compostaje, no sería posible reponer toda la materia orgánica perdida por el suelo, debido a acciones antrópicas y naturales en el área de estudio.

Se está utilizando, para producir compost, toda la materia orgánica de los residuos urbanos, así el objetivo establecido en la Ley Española de Residuos, para el 2015, aprovechamiento de residuos orgánicos con destino a vertederos, se superaría con creces.

Pero trasladar este mismo objetivo a cobertura del suelo con compost sería imposible, al menos en la Mancomunidad Campiña 2000 con las condiciones de producción de residuos y rendimiento de la producción de compost actuales. Debe considerarse que la producción actual solo satisfaría el 0,64% de las necesidades correspondientes al 20% de la superficie de los usos prioritarios y que no existe posibilidad de aumentar ostensiblemente la producción de compost al interior del área de estudio.

A manera de ilustración y con el propósito de ahondar más, sobre la importancia de la planificación de la producción y empleo del compost, se estimará la cantidad de compost que se requeriría para alcanzar una cobertura del 50%, considerando solo los usos prioritarios. Ver tabla 7.10.

Cincuenta por ciento (50%) de la superficie de los suelos de los usos prioritarios con potencial de producir materia vegetal y de recibir compost: $57.431 * 0,5 = 28.715,5$ hectáreas. La cantidad de compost requerida para alcanzar la cobertura total del 50% de los suelos de los usos prioritarios, sería de 2.006.184,05 de toneladas. La producción promedio de los tres primeros

años en la planta del Complejo Medioambiental “Campiña 2000” con los datos actuales, sería de 5.057 toneladas, equivalentes al 0,25% del compost necesario.

Con esta estrategia, se beneficiarían solo seis de los usos definidos como prioritarios. En cinco de ellos, los de menor extensión, que demandan 1.368 toneladas, se obtendría provecho económico directo por el uso del compost. En cuanto minas vertederos y áreas en construcción, en los que se utilizan 3.689 toneladas, se podrían obtener los dos beneficios, ambiental y económico, dependiendo de la titularidad de los terrenos.

Tabla 7.10 Necesidades de compost para cubrir una extensión del 50% de los usos prioritarios del suelo con potencial de producir, materia vegetal y de recibir de compost.

Uso del suelo	Extensión. hectárea	50% de superficie hectárea	Compost requerido/ hectárea	Total compost C3*c4
Otros leñosos en secano	2,52	1,26	35,00	44,10
Mosaico de cultivos en regadío	2,93	1,47	30,62	44,86
Leñosos en regadío	26,78	13,39	150,00	2008,50
Invernaderos y cultivos bajo plástico	45,02	22,51	12,50	281,38
Viñedos	63,04	31,52	30,00	954,60
Minas, vertederos y áreas en construcción	453,01	226,51	150,00	33.975,75
Superficies en regadío no regadas	774,00	387,00	50,00	19.350,00
Otros espacios con vegetación escasa	869,30	434,50	35,00	15.207,50
Mosaico de cultivos herbáceos y leñosos	2.005,86	1.002,93	30,62	30.709,72
Herbáceos en regadío	4.612,07	2.306,04	35,00	80.711,23
Olivares	46.454,99	23.227,50	7,00	162.592,47
Herbáceos en secano	102.172,55	51.086,28	32,50	1.660.303,94
Total	157.482,07			2.006.184,05

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando el mismo criterio de decisión utilizado en el ejercicio anterior, en la propuesta de cobertura del 20%, para disponer el compost sobre el terreno, se observa que con la cantidad de compost que se dispondría en la planta en los tres primeros años, se podría revestir el 100% del 50% de los cinco usos de menor extensión, de los usos denominados “prioritarios con potencial para producir residuos vegetales y de recibir compost”, y el 5.1% del 50% de la superficie de los usos del suelo destinados a minas vertederos y áreas en construcción.

Tabla 7.11. Selección de los usos prioritarios del suelo, de menor superficie, cuyo 50% podría ser recubierto con el compost producido en la Planta del Complejo Medioambiental "Campiña 2000".

Uso del suelo	Extensión. hectárea	50% de superficie hectárea	Compost requerido/ hectárea	Total compost C3*c4
Otros leñosos en secano	2,52	1,26	35,00	44,10
Mosaico de cultivos en regadío	2,93	1,47	30,62	44,86
Leñosos en regadío	26,78	13,39	150,00	2008,50
Invernaderos y cultivos bajo plástico	45,02	22,51	12,50	281,38
Viñedos	63,04	31,52	30,00	954,60
Minas, vertederos y áreas en construcción	453,01	226,51	150,00	5.1%

Fuente: elaboración propia.

Es decir que, al aumentar el porcentaje de cobertura al 50%, con el compost disponible se cubrirían las necesidades de los cinco usos de menor extensión, igual que cuando el objetivo era cubrir el 20%. La diferencia estriba en que se requiere más tiempo para alcanzar la cobertura total y mayor cantidad de compost, como era de esperar.

Por éste motivo el porcentaje de cobertura en los suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción disminuye del 27% al 5.1%, ya que se reduce la cantidad de compost destinado para este propósito. En este caso se vería desfavorecido el uso ambiental del compost, pero aún así continúa utilizándose mayor cantidad con este propósito. Pero por otro lado aumenta la superficie cubierta, que se explica por haber utilizado mayor cantidad de compost en satisfacer las necesidades de superficies que demandan una menor dosis.

Total superficie a cubrir: $1,26 + 1,47 + 13,39 + 22,51 + 31,52 + 11,55 = 82,21$ hectáreas.

Se induce de esta información que, al producir compost con los residuos orgánicos urbanos generados en la misma Mancomunidad, sin la posibilidad de aumentar su producción, la cobertura siempre sería la misma, si la aplicación se realiza sobre las mismas superficies, sino se modifican las dosis, ni los porcentajes de cobertura.

Es posible realizar ajustes encauzados a modificar los beneficios de la aplicación del compost, una posibilidad podría ser variar los porcentajes de cobertura de un uso a otro, ya que no deben ser, necesariamente, iguales para todos los usos. Si se desea una superficie mayor cubierta, el compost se podría utilizar en los usos que demanden una dosis menor. Todo ello debe de ser evaluado y decidido a priori, ya que la decisión que se tome debe mantenerse

a largo plazo, mientras no se demuestre lo contrario, en los mismos terrenos para que el contenido requerido de materia orgánica, permanezca constante, dentro del porcentaje requerido por el suelo.

Este ejemplo muestra que, en estas condiciones, para cubrir una superficie de mayor extensión se debería aumentar la frecuencia de aplicación del compost, disminuir la dosis por hectárea, circunstancias que serían contrarias a las políticas de las buenas prácticas agrícolas y ambientales. Ante esta dicotomía: resultados óptimos, vs, cobertura, deberían primar los resultados óptimos que se logran en la medida que se tenga una muy buena información de las necesidades del suelo, de la disponibilidad de materia orgánica, de la continuidad de su aplicación, de los resultados de su empleo y se disponga de los medios para realizar una evaluación permanente de resultados.

Dadas las pocas posibilidades que se tienen en la Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000" para establecer la recolección selectiva en el corto tiempo y aumentar la producción de compost en el momento actual, el material que se produzca debería destinarse a fines ambientales: mejorar el contenido de materia orgánica en parques, avenidas, taludes y áreas prioritarias de las destinadas a minas, vertederos y áreas en construcción, es decir la alternativa con fin 100% ambiental.

Alternativa mixta. Reparto proporcional.

En esta alternativa se aplican los mismos criterios que en las anteriores, con la salvedad que la distribución del compost se haría proporcionalmente a la superficie, es decir que en cada suelo se depositaría la cantidad de compost que le correspondería según su extensión. A mayor extensión mayor cantidad de compost.

Si la producción media trianual de compost, 5.172 toneladas, se distribuyera proporcionalmente a la superficie de cada uso, como se muestra en la tabla 7,12, los resultados serían diferentes a los obtenidos en alternativas anteriores, en las que fueron prioritarios los usos de menor extensión.

De los resultados de la a tabla 7.12 se observa que a los suelos destinados a cultivos leñosos en regadío y a minas, vertederos y áreas en construcción, usos de poca extensión, les corresponden dosis muy superiores, 150 toneladas/hectárea.

Tabla 7.12. Distribución proporcional del compost, según la extensión de los usos del suelo.

Usos	B ha	C 20% usos (ha)	D Compost/ ha	E C/total 20%	F E*Prod media compost	G F/D ha	m2
Otros leñosos en secano	3	0,50	35	0,00002	0,083	0,00	23,67
Mosaico de cultivos en regadío	3	0,59	30,62	0,00002	0,096	0,00	31,43
Leñosos en regadío	27	5,35	150	0,00017	0,880	0,01	58,64
Invernaderos y cultivos bajo plástico	45	9,00	12,5	0,00029	1,479	0,12	1183,23
Viñedos	63	12,61	30	0,00040	2,071	0,07	690,28
Minas, vertederos y áreas en construcción	453	90,60	150	0,00288	14,882	0,10	992,16
Superficies en regadío no regadas	774	154,80	50	0,00492	25,427	0,51	5085,44
Otros espacios con vegetación escasa	870	174,03	35	0,00553	28,586	0,82	8167,55
Mosaico de cultivos herbáceos y leñosos	2.008	401,59	30,62	0,01275	65,966	2,15	21543,30
Herbáceos en regadío	4.615	923,08	35	0,02932	151,628	4,33	43322,38
Olivares	46.482	9.296,39	7	0,29525	1.527,050	218,15	2181499,49

Fuente: elaboración propia.

Esta situación hace que la cantidad de compost que le corresponda a estos usos sea mayor, pero que al aplicarlo sucede el proceso inverso, menor superficie cubierta. Si esta dosis se compara con la dosis asignada a olivares, se advierte que es cerca de 20 veces superior y de igual manera casi cinco veces superior a la correspondiente a cultivos leñosos en secano. Estas reflexiones muestran claramente que para la toma de decisiones no se puede descuidar ninguno de estos aspectos: tipo de suelos, clase de cultivos, frecuencia de aplicación del compost, dosis óptima a aplicar; ya que de su acertada elección depende la calidad de los resultados obtenidos.

7.9.2. Alternativa con objetivo ambiental.

Entre los elementos que requieren del empleo de compost para la ejecución de esta alternativa, se mencionan los siguientes:

Elementos:

1. Jardineras
2. Césped
3. Árboles aislados y en masa
4. Setos vivos
5. Jardines
6. Pérgolas.
7. Suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción

Destacando, entre ellos, por su mayor extensión, céspedes y jardines.

La representación de estas superficies (áreas verdes) utilizando el mapa vectorial de usos del suelo de la Junta de Andalucía, no fue posible, debido a que no se pudo lograr una buena resolución para su visualización, ni una buena aproximación para el cálculo de las áreas correspondientes a los elementos arriba mencionados.

Debido a estas circunstancias hubo de elaborarse, por separado, la cartografía necesaria, para proyectar sobre bases reales, espacial y temporalmente, la distribución del compost sobre el terreno.

Tomando como referencia la cartografía disponible en la Base de Datos de Cartografía Urbana de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda (2000-2005), que ofrecía mejores garantías, se realizaron los cálculos correspondientes obteniendo así las áreas requeridas para la presentación de la alternativa ambiental, cuya relación se presenta la tabla 7.13.

Tabla 7.13 Superficie estimada de zonas verdes en el perímetro urbano de cada municipio de la Mancomunidad Campiña 2000.

Municipio	Zonas verdes (ha)
El Arahal	9,42
La Lantejuela	3,64
Marchena	19,34
Morón de la Frontera	15,40
Paradas	3,40
Osuna	14,71
Puebla de Cazalla	18,20
Total	84,12

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Base de Datos de Cartografía Urbana de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda (2000-2005).

En ISON21 (2013) se recomienda como dosis de compost a aplicar en céspedes, jardineras y bancales de flores 1kg/m^2 , equivalente a 10 kg/hectárea, dosis utilizada para estimar la cantidad de compost requerido para recubrir trianualmente estas superficies, considerando que por norma el compost no se entierra, sino que se esparce superficialmente, exceptuando el caso del césped en el que se puede pasar el rastrillo ligeramente.

Cantidad de compost requerida: $\text{Área} \times \text{Dosis/hectárea} = 84,12 \times 10 \text{ tm/ha} = 841,2$ toneladas.

Se observa en la tabla 7.13 que la cantidad de compost requerida para el desarrollo de la alternativa ambiental, es inferior a la cantidad que se produce anualmente en la planta del Complejo Medio Ambiental "Campiña 2000", es decir que con el compost producido en un año, se satisfaría toda la demanda de compost de las zonas verdes.

Por consiguiente, el compost restante debe destinarse a los suelos correspondientes a minas, vertederos y áreas en construcción, para continuar en la misma línea.

La distribución trianual, por municipio, del compost producido y a producir, mientras se conserve constante la superficie de áreas verdes consideradas, sería la que sigue:

Tabla 7.14 Cantidad compost requerida estrategia zonas ambiental

Municipio	Zonas verdes hectárea	Dosis compost/hectárea.	Total compost /tonelada
El Arahál	9,42	10 ton/ha	94,2
La Lentejuela	3,64	10/ton/ha	36,4
Marchena	19,34	10 ton/ha	193,4
Morón	15,40	10/ton/ha	154,0
Paradas	3,40	10 ton/ha	34,0
Osuna	14,71		147,1
Puebla de Cazalla	18,20	10/ton/ha	182,0
Total	84,12	10/ton/ha	841,2

Fuente: elaboración propia

Se deduce de la tabla 7.14 que el municipio con mayor superficie, Puebla de Cazalla, debe distribuir, entre las áreas verdes de su territorio, durante tres años, cerca de 182, toneladas de compost y de igual manera el que posee la menor extensión, Paradas, debe proyectar el uso de 35 toneladas, una quinta parte de la cantidad correspondiente al municipio de mayor extensión.

Una vez determinada la cantidad de compost que corresponde a cada municipio para depositar trianualmente en las zonas verdes el siguiente paso, que recae en cada municipio, consiste en distribuir proporcional, espacial y temporalmente, este material entre las diferentes áreas verdes existentes al interior de cada uno de ellos, ya que la dosis de aplicación es uniforme para todos los espacios. A manera de ejemplo se presenta la siguiente tabla.

El compost producido en el Complejo Medio Ambiental “Campiña 2000”, según proyecciones, en el primer trienio sería de 5.057 toneladas. Al utilizar 841,2 toneladas, para solventar las necesidades de las zonas verdes de los municipios, quedaría una cantidad remanente de 4.215,8 toneladas, que se destinaría a mejorar los suelos reservados a minas, vertederos y áreas en construcción, que demandan una dosis de 150 tm/ha.

Hectáreas de suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción que podrán recubrirse con 4.215,8 toneladas.

Hectáreas a recubrir = $4.215,8 \text{ toneladas} / 150 \text{ toneladas/hectárea} = 28,1$ hectáreas

Total hectáreas de suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción: 453 hectáreas

Veinte por ciento (20%) del área de suelos destinados minas vertederos y áreas en construcción: $453 * 0,2 = 90,6$ hectáreas.

Cobertura = $28,1/90,6 * 100 = 31\%$ del 20%, es decir el 6,2% de la superficie total destinada a estos usos.

Total área que podría recubrirse utilizando el compost producido solo con fines ambientales.: (28,1 + 84,1= 112,2 hectáreas). Mayor que la se alcanza cuando la alternativa es con fines económicos o mixtos.

En la tabla 7.15, se distribuye proporcionalmente, a la superficie de áreas verdes, la cantidad de compost que se destinaría a los suelos cuyos usos son minas, vertederos y áreas en construcción.

Si se tratara de cualquier otro uso del suelo con igual superficie, la extensión cubierta sería mayor, (excepto en el caso de suelos destinados a cultivos leñosos en regadío), debido a que la dosis recomendada para la recuperación de suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción es, aproximadamente, cinco veces mayor que la indicada para cultivos herbáceos en secano, que es en orden decreciente la segunda dosis, 32 tm/ha, de los doce uso prioritarios.

Se asumió una dosis única para ser aplicada en todas las superficies, de las zonas verdes, a excepción de los terrenos destinados a minas, vertederos y área en construcción.

Tabla 7.15 Reparto proporcional, por área de zonas verdes de cada municipio, del compost que se emplearía en los suelos destinados minas a vertederos y áreas en construcción.

Municipio	Área zonas verdes Hectáreas	Compost requerido	Total compost municipio
El Arahál	9,42	472,1	566,3
La Lentejuela	3,64	182,4	218,8
Marchena	19,34	969,3	1162,7
Morón de la Frontera	15,4	771,8	925,8
Paradas	3,4	170,4	204,4
Osuna	14,7	737,2	884,3
Puebla de Cazalla	18,2	912,1	1094,1
Total	84,12	4215,3	5.056,4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.16 Reparto proporcional, por área de cada municipio, del compost que se emplearía en los suelos destinados minas a vertederos y áreas en construcción.

Municipio	Área de municipio Ha	Compost correspondiente	Total compost municipio (tn.)
Arahal	20.119	439,19	533,39
La Lentejuela	1.776	38,77	75,17
Marchena	37.835	825,93	1.019,33
Morón de la Frontera	43.208	943,22	1.097,22
Paradas	10.947	238,97	272,97
Osuna	59.252	1.293,46	1.440,56
Puebla de Cazalla	19.984	436,25	618,25
Total	193.121	4.215,80	5.056,89

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los resultados de las tablas 7.15 y 7.16 se observa como los resultados difieren, ello es debido a que el área de zonas verdes no es proporcional al área de cada municipio.

