

Trabajo Fin de Máster

Máster en Ingeniería Industrial

Cuantificación y mitigación de la huella de carbono en la agroindustria. Aplicación a la producción de aceite de oliva.

Autor: Manuel de la Puerta Migueles

Tutora: Rocío González Falcón

Dpto. Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021



AGROQUIMAR, S.L.



GRUPO
TERMOTECNIA



Trabajo Fin de Máster
Máster en Ingeniería Industrial

Cuantificación y mitigación de la huella de carbono en la agroindustria. Aplicación a la producción de aceite de oliva.

Autor:

Manuel de la Puerta Migueles

Tutora:

Rocío González Falcón

Dpto. de Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2021

Trabajo Fin de Grado: Cuantificación y mitigación de la huella de carbono en la agroindustria. Aplicación a la producción de aceite de oliva.

Autor: Manuel de la Puerta Migueles

Tutora: Rocío González Falcón

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis maestros

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi familia el apoyo que me han brindado durante mis años como estudiante, tanto por los cuatro años de estudio del Grado de Ingeniería de las Tecnologías Industriales como por los dos años estudio del Máster de Ingeniería Industrial, años en los que han celebrado mis éxitos académicos y me han apoyado en los momentos menos buenos.

Por otro lado, me gustaría agradecer a mis amigos, compañeros de clase y personas que he conocido durante estos años, por haber estado ahí para disfrutar conmigo todos esos buenos momentos y por dejar que me lleve experiencias y buenos recuerdos de cada uno de ellos.

Además de compañeros familia y amigos, me gustaría agradecer a mi tutora del TFM, Rocío González Falcón, el hecho de haberme dado la oportunidad de desarrollar mi idea y unir dos de mis pasiones, la ingeniería y la agricultura.

Finalmente, me gustaría agradecer a las empresas con las que he trabajado en conjunto para la realización de este trabajo por haberme acogido y enseñado todo lo que necesitaba para el desarrollo de mi estudio. A la empresa Agroquimar, S.L. por enseñarme todo lo que es el ciclo de vida de las plantaciones de olivar, a Agroperfer S.C.A. por permitirme estar in situ en la realización de las tareas agrícolas para poder apreciar mejor en qué consisten cada una de ellas y a la empresa Oleico Pallarés S.L. por permitirme acceder a las instalaciones de su almazara y mostrarme todo el proceso productivo de la molturación del aceite.

También me gustaría agradecer al personal de la Universidad por el servicio que me han prestado durante mis años de estudio y por todo lo que me han enseñado, ya que el saber será el mayor regalo que recibiré como graduado.

Manuel de la Puerta Migueles

Sevilla, 2021

La globalización y el desarrollo industrial ha supuesto que cada vez exista una mayor preocupación por el medio ambiente y que, por tanto, cada vez los estudios medioambientales tengan una mayor importancia tanto para la sociedad como para el mundo empresarial.

Así pues, se pretende hacer un análisis medioambiental del proceso productivo del Aceite de Oliva, ya que el sector oleícola es uno de los sectores más destacados en la Agricultura española y, en concreto, en la agricultura andaluza.

Para ello, se da a conocer el ciclo productivo al completo, desde que se plantan los olivos hasta que se cosechan las aceitunas y se produce el aceite para el consumo, mostrando lo que esto supone para el medio ambiente mediante un estudio de la huella de carbono parcial.

La realización del estudio medioambiental de la huella de carbono parcial se centrará en la producción de aceite de dos parcelas de olivos concretas, situadas en la localidad de Osuna (Sevilla), trabajando con varias empresas de la zona expertas en el sector y analizando una almazara situada en la misma localidad.

Para ello se analizan las distintas labores que se han llevado a cabo desde la plantación de los olivos hasta la cosecha a pleno rendimiento, y se estudia el proceso productivo de la molturación de aceite y el envasamiento en la almazara.

Con todo esto, se calcula la huella de carbono parcial del ciclo productivo oleícola, siguiendo la norma UNE-EN ISO 14067, para la fase de plantación y tratamiento de los olivos, cosecha y molturación y envasamiento del aceite.

Abstract

Globalization and industrial development have meant that there is increasing concern for the environment and, therefore, environmental studies are becoming increasingly important for both society and the business world.

Thus, the aim is to carry out an environmental analysis of the olive oil production process, since the olive oil sector is one of the most important sectors in Spanish agriculture and, specifically, in Andalusian agriculture.

To this end, the entire production cycle is presented, from the time the olive trees are planted until the olives are harvested and the oil is produced for consumption, showing what this means for the environment through a study of the partial carbon footprint.

The environmental study of the partial carbon footprint will focus on the production of oil from a plot of olive trees, specifically located in the town of Osuna (Seville), working with several companies in the area that are experts in the sector and analyzing an oil mill located in the same town.

To this end, the different tasks that have been carried out from the planting of the olive trees to harvesting at full capacity are analyzed, and the production process of oil milling and packaging in the oil mill is studied.

With all this, the partial carbon footprint of the olive production cycle is calculated, following the UNE-EN ISO 14067 standard, for the phase of planting and treatment of the olive trees, harvesting and milling and packaging of the oil.

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xv
Índice de tablas	xvii
Índice de figuras	xxi
Notación	xxv
1 Introducción y objetivos	1
1.1 <i>Objetivos, motivación y dificultades del trabajo</i>	1
1.2 <i>Estructura del trabajo</i>	1
2 Contexto Histórico	3
2.1 <i>Desarrollo Industrial</i>	6
2.1.1 <i>Contribución a la Agroindustria</i>	11
3 Ciclo Productivo del Aceite	17
3.1 <i>Plantación y tratamiento de los olivos</i>	21
3.2 <i>Recolección de la Aceituna</i>	28
3.3 <i>Molturación de las aceitunas y envasado del aceite</i>	36
4 Huella de Carbono del Ciclo de Vida de la Producción de AOVE	46
4.1 <i>Concepto de la Huella del Carbono</i>	47
4.1.1 <i>Principales métodos de cálculo de la Huella de Carbono.</i>	52
4.2 <i>Análisis de la Huella de Carbono</i>	56
4.2.1 <i>Definición del objetivo y del alcance</i>	57
4.2.2 <i>Análisis del inventario del ciclo de vida</i>	58
4.2.3 <i>Evaluación del impacto de la huella de carbono</i>	76
4.2.4 <i>Interpretación del ciclo de vida</i>	85
5 Conclusiones y desarrollos futuros	99
6 Referencias	101
7 Índice de conceptos	105
8 Anexos	107
8.1 <i>Anexo I: Plano aéreo de las plantaciones de olivos analizadas.</i>	107
8.2 <i>Anexo II: Calculo del factor de emisiones por el consumo de agua</i>	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Evolución de las absorciones netas de CO ₂ -eq (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2021 b).	9
Tabla 3-1. Resumen de las labores anuales de la Etapa 1: Plantación de los Olivos.	24
Tabla 3-2. Resumen de las labores anuales de la Etapa 2: Crecimiento de la Plantación de Olivos.	26
Tabla 3-3. Resumen de las labores anuales de la Etapa 3: Plena Producción.	28
Tabla 3-4. Resumen labores cosecha 2019-2020.	35
Tabla 3-5. Resumen labores cosecha 2019-2020.	35
Tabla 4-1. Resumen labores cosecha 2019-2020 (MANZANO CASADO, ENRIQUE, 2020).	53
Tabla 4-2. Consumo de la maquinaria en las tareas para realizar la plantación de los olivos.	59
Tabla 4-3. Consumo en las tareas para realizar la plantación de los olivos.	59
Tabla 4-4. Tiempo de desplazamiento de la maquinaria al lugar de trabajo para las tareas de plantación de los olivos.	60
Tabla 4-5. Consumo de la maquinaria en las labores para la plantación de los olivos y su transporte hasta la zona de trabajo.	61
Tabla 4-6. Consumo de la maquinaria en las tareas de tratamientos de los olivos durante los años no productivos (1-3 años).	61
Tabla 4-7. Consumo en las tareas de tratamiento de los olivos en años no productivos (1-3 años).	62
Tabla 4-8. Tiempo de desplazamiento de la maquinaria al lugar de trabajo para las tareas de tratamiento de los olivos en los años no productivos (1-3 años).	62
Tabla 4-9. Consumo de la maquinaria durante las labores de tratamiento de los olivos en años no productivos (1-3 años) y en su transporte hasta la zona de trabajo.	63
Tabla 4-10. Consumo de la maquinaria en las tareas de tratamiento de los olivos en plena producción.	64
Tabla 4-11. Consumo de las labores en el tratamiento de olivos en plena producción.	64
Tabla 4-12. Tiempo de desplazamiento de la maquinaria al lugar de trabajo para las tareas de tratamiento de los olivos en plena producción.	65
Tabla 4-13. Consumo de la maquinaria en las labores de tratamiento de los olivos en plena producción y su transporte hasta la zona de trabajo.	66
Tabla 4-14. Consumo de la maquinaria en la cosecha de la campaña 2019-2020.	67
Tabla 4-15. Consumo en la cosecha de la campaña 2019-2020.	67
Tabla 4-16. Tiempo de desplazamiento de la maquinaria al lugar de trabajo en la cosecha de aceitunas de la campaña 2019-2020.	68
Tabla 4-17. Consumo de la maquinaria en la cosecha de la campaña 2019-2020.	69
Tabla 4-18. Producción de aceitunas y rendimiento en la campaña 2019-2020.	69
Tabla 4-19. Consumo de la maquinaria en la cosecha de la campaña 2020-2021.	70
Tabla 4-20. Consumo en la cosecha de la campaña 2020-2021.	70
Tabla 4-21. Tiempo de desplazamiento de la maquinaria al lugar de trabajo en la cosecha de aceitunas de la campaña 2020-2021.	71
Tabla 4-22. Consumo de la maquinaria en la cosecha de la campaña 2020-2021.	72