Una vez hecha la distribución espacial del compost, se debe definir la secuencia de aplicación temporal y el orden para su aplicación en el terreno. A manera de ejemplo, ya que pueden concurrir varias posibilidades, se propone la siguiente:

En el primer año se contaría con una producción de compost de 1.677 toneladas de las cuales 841,2 se destinarían a cubrir las zonas verdes de todos los municipios. Las 835,8 toneladas restantes se destinarían a cubrir parte de las necesidades de los suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción. Superficie que se cubriría en el primer año: $(841,2 + 5,6 = 846,8)$ hectáreas.

Segundo año. La producción de compost sería de 1.686 toneladas, que se reservarían en su totalidad a cubrir parte de la superficie de los suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción. Superficie posible a cubrir: 11,2 hectáreas.

Tercer año: Producción de compost: 1.694 toneladas, que se reservarían para la misma finalidad que en segundo año. Superficie potencial a cubrir. 11,3 hectáreas.

Tabla 7.17 Superficie de áreas verdes a cubrir en el primer trienio

Año	Superficie a cubrir	Superficie cubierta/ hectárea	Superficie cubierta acumulada (ha)

1º	Zonas verdes	841,2	841,2
	Suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción	5,6	846,8
2º	Suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción	11,2	858
3	Suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción	11,3	869,3
Total		869,3	
4º	Se reinicia el ciclo		

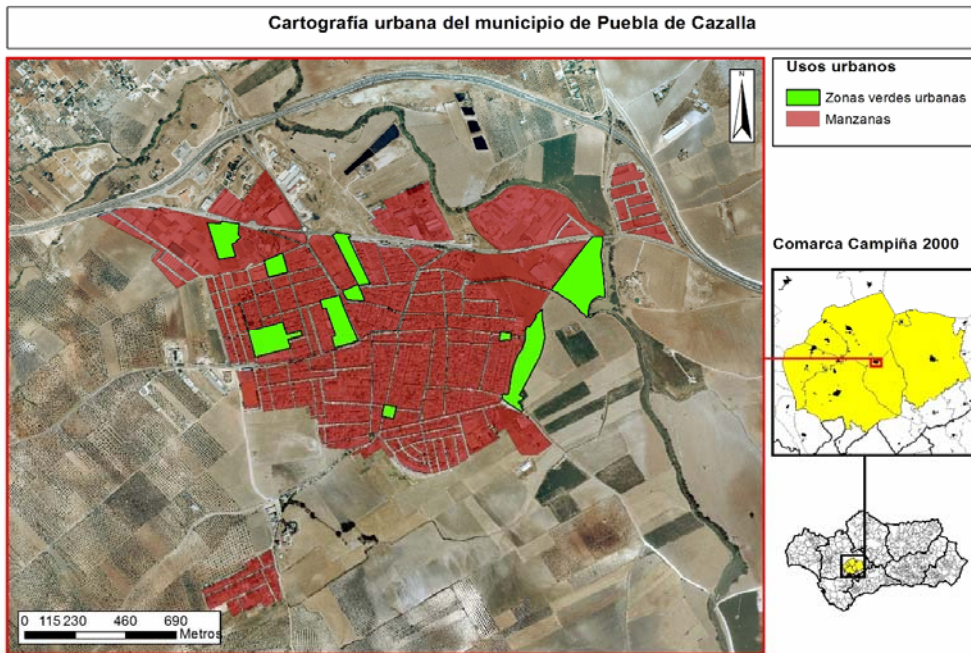
Fuente: Elaboración propia.

Una vez establecido el destino anual del compost, quedarían para discutir aspectos logísticos, entre las administraciones de los municipios que conforman la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”, y así determinar de qué manera se situaría el material en cada municipio. Una vez se haya definido esta etapa, concierne a las administraciones municipales realizar las labores correspondientes para la utilización del compost, es decir, programar la recepción, almacenamiento, distribución, aplicación, el seguimiento, llevar los registros y evaluar los resultados y proceder a hacer las modificaciones o ajustes necesarios.

En los siguientes mapas se expone la cartografía urbana de los municipios de la Mancomunidad Intermunicipal “campiña 2000”, que sirvió de base para el cálculo de las áreas correspondientes a las zonas verdes. En ellos se puede observar lo que se relaciona en la tabla 7.13.

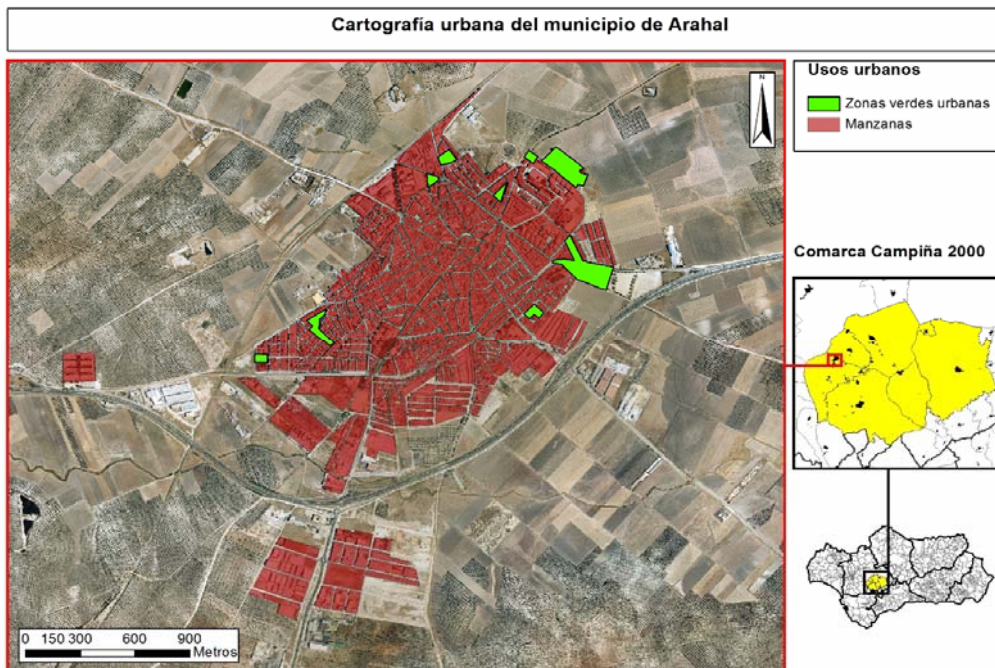
Marchena es el municipio con mayor superficie de zonas verdes, mientras que a Paradas le corresponde la menor, sin que la distribución sea proporcional a la superficie de cada municipio. En los municipios, las zonas verdes de mayor superficie, representadas en los mapas, no presentan una localización uniforme, mientras que en algunos se ubican al norte, en otros la occidente u oriente, zona central, sin que haya un patrón específico. Se observa también, caso de Lentejuela que solo cuenta con dos espacios verdes de gran extensión, mientras que en otros municipios haya mayor número de espacios con tamaños más uniformes: Morón de la Frontera, Puebla de Cazalla, Marchena.

Mapa. 7.2. Cartografía urbana municipio Puebla de Cazalla



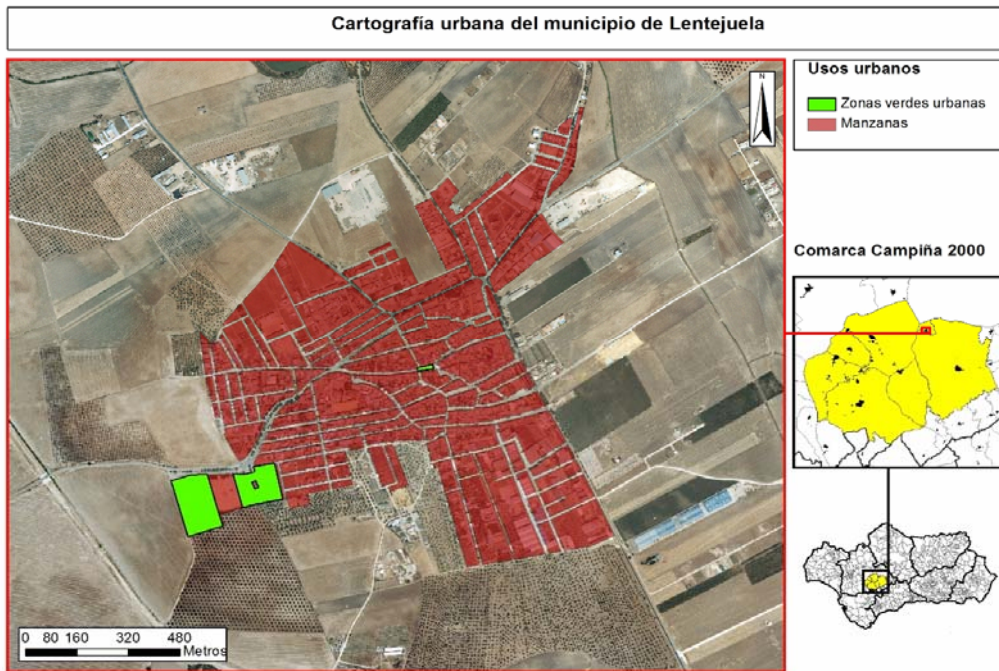
Fuente: Elaboración propia, con información cartográfica del IECA

Mapa 7.3. Cartografía urbana municipio de El Arahál



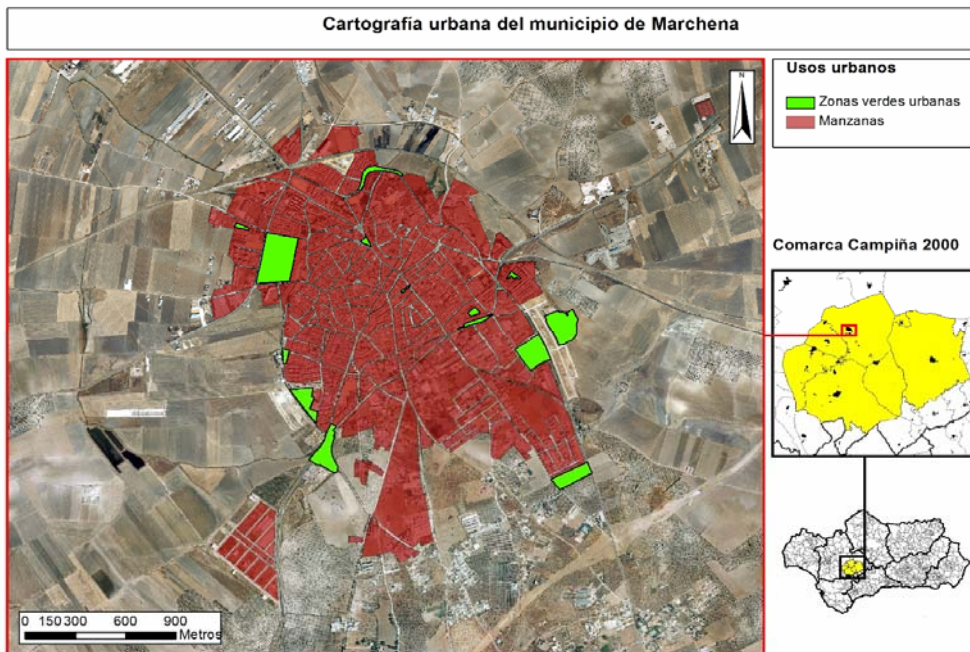
Fuente: Elaboración propia, con información cartográfica del IECA

Mapa 7.4. Cartografía urbana municipio de Lentejuela



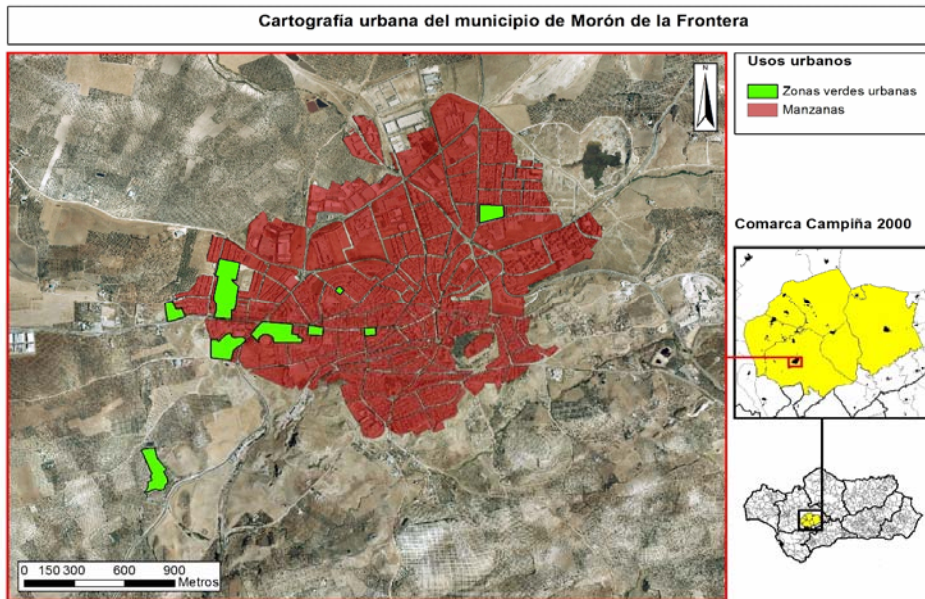
Fuente: Elaboración propia, con información cartográfica del IECA (2000- 2005)

Mapa 7.5 Cartografía urbana municipio de Marchena



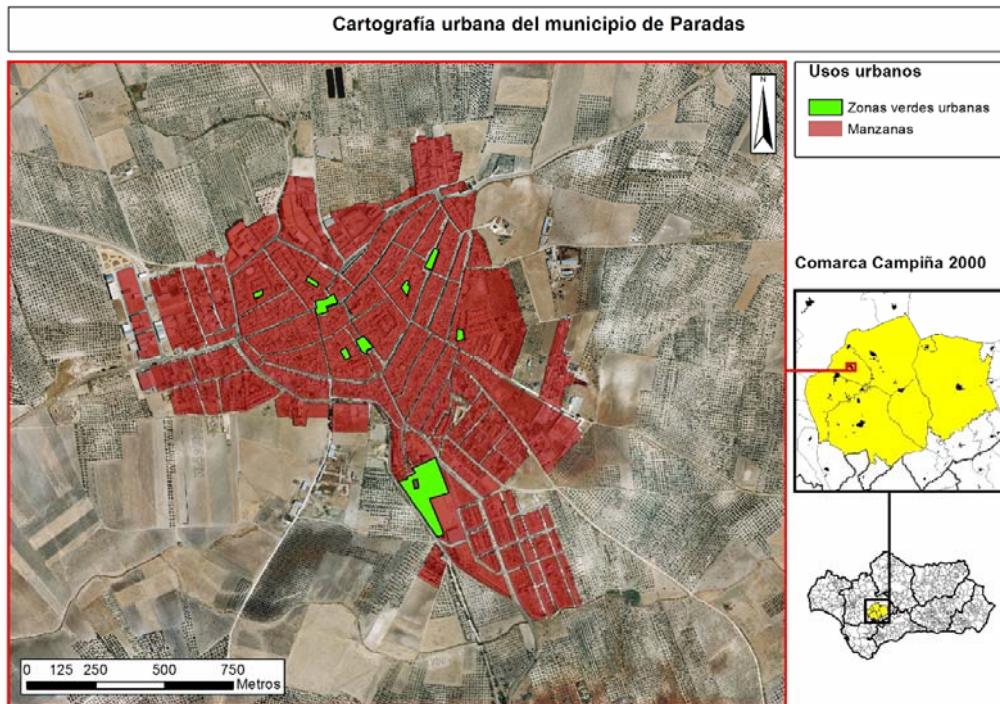
Fuente: Elaboración propia, a partir del IECA (2000- 2005)

Mapa 7.6. Cartografía urbana municipio Morón de la Frontera



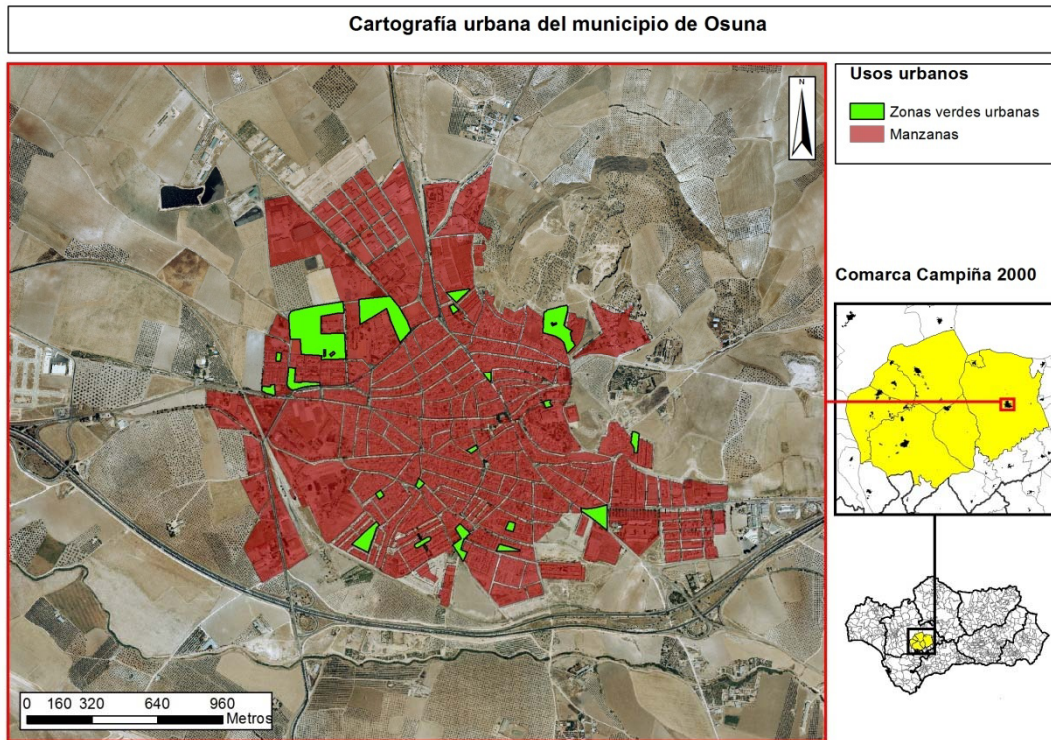
Fuente: Elaboración propia, con información cartográfica del IECA

Mapa 7.7 Cartografía urbana municipio de Paradas



Fuente: Elaboración propia, a partir del IECA (2000- 2005)

Mapa 7.8 Cartografía urbana municipio de Osuna



Fuente: Elaboración propia, a partir del IECA (2000- 2005)

Paradoja del análisis.