Tabla 4-23. Producción de aceitunas y rendimiento en la campaña 2020-2019.	72
Tabla 4-24. kWh consumidos por mes en la almazara de la empresa Oleico Pallarés S.L. durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021	73
Tabla 4-25. Cantidad de aceitunas molturadas por la almazara de la empresa Oleico Pallarés S.L. durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021	74
Tabla 4-26. Consumo en kWh por aceitunas molturadas	75
Tabla 4-27. Consumo en kWh por aceitunas molturadas	75
Tabla 4-28. Factores de emisión de los consumibles usados en las distintas tareas del ciclo productivo del AOVE de las campañas 2019-2020 y 2020-2021	76
Tabla 4-29. Cálculo del CO _{2-eq} para la plantación de los olivos arbequinos.	77
Tabla 4-30. Cálculo del CO _{2-eq} para la plantación de los olivos hojiblanco.	78
Tabla 4-31. Cálculo del CO _{2-eq} de los tratamientos de las plantaciones de olivos durante los años no productivos (1-3 años).	78
Tabla 4-32. Cálculo del CO _{2-eq} para los tratamientos de las plantaciones de olivos arbequinos y hojiblanco en los años no productivos (1-3 años).	79
Tabla 4-33. Cálculo del CO _{2-eq} de los tratamientos de las plantaciones de olivos en plena producción.	80
Tabla 4-34. Cálculo del CO _{2-eq} para los tratamientos de las plantaciones de olivos arbequinos y hojiblanco en plena producción.	81
Tabla 4-35. Cálculo del CO _{2-eq} en las cosechas de las plantaciones de olivos arbequinos durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021.	82
Tabla 4-36. Cálculo del CO _{2-eq} en las cosechas de las plantaciones de olivos hojiblanco durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021.	82
Tabla 4-37. Cálculo del CO _{2-eq} en la molturación de las aceitunas y el envasamiento del aceite durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021.	83
Tabla 4-38. Cálculo del CO _{2-eq} total para el ciclo productivo del AOVE de la plantación de olivos arbequinos durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021.	84
Tabla 4-39. Cálculo del CO _{2-eq} total para el ciclo productivo del AOVE de la plantación de olivos hojiblanco durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021.	84
Tabla 4-40. Cantidad de CO _{2-eq} total para el ciclo productivo del AOVE de las plantaciones de olivos arbequinos y hojiblanco en función de los litros de AOVE producidos.	85
Tabla 4-41. Comparación de los kilogramos de CO _{2-eq} producidos en la plantación de los olivos al usar como combustible de la maquinaria gasóleo A o gasóleo B.	87
Tabla 4-42. Comparación de los kilogramos de CO _{2-eq} producidos en los tratamientos de olivos en los años no productivos (1-3 años) al usar como combustible de la maquinaria gasóleo A o gasóleo B.	88
Tabla 4-43. Comparación de los kilogramos de CO _{2-eq} producidos en los tratamientos de olivos en plena producción al usar como combustible de la maquinaria gasóleo A o gasóleo B.	90
Tabla 4-44. Comparación de los kilogramos de CO _{2-eq} producidos en las cosechas de aceitunas al usar como combustible de la maquinaria gasóleo A o gasóleo B.	92
Tabla 4-45. Reducción de las emisiones para la cosecha de la campaña 2019-2020 si se hubiese realizado con del método del buggy.	93
Tabla 4-46. Comparación de los kilogramos de CO _{2-eq} producidos en la molturación de las aceitunas y envasado del aceite en las últimas campañas de producción de aceite.	94
Tabla 4-47. Cantidad de CO _{2-eq} total para el ciclo productivo del AOVE de las plantaciones de olivos arbequinos y hojiblanco en función de los litros de AOVE producidos.	97

Tabla 8-1. Cálculo del factor de emisión por consumo de agua para el año 2013 (DE TORO JORDANO, ANA, 2013).	108
Tabla 8-2. Cálculo del factor de emisión por consumo de agua para el año 2019.	109
Tabla 8-3. Cálculo del factor de emisión por consumo de agua para el año 2020.	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Variación de la temperatura media anual de la superficie terrestre (IPCC, 2013).	3
Figura 2-2. Cambios observados en la temperatura de la superficie terrestre. (IPCC, 2013)	4
Figura 2-3. Mapas de los cambios observados en la precipitación, entre 1901 y 2010, y entre 1951 y 2010. (IPCC, 2013)	4
Figura 2-4. Impacto del cambio climático en la salud de los seres vivos (MGBEMENE, CA ; NNAJI, CC ; NWOZOR, C., 2016)	5
Figura 2-5. Ciclo de emisiones de a la Atmósfera (MGBEMENE, CA ; NNAJI, CC ; NWOZOR, C., 2016).	7
Figura 2-6. Curva de concentración de CO ₂ en la atmósfera (MGBEMENE, CA ; NNAJI, CC ; NWOZOR, C., 2016).	8
Figura 2-7. Emisiones de CO ₂ antropogénicas desde 1850 (MGBEMENE, CA ; NNAJI, CC ; NWOZOR, C., 2016).	8
Figura 2-8. Variación relativa del agregado de emisiones netas respecto a 1990 1990 = 100% (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2021 b).	9
Figura 2-9. Temperatura media anual de España peninsular y las Islas Baleares (1965-2016) (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2017).	10
Figura 2-10. Variación relativa de emisiones por sector respecto a 1990 (1990 = 100%) (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2021 b).	11
Figura 2-11. Grado de especialización del sector / % de distribución de superficie en la OTE olivar (GOBIERNO DE ESPAÑA, Junio 2020 (datos 2017)).	13
Figura 2-12. Histórico de la concentración y el descenso de la pluviometría en España con el paso de los años (DCOOP, 2016).	14
Figura 2-13. Probabilidad de floración prevista para las variedades de aceitunas Arbequina, Hojiblanca y Moraiolo (TESTI, LUCA; VILLALOBOS, FCO. y ORGAZ, FCO, 2016).	15
Figura 3-1. Principales tareas que dan lugar al aceite	17
Figura 3-2. Ciclo Productivo del Aceite.	18
Figura 3-3. Plantación de olivos arbequinos analizada y situada en la campiña ursaonense (GOBIERNO DE ESPAÑA, s.f.).	19
Figura 3-4. Plantación de olivos hojiblancos analizada y situada en la campiña ursaonense (GOBIERNO DE ESPAÑA, s.f.).	19
Figura 3-5. Oleico Pallarés S.L. Marca y dirección.	20
Figura 3-6. Premios recibidos por los aceites “Herriza la Lobilla” en la campaña 2020-2021 (OLEICO PALLARÉS S.L., s.f.).	21
Figura 3-7. Labrado de la tierra con arado de manos y mulos.	22
Figura 3-8. Agroquimar, SL. Logo y dirección (AGROQUIMAR, SL., s.f.).	23
Figura 3-9. Fases de la Etapa 1: Plantación de los Olivos.	24
Figura 3-10. Tratamientos de la Etapa 2: Crecimiento de la Plantación de Olivos (1-3 Años).	25
Figura 3-11. Tratamientos de la Etapa 3: Plena Producción (4-30 Años).	27

Figura 3-12. Recolección de aceitunas con la técnica del “Ordeño”.	29
Figura 3-13. Recolección de aceitunas, hombres usando la técnica del “vareo” y mujeres recogiendo las aceitunas.	30
Figura 3-14. Secuencia de imágenes de la recolección de aceitunas mediante tractor con paraguas.	31
Figura 3-15. Descarga de aceitunas del tractor con paraguas al remolque.	31
Figura 3-16. Secuencia de imágenes de la recolección de aceitunas con buggy y peines vibratorios.	32
Figura 3-17. Secuencia de imágenes del trabajo del tractor con cajón con recoger fardos, observada desde distintos puntos de vista.	33
Figura 3-18. Agroperfer, S.C.A. Logo y dirección.	34
Figura 3-19. Molienda de aceitunas en molinos de piedra con tracción animal (ESCOBAR, SIRA, 2018).	36
Figura 3-20. Prensa de husillo (MOYA VILAR, MANUEL; VILAR HERNÁNDEZ, JUAN; ESPÍNOLA LOZANO, FCO; GINÉS FDEZ VALDIVIA, DIEGO y MORENO ROMERO, M ^a VICTORIA, 2007).	37
Figura 3-21. Foso de descarga de Aceitunas.	38
Figura 3-22. A izquierda conjunto Sopladora-Despalilladora I, a derecha imagen ampliada del Despalillado I.	39
Figura 3-23. Lavadora.	39
Figura 3-24. Descarga de aceituna tras el pesado.	40
Figura 3-25. Despalillado II.	40
Figura 3-26. Cuerpo de Batidora en acción.	41
Figura 3-27. Centrifugación Horizontal. De izquierda a derecha decantación y salida del aceite, centrifugadora y salida del orujo.	42
Figura 3-28. Centrifugación vertical	43
Figura 3-29. Bidones de almacenamiento de aceite para el posterior embotellado.	43
Figura 3-30. Etiquetado de garrafas y botellas.	44
Figura 3-31. Taponadora.	44
Figura 3-32. Cuadro resumen de las etapas del ciclo de molturación del aceite y los productos obtenidos.	45
Figura 4-1. Análisis Top-Down (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A)).	48
Figura 4-2. Descripción del enfoque Top-Down (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A)).	49
Figura 4-3. Análisis Bottom-Up (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A)).	50
Figura 4-4. Descripción del enfoque Bottom-Up (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A)).	50
Figura 4-5. Ciclo descriptivo de la determinación de la HdC (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR Y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2016)).	51
Figura 4-6. AbaniCO2 metodológico de la HdC (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR Y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2016)).	52
Figura 4-7. Relación entre la familia de Normas ISO 1460 de GEI (AENOR, 2019).	55
Figura 4-8. Diagrama del ciclo de vida de AOVE y delimitación del alcance de estudio.	58
Figura 4-9. Consumos energéticos mensuales de las últimas dos campañas productivas de aceite en la almazara de la empresa Oleico Pallarés S.L.	74

Figura 4-10. Cálculo porcentual de la HdC para las tareas realizadas en la plantación de olivos arbequinos.	86
Figura 4-11. Cálculo porcentual de la HdC para las tareas realizadas en la ejecución de los tratamientos de la plantación de olivos arbequinos durante los años no productivos (1-3 años).	88
Figura 4-12. Cálculo porcentual de la HdC para las tareas realizadas en la ejecución de los tratamientos de la plantación de olivos arbequinos en plena producción	89
Figura 4-13. Cálculo porcentual de la HdC para las tareas de la cosecha de la campaña 2019-2020.	91
Figura 4-14. Cálculo porcentual de la HdC para las tareas de la cosecha de la campaña 2020-2021.	91
Figura 4-15. Cálculo porcentual de la HdC para la molturación de las aceitunas y el envasado del AOVE.	94
Figura 4-16. Cálculo porcentual de la HdC para el ciclo productivo del AOVE.	96
Figura 8-1. Plano aéreo de las plantaciones de olivos estudiadas para el cálculo de la HdC del AOVE (GOBIERNO DE ESPAÑA, s.f.).	107

AOVE	Aceite de Oliva Virgen Extra
BSI	British Standard Institution
CEN	Comité Europeo de Normalización
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COI	Comité Oleícola Internacional
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs
GEI	Gases de Efecto Invernadero
HdC	Huella de Carbono
IPCC	Intergovernmental Panel in Climate Change
IPPU	Industrial Processes and Product Use
ISO	Internacional Organization for Standardization
OTE	Orientación Técnico-Económica
SIGPAC	Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas
WRI	World Resources Institute
WBCSD	World Business Council for Suitable Development

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Con este trabajo se pretende finalizar el Máster en Ingeniería Industrial, reuniendo una serie de conocimientos en inquietudes adquiridas durante los años de estudio en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla, donde previamente se había cursado el Grado de Ingeniería de las Tecnologías Industriales con mención en Mecánica de Máquinas.

1.1 Objetivos, motivación y dificultades del trabajo

El presente trabajo surge por la oportunidad de unir dos pasiones, la ingeniería y la agricultura.

Por la ubicación en la que se está, Andalucía, la agricultura es un medio de vida muy arraigado en la población, mucha gente está directamente relacionada con ella o tiene conocidos que se ganan la vida trabajando en el sector agrario.

Por otro lado, se sabe que cada vez hay más concienciación con el medio ambiente, por lo que las empresas cuidan más su imagen y buscan mejorar medioambientalmente sus procesos productivos, teniendo cada vez más en mente el daño que hace la industrialización al medio ambiente. Por ello, surge el atractivo de analizar el coste medioambiental del proceso productivo de la obtención del aceite.

La principal dificultad de este trabajo es la obtención de los datos, ya que por un lado hay que contactar con una almazara para que muestre su proceso productivo, su producción y sus consumos y por otro buscar empresas de la zona expertas en el terreno, el tratamiento de cultivos y los trabajos agrícolas, con el fin de poder analizar el impacto medioambiental en las tareas agrícolas de plantación de los olivos, tratamientos y cosecha de la aceituna y molturación de las aceitunas.

La obtención de los datos es una ardua tarea, ya que las empresas no están dispuestas a mostrar sus puntos débiles y los datos de consumos eléctricos y de combustibles son difíciles de cuantificar, por depender mucho de las condiciones del momento en particular, del terreno y de la maquinaria utilizada.

Con todo esto los objetivos del trabajo son conocer el ciclo de vida de la producción de aceite, desde que se hace la plantación de los olivos hasta que se moltura la aceituna, analizar el proceso completo y estudiar el impacto medioambiental que supone, calculando las emisiones de CO₂ equivalentes que se producen para así poder calcular a huella de carbono parcial.

1.2 Estructura del trabajo

El presente escrito comienza dando una visión de lo que lo que históricamente ha supuesto industrialización. Para ello, se muestran referencias de los cambios en los procesos productivos que históricamente han marcado la sociedad por los avances que han supuesto, describiendo las principales mejoras que han aportado hasta llegar al momento en el que se está hoy en día. Durante el análisis histórico se irá mostrando también todo lo que esto ha supuesto para el medio ambiente, la contaminación y el cambio climático.

A medida que se vaya avanzando en el análisis histórico, el trabajo se centra en la contribución de la agroindustria a la industrialización y, en concreto, en el sector del olivar y la producción de aceite, por ser el interés principal del trabajo.

Tras el análisis histórico se pasa a describir el ciclo productivo del aceite, dividiéndolo en la plantación y tratamientos en años no productivos (1-3 años), tratamientos en plena producción, cosecha y molturación de la aceituna y envasado del aceite producido. En cada una de estas partes se explican las distintas tareas que se realizan, mostrando las diferentes opciones que existen a la hora de trabajar en el sector y particularizando todo el trabajo en unas parcelas de olivos y una almazara de la zona, para así mostrar un ejemplo real y actual.

Una vez descrito el ciclo productivo del aceite se continua el trabajo con el análisis del impacto medioambiental. Para ello, se explica primero qué es el cálculo de la huella de carbono y para qué sirve, y se realiza un análisis de huella de carbono parcial del ciclo productivo del aceite, particularizándolo en las parcelas de olivos y la almazara previamente descritas. Este análisis medioambiental se llevará a cabo desde la plantación de los olivos hasta la producción del aceite, pasando por la cosecha y los tratamientos que se hacen cada año.

Finalmente, se concluye el trabajo haciendo un análisis en el que se estudia lo que supone el impacto medioambiental calculado y lo que se ha conseguido con el trabajo realizado. En este apartado, se finalizará el trabajo aportando una serie de ideas para posibles trabajos futuros y describiendo mejoras que se podrían haber realizado.

2 CONTEXTO HISTÓRICO

La concienciación por el cambio climático, la contaminación y el calentamiento global ha supuesto un cambio en el modo de vida en la sociedad, ya que cada vez hay más gente que se interesa y preocupa por los riesgos y problemas que pueden acarrear los hechos anteriormente citados.

El cambio climático, tal como lo define la organización “Manos Unidas”, es una modificación del clima acelerada por la acción humana. Esta modificación supone una variabilidad en efectos meteorológicos y condiciones terrestres. (MANOS UNIDAS, s.f.)

El cambio climático no debe confundirse con el calentamiento global, aunque esté intrínsecamente relacionado, ya que el calentamiento global es el aumento de la temperatura media del planeta debido a las emisiones de gases de efecto invernadero (en adelante, GEI). El cambio climático se debe al calentamiento global y éste a su vez se debe total o parcialmente al aumento de la concentración de GEI en la atmósfera.

Los GEI son cualquier gas de la atmósfera que absorba radiaciones infrarrojas. Entre estos gases están el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el vapor de agua (H₂O), el Ozono (O₃), los fluoro carbonos halogenados (HCFCs), etc. (GONZÁLEZ ELIZONDO, MARTHA; JURADO YBARRA, ENRIQUE; GONZÁLEZ ELIZONDO, SOCORRO; AGUIRRE CALDERÓN, ÓSCAR ALBERTO; JIMÉNEZ PÉREZ, JABIER y NÁVAR CHÁIDEZ, JOSÉ DE JESÚS, 2003)

La importancia del cambio climático es real, ya que desde la década de 1950 muchos de los cambios que se han experimentado no han tenido precedentes. Con el paso del tiempo se ha podido apreciar como la atmósfera y el agua de los mares y océanos han aumentado su temperatura, el volumen de nieve y hielo ha disminuido produciendo que se eleve el nivel del mar y las concentraciones de GEI han aumentado (IPCC, 2013) .

Analizando los cambios ocurridos desde 1850 hasta la actualidad se puede apreciar lo drástico que han podido llegar a ser. Durante este periodo de tiempo la temperatura media terrestre ha aumentado 0.85 °C, tal y como puede observarse en la figura posterior. En esta misma imagen se aprecia también como desde 1850 cada decenio ha sido más cálido en la Tierra.

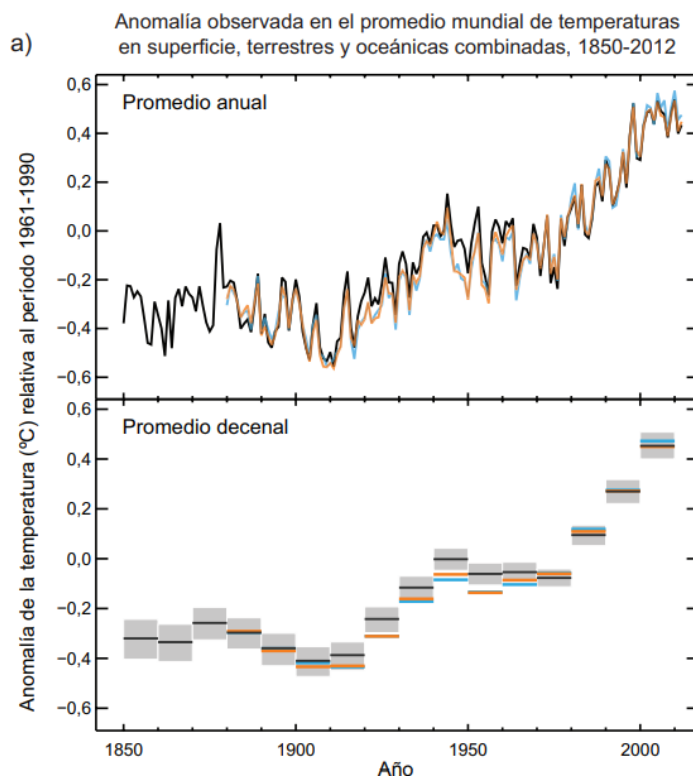


Figura 2-1. Variación de la temperatura media anual de la superficie terrestre (IPCC, 2013).