La cantidad de compost producida se encuentra muy por debajo de la demanda posible, aunque se utilizan para su elaboración todos los residuos urbanos disponibles en la Mancomunidad.

Se cuenta con una superficie de terreno lo suficientemente amplia para disponer sobre ella todo el compost elaborado, con el rendimiento actual y aún mayor.

El compost producido en el Complejo Medioambiental “Campiña 2000”, sin proceder de residuos acopiados mediante recolección selectiva, es decir, no cumpliendo con la primera exigencia de calidad, presenta resultados analíticos favorables, tabla 6.6.

Los suelos de la Mancomunidad, por ser suelos con características mediterráneas, por lo general, presentan escasez de materia orgánica. A.E.E.T, (2007)

A pesar de que todas las condiciones son favorables para el aprovechamiento del compost por los posibles usuarios de la Mancomunidad, éste permanece apilado la mayor parte del año. Es decir, parece que no ofreciera atractivo alguno para los posibles consumidores. Esta situación da a entender que existe una falta importante a lo largo de la cadena de producción y empleo del compost, el cual, a pesar de ello, debe seguirse produciendo.

Como fallas posibles pueden citarse:

- Deficiencias en los canales de difusión, entre los potenciales usuarios, acerca de la importancia del compost.
- Falta de criterios unificados para definir cuál es el interés que se persigue con la producción y aplicación del compost: económico, ambiental o mixto;
- Carencia de ordenación espacio-temporal para realizar la aplicación del compost y evaluación de los resultados obtenidos.
- Falta de registros acerca del destino final del producto, de la frecuencia con que los usuarios lo disponen sobre el terreno y si la utilización se realiza conforme a los códigos de buenas prácticas agrícolas y ambientales. .
- Desconocimiento, *in situ*, de los beneficios o perjuicios directos e indirectos de la aplicación del compost.
- Ignorancia acerca de qué cantidad de otros residuos orgánicos, diferentes a los residuos urbanos, se producen en la Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000", qué cantidad de ellos se incorpora al suelo, de la manera cómo se hace, la frecuencia con la que se realiza y de los beneficios obtenidos.
- No existen archivos que hablen de la opinión de los usuarios respecto de los resultados obtenidos con el uso del compost.
- Ausencia, a corto plazo, de planes para realizar una recolección selectiva de los residuos que avale que el compost producido pueda ser multiuso.

7.10 PRODUCCIÓN UNITARIA Y POSIBLE BENEFICIO DE OTROS

RESIDUOS ORGÁNICOS.

Para que la especie humana sobreviva tiene que desarrollar una economía cíclica en la que todos los materiales se obtengan de los grandes depósitos (aire, suelo y mar) y se devuelvan a ellos, y todo el proceso se mueva por energía solar". Kenneth E. Boulding, 1978

En los apartados anteriores se demostró que, en el territorio de la Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000", existe disponibilidad de suelo en el que se podría utilizar no solo el compost que se produce en la actualidad en el Complejo Medioambiental "Campiña 2000", con residuos orgánicos urbanos, sino también todo el compost que se pudiera elaborar con otros residuos orgánicos, bien de origen vegetal o animal, no debidamente aprovechados, mientras se cumpla con los códigos de buenas prácticas agrícolas y ambientales en su generación y recolección.

A continuación, a manera de ilustración, se reseñan algunas fuentes de residuos orgánicos, no procedentes de residuos urbanos, que están disponibles en mayor o menor cantidad en la Mancomunidad, resaltando unitariamente la cantidad de compost o humus que pudiera producirse con cada uno de ellos.

Se consideran como fuentes más relevantes que proporcionan residuos orgánicos para su aprovechamiento en el suelo, bien mediante la elaboración de compost o de manera directa, las actividades que se relacionan a continuación:

1. Siega y poda en las áreas de pastizales.
2. Poda en arboledas.
3. Residuos de cosechas de cereales.
4. Residuos de cosechas de oleaginosas.
5. Actividad ganadera y avicultura.
6. Actividad agroalimentaria.
7. Depuración de aguas residuales domésticas y de industrias que no utilicen compuestos químicos tóxicos.

Cabe advertir que la producción de estos residuos no es uniforme, depende de muchos factores entre los que destacan: la localización geográfica, el tipo de asentamiento urbano, la cantidad y tratamiento de las aguas residuales que se genere en la Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000", la densidad de la población y el tipo de actividades productivas agrícolas, ganaderas e industriales.

7.10.1 Producción de residuos y compost en la poda de arboledas.

Estas actividades no se desarrollan de manera continua, más bien periódicamente, no son uniformes en cuanto a producción. Tratar de estimar la cantidad el total de residuos generados por hectárea es difícil y costoso.

Teniendo la información de las hectáreas cultivadas en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000” y multiplicándola por la producción unitaria de humus por hectárea, se obtendría el total de esta materia que podría conseguirse, si todo el material vegetal se sometiera a la biodigestión controlada.

Este cálculo puede realizarse, con cierta aproximación, estimando las hectáreas de cultivos leñosos y multiplicándolas por la producción unitaria de humus/hectárea obtenida en estudios, como el elaborado por la FAO (2000): “Artículos y estadísticas relacionadas con la producción y aprovechamiento de los residuos orgánicos forestales, agrícolas y de animales”. Un ejemplo se presenta en la tabla 7.18

Tabla 7.18 Estimación de la materia seca (MS) de los residuos de poda de los principales cultivos leñosos de España y de su rendimiento potencial en humus.

Cultivo	Superficie	Producción Tm	Rend/to Tm	MS/ Tm	Humus Tm	Total MS Tm/ha	Total Humus Kg/ha
Olivo	2.200.000	3.394.700	1,50	3.850.066	962.517	1,80	438
Viñedo	1.163.000	5.420.700	4,70	2.326.000	581.500	2,00	500
Almendro	664.000	279.100	0,40	885.323	221.331	1,30	333
Cítricos	283.350	5.820.900	20,50	436.359	109.090	1,50	385
Manzano	50.000	922.200	18,40	150.071	37.518	3,00	750

Fuente. FAO, 2000

Se sugiere este procedimiento, porque el nivel de precisión de los datos de trabajos como el que se propone en esta Tesis no requieren de tanta exactitud, siendo suficientes las cantidades aproximadas obtenidas en publicaciones fiables.

De los datos registrados en la tabla se observa que la mayor producción de humus se obtiene con los residuos del manzano, cuyo rendimiento máximo, en humus, no es superior a una tonelada por hectárea, (0,75 ton/hectárea), que por ser materia completamente mineralizada la cantidad es menor que si se reportara como compost.

En la tabla 7.7 se advierte que la dosis promedia de compost, recomendada a aplicar para cualquier uso del suelo, es superior a 4 toneladas/hectárea y mucho mayor cuando se trata de frutales. Esta información deja entrever que utilizando solo la materia vegetal obtenida de la poda de árboles, abundantes en algunos terrenos de la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”, no sería posible mantener en el suelo el contenido de materia orgánica requerido

para que se realicen las funciones ya reseñadas, por la pérdida constante de ésta en los suelos, con mayor incidencia en los cultivados.

Por otra parte, gran cantidad estos materiales que poseen un alto contenido de celulosa y lignina se queman en las mismas plantaciones o se emplean como combustible, contribuyendo a disminuir la cantidad de materia orgánica disponible para la producción de compost, en caso de que estos residuos se utilizaran con este propósito.

Por ello, para mejorar y mantener el contenido de materia orgánica en los suelos, se requiere, además del aporte de la materia vegetal en ellos producida, el empleo de otra clase de material, como el compost elaborado con residuos urbanos, lodos de depuradora, etc.

No debe olvidarse que la media de materia orgánica en los suelos agrícolas españoles ronda el 1%, razón por la cual se considera que la mayor parte de los suelos de Andalucía son deficitarios en esta materia y, que los restos vegetales producidos después de una cosecha no son suficientes para enmendar la pérdida gradual de materia orgánica producida en los cultivos. Es recomendable realizar un balance de humus en el suelo, para estimar con mayor precisión la cantidad de materia que se requiere aplicar, con la mayor aproximación posible (CANET, 2007).

7.10.2 Producción de residuos y compost en la cosecha de cereales.

En España (FAO, 2000), el 44,51 de la superficie agrícola se destina a cultivos de cereales, que son los sembradíos más relevantes, entre los que destacan la cebada, el trigo, la avena y el maíz.

De igual manera, este organismo señala que si todos los residuos de la cosecha de cereales (raíces, paja...) se incorporaran al suelo, la materia seca disponible oscilaría entre 5,5 y 11 tm/hectárea, obteniendo en humus, en esta misma unidad de área, entre 0,055 y 0,11 tm.

Tabla 7.19 Estimación de la materia seca (MS) de los residuos de los principales cultivos de cereales en España y de su rendimiento potencial en humus por unidad de superficie.

Cultivo	Superficie	Producción	Rendimiento	Raíces + rastrojos		Paja o equivalente		Total MS	Total Humus
				MS	Humus	MS	Humus		
				Tm	Tm	Tm	Tm		
	ha	Tm	Tm / ha					Tm/ha	Hg/ha
Cebada	3.106.600	7.434.300	2,40	7.766.500	776.650	9.319.800	931.980	5,50	550
Trigo	2.422.400	5.083.800	2,10	8.478.400	847.840	9.689.600	968.960	7,50	750
Maiz	397.500	3.768.600	9,50	1.590.000	159.000	2.782.500	278.250	11,0	1.100

Fuente: FAO, 2000

De esta información, se desprende que la cantidad de compost que se produciría sería mucho menor que la que podría obtenerse en la misma unidad de área con cultivos de frutales y, por supuesto, para mantener en el suelo la cantidad de materia orgánica demandada afín de obtener mejores beneficios y cumplir con las normas de buenas prácticas agrícolas.

7.10.3 Residuos de la poda y cosecha de oleaginosas.

En España, de la superficie del suelo destinada a cultivos de plantas oleaginosas, el 68,32% corresponde a olivares y el 26,39% a girasol, (FAO, 2000). La cantidad de residuos y humus producidos por los olivares, puede aproximarse, aunque no con exactitud, a la cantidad generada en la poda de frutales, mientras que la del girasol se encontraría en el rango de los cereales, por las características del cultivo.

Por consiguiente, teniendo estos residuos como fuente única de materia orgánica en el suelo, sería impensable mantener el contenido mínimo de materia orgánica recomendado.

7.10.4 Producción de lodos de depuradora.

De los residuos orgánicos, los lodos de depuradora son los que ofrecen mayores posibilidades para su aprovechamiento, especialmente si provienen de aguas residuales con alto contenido de materia orgánica y sin contaminación química: son fáciles de recoger, transportar, procesar y aplicar, siendo además económicamente rentables, si se optimizan todos los procesos desde la producción hasta su disposición en el suelo.

Son el resultado del proceso de acumulación sucesiva en fenómenos combinados del tratamiento de las aguas residuales.

Sus principales componentes que presentan variaciones, según el origen son:

- Materia orgánica: 60-80%.
- Materia inerte: 40-20%.
- Nitrógeno: 3-5%.
- Macro elementos en especial P y K en concentración variable, según la procedencia de las aguas residuales.
- Presencia de metales pesados (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, C...) de acuerdo con la composición de las aguas residuales.
- Microorganismos patógenos: bacterias, parásitos intestinales y virus.

Dada su composición, los lodos deben ser tratados para su posterior eliminación y aprovechamiento. Los que proceden del tratamiento de las aguas residuales domésticas poseen un alto contenido de materia volátil, equivalente aproximadamente al 70% de la materia orgánica seca, y su producción se puede estimar de la siguiente información: un individuo produce entre 15 a 20 kg/año de materia seca ó 0,2 kg por metro cúbico de agua depurada.

Con esta información y los datos de población, se podría valorar la cantidad de lodos que se producirían en una planta de una población cualquiera. En China se está investigando, con mucho rigor, acerca de la utilización del compost elaborado con residuos orgánicos urbanos y lodos de depuradora, llegándose a la conclusión que el aspecto más importante es encontrarle empleo al compost para que se desarrolle la industria del compostaje (YUAN-SONG y otros, 2000).

Por las mayores exigencias actuales en el tratamiento de las aguas residuales, es de esperar que el volumen de lodos también se incremente, aunque no muy significativamente. Este aumento de la producción de lodos, por las repercusiones que puede tener en la salud y el medio ambiente, obliga a la realización de una correcta gestión de los mismos.

De la gestión que se realice depende que puedan convertirse en una fuente potencial de materia orgánica y de compuestos fertilizantes para la agricultura y, en términos generales para mejorar las características de los suelos en donde se depositen, contribuyendo a reducir problemas de erosión y dependencia de productos químicos.

En España aún no se cuenta con estadísticas fiables de producción y aprovechamiento de lodos, pero se tiene como meta valorizar el 77% del total y el empleo de no menos del 44% en labores agrícolas (MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, 2006).

En la UE, diferentes directivas y, actualmente en la Directiva 86/278/CCE del Consejo, de 12 de Junio de 1986, se ha tratado de unificar criterios, ya que existen diferencias muy marcadas entre los estados miembros, en relación con el aprovechamiento de los lodos en agricultura

7.10.5 Residuos de las industrias de transformación agrícola.

A continuación en la tabla 7.20, se relacionan algunos tipos de residuos de esta actividad y sus posibles usos. Debe considerarse que estos residuos no solo se destinan a la agricultura, también a la generación de biogás. Investigaciones recientes muestran que en el período (2012-2016) la capacidad instalada promedio para la producción de biogás debe presentar un incremento del 60%, en todo el mundo.

Tabla 7.20 Residuos de las Industrias de Transformación Agrícola

Residuos de las Industrias de Transformación Agrícola: posibles usos	
Residuos de frutos secos	Pueden ser empleados para la elaboración de compost, principalmente, mezclados con otros compuestos orgánicos de mayor biodegradabilidad y contenido de nitrógeno.
Residuos de arroceras	El principal residuo de esta industria es la cascarilla de arroz, empleado como sustrato en ciertos cultivos, bien solo o combinado con otros materiales.
Residuos de harineras	Pueden emplearse como un componente del compost o de abonos orgánicos.
Residuos de la elaboración de aceites	Utilizados para la elaboración de compost, solos o mezclados con otros compuestos. En la Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000", abundan los olivares.
Residuos de la industria textil	Si se someten al proceso de compostaje no se emplean solos.
Residuos de la transformación de hortalizas	Ricos en nutrientes, de alta biodegradabilidad. Aptos para la elaboración de compost y abonos orgánicos.
Residuos del compost de champiñones u otras setas	El sustrato sobre el cual se cultivan los champiñones, es una especie de compost, elaborado con paja y mezclas de otros residuos. Por su composición puede utilizarse como enmienda orgánica. La relación C/N es baja (8 a 12).
Residuos de industrias cerveceras	Los principales residuos son lodos, que, según las necesidades y las circunstancias, pueden depositarse directamente sobre el suelo o en procesos de compostaje. En esta última alternativa se utilizan con mayor frecuencia los residuos de malta y lúpulo.

Fuente: Elaboración propia con información de: Martínez (2008).

Lo contrario que en España, país en donde ha sufrido un retroceso, por la carencia de incentivos económicos (SILVESTRE y otros, 2013).

7.10.6 Actividad ganadera y avicultura.

Al tecnificarse la ganadería surge la cabaña ganadera, una actividad de marcado impacto ambiental, porque los residuos en ella producidos poseen un elevado potencial contaminante: alto contenido en materia orgánica; nitratos y fosfatos en menor proporción que ésta. Los microorganismos que contienen estos residuos afectan negativamente a la salud humana y animal.

El sector porcino es un gran emisor de metano y óxido nitroso, procedentes de la fermentación entérica de los animales y de la gestión del estiércol. La contribución del sector ganadero a las emisiones de gases de efecto invernadero corresponde, en este orden, al ganado porcino y bovino con más del 70%, seguido del ovino y caprino con el 13%, y el avícola con el 9,51%, aproximadamente.

Las estadísticas del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, (MAPA, 1995) señalan que en España se produjeron 79,8 millones de toneladas de excretas procedentes de la ganadería y 43 millones de toneladas de purines. Cerca del 50% de la producción correspondía a tres comunidades autónomas: Castilla y León (19'5%), Cataluña (19'3%) y Galicia (15'6%). En Andalucía la producción es menor, dado que el sistema de explotación ganadera no es intensivo, por lo que sería poca su relevancia en este estudio.

A la vista de resultados analíticos se concluye que los residuos ganaderos, debidamente manipulados, pueden ser una buena fuente de agua y materia orgánica para los cultivos. Por el contrario, cuando se aplican continuamente los purines, en grandes concentraciones, se pueden presentar problemas importantes por la acumulación de nutrientes en el suelo que, en casos de ser excesivos, ocasionan la muerte de la fauna y de algunas plantas no resistentes a concentraciones elevadas de elementos pesados.