Este aumento de temperaturas no ha afectado a todas las partes del planeta por igual, produciéndose aumentos de temperaturas bastante superiores en diversas zonas de la Tierra. En la figura posterior se puede apreciar la distribución de las variaciones de temperaturas sobre la superficie terrestre, mostrando zonas en las que la temperatura ha llegado a aumentar hasta 2.5 °C.

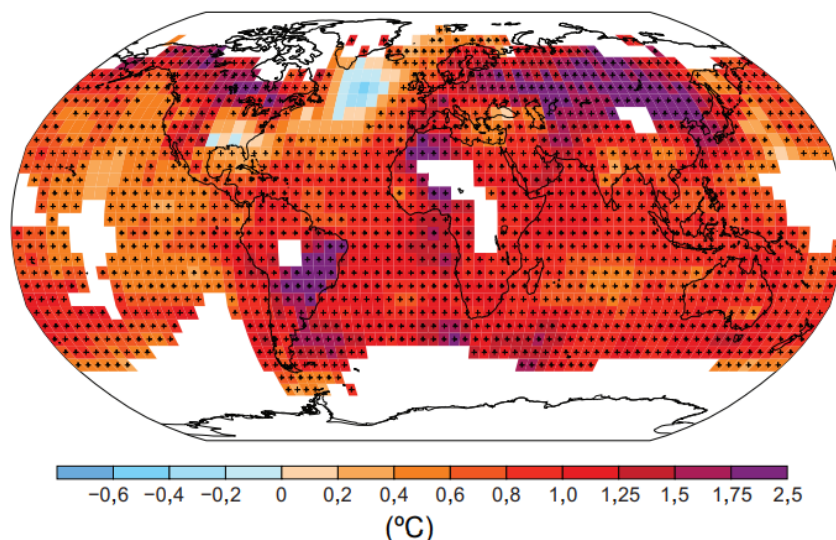


Figura 2-2. Cambios observados en la temperatura de la superficie terrestre. (IPCC, 2013)

Además de cambios en la temperatura, durante este periodo de tiempo también se han producido cambios en las precipitaciones. El cambio climático ha dado lugar a que se acrecienten los periodos de sequía y de lluvias torrenciales. De esta forma, si se analizan las precipitaciones medias en la superficie terrestre durante estos años, se pueden apreciar los cambios que han ocurrido.

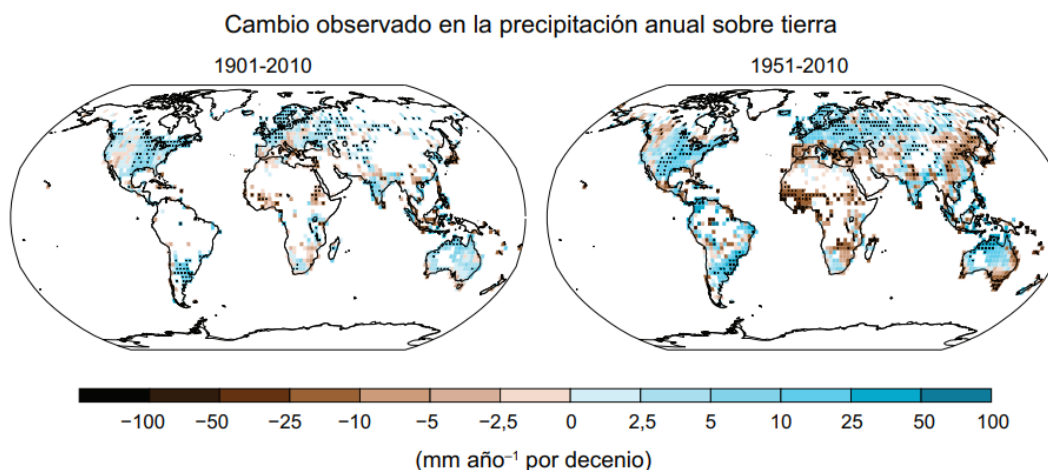


Figura 2-3. Mapas de los cambios observados en la precipitación, entre 1901 y 2010, y entre 1951 y 2010. (IPCC, 2013)

En la figura anterior se observa como la acción del cambio climático ha provocado que diversas zonas sufran una mayor sequía, acarreado esto un cambio en el modo de vida, los cultivos, la captación de agua, etc.

El aumento de las temperaturas junto con el cambio en las precipitaciones ha contribuido también a que se

acelere el deshielo de los polos, disminuyendo la extensión del hielo marino en el Ártico y produciendo por tanto un aumento del nivel del mar.

Todos estos cambios en el clima están dando lugar a diversos cambios en las especies con el fin de poder adaptarse a la variación de sus hábitats naturales. Entre estos cambios se destacan: (GONZÁLEZ ELIZONDO, MARTHA; JURADO YBARRA, ENRIQUE; GONZÁLEZ ELIZONDO, SOCORRO; AGUIRRE CALDERÓN, ÓSCAR ALBERTO; JIMÉNEZ PÉREZ, JABIER y NÁVAR CHÁIDEZ, JOSÉ DE JESÚS, 2003)

- Respuesta fisiológica, reflejada en cambios en procesos tales como fotosíntesis y tasas de crecimiento;
- Cambios en la distribución geográfica de especies y ecosistemas por la variación de los climas;
- Cambios fenológicos reflejados en alteraciones de los ciclos de vida de las especies por efecto del fotoperiodo o cantidad de horas frío;
- Adaptación al nuevo medio mediante cambios micro evolutivos in situ.

Aun así, muchas de las especies no logran adaptarse al medio, por lo que su desaparición se convierte en uno de los efectos adversos más importantes del cambio climático, ya que éste está empobreciendo la biodiversidad del planeta y afectando a los procesos ecológicos que sostienen a los ecosistemas.

Tal y como se ha explicado, todas estas consecuencias del cambio climático generan una serie de cambios en el planeta que dificultan la vida en él de cualquier ser vivo, provocando la aparición de nuevas enfermedades, el mayor desarrollo de las ya existentes y cambios en los ecosistemas de cada ser vivo. A modo resumen, se presenta la siguiente figura:

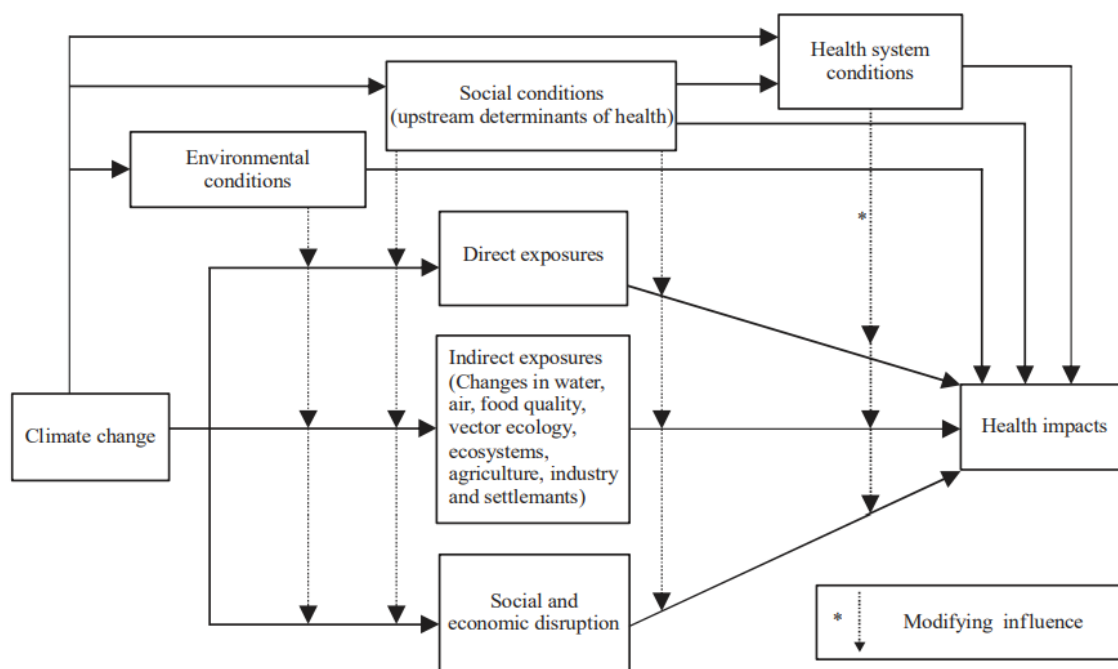


Figura 2-4. Impacto del cambio climático en la salud de los seres vivos (MGBEMENE, CA ; NNAJI, CC ; NWOZOR, C., 2016)

Los cambios que se producen en el planeta son una gran preocupación para toda la humanidad. Es por ello por lo que, desde hace años los responsables políticos de los distintos países del mundo han ido alcanzando acuerdos en los que se comprometen a frenar este cambio o al menos mitigar sus consecuencias.

Estos acuerdos surgen principalmente por la preocupación por el aumento de los GEI en el desarrollo de las actividades humanas, ya que como se ha ido reconociendo en los diversos acuerdos y convenciones por el cambio climático, el aumento estos gases surge principalmente por la acción humana, centrándose en la actividad

de los países desarrollados. (NACIONES UNIDAS, 1992)

Entre las diversas convenciones y acuerdos sobre el cambio climático que los países han ido alcanzando, cabe destacar: (UNIÓN EUROPEA, s.f.)

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992): conformada por 197 partes cuyo principal objetivo fue la estabilización de la concentración de GEI a un nivel que impidiera interferencias peligrosas del hombre en el clima.

Con este acuerdo las Partes pretendían proteger el sistema climático para las generaciones futuras, tomar medidas para prevenir, reducir o mitigar los efectos adversos del cambio climático, cooperar con el resto de los países, etc. (NACIONES UNIDAS, 1992)

- Acuerdo de París: es el primer acuerdo mundial sobre el clima. Se realizó en 2015 y lo adoptaron todas las partes de la CMNUCC. Su principal objetivo es la limitación del calentamiento global por debajo de los 2 °C. grados o, al menos, 1,5 °C. (NACIONES UNIDAS, s.f.)
- Protocolo de Kioto (1997): antes del 2020, es el único instrumento mundial jurídicamente vinculante para reducir las emisiones de GEI. En él se acordaron dos periodos de compromiso, en el primero (2008-2012) los países más industrializados se comprometieron a reducir las emisiones un 5% con respecto a las de 1990 y en el segundo (2013-2020) las partes se comprometieron a reducir las emisiones al menos un 18% con respecto a las de 1990.