Puede decirse entonces que, por las características edafológicas y climatológicas, en gran parte de la Península Ibérica y en especial en una vasta extensión de Andalucía, uno de los factores más restrictivos para los suelos, además de la escasez de agua, es la insuficiencia de materia orgánica y la rapidez con que esta se disipa de ellos, como consecuencia no solo de fenómenos naturales, sino también por la exportación de biomasa durante las cosechas al no ser restituida en la debida forma al suelo, acelerando la escasez de nutrientes, que deriva en la pérdida de fertilidad.

Por ello es conveniente que se proporcionen todos los mecanismos, que estén al alcance, para que se mantenga un contenido mínimo de materia orgánica en el suelo, estableciendo medidas para la incorporación de los materiales antes reseñados, bien de manera directa o transformándolos en compost. Por otra parte, mejorar, donde fuere posible, estas acciones con

compost producido con residuos urbanos, contribuyendo así a la realización de los procesos de mineralización primaria y a la formación de un humus estable.

7.11 ANÁLISIS ESTRATÉGICO.

Una herramienta empleada, por los Planificadores del Desarrollo Regional Integral es la matriz DAFO, cuyas letras se corresponden con los siguientes términos: Debilidades, propiedades críticas negativas que se deben eliminar o reducir; Oportunidades, aspectos positivos que pueden mejorarse utilizando las fortalezas; Fortalezas, factores críticos positivos con los que se cuenta y Amenazas, aspectos negativos externos que pueden imposibilitar el alcance de los objetivos propuestos.

En sí, la matriz DAFO es una herramienta generalizada de análisis y gestión, en la toma de decisiones estratégicas, que facilita la identificación y organización de los factores estratégicos críticos del proyecto para su posterior utilización como material de apoyo en los cambios que deban realizarse, tratando, en lo posible, de minimizar las debilidades, consolidar o incrementar las fortalezas, aprovechar las oportunidades y atenuar o eliminar en la medida de lo posible las amenazas. Es una herramienta de exploración y análisis que puede ser aplicada a cualquier situación, producto y empresa en cualquier momento.

La síntesis ofrecida por la matriz DAFO permite realizar análisis y visualizar el horizonte de la situación problema a fin de reorientar las acciones y lograr así un mayor aprovechamiento de las oportunidades y fortalezas y la regulación de las amenazas y debilidades, mediante la implementación de políticas, estrategias y la formulación de proyectos que conlleven a la obtención de resultados productivos por una parte y, por la otra responder a interrogantes tales como:

- Existen en el interior de la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”, puntos fuertes que permitan continuar, con buenos resultados, la estrategia de planificación física territorial de la producción y empleo del compost?
- ¿Cómo se ha realizado la producción, utilización y comercialización del compost en la mancomunidad, es la manera más indicada?
- Si la respuesta a la pregunta anterior es negativa, ¿Cuales son las oportunidades, recursos y habilidades con que cuenta la mancomunidad podrían revertir esta situación?

- En caso de ser positiva la respuesta a la segunda pregunta, ¿con los recursos y habilidades que posee la mancomunidad, se puede mejorar un poco más la situación actual?
- ¿Existen amenazas que dificulten la gestión actual de la producción, comercialización y empleo del compost en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”?
- ¿Existen amenazas y debilidades que hacen vulnerable la actividad de producción y comercialización del compost en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”?

En la siguiente Matriz DAFO, ver tabla 7.21, se detallan de la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000” y su entorno, los puntos fuertes y débiles más significativos en relación con la producción y comercialización del compost.

Tabla 7.21 Matriz DAFO simplificada, de producción, comercialización y empleo del compost en el Complejo Medioambiental "Campiña 2000".

ANÁLISIS INTERNO	ANÁLISIS EXTERNO
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Rendimiento de producción de compost dentro de los estándares de España	Existe suelo disponible para ubicar toda la cantidad de compost que pueda producirse con los diferentes materiales orgánicos aprovechables en la Mancomunidad.
Disponibilidad de terreno para la utilización del compost a corto, medio y largo plazo.	Incremento continuo, posible, de la demanda de compost dadas las características del suelo mediterráneo y la continua pérdida de materia orgánica, no solo por acciones antrópicas
El compost producido es de buena calidad, a pesar de que los residuos orgánicos no proceden de recolección selectiva.	En el mediano y largo plazo el empleo del compost se verá favorecido por las normativas que hacen énfasis en la valorización de los residuos orgánicos.
El personal que trabaja en la planta está cualificado y se preocupa por mejorar las calidades del servicio y del producto, dentro de un buen ambiente laboral	Las campañas lanzadas en países de la UE, (Holanda, Bélgica, Alemania, Francia...) para impulsar a gran escala la producción y uso del compost podrán beneficiar, indirectamente, la comercialización de este producto en la Mancomunidad.
Es ampliamente reconocido que el uso de compost a pequeña, mediana y gran escala mejora la calidad de los suelos y beneficia el medio ambiente.	El empleo, cada vez en mayor cantidad, en algunos municipios de la Mancomunidad "Campiña 2000", de compost vegetal y de residuos urbanos, con fines ambientales, caso de Morón de la Frontera, abre un nuevo espacio para la utilización del compost.

ANÁLISIS INTERNO	ANÁLISIS EXTERNO
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p>Existe una buena organización administrativa en el Complejo Medioambiental y se alcanzan los objetivos de producción propuestos, así como la disposición sanitaria del material sobrante, (resto).</p>	<p>Todo el compost que pueda producirse en la Mancomunidad con residuos urbanos, material vegetal, lodos, puede ser utilizado durante mucho tiempo en el mantenimiento de parques, avenidas y zonas degradadas, mientras no sea posible establecer la recolección selectiva, que legalice su empleo en la agricultura.</p>
<p>En el interior de la Mancomunidad no concurre otra empresa que oferte el mismo producto, es decir no existe competencia en el mercado.</p>	<p>El empleo del compost mejora los rendimientos de las cosechas y como consecuencia su uso puede contribuir a disminuir los precios de producción y de consumo de productos agrícolas.</p>
<p>En la Mancomunidad existe un buen potencial de posibles consumidores.</p>	<p>El aumento de materia orgánica en los suelos, disminuye los procesos erosivos e inundaciones, beneficiando el medio ambiente.</p>
<p>Por tratarse de un producto que contribuye a la adecuada gestión de los residuos urbanos, puede beneficiarse de ayudas nacionales o de la UE.</p>	<p>El mercado del compost se encuentra mal gestionado no solo en la Mancomunidad Campiña 2000 , sino en casi toda España, por ello la Planificación Física de la producción y empleo del compost puede mejorar los canales de comercialización</p>

DEBILIDADES	AMENAZAS
A corto y mediano plazo no se cuenta con posibilidades de inversión para renovar la maquinaria y equipos de la planta, en caso de requerirse un aumento considerable del volumen de producción de compost.	La Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000" posee escasos recursos para adaptarse a una legislación cada vez más estricta y que cambia con cierta frecuencia, dificultando competir con otros productos por falta de aceptación en el mercado.
El mercado del compost es deficiente, se limita a un reducido número de agricultores que se benefician del producto, en especial, cuando hay sobreproducción y los precios son bajos.	Dificultad para garantizar los estándares internacionales de la calidad del producto, como consecuencia de la recolección no selectiva, no posibilitando la venta del producto, ya que en algunos sectores el uso del compost no es bien visto.
Aunque el compost producido es de buena calidad no goza de aceptación entre los usuarios.	El hecho de que en algunos países como Alemania y Holanda hayan empezado a exportar compost de calidad certificada, puede ser una desventaja para la comercialización del compost producido en la Mancomunidad "Campiña 2000"
Falta implementar en todos los municipios la recolección selectiva para destinar, legalmente, el compost al uso agrícola.	La carencia de un mercado estable propicia la caída repentina de los precios y no permite el establecimiento de un mercado invulnerable del compost.
No existen campañas de sensibilización, ni de comercialización que impulsen el empleo del compost a gran escala y mejoren la mala imagen que en cierto sector se tiene de este producto.	Por no hacerse seguimiento a los usuarios del compost, se desconocen las dosis utilizadas y la frecuencia de aplicación que pueden incidir tanto positiva como negativamente en los rendimientos y la calidad ambiental.
No hay en la mancomunidad estudios que muestren los beneficios económicos y ambientales obtenidos del empleo del compost.	Al no existir un mercado consolidado de compost, no hay referencias manifiestas de análisis de precios, ni de la calidad del producto.
No existen estudios de mercados, ni de seguimiento a los usuarios que faciliten predecir la tendencia de ventas.	No es posible mostrar hacia fuera registros de la distribución regional del compost

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS INTERNO	ANÁLISIS EXTERNO
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Rendimiento de producción de compost dentro de los estándares de España	Existe suelo disponible para ubicar toda la cantidad de compost que pueda producirse con los diferentes materiales orgánicos aprovechables en la mancomunidad.
Disponibilidad de terreno para la utilización del compost a corto, medio y largo plazo.	Incremento continuo, posible, de la demanda de compost dadas las características del suelo mediterráneo y la continua pérdida de materia orgánica, no solo por acciones antrópicas
El compost producido es de buena calidad, a pesar de que los residuos orgánicos no proceden de recolección selectiva.	En el mediano y largo plazo el empleo del compost se verá favorecido por las normativas que hacen énfasis en la valorización de los residuos orgánicos.
El personal que trabaja en la planta está cualificado y se preocupa por mejorar las calidades del servicio y del producto, dentro de un buen ambiente laboral	Las campañas lanzadas en países de la UE, (Holanda, Bélgica, Alemania, Francia...) para impulsar a gran escala la producción y uso del compost podrán beneficiar, indirectamente, la comercialización de este producto en la Mancomunidad.
Es ampliamente reconocido que el uso de compost a pequeña, mediana y gran escala mejora la calidad de los suelos y beneficia el medio ambiente.	El empleo, cada vez en mayor cantidad, en algunos municipios de la Mancomunidad "Campiña 2000", de compost vegetal y de residuos urbanos, con fines ambientales, caso de Morón de la Frontera, abre un nuevo espacio para la utilización del compost.
Existe una buena organización administrativa en el Complejo Medioambiental y se alcanzan los objetivos de producción propuestos, así como la disposición sanitaria del material sobrante, (resto).	Todo el compost que pueda producirse en la Mancomunidad con residuos urbanos, material vegetal, lodos, puede ser utilizado durante mucho tiempo en el mantenimiento de parques, avenidas y zonas degradadas, mientras no sea posible establecer la recolección selectiva, que legalice su empleo en la agricultura.
En el interior de la Mancomunidad no concurre otra empresa que oferte el mismo producto, es decir no existe competencia en el mercado.	El empleo del compost mejora los rendimientos de las cosechas y como consecuencia su uso puede contribuir a disminuir los precios de producción y de consumo de productos agrícolas.
En la Mancomunidad existe un buen potencial de posibles consumidores.	El aumento de materia orgánica en los suelos, disminuye los procesos erosivos e inundaciones, beneficiando el medio ambiente.
Por tratarse de un producto que contribuye a la adecuada gestión de los residuos urbanos, puede beneficiarse de ayudas nacionales o de la UE.	El mercado del compost se encuentra mal gestionado no solo en la Mancomunidad Campiña 2000, sino en casi toda España, por ello la Planificación Física de la producción y empleo del compost puede mejorar los canales de comercialización

DEBILIDADES	AMENAZAS
A corto y mediano plazo no se cuenta con posibilidades de inversión para renovar la maquinaria y equipos de la planta, en caso de requerirse un aumento considerable del volumen de producción de compost.	La Mancomunidad Intermunicipal “ Campiña 2000” posee escasos recursos para adaptarse a una legislación cada vez más estricta y que cambia con cierta frecuencia, dificultando competir con otros productos por falta de aceptación en el mercado.
El mercado del compost es deficiente, se limita a un reducido número de agricultores que se benefician del producto, en especial, cuando hay sobreproducción y los precios son bajos.	Dificultad para garantizar los estándares internacionales de la calidad del producto, como consecuencia de la recolección no selectiva, no posibilitando la venta del producto, ya que en algunos sectores el uso del compost no es bien visto.
Aunque el compost producido es de buena calidad no goza de aceptación entre los usuarios.	El hecho de que en algunos países como Alemania y Holanda hayan empezado a exportar compost de calidad certificada, puede ser una desventaja para la comercialización del compost producido en la Mancomunidad “Campiña 2000”
Falta implementar en todos los municipios la recolección selectiva para destinar, legalmente, el compost al uso agrícola.	La carencia de un mercado estable propicia la caída repentina de los precios y no permite el establecimiento de un mercado invulnerable del compost.
No existen campañas de sensibilización, ni de comercialización que impulsen el empleo del compost a gran escala y mejoren la mala imagen que en cierto sector se tiene de este producto.	Por no hacerse seguimiento a los usuarios del compost, se desconocen las dosis utilizadas y la frecuencia de aplicación que pueden incidir tanto positiva como negativamente en los rendimientos y la calidad ambiental.
No hay en la mancomunidad estudios que muestren los beneficios económicos y ambientales obtenidos del empleo del compost.	Al no existir un mercado consolidado de compost, no hay referencias manifiestas de análisis de precios, ni de la calidad del producto.
No existen estudios de mercados, ni de seguimiento a los usuarios que faciliten predecir la tendencia de ventas.	No es posible mostrar hacia fuera registros de la distribución regional del compost

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.17.- Análisis estratégico de Amenazas

AMENAZAS	ESTRATEGIAS (FA)	ESTRATEGIAS (DA)
Escasos recursos para adaptarse a una legislación cada vez más estricta y que cambia con cierta frecuencia, dificultando competir con otros productos por falta de aceptación en el mercado	Dado que la producción está por debajo de las expectativas de venta se puede mejorar la tecnología para incrementar la producción y la calidad del producto.	Al contar con un mercado casi asegurado y un potencial humano competente, debería presentarse un plan innovador para la aplicación ordenada a gran escala del compost, que atraiga nuevos inversores y permita captar ayudas gubernamentales para renovar la tecnología, y cumplir así con las normas e incrementar las ventas.
Dificultad para garantizar los estándares internacionales de la calidad del producto, como consecuencia de la recolección no selectiva	Impulsar lo antes posible la recolección selectiva que es el principal obstáculo para la obtención de un compost multiuso	Garantizando la calidad del compost y, estableciendo la recolección selectiva, se cumpliría con los estándares nacionales e internacionales de calidad.
El hecho de que algunos países como Alemania y Holanda hayan empezado a exportar compost de calidad certificada, puede ser una desventaja para la comercialización del compost producido en la Mancomunidad	La difusión de información relacionada con los logros obtenidos en otras comunidades autónomas y países europeos, en cuanto al incremento de la producción y venta de compost, puede incidir positivamente en la mancomunidad.	Si se implanta la recolección selectiva, principal inconveniente de calidad con que cuenta el compost producido en este momento, se estaría en capacidad de competir con el compost procedente de otras regiones y más siendo de otros países, que se verían afectados por los costos del transporte.
Caída repentina en las ventas.	En la Mancomunidad, dado el potencial elevado de uso del compost, se podría asegurar un mercado permanente que garantizaría unos precios de consumo acorde con los gastos de producción. Esto se lograría en la medida en que se ilustre a posibles usuarios de los beneficios del compost y se establezcan campañas	Si el proyecto se concibe con dos fines: beneficio ambiental y económico, si por cualquier motivo el aspecto económico fallase, se cuenta con suficiente terreno para derivar la producción al beneficio ambiental, para lo cual se debe contar con una buena base de

	permanentes de comercialización del producto y de seguimiento a los usuarios.	datos y cartográfica que faciliten esta labor.
Al no existir un mercado consolidado de compost, no hay referencias manifiestas de análisis de precios, ni de la calidad del producto.	La Mancomunidad tiene unos límites definidos, cuenta con los usos del suelo delimitados por lo cual es posible ordenar por zonas lo más homogéneas posibles, con cartografía que lo sustente, las necesidades de compost, hacer seguimiento a los usuarios y registrar sus apreciaciones.	Organizar la producción para robustecer el mercado e instaurar una planificación física de la producción y empleo del compost que posibilite establecer registros de los beneficios económicos y ambientales alcanzados.

Fuente: Elaboración propia

7.11.1 Conclusiones del análisis estratégico.

Análisis interno.

Quizás las mayores fortalezas del proyecto radican en disponer en la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000” de terrenos suficientes para utilizar toda la cantidad de compost que pueda producirse en el corto, mediano y largo plazo, bien a utilizar con fines económicos o con fines ambientales, a lo que debe añadirse la buena calidad del producto, a pesar de no ser elaborado con residuos procedentes de una recolección selectiva.

Como principales debilidades cabe mencionar la escasa demanda de compost a pesar de disponer de un extenso territorio en el que se podría utilizar sin restricción alguna todo el material producido, principalmente con fines ambientales. A esta situación debe añadirse la escasez de dinero para mejorar la infraestructura de la planta, establecer la recolección selectiva e iniciar campañas de sensibilización para mejorar la imagen del producto y, con estas acciones dar un impulso a las ventas.

La falta de una planificación física de la producción y empleo del compost y la no utilización de herramientas informáticas que faciliten la elaboración de estadísticas actualizadas y la georreferenciación de todas las actividades que se desarrollen, no benefician en nada el empleo del compost.

Análisis externo.

En el caso de las oportunidades, como más relevante puede mencionarse el hecho de que la producción de compost está siendo impulsada en toda la Unión Europea, con resultados bastante alentadores en algunos países, situación que, de aprovecharse técnica y administrativamente, puede favorecer la producción y comercialización del compost elaborado en el Complejo Medioambiental “Campiña 2000”.