Con el Protocolo de Kioto, los países se comprometieron en definitiva a promover el desarrollo sostenible, limitar o reducir las emisiones de GEI, reducir los efectos adversos de la actividad humana, etc. (CMNUCC, 1997)

Con estos acuerdos numerosos países cooperan a nivel mundial para cuidar el planeta y procurar mantenerlo lo mejor posible para las generaciones futuras. Por ello, trabajan activamente tomando las medidas necesarias que hagan cumplir los acuerdos.

El CMNUCC organiza la “Conferencia Anual de las Partes (COP)” como principal organismo de decisión. En esta conferencia, todas las Partes pueden participar activamente en la toma de decisiones de cara a proteger el medio ambiente. Para el Protocolo de Kioto existe un organismo similar denominado “Reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto (CMP)”, donde las Partes que no son miembros del protocolo también pueden asistir como oyentes.

Además de los organismos anteriormente citados, existen también numerosos foros internacionales en los que se dan recomendaciones de cara a mejorar los efectos del cambio climático y la concentración de los GEI.

A pesar de todas las medidas que se están tomando y de la cooperación de muchos países, aún queda mucho por hacer, ya que muchos de los principales países productores de GEI siguen sin acogerse a los acuerdos. El hecho de que estos países no cooperen es un gran atraso contra la lucha para la reducción de los efectos adversos generados por la actividad humana.

2.1 Desarrollo Industrial

El desarrollo industrial, más conocido como proceso de industrialización, ha supuesto a lo largo de la historia una fuerte reactivación económica y una gran mejora de la calidad de vida humana. Al mismo tiempo, este desarrollo ha dado lugar a un gran impacto en el medio ambiente (SUÁREZ TAMAYO, SUSANA y MOLINA ESQUIVEL, ENRIQUE, 2014).

El proceso de la industrialización se produjo por el desarrollo de la actividad humana. El ser humano fue aumentando sus conocimientos y analizando la forma de optimizar tanto los recursos como cualquier tipo de actividad productiva.

Con el aumento de los conocimientos y la invención de maquinaria se comenzó a producir a mayor escala, lo que trajo consigo producciones en grandes cantidades de un producto final en un menor tiempo de trabajo, obteniendo unas tolerancias más acotadas y un uso de los recursos más optimizado.

Los avances que se introdujeron son los que provocaron una transformación en la sociedad en sí y la activación de la economía, por el cambio de la actividad productiva y la manera de realizar los trabajos.

Aun así, como se ha avanzado, esta transformación trajo consigo graves consecuencias para el medio ambiente. La falta de concienciación social por desconocimiento del tema y la aparición de grandes industrias produjeron un gran aumento en los GEI emitidos a la atmósfera, con las consecuencias que provocaban el aumento de la concentración de estos gases en ella.

Tal y como se avanzó previamente, el aumento de los GEI es la principal razón que dio lugar a la aceleración del cambio climático, afectando en la vegetación, la temperatura y la contaminación ambiental, como se aprecia en la siguiente figura:

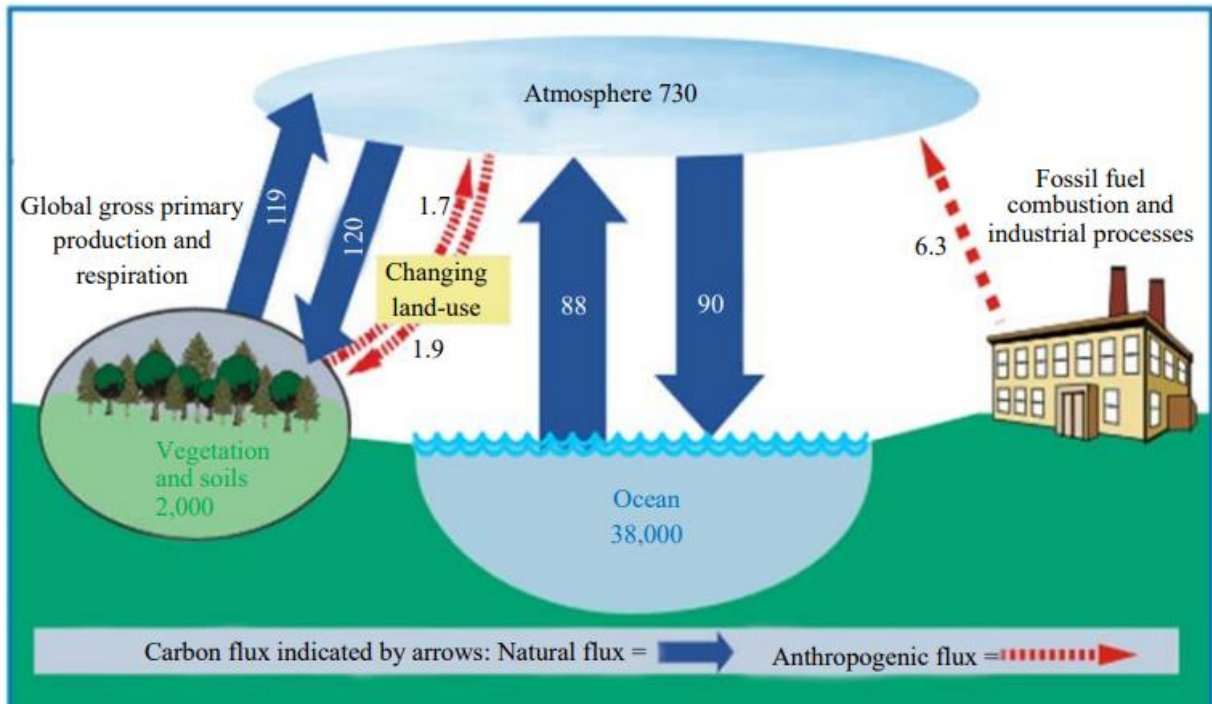


Figura 2-5. Ciclo de emisiones de a la Atmósfera (MGBEMENE, CA ; NNAJI, CC ; NWOZOR, C., 2016).

Como se observa en la figura anterior, es evidente que la respiración de la vegetación y la actividad humana ya producía GEI, pero con la aparición de grandes industrias se emitía mucho más CO₂ a la atmósfera, acelerando el proceso y descompensado el ciclo mostrado.

La emisión de estos gases en las nuevas industrias era producida principalmente por el consumo de combustibles fósiles para el uso de la maquinaria productiva.

El aumento de la producción de GEI en las industrias producido por el mayor consumo de combustibles fósiles produjo que la cantidad de GEI en la atmósfera sufriera un aumento devastador, tal como se aprecia en la siguiente figura:

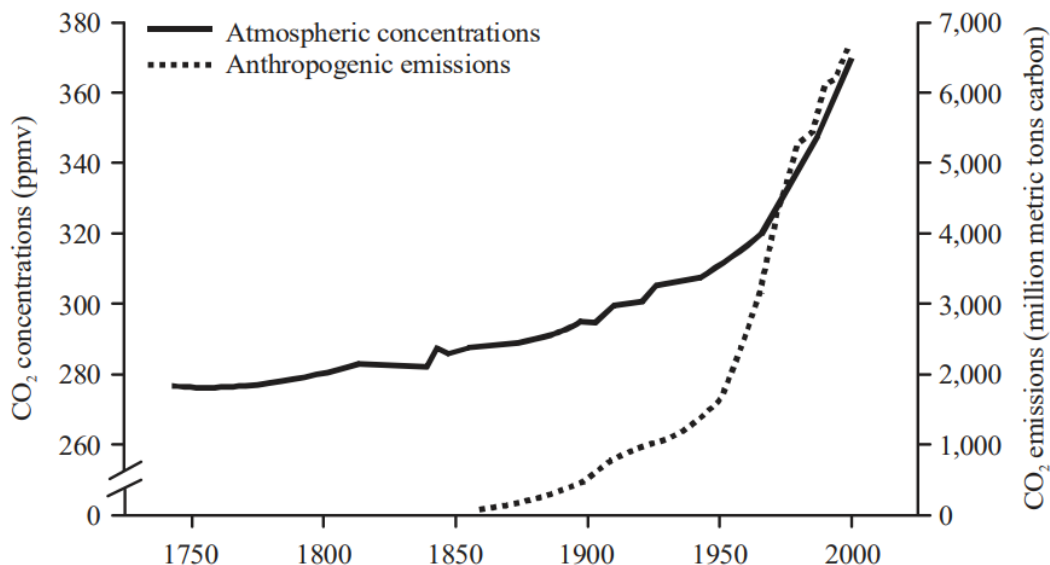


Figura 2-6. Curva de concentración de CO₂ en la atmósfera (MGBEMENE, CA ; NNAJI, CC ; NWOZOR, C., 2016).

En la figura anterior se muestra como la pendiente de las emisiones antropogénicas a partir de 1950 es prácticamente vertical, lo que supone que a partir de este momento se produzca un devastador aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, principal gas de efecto invernadero.

Tal y como se ha ido describiendo anteriormente, el aumento de las emisiones antropogénicas desde estas fechas hasta la actualidad se ha debido principalmente al desarrollo industrial. Son éstos los años en lo que se han introducido grandes avances tanto en maquinaria como en la producción industrial, aumentando por tanto en grandes cantidades el consumo de combustibles fósiles.

Si se analiza cómo ha ido variando el consumo de combustibles fósiles a lo largo del proceso de la industrialización se puede tener una mejor visión de lo que esto ha podido suponer para el medio ambiente. El consumo de combustibles fósiles, además de aumentar las emisiones de GEI, dio lugar a otro de los principales problemas naturales, el gasto de los recursos naturales terrestres.