El proyecto muestra como otra oportunidad de interés el deficiente contenido de materia orgánica de los suelos mediterráneos, escenario que conlleva a que exista siempre la necesidad de materia orgánica para suplir esta carencia. Por ello el compost, por sus características, entre las que destaca el alto contenido de esta materia orgánica y poder ofrecerse a precio más económico que cualquier otra enmienda, puede llegar a convertirse en un producto con muy buena acogida, cuando en un futuro no muy lejano, se fortalezca la calidad del producto y su imagen ante los posibles usuarios.

En relación a las amenazas, la principal, desde el punto de vista económico, es la procedencia del compost de recolección no selectiva de los residuos, ya

que no se garantiza la buena calidad del producto, limitando el espacio para su empleo, a pesar de la responsabilidad con la que se desarrollan las diferentes actividades al interior del Complejo Medioambiental “Campiña 2000”.

Otro aspecto a destacar es la deficiente información que en el ámbito territorial se tiene de la comercialización y empleo del compost, situación que no permite realizar un seguimiento de los pros y los contras de su empleo.

CAPÍTULO 8

VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS. SÍNTESIS DE RESULTADOS. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO 8. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS. SÍNTESIS DE RESULTADOS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS PROPUESTA.

Sobre la necesidad de planificar físicamente la producción y empleo del compost.

En el proceso de compostaje confluyen una serie de operaciones que se desarrollan en diferentes partes de un territorio debidamente acotado, que deben ser vistas en conjunto y no separadamente, debido a que todas ellas deben encauzarse hacia los mismos objetivos: el tratamiento integral de los residuos, la valorización de los mismos y el desarrollo sostenible.

En la Mancomunidad Campiña 2000, de la provincia de Sevilla, la gestión de los residuos adolece de esa visión, porque desde una primera instancia se incumple con la norma fundamental de la gestión de residuos, cual es la recolección selectiva, reglada por el Estado español y directivas de la Unión Europea. El incumplimiento de esta disposición conlleva a que no se puedan aprovechar al máximo dichos residuos, debido a que gran parte de ellos, al mezclarse con otros productos, se destruyen o pierden su valor para el reciclaje o encarecen las operaciones de recuperación. Por otra parte, el compost, elaborado con la materia orgánica, componente mayoritario de los residuos urbanos así obtenidos, pierde calidad y no se permite su empleo en labores agrícolas, principal reclamo en España, desaprovechando por esta causa, la oportunidad de comercializarlo a un número importante de posibles consumidores.

A pesar de esta limitación, el compost así producido y que cumple con los criterios de calidad establecidos por el Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino, en una mayor proporción se destina a la labor agrícola. Aunque el compost tenga este destino, no reporta grandes beneficios porque el precio que se cobra por tonelada es más simbólico que comercial, equivalente, casi, a una séptima parte de lo que paga por tonelada un usuario de algunos países como Holanda y Alemania, líderes en la producción de compost elaborado con residuos orgánicos, cuya materia prima consiste en residuos provenientes de la recolección selectiva.

No obstante que el compost producido en la Mancomunidad se oferta a precios bajos, no existe mucha demanda y en ocasiones debe regalarse para evitar su acumulación.

El compost, a pesar de esta falta, por exigencias legales, debe continuar produciéndose, aunque no existan registros del destino y utilización del mismo, ni tampoco de la frecuencia de aplicación en un mismo terreno. Por lo tanto, debe estar empleándose en la cantidad no requerida, por exceso o por defecto y no reportando los beneficios esperados. En los manuales de buenas prácticas agrícolas y ambientales se recomienda una frecuencia de aplicación no superior a cuatro ni inferior a dos años, para prevenir, por una parte, la acumulación en el suelo de nutrientes, en especial de nitratos que por su bajo poder de adsorción pueden ser lixiviados y contaminar fuentes de agua y; por la otra no suministrar a la superficie de terreno la cantidad requerida por los vegetales para una buena nutrición.

Teniendo en cuenta las características del compost que se produce; de los usos del suelo existentes, sus necesidades en materia orgánica y de las dosis de compost recomendadas a suministrar por hectárea, según frecuencia de aplicación, se demostró que la cantidad de este material que se podría elaborar con el total de los residuos orgánicos urbanos generados en la Mancomunidad sería mínima, comparada con la necesidad estimada de compost.

El compost que podría elaborarse no alcanzaría, con una frecuencia de aplicación de cada tres años, ni, para cubrir, el 1% del 20% de la superficie de los suelos que, por la actividad que en ellos se desarrolla, serían prioritarios para la iniciar la utilización.

Explorando otras alternativas para la aplicación de compost en suelos diferentes a los agrícolas, dada la procedencia de la materia prima, se consideró su uso con fines netamente ambientales. Para ello, se elaboró la cartografía requerida para estimar la superficie de zonas verdes existentes en los municipios de la Mancomunidad Campiña 2000, ya que el compost así producido se puede utilizar en estas superficies sin restricción de calidad. Con esta información y el dato de la dosis requerida por hectárea, se llegó a la conclusión que con la producción trianual de compost e igual frecuencia de aplicación, se podía dar cobertura al 100% de las zonas verdes, quedando un sobrante superior a la mitad del total, cuyo destino sería el uso del suelo que requiere la mayor dosis de compost por hectárea, los suelos destinados a minas vertederos y áreas en construcción, que no demandan una calidad determinada de compost.

De esta manera queda demostrado que las diferentes acciones que se realizan para producir compost y su aplicación, empezando desde la fuente de producción de residuos, la recolección..., hasta la disposición del compost sobre el terreno no pueden realizarse independientemente, sino de manera integral.

De igual modo, para la obtención de la información y facilitar la realización, visualización y análisis de cada una de las actividades; así como su distribución y localización territorial, para la consecución de los fines proyectados y beneficios esperados, se presenta muy válida la correcta utilización de herramientas de planificación física y ordenación territorial.

Estas herramientas podrían emplearse a distintas escalas territoriales, acorde con las propuestas del *Plan Director de Territorial de Residuos no Peligrosos de Andalucía* y con las estrategias planteadas por la Dirección General del Medio Ambiente de la Comisión Europea, que exhorta a la necesidad de planificar todas las etapas del proceso producción, recolección, disposición y aprovechamiento de los residuos como un todo indivisible.

Es en este sentido cabe destacar la importancia de la planificación territorial física de la producción del compost y su empleo, porque mediante su uso es posible examinar, todas las actividades relacionadas con la producción y aprovechamiento de los residuos orgánicos, que compete a diversas experiencias y escalas territoriales, entre ellas la supramunicipal. Por otra parte, este instrumento de planificación puede posibilitar el estudio de diversidades territoriales, proporcionando un enfoque específico a un problema o situación determinada, fundamentado en los requerimientos del desarrollo regional.

Igualmente en esta propuesta, los SIGs se constituyen en herramientas para la clasificación y análisis de áreas homogéneas y heterogéneas, la salida de datos geográficos, la capacidad de realizar predicciones y análisis de resultados, su organización y divulgación, mediante la información localizada y georreferenciada.

8.2 SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS.

En el presente trabajo se partió de la evaluación del estado actual de la gestión de los residuos urbanos en España, detallando, en especial, aspectos de producción, y generación de residuos orgánicos.

Los aspectos legales relacionados con el control y manejo de los residuos en el Estado español han sufrido cambios en cuanto a la manera de su aplicación: antes de la creación de las comunidades autonómicas, una vez creadas y después de su ingreso en la Unión Europea. Dado que son normas de aplicación en diferentes ámbitos territoriales con la misma finalidad, la normativa europea es la base a la que debe acogerse el Estado español,

mediante su transposición, y de estas normas se nutren las comunidades autónomas, que las ejecutan en sus respectivos territorios.

La regulación general sobre residuos urbanos se establece en la Directiva 2008/98/CE, de la cual emana el contenido de la legislación estatal, dando origen a leyes como la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, que deroga la Ley 10/1998, de 21 de abril. Buscando establecer lineamientos generales para el manejo de los residuos urbanos se han diseñado planes nacionales y regionales que delegan en los municipios o agrupación de municipios la gestión de los mismos, a la par que establecen metas a alcanzar en cuanto al reciclaje y valorización, ordenando de igual manera cómo deben ser tratados los residuos recuperados. Uno de los métodos recomendados para el aprovechamiento de los residuos orgánicos es el compostaje.

De esta práctica de tratamiento de los residuos orgánicos se hizo una breve reseña de las primeras técnicas utilizadas desde la Antigüedad, de la construcción de la primera planta industrial en Holanda, 1932, del auge de la tecnología DANO en Dinamarca y su difusión por toda Europa y España, en donde destacaron a comienzos de la década de los 70 el Levante y Andalucía, y su posterior declive como consecuencia de no dar respuesta a las expectativas creadas.

Respecto a los usos del compost, puede decirse que un principio estuvo ligado a la agricultura, pero en la época actual se ha ampliado el espectro de utilización a otras actividades, como el paisajismo, la jardinería, recuperación y biorremediación de suelos, ya que son muchos los beneficios que se obtienen de su empleo: tanto en la economía, por el aumento de los rendimientos de los cultivos, como en aspectos ambientales al servir de sumidero del CO₂, prevenir inundaciones, aumentar la diversidad y reducir el empleo de fertilizantes.

Al ser el compost un producto que, dadas sus propiedades, mejora la calidad de los suelos, se hizo una reseña de los principales aspectos del suelo desde su formación hasta los impactos sobre el mismo que conllevan a su destrucción. Mostrando, ante esta situación, la utilidad del compost por los beneficios que aporta para la recuperación de estos terrenos. Debido a que las características del suelo y del compost producidos no son uniformes, para su interrelación se detallaron las dosis que deben ser aplicadas, para lograr resultados satisfactorios, observando las normas de buenas prácticas agrícolas y ambientales.

Continuando con la reseña se analizó la situación actual del compostaje en Europa, encontrando favorable su producción, no solo como consecuencia de las exigencias legales para aumentar el aprovechamiento de los residuos

orgánicos y como resulta de la producción de compost, sino también porque en algunos países, como Alemania, Holanda, Inglaterra, Bélgica, el compost se está produciendo a gran escala reportando beneficios económicos.

En estos países se encontró que la demanda del producto ha incrementado a tal punto, que se plantean comenzar su exportación. Lo anterior porque han mejorado los canales de comercialización, se ha concienciado a la población acerca de su importancia, se ha mejorado la calidad del y establecido mecanismos estrictos de vigilancia y control, respaldados en los buenos resultados que se están obteniendo.

Aunque en España la situación no es del todo halagüeña, se ha mejorado la tecnología pero la calidad del compost no se tiene garantizada porque en muchas comunidades se falla en el primer eslabón de la cadena de producción, no se ejecuta la recolección selectiva y, a pesar de ello el compost se continúa utilizando en labores agrícolas. Destaca en este ámbito Cataluña, comunidad que introdujo la recolección selectiva, ha aumentado la producción de compost y su calidad y además comercializa todo el material producido.

Buscando alternativas para mejorar el panorama de la producción y empleo del compost, se hizo esta propuesta de la planificación física de las diferentes operaciones que se desarrollan en su producción, seleccionando un área de estudio en la provincia de Sevilla, en la cual hubiera una planta de compostaje y se contara con un territorio definido para la utilización prioritaria del compost.

En el territorio de la Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000", conformada por 7 municipios, se hizo un diagnóstico de la producción y empleo del compost, obteniendo entre otros los siguientes resultados: la planta forma parte del Complejo Medioambiental "Campiña 2000", en el que ingresan los residuos urbanos de los 7 municipios, sin haber sido separados, in situ. Ingresan anualmente alrededor de 50.000 toneladas, de las cuales sólo 8.000 se someten al proceso de compostaje, una vez realizada la separación. El rendimiento, en lo que respecta a la producción de compost, solo considerando los residuos orgánicos que se someten al proceso de compostaje, es de aproximadamente el 20%, que se encuentra dentro del rendimiento promedio alcanzado en las plantas de compostaje operativas en España.

De los resultados del estudio se desprende que la Mancomunidad dispone de un amplio territorio, que según los usos del suelo seleccionados como prioritarios para iniciar la aplicación del compost, demanda más de 2 millones de toneladas anuales para cubrir el 50% de toda la superficie. En la planta de compostaje, cada tres años, coincidiendo con la frecuencia de renovación de la aplicación, solo se estaría en capacidad de producir, cerca de, 5000 toneladas.

Pero a pesar de la gran demanda estimada y la poca producción de compost, las ventas del producto son mínimas, aunque el precio por tonelada es bajo, alrededor de 10 euros/tonelada. Tampoco se han establecido directrices manifiestas para que con su empleo se favorezca el medio ambiente, lo que hace que finalmente se beneficien usuarios no pertenecientes a la mancomunidad objeto de estudio.

Ante este panorama y tomando como referencia los resultados que se están obteniendo en la conservación de zonas verdes, jardines y taludes, en Morón de la Frontera, municipio de la Mancomunidad Intermunicipal “Campiña 2000”, mediante el empleo combinado de compost procedente de la planta del Complejo Medioambiental y el obtenido de la fermentación de materia vegetal, se formuló la propuesta para la planificación física de la producción y empleo del compost en esta mancomunidad, con fines puramente ambientales, dada la restricción de uso del compost en la agricultura, ya mencionada.

Mediante análisis cartográfico se valoró la superficie urbana de áreas verdes y jardines. Con esta información y con la dosis recomendada según usos del suelo, se estimó la cantidad de compost que se requeriría para cubrir toda la superficie. Dado que la cantidad de compost requerida era inferior a la producida, se propuso, para consumir con la misma finalidad, la parte sobrante del compost, destinarlo a la recuperación de terrenos cuyo uso se corresponde con minas, vertederos y áreas en construcción. En total, podrían cubrirse con compost al menos 110 hectáreas. El equivalente, aproximado, al área de 110 canchas de fútbol.

Para la planificación de la producción, distribución, aplicación del compost y evaluación de los resultados se elaboró una cartografía indicativa y se propuso para su explotación una base de datos conformada por tablas que relacionan la población, la producción de residuos orgánicos, la producción de compost y su rendimiento, los usos de suelo, la dosis de compost recomendada para cada uso y otras que se consideren de interés, según los alcances del plan.

Continuando con las recomendaciones, se planteó el empleo de herramientas del análisis territorial, como los SIG, consideradas de gran utilidad para el desarrollo de trabajos de esta naturaleza. Con ellas es posible elaborar la cartografía básica y explotar bases de datos, en las que se detallen áreas homogéneas del terreno, según necesidades de compost y otros aspectos de interés de las mismas.

Finalmente se realizó un análisis estratégico de la propuesta del Plan. Se encontró que a nivel interno se tiene como principal fortaleza disponer de un vasto territorio que permite, con una buena campaña de comercialización y concienciación, acerca de la importancia del compost, impulsar la recolección

selectiva y aumentar su consumo. A nivel de oportunidades, destaca que la producción de compost se está impulsando en la Unión Europea y por ello se cuenta con la experiencia de países pioneros. Como debilidades cabe citar la poca demanda del compost en la que confluyen otros aspectos que deben ser mejorados, tales como la falta de concienciación ciudadana acerca de los beneficios del compost y la deficiencia en la manera como se comercializa este producto en la mancomunidad.

Del análisis estratégico del Plan, realizado mediante el empleo del matriz DAFO, se consideró como una gran oportunidad para su implementación el deficiente contenido de materia orgánica de los suelos mediterráneos, lo que contribuye a la necesidad constante de materia orgánica de estos territorios. Como principal amenaza se consideró la inexistencia de la recolección selectiva de los residuos, que limita los usos comerciales de este producto. Finalmente se llegó a la conclusión de que el proyecto es viable y de interés para ponerse en práctica y servir de guía para estudios similares.

8.3 CONCLUSIONES

1. Este estudio ha servido para mostrar una síntesis la importancia de la puesta en valor de todo tipo de residuo orgánico, no sólo los provenientes de los residuos urbanos, como fuente potencial de materia prima para la producción de compost. Por otra parte se ha elaborado una propuesta para la planificación física de este producto, empleando herramientas de ayuda en la ordenación del territorio, que garanticen la georreferenciación de las acciones desarrolladas, su evaluación continua y la optimización de resultados, sin dejar de lado los aspectos legales y las buenas prácticas agrícolas ambientales.

2. El compostaje es una alternativa aceptada para la recuperación de la mayor parte de los nutrientes presentes en los residuos orgánicos porque con su empleo se facilita la incorporación de éstos en los suelos de los ecosistemas, ya que las técnicas que se han utilizado, para su disposición final como la incineración y aislamiento en vertederos, los confinan o los destruyen sin permitir su reutilización.

Por lo tanto el empleo del compost es beneficioso para los suelos por el aporte de materia orgánica, en especial en los suelos mediterráneos que dadas sus características son deficitarios en ella y, por consiguiente proclives a procesos erosivos, que conllevan a la pérdida de la fertilidad, que aceleran el proceso de desertización. El compostaje, por ser una opción de disposición final de residuos orgánicos económica, se debería potenciar mejorando las

estrategias de comercialización del producto, así como las de distribución y aplicación en el terreno para optimizar su empleo y facilitar la evaluar los resultados.

3. La producción continua de compost proyectada durante tres años consecutivos en el Complejo Medioambiental “Campiña 2000”, sólo alcanzaría para revestir en su totalidad el 20% de las superficies de 5 usos del suelo, que se corresponden con los de menor extensión, si la estrategia de aplicación incluye el beneficio ambiental y el económico, con una disponibilidad para cubrir alrededor de 50 hectáreas, superficie sobre la que se debería planificar la utilización anual del compost. Si dicha producción proyectada se destinara sólo para fines ambientales, se podrían satisfacer los requerimientos de materia orgánica de todas las zonas verdes urbanas y un pequeño porcentaje para la recuperación de suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción, duplicándose el área cubierta.