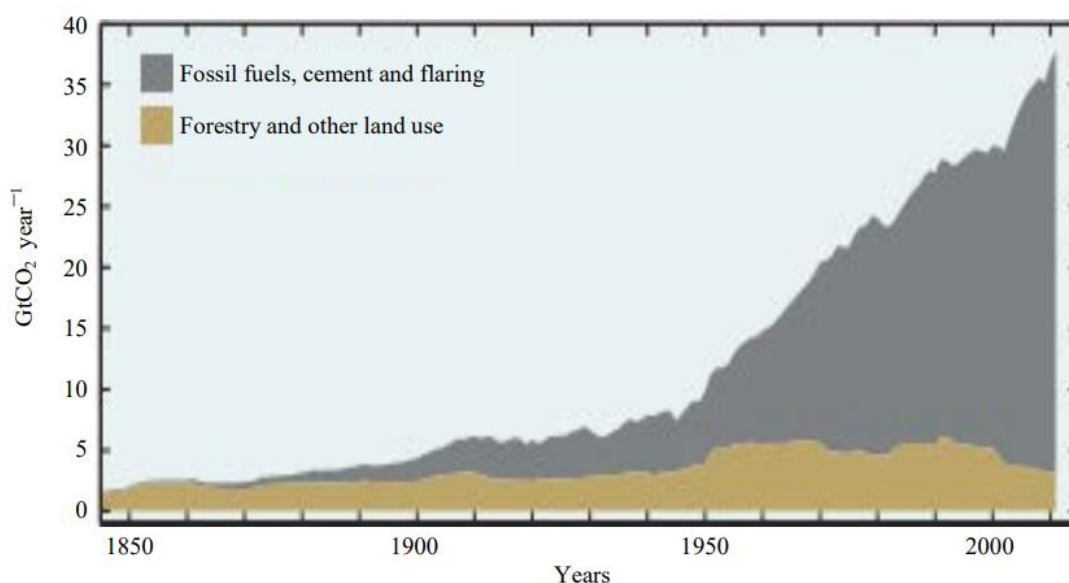


Figura 2-7. Emisiones de CO₂ antropogénicas desde 1850 (MGBEMENE, CA ; NNAJI, CC ; NWOZOR, C., 2016).

Observándola figura superior, se llega a la conclusión de que las emisiones de GEI han ido aumentando con el desarrollo del hombre. En esta misma figura se aprecia que los aumentos de la pendiente de las emisiones se producen con las fechas principales de desarrollo industrial y se corresponden con el aumento del consumo de combustibles fósiles.

Haciendo este mismo análisis en el ámbito nacional durante los últimos 30 años, se puede destacar que, durante los años de mayor desarrollo económico, producido por el desarrollo industrial, las emisiones de GEI no pararon de crecer, solo en los años posteriores a la crisis económica de 2008 estas emisiones descendieron por el cierre o disminución de producción de la gran parte de empresas del sector industrial.

Durante los últimos años, la concienciación social por los problemas ambientales y los pactos que internacionalmente se han hecho para reducir las emisiones a la atmósfera, han ayudado a disminuir las emisiones y reducir, frenar o paliar los efectos adversos a los que daban lugar.

Las medidas que se tomaron contra el cambio climático junto con que se alargase la crisis económica en el país produjo que, además de disminuir las emisiones de GEI, estas emisiones estabilizaran en un entorno cercano a las emisiones de 1990, tal y como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 2-1. Evolución de las absorciones netas de CO₂-eq (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2021 b).

Evolución de las absorciones de CO ₂ -eq netas						
	1990	2005	2010	2015	2018	2019
CO ₂ -eq (kt)	254.005	403.694	320.403	298.249	294.368	276.952
Variación % Vs 1990	100,00%	158,90%	126,10%	117,40%	115,90%	109,00%

La siguiente figura es una representación de la evolución de las absorciones netas de CO₂-eq, en ella puede apreciarse de mejor forma la evolución que han ido teniendo a lo largo del último siglo.

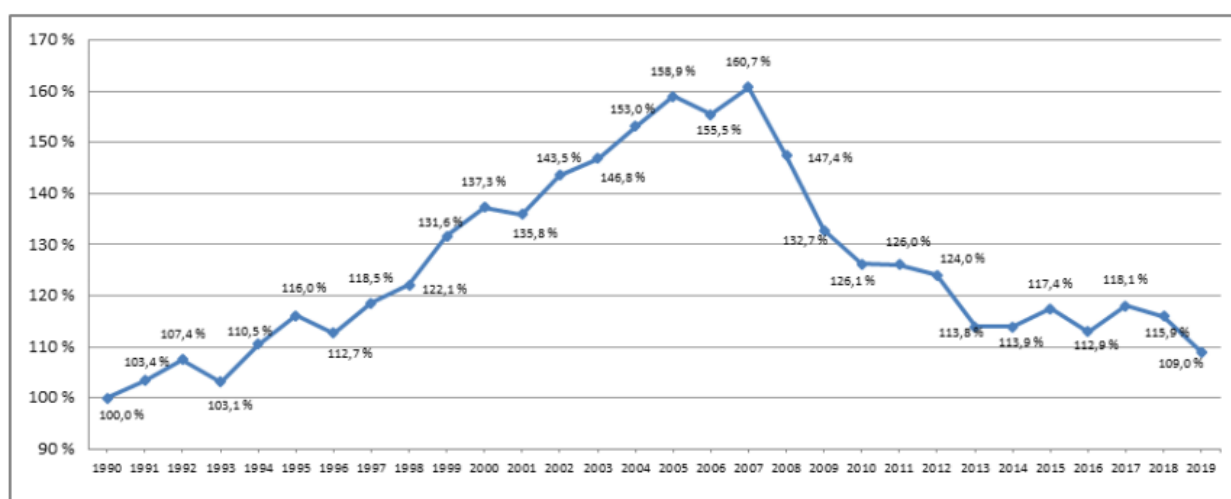


Figura 2-8. Variación relativa del agregado de emisiones netas respecto a 1990 (1990 = 100%) (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2021 b).

Las normativas que los países fueron introduciendo y la presión por la concienciación social, también ha dado lugar a que las empresas cambien su línea de desarrollo, buscando un desarrollo más sostenible que contribuya

con el medio ambiente.

Siguiendo esta misma línea las industrias del país español han contribuido a la reducción de las emisiones de GEI invernadero procurando disminuir el consumo de combustibles fósiles y el uso de sustancias nocivas con el medio ambiente.

La concienciación social ha provocado que cada vez se busque más el hecho de consumir productos ecológicos o que supongan una menor contaminación ambiental. Es por ello, por lo que tal y como se ha descrito anteriormente, las empresas cada vez se preocupan más por contaminar lo menos posible en la fabricación o preparación de sus productos.

Con este cambio, además de contribuir con el medio ambiente, las empresas buscan mejorar su imagen de marca y destacar frente al resto de los competidores del sector.

Aun así, aún queda mucho por hacer en cuanto a la reducción del consumo de combustibles fósiles y la emisión de GEI. El hecho de que durante muchos años no se haya tenido en cuenta el daño que se producía ha acarreado muchas consecuencias en el país, de la que cabe destacar el aumento de la temperatura media.

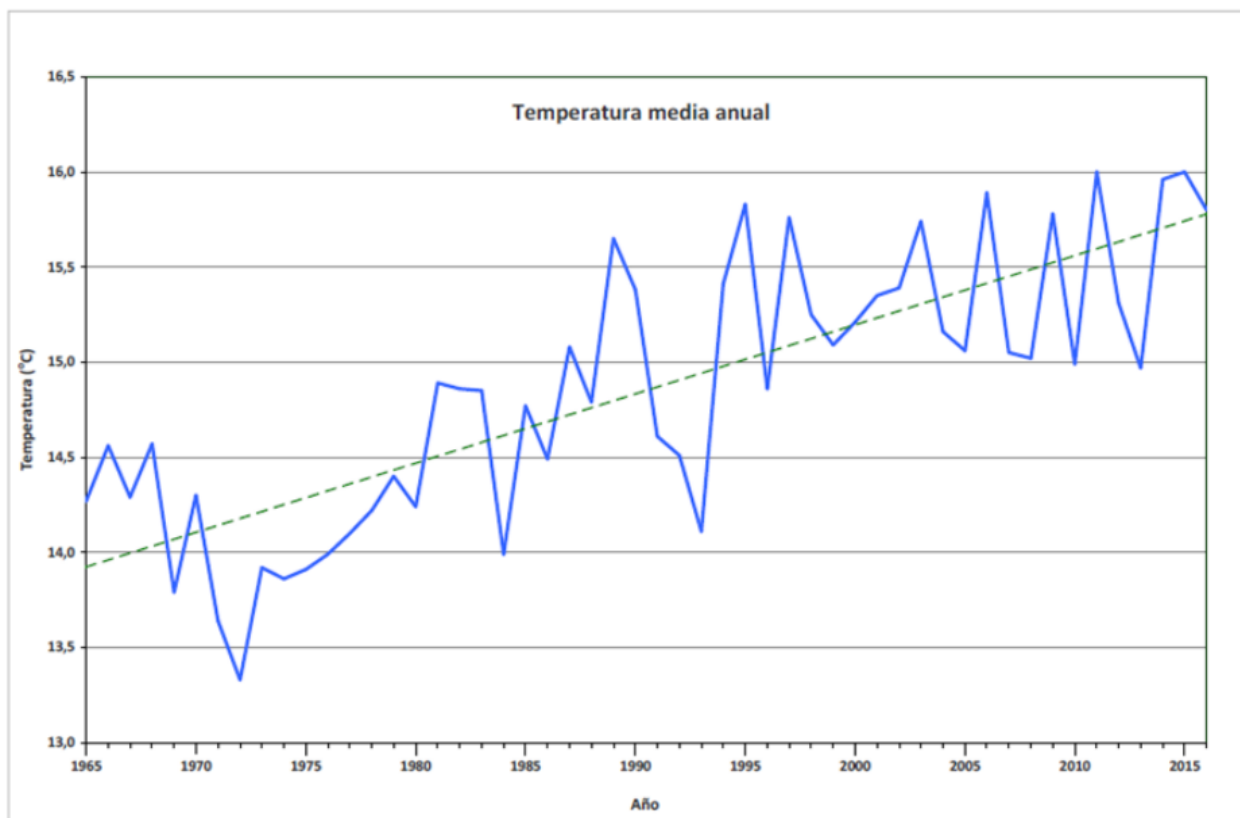


Figura 2-9. Temperatura media anual de España peninsular y las Islas Baleares (1965-2016) (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2017).

Observando la figura anterior, se puede apreciar como la temperatura media del país ha ido creciendo en gran medida en los últimos 50 años, los años en los que ha habido un mayor desarrollo industrial. Por ello, se puede llegar a la conclusión de que este hecho está intrínsecamente relacionado con el aumento de las emisiones de CO₂ y la aceleración del cambio climático.

Las temperaturas medias anuales del país han aumentado de media 1,5°C en los últimos 50 años, hecho que junto con la disminución de las precipitaciones provocada también por el cambio climático, amenaza la vida futura en España (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2017). Por ello, se debe hacer todo lo posible para intentar reducir o paliar los efectos adversos que con las emisiones de GEI se han generado.

2.1.1 Contribución a la Agroindustria

EL sector agrícola en España es un sector estratégico por su repercusión económica, social y medioambiental. A esto hay que añadirle la gran diversidad y calidad de los productos agrícolas españoles y el grado de tecnificación y especialización de las explotaciones agrícolas españolas (INFOAGRO, 2019).

El hecho de que España destaque por su sector agrícola se debe principalmente a las condiciones climáticas que se dan en el país y a la situación geográfica que tiene. Es por ello por lo que históricamente, la economía de gran parte del país ha dependido del sector.

En España, gran parte de la población depende del sector agrario, ya sea porque trabajen en él o porque sus vidas se encuentren intrínsecamente relacionadas con este sector. Por ello, en este país gran parte de los desarrollos industriales se han centrado en este sector, situando a España a la cabeza en el sector agrario de Europa.

España es el segundo país de la Unión Europea con más superficie de materia agrícola y a su vez el segundo país que genera una mayor producción en el sector agrícola (INFOAGRO, 2019).

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la importancia del sector agrario en España ha provocado que gran parte del desarrollo industrial del país se centre en este sector. Por ello, el desarrollo de la agroindustria está bastante relacionado el aumento de las emisiones de GEI en los años de desarrollo industrial.

Durante los años de desarrollo industrial, se introdujo una gran cantidad de maquinaria que facilitó el trabajo y que permitió producir en mayores cantidades y en un menor tiempo. Además, la exportación de nuestros productos trajo consigo un gran aumento en el consumo de combustible por el transporte de los productos.

Para analizar las emisiones producidas por la agroindustria en España, desglosamos la variación de emisiones por sector a lo largo del último siglo:

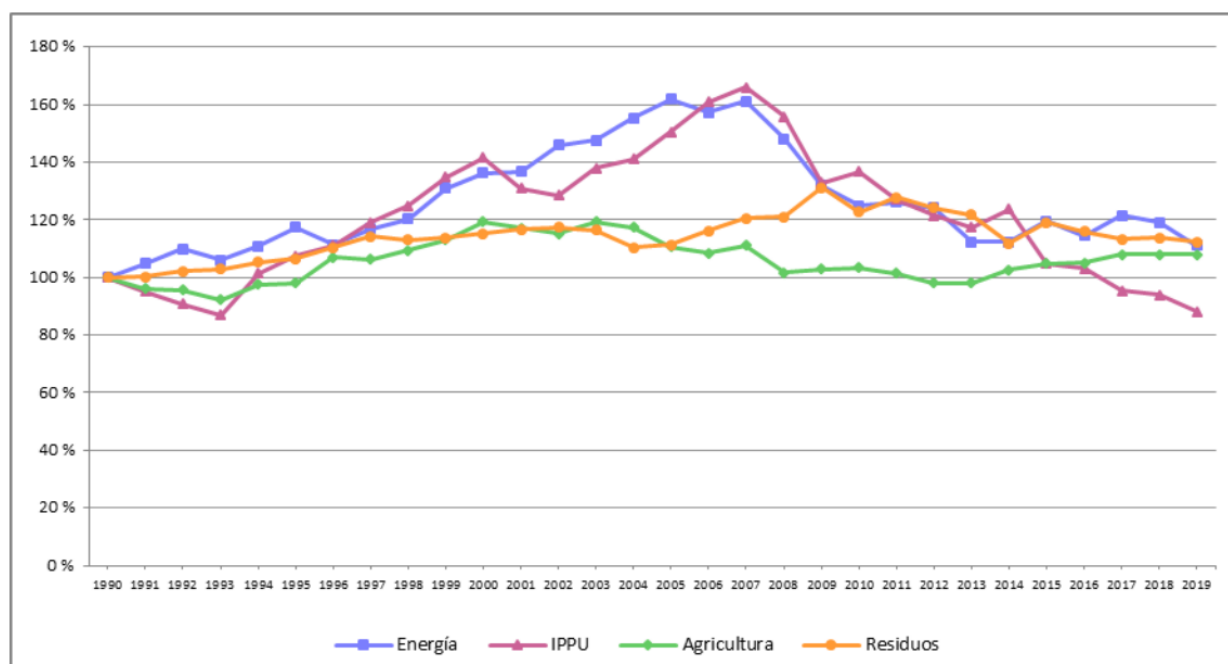


Figura 2-10. Variación relativa de emisiones por sector respecto a 1990 (1990 = 100%) (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2021 b).

La figura anterior muestra el desglose de las variaciones de emisiones de GEI por sector con respecto a 1990. En esta misma figura se aprecia que desde 1990 los sectores que más variación de emisiones han tenido son el sector de la energía y el sector relacionado con los procesos industriales y el uso de sus productos (IPPU, sus siglas en inglés).

Desde 1990, tanto el sector energético como el sector IPPU no pararon de aumentar las emisiones de GEI por

su continuo desarrollo, hasta llegar a su punto máximo en 2007 (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2021 b), momento en el que descendieron las emisiones por la disminución de la actividad productiva y el desarrollo, provocado por la recesión económica del 2008, y las medidas contra el cambio climático tomadas por los distintos gobiernos.

En materia de emisiones de GEI a la atmósfera, el sector energético además de ser el que más ha variado junto con el IPPU a lo largo del último siglo es el de mayor importancia, por ser el que más emisiones produce en el país; supone el 75,3% de las emisiones brutas nacionales (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2021 b).

El hecho de que el sector de la energía sea el que más emisiones produzca se debe a que cada avance en el resto de los sectores ha dado lugar a un mayor consumo de energía. Por ello, el desarrollo industrial, ha traído consigo un aumento de las emisiones energéticas, dando lugar a que la variación de las emisiones de GEI del IPPU presente una curva similar a la del sector energético.

Analizando de nuevo la figura anterior, se puede observar que durante el último siglo las emisiones producidas por la agricultura se mantuvieron relativamente constantes, debido a que los procesos de la agricultura en sí no han cambiado mucho en estos años, se siguen haciendo muchos trabajos de forma manual. Aun así, el desarrollo y la introducción de maquinaria diversa en las industrias de recolección, transporte y puesta en el mercado, si ha supuesto un gran cambio en la agroindustria, un subsector del IPPU que se encuentra intrínsecamente relacionado con el sector de la agricultura.

Por lo expresado anteriormente, se puede decir que al igual que ocurre con el sector energético y el IPPU, la gran parte de las variaciones de las emisiones de GEI producidas por la agroindustria se han provocado en sus sectores industriales. Por ello, aunque estos aumentos de emisiones de GEI están completamente relacionados con la agricultura, se contabilizan en el sector industrial.

Siguiendo esta misma línea, se llega a la conclusión de que cada avance o punto de desarrollo de la agricultura, ha supuesto una contribución a las emisiones de GEI producidas por el IPPU y éstas a su vez en el sector energético.

La importancia de la agricultura y sus trabajos en el país hace que su contribución de GEI sea bastante considerable, ya que muchas de las industrias de España están relacionadas con los cultivos y, por tanto, con la agricultura en sí.

La preocupación por la reducción de las emisiones ha supuesto que actualmente se trabaje desde el punto más bajo de la pirámide, con el fin de disminuirlas. Por ello, actualmente se busca llevar una agricultura más sostenible para promover que la agroindustria en general disminuya sus emisiones de GEI a la atmósfera.

El gobierno español promueve y obliga a este nuevo desarrollo en la agricultura, incentivando por medio de subvenciones y, regulando, modificando e introduciendo nueva normativa que rijan un límite de emisiones y prohíba el uso de los medios más nocivos para el medio ambiente, procurando también el menor consumo energético posible.

Además, como para cualquier otra industria, en la agroindustria se han ido limitando las emisiones permitidas, hecho que, junto con la contribución social, ha promovido que las industrias busquen cada vez más el llevar a cabo unos procesos productivos menos dañinos con el medio ambiente, mejorando así la imagen de marca y destacando sobre el resto de los competidores.

2.1.1.1 Desarrollo del Sector de la Producción de Aceite.

La importancia de la agricultura en España, tal y como se ha ido describiendo, ha supuesto un gran desarrollo en la agroindustria general, dando lugar a un importante aumento de las emisiones de GEI durante los años de desarrollo industrial.

Si analizamos los sectores que yacen dentro de la agricultura, podemos descubrir cuáles son los que por su importancia y desarrollo han contribuido más a la aceleración del cambio climático.

La figura siguiente es un gráfico en el que se muestra cómo se distribuye por sectores la superficie cultivable del país, mostrando qué sectores tienen una mayor importancia y cuáles han tenido un mayor desarrollo.