4. Con la metodología propuesta se ha demostrado que es posible utilizar diferentes instrumentos para realizar el diagnóstico, la evaluación, el análisis y la planificación territorial, la producción y empleo del compost, respetando las normas de buenas prácticas agrícolas, la ordenación territorial y el desarrollo sostenible. Esta técnica podría utilizarse, en cada municipio, para preparar y ejecutar la distribución del compost, en todos los espacios en donde se requieran, no importando su tamaño y localización.

5. La extensión total de la Mancomunidad es de 192.122 hectáreas. En 157.431, el 82% de toda la superficie, se puede emplear, prioritariamente, compost con diferentes valores de dosificación por hectárea, pero la cantidad producida con los residuos orgánicos urbanos sólo alcanza para dar cobertura, aproximadamente, a medio centenar o un centenar de de hectáreas, según se destine le compost . A pesar de ello, se observa que, con oferta de compost tan ínfima, en comparación con las necesidades posibles, la demanda del producto es mínima.

6. Disponer de un amplio territorio para utilizar todo el compost producido es una gran ventaja, puesto que sólo se deben activar los mecanismos para mejorar la comercialización, distribución y buen uso del producto, o en su defecto destinarlo al mantenimiento de áreas verdes y/o recuperación de áreas degradadas, sin que se generen excedentes.

7. En esta Tesis Doctoral ha quedado ampliamente demostrado que en todas las operaciones propias del proceso de compostaje, desde la recolección de los residuos hasta la evaluación de los resultados obtenidos de la utilización del compost, es factible la aplicación de las herramientas de planificación física y de ordenación del territorio y de algunos instrumentos tecnológicos en ellas empleadas.

8. El disponer de compost utilizable solo en una mínima fracción de terreno, muestra la necesidad de realizar una adecuada planificación física y ordenación del territorio, a fin de obtener óptimos resultados y para ello es indispensable contar con algunas de las herramientas empleadas en la ordenación del territorio que faciliten dicha labor.

9. La producción y uso del compost, desde el punto de vista geográfico, posee especial interés en el campo de la planificación y ordenación del territorio, dado que se requiere regular su producción y asignar una cantidad conveniente para cada fracción homogénea del mismo (parcelas) como puede deducirse de las diferentes dosificaciones recomendadas según el tipo y uso del suelo, cultivos...buscando con ello generar el menor impacto medioambiental y los mayores beneficios económicos, correspondiendo la organización a un agente público, en este caso a las autoridades de los municipios que conforman la mancomunidad del área de estudio.

10. En términos generales, si al proceso de compostaje se le aplicaran desde la producción de los residuos orgánicos hasta el empleo del material, algunas de las herramientas básicas que se utilizan en la planificación física, por ejemplo los SIG, se mejoraría su gestión, porque sería más viable actualizar y georreferenciar la información correspondiente a:

- a. La producción de residuos orgánicos, su localización o procedencia y forma de recolección;
- b. Lugar de elaboración del compost, estimación de la producción, demanda y disponibilidad en el transcurso del año;
- c. La localización de los consumidores y, por consiguiente, los lugares de destino; la estimación de gastos de producción e ingresos por ventas.
- d. Visualizar los beneficios obtenidos por su uso.

- e. Determinar el flujo de materiales antes y después del proceso y contribuir de esta manera al análisis del ciclo de vida de los productos.

Toda esta información, al alcance de la administración municipal o de la Mancomunidad, proporcionaría diferentes alternativas, esenciales para una detallada planificación territorial de la producción y empleo de este producto y cumplimiento de los aspectos legales, dando así respuesta a los siguientes interrogantes del ordenamiento territorial: ¿Qué cantidad de residuos orgánicos se generan?, ¿cada cuánto tiempo?, ¿en dónde?, ¿quiénes o qué los produce?, ¿cómo se recogen? , ¿a qué lugar se transportan? , ¿cómo se procesan?, ¿tiempo de proceso?, ¿cómo se almacenan y comercializan?, ¿precio de venta?, ¿medio de transporte? , ¿quiénes lo utilizan y frecuencia de compra? ,¿lugar de su aplicación? ,¿frecuencia de aplicación? , ¿beneficios esperados y los obtenidos? ,¿flujos de materiales?...

11. El proceso de compostaje se corresponde con la ordenación del territorio y la planificación física, por la similitud que existe entre los objetivos que se persiguen en las dos fases de estos procesos: inicialmente como objetivo principal del trabajo se planteó organizar de manera óptima la producción y uso del compost en toda la Mancomunidad “Campiña 2000”, y se encontró que no era viable, razón por la cual se cambió de estrategia reduciendo el tamaño de la superficie, pasando a plantear esta posibilidad por separado para cada uso del suelo y posteriormente para porcentajes de cada una de estas superficies hasta encontrar las porciones del terreno en donde fuera posible su desarrollo.

12. Con el presente estudio se refuerza la importancia de la escala local y las mancomunidades, como un escenario favorable para el desempeño público y privado, para impulsar y consolidar la buena gestión y aprovechamiento de los residuos orgánicos y a la vez estimular la corresponsabilidad de las administraciones y la población para la obtención de buenos resultados. Planes de esta naturaleza pueden servir de prototipo para fomentar nuevos procedimientos y formas organizativas; contribuir a la sensibilización ciudadana e impulsar la creación de nuevos productos y su puesta en valor en el mercado

8.4 RECOMENDACIONES.

1.- Para la selección de superficies en las que se vaya a utilizar el compost, sería indispensable la elaboración de cartografía indicativa y base de datos en las que se detallen las áreas homogéneas del terreno, según las necesidades de compost y otros aspectos de interés de las mismas, empleando herramientas de análisis territorial como los SIG.

2.- En vista de que el uso del compost parece no ofrecer atractivo alguno para los agricultores, labor en la que no debería ser utilizado por no cumplir plenamente con las normas de calidad, sería conveniente orientar su utilización a fines ambientales, ya que con la producción actual de compost en áreas destinadas a estos propósitos sería posible cubrir, observando las normas de buenas prácticas agrícolas y ambientales, todas las zonas verdes de los municipios de la Mancomunidad y un porcentaje mínimo de terrenos degradados, alcanzando a revestir al menos, 110 hectáreas.

3.- Para poner en funcionamiento un plan de esta naturaleza en la Mancomunidad Intermunicipal "Campiña 2000", se debería iniciar con un inventario detallado de los recursos disponibles:

- Materia orgánica procedente de la recolección no selectiva de los residuos urbanos y cantidad de compost que pueda producirse con ellos.
- Una planta antigua de compostaje que cumple con las proyecciones actuales de producción.
- Personal que trabaja en el Complejo Medioambiental "Campiña 2000" y desempeña labores a cabalidad.
- Terreno suficiente para disponer todo el compost que pueda elaborarse en la planta del complejo medioambiental, utilizando todo tipo de residuos orgánicos.
- Disponer de una adecuada cartografía y de base de datos que permitan realizar una planificación física del compost sobre el terreno y la ordenación del territorio, a fin de que el empleo de este material brinde óptimos resultados.
- Tener garantizada la venta, ya que el tiempo de aplicación de este producto en un mismo sitio, no debe ser superior a tres años, máximo cuatro.

4.- La proyección y ejecución de estos planes demanda que se tengan en cuenta las normas que correspondan a la gestión de los residuos en general, desde los lugares de generación y recolección hasta su recuperación y aprovechamiento, complementada con las correspondientes a las buenas prácticas agrícolas y ambientales.

5.- La participación ciudadana de la población de la Mancomunidad se debería reforzar en el proceso de elaboración de estos planes, porque los ciudadanos son los actores protagonistas de la producción y de la gestión de los residuos y sin su colaboración, toda acción que se emprenda podría estar encaminada al fracaso o a crear mayores dificultades.

6.- Considerando el desarrollo del trabajo, al hacer operativa la propuesta, se debe tender en primera instancia a definir el objetivo u objetivos que se buscan con la aplicación del compost y luego a seleccionar las áreas que se consideren esenciales para ser atendidas en primer lugar. En este caso particular, dado el origen de los residuos que se utilizan para la producción del compost, se recomienda la mejora ambiental y como áreas a atender prioritariamente las zonas verdes del casco urbano y, como segunda prioridad los suelos destinados a minas, vertederos y áreas en construcción.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

AGASSI, M.A. y Otros (2004). "Mulching with composted municipal solid wastes in Central Negev, Israel: I. effects on minimizing rainwater losses and on hazards to the environment". *Soil and Tillage Research*. Volume 78, Issue 1, Pages 103-11.

AGENCIA EUROPEA DEL MEDIO AMBIENTE. (2007). *El medio ambiente en Europa. Cuarta Evaluación*. Resumen Ejecutivo. European Environment Agency (EEA). Copenhague.

AGRI_NOVA Science – Productos para la agricultura (2009). *Gestión y Tratamiento de Residuos Agrícolas*. Almería.

ALCOLEA, M y GONZÁLEZ, C. 2000). *Manual de Compostaje Doméstico*. ESAB. Barcelona.

ALCOVERRO, T; CAMACHO, J, LÓPEZ-CEPERO J. (2009). Experiencia de compostaje de baja dedicación (CBD) con restos de empaquetado de plátanos. Actas del Simposio de Compostaje: La Salud de la tierra. Utilización en la Agricultura Ecológica. Ed. SEAE. Lugo.

ÁLVAREZ DE LA PUENTE, J. M. (2006). *Manual de Compostaje para Agricultura Ecológica*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla.

ALMOGUERA, S. P. *Calidad Medioambiental y Paisaje Urbano. Reflexiones a Escala Local*. Espacio y Tiempo, Revista de Ciencias Humanas, Nº 11-12 1998 pp.141-148. UNED. Madrid.

AMODING, A, y Otros. (2010). *Improving water management for irrigated rice production in the South-Kivu Province, Democratic Republic of Congo*. Research Application Summary. Makerere University, College of Agricultural and Environmental Sciences. pp (1587-1590). Kampala.

AVNIMELECH, Y., y otros. (1994). "The use of compost for the reclamation of saline and alkaline soils". *Compost Science & Utilization*. Volume 2, Issue 3, Pages 6-11. Wyoming.

BANCO MUNDIAL (2013). *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Urban Development. Washington

BARRADAS, RA. (2009). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. Estado del Arte*. Universidad Politécnica de Madrid, Instituto Tecnológico de Minatitlán, Veracruz, México. Madrid

BOSQUE, J. Y GARCÍA, R. (2000). "El Uso de los Sistemas de Información Geográfica en la Planificación Territorial". *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, nº 20, pp. 49-67. Madrid

BUZZAI, G.D y BAXENDALE, C.A. (2009) *Fases del Proyecto de Investigación en Estudios de Geografía Aplicada basados en el uso de Sistemas de Información Geográfica*. Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG). pp (31-40). Universidad Nacional de Luján.

CALABRÒ, PS. (2009) "Greenhouse gases emission from municipal waste management: The role of separate collection". *Waste Management*. Volume 29. Pages 2178-2187. University Technology. Bahru Baru.

CANET, R. (1996). *Uso de materia orgánica en Agricultura*. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Valencia. pp (1-39)

CANO, G.M. (1990). Política Territorial y Organización del Espacio en Andalucía. Geografía Económica de Andalucía. Tartessos. Sevilla. pp.456

CANO, G.M. (1990) Los Territorios Andaluces: Regiones y Comarcas. Economía Población y Territorio. *Gran enciclopedia de Andalucía*. Tartessos. Sevilla. pp (105 – 111).

CARBONA, C. (2009). "Sobre el problema de la desertificación y el Cambio Climático. Tres caras de una moneda". *Revista Milenio*. México.

CIVEIRA, G. y LAVADO, RS. (2006). "Efecto de aporte de enmiendas sobre propiedades físicas e hidrológicas de un suelo urbano degradado". *Ciencia del suelo* Vol. 24 nº 2. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Argentina.

CLUB ESPAÑOL DE RESIDUOS (CER), (2001) "Aprovechamiento de los biorresiduos. El Compost como Producto". *Cuadernos del CER* nº 2. Madrid.

COCHRAN, S. (2013). *Vermicomposting: Composting with Worms*. University of Nebraska. Lincoln.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. COM(2006) 231 *Estrategia temática para la protección del suelo*. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.

COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL, "Campiña 2000". (2010 - 2013) Marchena, Sevilla.

COMPOSTA EN RED (2011). *Situación del compostaje doméstico y comunitario en el Estado Español: Red Estatal de entidades Locales por el Compostaje Doméstico y comunitario*. Madrid.

CONAMA 10. *Memorias Congreso Nacional de Medio Ambiente. (2010). Sistemas y modelos de gestión de residuos. Cumbre de Desarrollo Sostenible. MR-14. Madrid.*

CONAMA 8. *Memorias Congreso Nacional de Medio Ambiente. (2006). Sistemas y modelos de gestión de residuos. Cumbre de Desarrollo Sostenible. MR-14. Madrid*

CONFERENCIA DE MINISTROS RESPONSABLES DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. (1983) *Carta Europea de Ordenación del Territorio. Aprobada en Torremolinos, España.*

CONSEJERÍA AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA. (2006, 2007, 2009, 2010, 2011). *Artículos, estadísticas y publicaciones varias en diferentes formatos. Junta de Andalucía. Sevilla*

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE. *Adecuación del Plan Forestal Andaluz Horizonte (2015). Junta de Andalucía. Sevilla.*

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE MADRID. (2006-2016). *Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid. Madrid.*

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN TERRITORIAL DEL GOBIERNO DE CANTABRIA. (2002). *Gestión de los residuos biodegradables. Jornada Internacional sobre la Gestión Integrada de Recursos y Residuos en la Unión Europea. Santander.*

CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE, Junta de Andalucía. *Diciembre de (2006). Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA). Junta de Andalucía. Sevilla.*

CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DE ANDALUCÍA. (2000-2005) *Base de Datos de Cartografía Urbana. Sevilla.*

CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL ESPAÑA (2010). *Resumen ejecutivo: Competencias y coordinación en la gestión de residuos por las distintas administraciones. Consejo Económico y Social. Madrid.*

CONSORCIO ÁREA METROPOLITANA DE BARCELONA. (2000 – 2012). *Resumen de publicaciones y estadísticas. Generalitat de Catalunya. Barcelona.*

CONSORCIO ÁREA METROPOLITANA DE BARCELONA, (2010). *Ecoparc 4 de l' Área Metropolitana de Barcelona, AMB. Barcelona.*

COOKSON, JT. (1995). *Borremedaition Engineering. Design and Applications. McGraw-Hill. Nueva York.*

CROHN, D. y THOMAS, A. (1998). "Mixed-Integer Programming Approach for Designing Land Application Systems at a Regional Scale." *Journal of Environmental Engineering*, 124(2), 170-177. University of California. Riverside.

CSIC, JUNTA DE ANDALUCÍA Y OTROS. ((2002-2003). Proyecto Life 00ENV/E/000543. Procesos de Co-compostaje y Aplicación de sus Productos en Paisajismo, Reforestación, Cultivos Forestales y Agrícolas en Andalucía. Junta de Andalucía. Sevilla.

CUEVAS, B J.; y otros (2006). *Efectos de las Enmiendas Orgánicas sobre las Propiedades Físicas del Suelo con Especial Referencias a la Adición de Lodos Urbanos*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Ingeniería y Suelos. Santiago de Chile. R.C. Suelo Nutr. Veg. v.6 n.2. Temuco. Chile.

DE GRAZIA, J. y otros. (2006). *Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento de pimiento*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora. *Cien. Inv. Agr.* 34(3): 195-204,2006. Buenos Aires.

DEL VAL, A. (1996). *El problema de los residuos en la sociedad del bienestar. Primer catálogo español de buenas prácticas*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

DEL VAL, A. (1997). *El libro del Reciclaje*. 3ª Edición. Integral. Edita RBA Libros. Barcelona.

Del Val, A. (2010). "Modelos de gestión de las basuras". *XXI Encuentro de los amantes de la natura*. Greenpeace y otros. Iruña. .

DEPARTAMENTO AUTÓNOMA DE AGUAS DE PENÁPOLIS (DAEP), (2006). *Recogida selectiva de residuos: Generación de empleo e ingresos para los recuperadores*. Penápolis.

DÍAZ, C P. (2011). *Energía Eólica y Territorio. Potencialidades para la Implantación de Parques Eólicos en Andalucía*. Departamento de Geografía y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Sevilla. Sevilla.

DÍAZ, LF. y otros, (2007). *Compost Science and Technology*. Waste Management Series 8, pages 1-20. Elsevier Ltda. Ámsterdam.

DIPUTACIÓN DE SEVILLA. (2009). *Plan de Gestión de Residuos, orientados a dar respuesta a las propuestas del Protocolo de Kioto*. Diputación de Sevilla. Sevilla.

DIPUTACIÓN DE SEVILLA. *Anuario Estadístico de la Provincia de Sevilla*. Años: 2010 a 2012). Diputación de Sevilla. Sevilla.

DIPUTACIÓN DE SEVILLA. *Plan Director de Residuos de la Provincia de Sevilla (2009 – 2019)*. Diputación de Sevilla. Sevilla.

DIPUTACIÓN SEVILLA. (2009). Agenda 21 Estrategia Ambiental y el Plan de Acción. Diputación de Sevilla

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE DE LA UNIÓN EUROPEA, Ecoparc Barcelona, Agencia de Residuos de Cataluña, Generalitat de Catalunya. (Julio de 2004). Informe Trimestral Ecoparc de Barcelona. Barcelona.

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE, COMISIÓN EUROPEA (2010). Ejemplos de buenas prácticas de compostaje y recogida selectiva de residuos. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Luxemburgo

ECO, U. (2001). *Cómo se hace una Tesis: Técnicas y Procedimientos de Estudio, Investigación y Escritura*, 6º ED. Gedisa, (2001). Barcelona.

EGMASA, (Junta de Andalucía). (2002 -2003). Resultados de aplicación de compost urbano de calidad forestal. Junta de Andalucía. Sevilla.

EGMASA, FONDOS FEDER. (2000). Investigación y Desarrollo Tecnológico de Procesos de Compostaje y Aplicación del Compost en los Sectores Agrícola y Forestal en Cádiz, Sevilla, Huelva, Almería. EGMASA, Oficina de Proyectos. Sevilla.

EMASESA (2006). *Responsabilidad Social Corporativa y Gestión*. Informe anual. EMASESA. Sevilla.

Environmental Protection Agency (EPA) (2000). Folleto Informativo de Biosólidos. Aplicación de biosólidos al terreno. EPA 832- F-00-064. Oficina del Agua. Washington.

EOI, Escuela Oficial de Negocios(2008). *Contaminación de Residuos*. Máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental. Madrid

ESPEJO M.C..(2008). El Papel de los Instrumentos de Planificación en las Dinámicas Territoriales. Turismo Rural y Desarrollo Local. Ediciones de la Universidad de Castilla la Mancha. Sevilla/Cuenca.

ESTRADA DE LUIS, I. y GÓMEZ, P. (27 y 28 de junio de 2006). "Valorización de los Residuos a través de la Producción de Biogás". IFAES (International Faculty for Executives). Sevilla.

FAO (2000). Artículos y estadísticas relacionadas con la producción y aprovechamiento de los residuos orgánicos forestales, agrícolas y de animales. Departamento de Desarrollo sostenible. Washington D. C.

FAO, Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación (2012). Técnicas de Compostaje. Cambio climático y Sostenibilidad Ambiental. Asunción.

FAO. (2006) Producción y Gestión de Residuos Orgánicos. Situación actual a nivel mundial, comunitario y estatal. CBAS, CSIC. Murcia.

FARINOS, y Otros (2005) "Planes estratégicos territoriales de carácter supramunicipal". *Boletín de la AGE*, nº 39. pp117-150

FARRELL, M. y JONES, DL. (2009) "Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets". *Bioresource Technology*. Volume 100, Issue 19, pp. 4301-4310. Guynedd, England.

FELIPÓ, O. (2002). *Utilización de la materia orgánica residual urbana en la recuperación de suelos degradados. Curso Agricultura y Medio Ambiente*. Fundación Universitaria de Verano de Castilla y León. Segovia.

FEMP. Federación Española de Municipios y Provincias (2012). Radiografía actual de las Mancomunidades en España. Madrid.

FIGUEROA CLEMENTE, E (2014) *El Sistema Verde de Los Campus de la Universidad de Sevilla como sumidero natural de CO2 Atmosférico y Estudio de la Eficiencia en el Uso del Agua en un contexto de Cambio Climático*. Oficina de Sostenibilidad de la Universidad de Sevilla. Sevilla.

FISCHER A. (1981). *Climatic oscillations in the biosphere. In Biotic Crises in Ecological and Evolutionary Time*, Nitecki M. Ed., Academic Press. pp (103-131). Washington.

FRANTI, T. (2006). *Using Yard Waste Compost to Control Soil Erosion from Steep Slopes on Construction Sites*. University of Nebraska- Lincoln Extension Publications Wet Site. Nebraska.

FUNDACIÓN CEMA, (2004). *Estudios Medioambientales. Materiales divulgativos sobre recuperación energética*. Fundación CEMA. Madrid.

GALIANA, L. y VINUESA, J.(2010). *Teoría y práctica para una ordenación racional del territorio*. Ed. Síntesis. 346p.Madrid.

GARCÍA, A. A. y otros (1993) *Técnicas actuales del manejo de los bosques*. FEMP. Federación Española de Municipios y Provincias (2012). Radiografía actual de las Mancomunidades en España. Madrid.

GIMÉNEZ, A.; y otros (2005). *Aproximación a la situación actual en Cataluña del mercado del compost elaborado a partir de la fracción orgánica de residuos municipales recogida selectivamente*. ESAB, Barcelona

GIRÓ i FONTANALS, 2012. Presentación de los datos de los residuos municipales. Agencia de Residuos de Cataluña. Barcelona.

GÓMEZ, D. (2002). *Ordenación Territorial*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

GÓMEZ, P. y ESTRADA DE LUIS, B (2005). *El reto de fomentar el consumo de los productos finales*. II Congreso sobre residuos biodegradables y compost. Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos. Sevilla.

GREENPEACE, España (2003). *Informe Anual. Artículo sobre residuos urbanos*. Greenpeace, España Madrid.

HERNÁNDEZ, C. (2001) Reseña de “La Naturaleza del Espacio” De Santos, Milton. *Economía Sociedad y Territorio*, vol. III, número 10. El Colegio Mexiquense, A. C. pp 37 –385.Toluca.

HUERTA, O. y otros (2007). *Compostaje de Residuos Municipales. Control del proceso, rendimiento y calidad del producto*. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, Agencia de Residuos de Cataluña, Ministerio de Medio Ambiente. Barcelona.

IGME-ESAB-MIMAM, informe (2003 – 2005). *Caracterización del compost producido en España*. ESAB. Barcelona.

INFORMES DE CONVENIOS ESAB – Servicio de Medio Ambiente de la Diputación de Barcelona. (2000-2005). ESAB. Barcelona.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE) (2010). *Estadísticas sobre medio ambiente. Estadísticas de residuos*. INE. Madrid.

INSTITUTO URUGUAYO DE INVESTIGACIÓN PARA Y DESARROLLO TURÍSTICO, LAS CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES (2011). *Matriz DAFO*. Instituto de Ciencia y Tecnología. Montevideo.

INTERMUNICIPAL RELATIONS COMMITTEE (IRC): (2012). *Solid Waste and Recycling*. Altoona City Hall. Altoona.

JIMÉNEZ, H. y otros. (2011) *Sostenibilidad en España*, (2011) Observatorio de la Sostenibilidad. Madrid.

JORDÁ, B.R., y Otros. (2012). Factores Territoriales de Localización y Caracterización de los Vertederos Incontrolados en Andalucía. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Vol. xvii, nº, 435, 10 de abril. Universidad de Barcelona.

JUNTA DE ANDALUCÍA (2002-03). *Compost de Calidad*. Proyecto Life: 00 ENV/E000543. Junta de Andalucía. Sevilla.

JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, (IECA). Serie (2000 – 2005). Sevilla

JUNTA DE ANDALUCÍA (2009). *Plan Director Territorial de Gestión de Residuos no Peligrosos de Andalucía. (2010-2019)*. Junta de Andalucía. Sevilla.

JURADO ALMONTE, J.M. y otros (2011) Ordenación del territorio y urbanismo: Conflictos y oportunidades. UNIA.

LACASTA, C. y Otros (2003). “El abono verde, un manejo controvertido en los cultivos herbáceos de secano”. *La Fertilidad de la Tierra* Nº 14 : 40-43. Junta de Andalucía, Sevilla.

LAL, R. (2000). *Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Carbon Management and Sequestration Center*. School of Natural Resources. Columbus. The Ohio State University. Columbus

LI, Y. y otros (2010) "Application of compost and other wastes (by-products) in Florida: Regulations, characteristics, benefits, and concerns". *Hort Technology*. Volume 20, Issue 1, Pages 41-51. University of Florida. Florida.

LÓPEZ, R. (2004-2005) *Requisitos y normativa del compost*. Ministerio de Ciencia y Tecnología, CSIC. Madrid.

MADRID, F (2014) *Caracterización y utilización del compost de residuos sólidos urbanos de la planta de Villarrasa (Huelva)*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

MARAÑÓN, M. E. (2007). "Aplicaciones del compost obtenido a partir de la recogida selectiva de la materia orgánica". *IV Ponencia Técnica "Prevención, Reutilización y Reciclado"*. Cogersa, Universidad de Oviedo, IUTA. Oviedo

MARTÍNEZ, A. P. y otros (2006) *Planificación Física y Ordenación del Territorio*. Editorial Dykinson S. L. Madrid.

MARTÍNEZ, F. (2006) "Gestión y Tratamiento de Residuos Agrícolas". *Revista Técnica de Medio Ambiente*. Vol. 111, núm. s/n, pp(62-74). (Madrid).

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2007-2015). *II Plan Nacional Integrado de Lodos de Depuradoras de Aguas Residuales*, EDAR II PNLD. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. (2009). *Caracterización de los lodos de depuradora generados en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. LIBRO DE MEDIO AMBIENTE EN ESPAÑA (2005). *El estudio del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) sobre caracterización del compost en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. *Plan Nacional Integrado de Residuos, (2008-2015). Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA)*. Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. *Plan Nacional de Residuos (2008-2016). Estrategia Española de Reducción de Residuos Biodegradables destinados a los vertederos*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Proyecto LUCDME. (1995). *El Plan contra la Desertificación*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE; Estadísticas años: (2009 a 2011) Ministerio de Medio Ambiente. Madrid

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. *Plan Nacional Integrado de Residuos para el período (2000-2006)*. Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.(2000). *Estudios de Mercado del Compost: Memoria General*. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Madrid.

MORENO, C.J. y MORAL, H.R. (2007) *Compostaje*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid

NAVARRO, P. y Otros. (1995). *Residuos Orgánicos y agricultura*. Universidad de Alicante. Secretariado de Publicaciones. Alicante.

OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA. (OSE). *Evaluación Integrada (2008)*. OSE. Madrid.

OFICINA DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE LA UNIÓN EUROPEA (EUROSTAT) (2009). *Datos de producción de residuos y su tratamiento en la UE-27*. Luxemburgo.

OFICINA DE PUBLICACIONES OFICIALES DE LAS COMUNIDAD EUROPEA. (Noviembre de 2007).IV *Ponencia Técnica "Prevención, Reutilización y Reciclado"*. Cogersa. Serín, Principado de Asturias.

OJEDA, C. G.; (2003). *Escorrentía y Granulometría de Sedimentos en Suelos Tratados con Diversos Tipos de Lodos de Depuradora*. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), Laboratori de Sòls, Unitatd'Ecologia, Universitat Autònoma de Barcelona. Vol. 10 (2), pp. 135-145. Bellatera.

Observatorio de Sostenibilidad en España (OSE). (2009). *Informe de Sostenibilidad*. Universidad de Alcalá.

OTERO, I. (1993). *Planificación Territorial : Estudio de Casos*. FUCOVASA. ETSI de Montes. Madrid

PALOMAR, V. J. (2009). *Iniciación a gvSIG*. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia, y Fotogrametría. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

PORTER HC. (2000). "New trends in sustainable farming build compost use". *BioCycle 41*: pp (30-35). Inifap, Vol 3, número 7. Méjico

PUEYO, C.A. (1986). "Criterios para la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ordenación del Territorio". *Geographicalia*, 2ª época, nº 27. Universidad de Zaragoza.

PUJADAS, R.; FONT, J. (1998). *Ordenación y Planificación Territorial*. Ed. Síntesis. Madrid

REBORATTI, C. (2000): *Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones*. Buenos Aires, Editorial Planeta. Argentina.

REES, R.M. y otros (2005). "The role of plants and land management in sequestering soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems" *Geoderma*. Volume 128, Issue 1-2, Pages 130-154. England.

RODRÍGUEZ, A.; y otros. (2003-2005) *Proyecto de Caracterización del Compost Producido en España*. ESAB-IGME-MIMAM. Barcelona.

SAÉZ, O. A. (2000) *Optimización de los métodos para mejorar la calidad del compost de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos*. Departamento de Ingeniería Civil, Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente. Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos (UPM). Madrid

SEGRELLES, JA. (1999). *Aproximación teórica y metodológica al estudio de la ganadería en España*. Instituto de Geografía UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México, número 41. México.

SEOANEZ (2000). *Tratado de Gestión del Medio Ambiente Urbano*. Ed. Mundi-Prensa. Barcelona.

SIMA (Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía). Junta de Andalucía. (2012). Sevilla.

SMARS, S. y otros (2004). "Improvement of the composting time for household waste during an initial low pH phase by mesophilic temperature control". *Bioresource Technology*. Department of Biometry and Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences.; pp (237-341). Estocolmo

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES. (SECF) (2005). *Diccionario Forestal*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

SOLANS X., y otros (2003). *Plantas de Compostaje para el tratamiento de residuos*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 7p. Madrid

SOLIVA, M.; y otros (2005). *El mercado del compost en Cataluña*. Escuela Superior de Agricultura (ESAB). Barcelona

SOTELO NAVALPOTRO, J.A. (1999): "Los Sistemas de Gestión Medioambiental: una aportación a la Ordenación del Territorio y del Medio Ambiente", *Academia de las Ciencias, Homenaje a don Ángel Ramos*, pp. 1485-1499.

STOFELLA, JP y BRIAN, K. (2005) *Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

SZTERN, D. y PRAVIA, M. (1999) *Manual de elaboración del compost: Bases conceptuales y procedimientos*. OPS. Montevideo.

TCHOBANOGLIOUS, G. y otros. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Mc Graw Hill/Interamericana de España. S.A. Volumen I. Madrid.

TRUEBA, I y MARCO, J. L. (1985). *Proyectos Agrarios de Desarrollo Rural*. Servicio de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (E.T. S. I). Madrid

TYLER, R. (2001). "Composted filter berms and blanket take on the Silt Fence". *Journal of Composting and Organic Recycling*. Emmaus.

UNED. Universidad Nacional de Educación a Distancia. (2010). *Gestión de Residuos Urbanos*. Sevilla.

UNIVERSIDAD DE OVIEDO; INSTITUTO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL DE ASTURIAS (2009). *Aplicación del Compost obtenido a partir de la recogida selectiva de residuos sólidos orgánicos en Asturias. Estudio de Mercado y Posibles Usos Agroforestales*. Universidad de Oviedo - IUTA. Oviedo.

VELÁSQUEZ, P. A.C (2006). *Gestión Ambiental y Tratamiento de Residuos Urbanos: Propuesta para la Zona Metropolitana de Guadalajara a partir de las Experiencias de la Unión Europea*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

VICENTE, J. y BEHM, V. (2008). *Ejercicios, Consulta, Edición y Análisis Espacial con ARGIS 9.2*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla León. Valladolid.

VV.AA. (2010) *Tercer Informe del Desarrollo Territorial de Andalucía*. IDTA (2010). Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Universidad de Sevilla. Sevilla.

VV.AA.(2013). *Diccionario de Urbanismo. Geografía Urbana y Ordenamiento del Territorio*. Ediciones Cátedra. Madrid.

WEHENPOHL, G. y HERNÁNDEZ, C.P.(2006). *Guía para la elaboración de programas municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Ciudad de México.

YUAN-SONG,W. y Otros (2000). "Composting and compost application in China". *Resources, Conservation and Recycling*. Volume 30, Issue 4, pp. 277–300. China Academy of Sciences.

ZHONG, J.A, y Otros (2013). Greenhouse gas emission from the total process of swine manure composting and land application of compost. *Atmospheric Environment*. Volume 81, Pages 348-355.

ZOIDO, F. (1998). "Andalucía, Cohesión y Diversidad Territorial"!., Vol.VI, nº128. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales de la Universidad de Barcelona. (Scripta Nova)*. Barcelona.

LEGISLACIÓN Y PÁGINAS WEB

LEGISLACIÓN

Andalucía. Decreto 218/1999, de 26 de Octubre. Plan Director Territorial De Residuos Urbanos de Andalucía. Publicado en BOJA núm. 134 Sevilla, 18 de noviembre 1999.

Andalucía. Ley 2/92, de 15 de Junio, Forestal de Andalucía. Publicado en BOJA núm. 57 de 23 de Junio de 1992 y BOE núm. 163 de 08 de Julio de 1992.

Andalucía. Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos. Publicación BOJA 19 de febrero de 2002

España. Ley 16/2002, de 1 de julio de 2002, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación. Publicado en BOE núm. 157 de 02 de Julio de 2002

España. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Esta revisión vigente desde 21 de diciembre de 2012.

España. Ley 7/1985, reguladora de las Bases de Régimen Local. Publicado en BOE núm. 80 de 03 de Abril de 1985.

España. RD 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. En esta norma se considera el compostaje como una alternativa y válida para reducir la cantidad de materia orgánica presente en los residuos urbanos. BOE nº 25 de 29 de enero de 2002

España. RD 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes. BOE 171.

España. RD 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los estándares para la declaración de suelos contaminados. BOE-A-2005-895.

Unión Europea. Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos La Directiva 1999/31/CE sobre vertederos.

Unión Europea. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europea y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. Diario Oficial de la unión Europea de 22-11-2008.

Unión Europea. Directiva 75/442/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1975, relativa a los residuos. (con las modificaciones de la Directiva del Consejo

91/156/CEE, de 18 de marzo de 1991) (DOCE núm. L 194, de 27 de julio de 1975, y núm. L 78, de 26 de marzo de 1991).

Unión Europea. Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2006, por la que se establece un marco para la protección del suelo y se modifica la Directiva [2004/35/CE](#).

PÁGINAS WEB

Las páginas WEB que se relaciona a continuación se visitaron todas el día 21/03/2014, con el propósito de constatar si aún se encontraban vigentes. Esta fecha se corresponde con el día que se concluyeron los trabajos en la Tesis Doctoral, para realizar la maquetación definitiva.

Agencia de Residuos de Cataluña.

<http://www20.gencat.cat/portal/site/arc/>

Álvarez de la Puente José María.- Estudio de Mercado de Compost Urbano

http://www.perso.wanadoo.es/japsm/jose/images/documentos/Estudio%20de%20mercado%20de%20los%20compost%20en%20Espana_.pdf

Banco Mundial.- Informes sobre producción de residuos.

<http://go.worldbank.org/BCQEP0TMO0>

Bosque Sendra Joaquín, García Rosa. El uso de los Sistemas de Información Geográfica en la planificación

http://www.geogra.uah.es/joaquin/pdf/SIG_Ordenacion-territorio.pdf

Club Español de Residuos.(CER)

http://www.omaaragon.org/riesgos/ficheros/_3459.pdf

Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.

<http://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturapescayderosariosrural.html>

Cuadros, S. (2008).- Residuos agrícolas, forestales y lodos - EOI

http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45732/componente45730.p

Depósito de Documentos de la FAO. Utilización racional de residuos forestales

<http://www.fao.org/docrep/003/y1237s/y1237s10.htm>

Diputación de Sevilla. Borrador de documento Agenda 21.

<http://www.dipusevilla.es/agenda21/residuos.pdf>

Dirección General de Medio Ambiente. Comisión Europea. Ejemplos de buenas prácticas de compostaje y recogida selectiva de residuos

http://www.ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/compost_es.pdf

Huerta, López, Soliva, Zoloña. Compostaje de residuos municipales

<http://www.resol.com.br/cartilhas/compostaje.pdf>

Infoagro. Toda la agricultura en Internet.

<http://www.infoaagro.com>

Instituto Nacional de Estadística (INE).

<http://www.ine.es/>

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Uso de materia orgánica en agricultura.

[http://www.ivia.es/rcanet/descargas/MO en Agricultura.pdf](http://www.ivia.es/rcanet/descargas/MO_en_Agricultura.pdf)

Junta De Andalucía. IDEAndalucía. Datos y Catálogos.

<http://www.ideandalucia.es/index.php/es/datos>

Lombricultura 21

<http://www.humussell.com.mx/>

Martínez, de Anguita Pablo. Planificación Física y Ordenación del Territorio.

http://www.books.google.es/books?id=eCbTLRNSu5sC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Caracterización de lodos generados en España

http://www.hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_documento/lodos_de_puradoras.pdf

Oficina Estadística de la Unión Europea. (EUROSTAT). Statistics Explained

http://www.epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Main_Page/es

Proyecto LIFE: 00/ENV/E/000543

<http://www.ideandalucia.es/index.php/es/datos>

Revista Ambientum.com. Portal profesional del Medio Ambiente. (2012).

<http://www.ambientum.com/index.asp>

Soliva, M; López M. Huerta, O. (2008). Pasado, Presente y Futuro del Compost.

http://www.soilace.com/pdf/pon2008/d26/Eng/05_MSoliva.pdf

Tortosa, G. Compostando Ciencia

<http://www.compostandociencia.com/2009/10/fuentes-de-materia-organica-en.html>

Vermican. Un repaso a la historia del compostaje.

<http://www.ecompostaje.com/en/category/55-blog/163-un-repaso-a-la-historia-del-compostaje>

ANEXOS

ANEXO 1.

Mancomunidades para la gestión de residuos en la provincia de Sevilla

Mancomunidad	Servicios	Municipios que la conforman
Mancomunidad Los Alcores para la Gestión de R.U.	* Recogida selectiva en todos los municipios excepto en Dos Hermanas.	Alcalá de Guadaíra, Carmona, Dos Hermanas, Mairena del Alcor, Sevilla y El Viso del Alcor.
	* Recogida de orgánicos en Alcalá de Guadaíra y Mairena del Alcor y limpieza viaria en Alcalá de Guadaíra.	
	* Gestión de las plantas de tratamiento de Alcalá de Guadaíra a través de Aborgase.	
Mancomunidad del Bajo Guadalquivir	* Gestión de las plantas de tratamiento de Utrera y del vertedero de Lebrija.	Copire, El Coronil, El Cuervo, Lebrija, Las Cabezas de San Juan, Los Morales, Los Palacios y Villafranca, Montellano y Utrera.
	* Recogida selectiva en todos los municipios: a través de la empresa Tegner, S.L.	
Mancomunidad para la Gestión de los R.S.U. Guadalquivir	* Recogida, transporte y eliminación de residuos urbanos y recogida selectiva en 28 de los 32 municipios, con dos excepciones: Benacazón y Mairena del Aljarafe, donde sólo realiza la recogida selectiva y la eliminación.	Albaida del Aljarafe, Almensilla, Aznalcázar, Aznalcóllar, Benacazón, Bollullos de la Mitación, Bormujos, Camas, Carrión de los Céspedes, Castilleja de Guzmán, Castilleja de la Cuesta, Castilleja del Campo, Coria del Río, Espartinas, Gelves, Gines, Huévar del Aljarafe, Isla Mayor, Olivares, Palomares del Río, Pilas, La Puebla del Río, Salteras, Sanlúcar la Mayor, Santiponce, Tomares, Umbrete, Valencina de la Concepción, Villamanrique de la
	* Limpieza viaria en Coria del Río, Puebla del Río, Valencina de la Concepción y parque del Alamillo.	

Mancomunidad	Servicios	Municipios que la conforman
		Condesa y Villanueva del Ariscal.
Mancomunidad Campiña 2000	* Recogida selectiva en todos los municipios.	Arahal, Lantejuela, Marchena, Morón de la Frontera, Osuna, Paradas y La Puebla de Cazalla.
	* Gestión de la planta tratamiento de Marchena.	
Mancomunidad	Servicios	Municipios Integrantes
Mancomunidad Comarca de Écija	Gestiona la nueva Estación de Transferencia, que sustituye al antiguo vertedero.	Cañada Rosal, Écija, Fuentes de Andalucía, La Campana y La Luisiana.
Consorcio de Estepa, Sierra Sur, El Peñón	* El consorcio se encarga de la recogida selectiva de papel/cartón, vidrio y envases.	Aguadulce, Algámitas, Badolatosa, Casariche, El Rubio, El Saucejo, Gilena, Herrera, La Roda de Andalucía, Lora de Estepa, Los Corrales, Marinaleda, Martín de la Jara, Pedrera, Pruna y Villanueva de San Juan.
	* Gestión de la planta de tratamiento de Estepa.	
Mancomunidad Sierra Norte de Sevilla	* Recogida de residuos en los ayuntamientos y traslado a la planta de transferencia de Constantina. De ahí son transportados al centro de tratamiento de Alcalá del Río.	Alanís de la Sierra, Almadén de la Plata, Cazalla de la Sierra, Constantina, Guadalcanal, Navas de la Concepción, El Pedroso, Puebla de los Infantes, El Real de la Jara y San Nicolás del Puerto.
	* Pendiente de poner en marcha la planta de clasificación para envases construida junto a la estación de transferencia.	
Mancomunidad de Municipios de la Vega Alta de Sevilla	* Pendiente de comenzar a gestionar la Estación de Transferencia de Lora del Río.	Alcolea del Río, Lora del Río, Peñaflor y Villanueva del Río y Minas.
Mancomunidad de Servicios La Vega	* Recogida selectiva en todos los municipios.	Alcalá del Río, La Alagaba, Brenes, Burguillos, Cantillana, Castilblanco de los Arroyos, Gerena, Guillena, La Rinconada,
	* Gestión de la planta de tratamiento de	

Mancomunidad	Servicios	Municipios que la conforman
	Alcalá del Río, a través de la empresa CespaConten.	Mairena del Aljarafe, San Juan de Aznalfarache, Tocina y Villaverde del Río.
Comarca Sierra Norte Occidental	* Los cuatro municipios gestionan los residuos de forma individual, no están mancomunados.	Castillo de las Guardas, El Ronquillo, El Garrobo y El Madroño.
Mancomunidad Los Alcores para la Gestión de R.U.	* Recogida selectiva en todos los municipios excepto en Dos Hermanas.	Alcalá de Guadaíra, Carmona, Dos Hermanas, Mairena del Alcor, Sevilla y El Viso del Alcor.
	* Recogida de orgánicos en Alcalá de Guadaíra y Mairena del Alcor y limpieza viaria en Alcalá de Guadaíra.	
	* Gestión de las plantas de tratamiento de Alcalá de Guadaíra a través de Aborgase.	
Mancomunidad del Bajo Guadalquivir	* Gestión de las plantas de tratamiento de Utrera y del vertedero de Lebrija.	Copire, El Coronil, El Cuervo, Lebrija, Las Cabezas de San Juan, Los Morales, Los Palacios y Villafranca, Montellano y Utrera.
	* Recogida selectiva en todos los municipios: a través de la empresa Tegner, S.L.	
Mancomunidad para la Gestión de los R.S.U. Guadalquivir	* Recogida, transporte y eliminación de residuos urbanos. Recogida selectiva en 28 de los 32 municipios, con dos excepciones: Benacazón y Mairena del Aljarafe, donde sólo realiza la recogida selectiva y la eliminación.	Albaida del Aljarafe, Almensilla, Aznalcázar, Aznalcóllar, Benacazón, Bollullos de la Mitación, Bormujos, Camas, Carrión de los Céspedes, Castilleja de Guzmán, Castilleja de la Cuesta, Castilleja del Campo, Coria del Río, Espartinas, Gelves, Gines, Huévar del Aljarafe, Isla Mayor, Olivares, Palomares del Río, Pilas, La Puebla del Río, Salteras, Sanlúcar la Mayor, Santiponce, Tomares, Umbrete, Valencina de la Concepción, Villamanrique de la
	* Limpieza viaria en Coria del Río, Puebla del Río, Valencina de la Concepción y parque del Alamillo.	

Mancomunidad	Servicios	Municipios que la conforman
		Condesa y Villanueva del Ariscal.
Mancomunidad Campiña 2000	* Recogida selectiva en todos los municipios.	Arahal, Lantejuela, Marchena, Morón de la Frontera, Osuna, Paradas y La Puebla de Cazalla.
	* Gestión de la planta de tratamiento de Marchena.	
Mancomunidad Comarca de Écija	Gestiona la nueva Estación de Transferencia, que sustituye al antiguo vertedero.	Cañada Rosal, Écija, Fuentes de Andalucía, La Campana y La Luisiana.
Mancomunidad	Servicios	Municipios Integrantes
Consorcio de Estepa, Sierra Sur, El Peñón	* El consorcio se encarga de la recogida selectiva de papel/cartón, vidrio y envases.	Aguadulce, Algámitas, Badolatosa, Casariche, El Rubio, El Saucejo, Gilena, Herrera, La Roda de Andalucía, Lora de Estepa, Los Corrales, Marinaleda, Martín de la Jara, Pedrera, Pruna y Villanueva de San Juan.
	* Gestión de la planta de tratamiento de Estepa.	
Mancomunidad Sierra Norte de Sevilla	* Recogida de residuos en los ayuntamientos y traslado a la planta de transferencia de Constantina. De ahí son transportados al centro de tratamiento de Alcalá del Río.	Alanís de la Sierra, Almadén de la Plata, Cazalla de la Sierra, Constantina, Guadalcanal, Navas de la Concepción, El Pedroso, Puebla de los Infantes, El Real de la Jara y San Nicolás del Puerto.
	* Pendiente de poner en marcha la planta de clasificación para envases construida junto a la estación de transferencia.	
Mancomunidad de Municipios de la Vega Alta de Sevilla	* Pendiente de comenzar a gestionar la Estación de Transferencia de Lora del Río.	Alcolea del Río, Lora del Río, Peñaflor y Villanueva del Río y Minas.
Mancomunidad de Servicios La Vega	* Recogida selectiva en todos los municipios.	Alcalá del Río, La Alagaba, Brenes, Burguillos, Cantillana, Castilblanco de los Arroyos, Gerena, Guillena, La Rinconada,
	* Gestión de la planta de tratamiento de	

Mancomunidad	Servicios	Municipios que la conforman
	Alcalá del Río, a través de la empresa CespaConten.	Mairena del Aljarafe, San Juan de Aznalfarache, Tocina y Villaverde del Río.
Comarca Sierra Norte Occidental	* Los cuatro municipios gestionan los residuos de forma individual, no están mancomunados.	Castillo de las Guardas, El Ronquillo, El Garrobo y El Madroño.

Fuente: Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca, Junta de Andalucía, (2009)

ANEXO 2

Producción de compost en la Unión Europea (2003-2005)

País	Producción: ton/año	Porcentaje (%)
Alemania	5.000.000	44,2
Austria	1.100.000	9,2
Bélgica	126.000	1,1
Dinamarca	312.000	2,6
Eslovenia	14.000	0,1
Finlandia	17.000	0,1
España	700.000	5,9
Francia	650.000	5,5
Grecia	200.000	1,7
Hungría	70.000	0,6
Irlanda	89.000	0,8
Italia	900.000	7,6
Luxemburgo	2.700	0,0003
Noruega	50.000	0,4
Países Bajos	700.000	5,9
Polonia	60.000	0,5
Portugal	33.850	0,3
Reino unido	1.190.000	10,0
Suecia	290.000	2,4
Suiza	360.000	3,0
Total producción	11.840.797	

Fuente: Álvarez de la Puente, (2007)

ANEXO 3

Composición química y producción estimada de lodos de depuradora

Composición de los lodos en muestra seca

	Valor medio	Rango
pH	-	6- 12
Conductividad mS/cm	2,9	0,8 – 11
Materia orgánica	48,5	24 -67
Ácidos Fúlvicos	2,0	0,1-3,6
Ácidos Húmicos	1,9	0-4,8
C/N	-	5-8
Concentración en ppm		
As	10	1,1-230
B	40	1-3400
Cd	43,7	15-70
Ca	70000	20000-100000
Zn	2194	101-49000
Cr	785	10-90000
Co	14	11-2490
Cu	909	48-17000
Sn	14	2,6-329
F	260	80-33500
P	26000	5000-140000
Fe	17000	100-150000
Mg	7000	2000-2000
Mn	380	18-7100
Hg	4,6	0,6-56
Mo	8	0.1-214
N	39000	10000-200000

Fuente: Juárez et al (1987)

ANEXO 4

Producción estimada humus por residuos de diversos cultivos

Según Henin 1972	Humus desarrollado Kg/hectárea -año
Remolacha	450-900
Patata	Despreciable
Trigo (paja exportadora)	300-600
Cebada (paja exportadora)	150-300
Maíz (cañas enterradas)	750
Paja dos años)	400
Alfalfa	500-800
Pradera temporal (tres años)	750-900
Mostaza blanca	Próximo a cero
Según Gross 1986	
Raíces rastrojos de trigo (sin paja)	400-800
Otros cereales (paja incluida)	300-500
Maíz (raíces y rastrojos)	500-100
Maíz (raíces, rastrojos y cañas)	700-1400
Colza (raíces, pajas, silicuas)	1500-2600
Remolacha (hojas y cielo)	800-1300
Alfalfa (enterrando último corte)	1500-400
Pradera temporal (según duración)	1000-3000

El humus es lentamente mineralizado. Fuente: CANET(1996)

ANEXO 5

Cantidades de residuos depositados en vertederos (2004 – 2006)

Comunidad Autónoma	RB generados 1995	RB a vertedero 2004	RB a vertedero 2005	RB a vertedero 2006	Objetivo 2006: 75% Gen 1995	Diferencia Vertido 2006 - Objetivo 2006	% desvío sobre el objetivo	Objetivo 2009: 50% Gen. 1995	Objetivo 2016: 35% Gen. 1995
Andalucía	1.924.578	1.489.029	1.586.607	1.670.888	1.443.434	227.455	16	962.289	673.602
Aragón	249.684	326.070	313.147	348.575	187.263	161.312	86	124.842	87.389
Asturias	291.343	262.610	260.285	258.985	218.507	40.477	19	145.672	101.970
Baleares	289.765	143.953	169.124	149.716	217.324	-67.608	-31	144.883	101.418
Canarias	531.390	479.632	501.922	506.156	398.543	107.614	27	265.695	185.987
Cantabria	128.713	102.794	104.237	122.519	96.535	25.984	27	64.357	45.050
Castilla-La Mancha	683.890	86.468	91.799	100.554	512.918	-412.364	-80	341.945	239.362
Castilla Y León	720.325	n.d	231.695	268.991	540.244	-271.253	-50	360.163	252.114
Cataluña	1.983.762	1.166.375	1.126.785	1.134.325	1.487.822	-353.497	-24	991.881	694.317
Extremadura	213.603	249.843	235.293	205.879	160.202	45.677	29	106.802	74.761
Galicia	569.960	278.478	339.069	399.486	427.470	-27.984	-7	284.980	199.486
Madrid	1.662.035	1.219.554	1.223.556	1.286.948	1.246.526	40.422	3	831.018	581.712
Murcia	276.146	n.d	n.d	247.800	207.110	40.691	20	138.073	96.651
Navarra	145.718	n.d	n.d	144.650	109.289	35.362	32	72.859	51.001
País Vasco	714.000	553.488	486.000	453.365	535.500	-82.135	-15	357.000	249.900
La Rioja	80.940	78.137	68.096	58.970	60.705	-1.735	-3	40.470	28.329
Comunidad Valenciana	1.433.864	270.867	412.546	410.423	1.075.398	-664.975	-62	716.932	501.852
Ceuta	16.890	0	0	0	12.668	-12.668	-100	8.445	5.912
Melilla	17.536	0	0	0	13.152	-13.152	-100	8.768	6.138
Suma	11.934.142	6.707.298	7.150.161	7.768.229	8.950.607	-1.182.377	-13	5.967.071	4.176.950

N.D.: Dato no recibido

PNIR (2008 -2015)

ANEXO 6

Fotografías Complejo Medioambiental “Campiña 2000”



Vertedero de material no reciclable (resto). Sobre la superficie ha empezado a generarse una incipiente cubierta vegetal.



Balsa de Lixiviados. Líquido resultante de la descomposición de materia orgánica y por el agua lluvia percolada a través de los residuos



Pila de compost al inicio del proceso de maduración.



Planta de compostaje