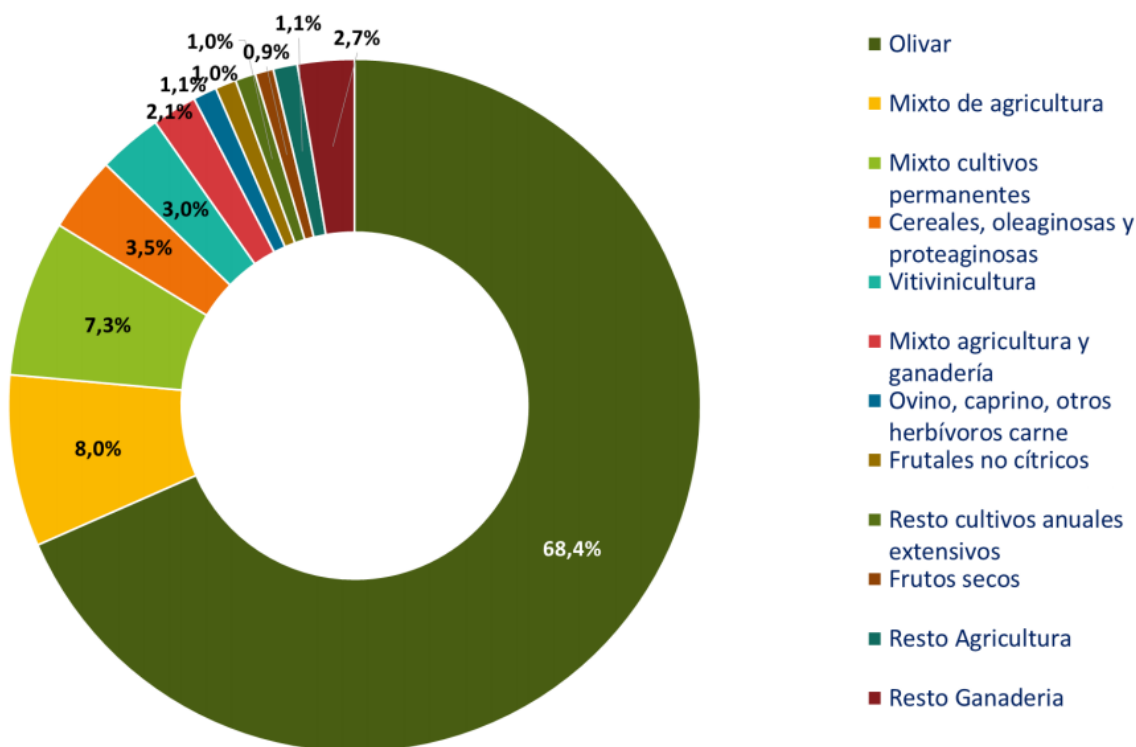


Figura 2-11. Grado de especialización del sector / % de distribución de superficie en la OTE olivar (GOBIERNO DE ESPAÑA, Junio 2020 (datos 2017)).

Analizando el gráfico superior, además de comprobar la amplia variedad de cultivos que se dan en nuestro país y que parte de las explotaciones se destinan a la ganadería, se puede apreciar que el sector del olivar es el sector de mayor importancia.

El sector del olivar supone el 68,4% de la distribución de tierra cultivable del país, cobrando aún más importancia en la comunidad autónoma de Andalucía, ya que ésta posee el 71,0% de las explotaciones de olivar del país (GOBIERNO DE ESPAÑA, Junio 2020 (datos 2017)).

La gran apuesta por los cultivos de olivar de los agricultores españoles se dio en su momento por el desarrollo que se produjo en el cultivo de olivar y su industrialización. El uso de técnicas más elaboradas en los tratamientos de cultivos y la entrada del regadío, junto con las grandes condiciones climáticas del país, provocaron que se obtuviera una mayor rentabilidad económica con la recolección de aceitunas y la molturación de las aceitunas. Todo esto dio lugar a que los agricultores apostaran por las plantaciones de olivar en vez de los cereales y frutos que no se adaptaran a las condiciones climáticas de la zona o que tuvieran una menor rentabilidad económica.

El hecho de que cada vez haya más explotaciones dedicadas al cultivo del olivar provoca que cada vez se produzcan más kilogramos de aceitunas y, por tanto, más litros de aceite. Al igual que en cualquier tipo de industria, las producciones en gran escala se han realizado mediante la industrialización, con la entrada de maquinaria especializada y el consumo de una mayor cantidad de combustibles fósiles.

La importancia y el desarrollo del sector del olivar en España, provocó el hecho de que se preste una mayor atención a las emisiones de GEI producidas por el sector. Analizando las tareas que se llevaban a cabo en el ciclo productivo del aceite, se apreció que las emisiones de GEI se producían principalmente por el consumo de combustible de las maquinarias, tanto en el tratamiento y la cosecha de las aceitunas, como en la posterior molturación del aceite.

Como en el resto de los sectores industriales, la preocupación de los países por el medio ambiente y la concienciación social hicieron que cada vez se regularan más las emisiones de GEI al medio ambiente en el sector del olivar y que, además, las empresas se interesasen más por producir el aceite de una forma más ecológica, captando nuevos mercados y diferenciándose del resto de competidores del sector, creando así una mejor imagen de marca.

El hecho de que cada vez hubiera una mayor preocupación en el sector dio lugar a que las empresas realizaran numerosos estudios que analizaran los efectos que pudiesen causar el aumento de las emisiones de GEI y la aceleración del cambio climático, para que además de contribuir con el medio ambiente, se luchara por mejorar las condiciones futuras del cultivo del olivar. Con ello, el sector oleícola está tratando de tomar acciones que prevean los cambios del cambio climático en los cultivos de olivar y que definan estrategias para la adaptación y mitigación del fenómeno (CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL, 2016).

Aunque por la falta de experiencia los estudios aún no son demasiado concluyentes, estos estudios están ayudando tanto a contribuir con el medio ambiente, como a tomar decisiones de cara a mejorar la vida de las plantaciones de olivar, analizando los efectos del cambio climático y las consecuencias que puedan traer consigo.

Tal y como se ha descrito anteriormente, la mayor concentración de GEI en la atmósfera está provocando un aumento de la temperatura media terrestre. Con el aumento de las temperaturas, los ciclos de lluvias están cambiando, dando lugar a una mayor concentración de la lluvia y a periodos de sequía (GARCÍA MARTÍNEZ, MELCHOR, 2016).

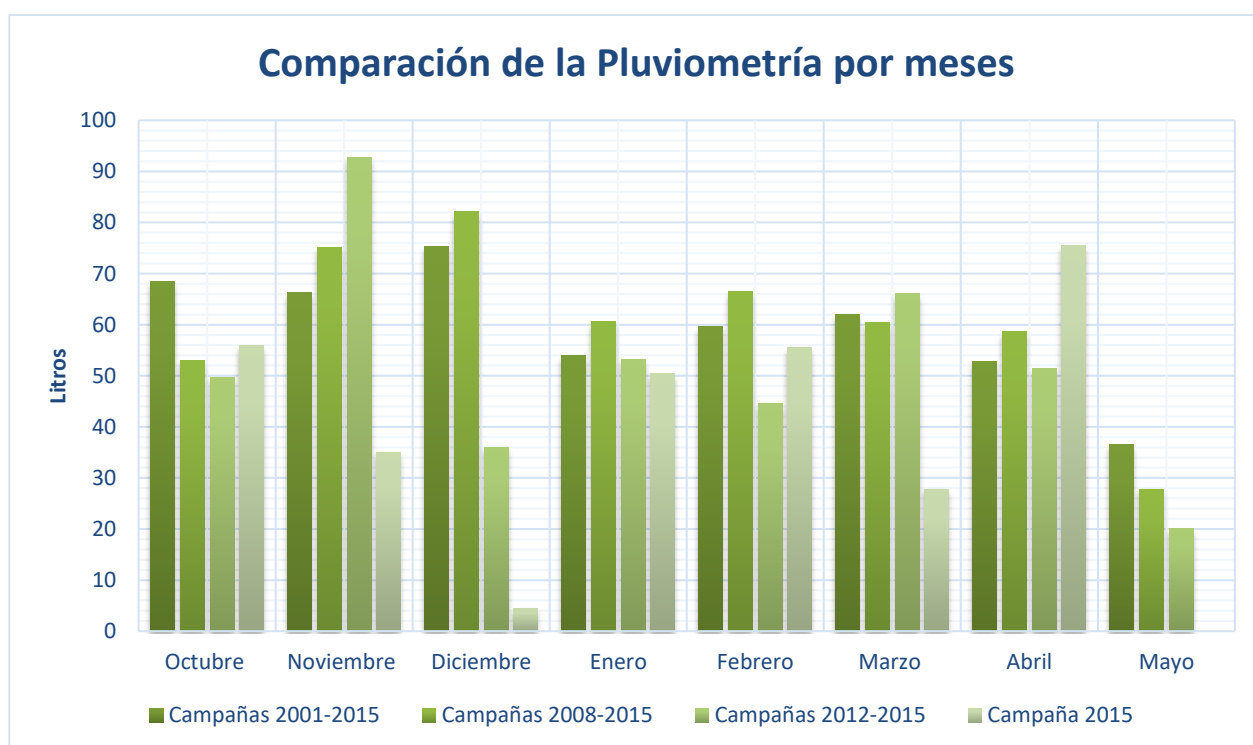


Figura 2-12. Histórico de la concentración y el descenso de la pluviometría en España con el paso de los años (DCOOP, 2016).

En la figura anterior se puede apreciar como la pluviometría ha ido descendiendo y concentrándose a lo largo de los últimos años, evidencia de la aceleración del cambio climático producida por el aumento de la concentración de GEI en la atmósfera.

Los estudios realizados a lo largo de los últimos años han llegado a la conclusión de que, aunque las cantidades de aceitunas producidas por cada explotación están aumentando, el aumento paralelo de las temperaturas medias también puede afectar a la floración, produciendo fallos en la flor y reduciendo la calidad del aceite (DCOOP, 2016).

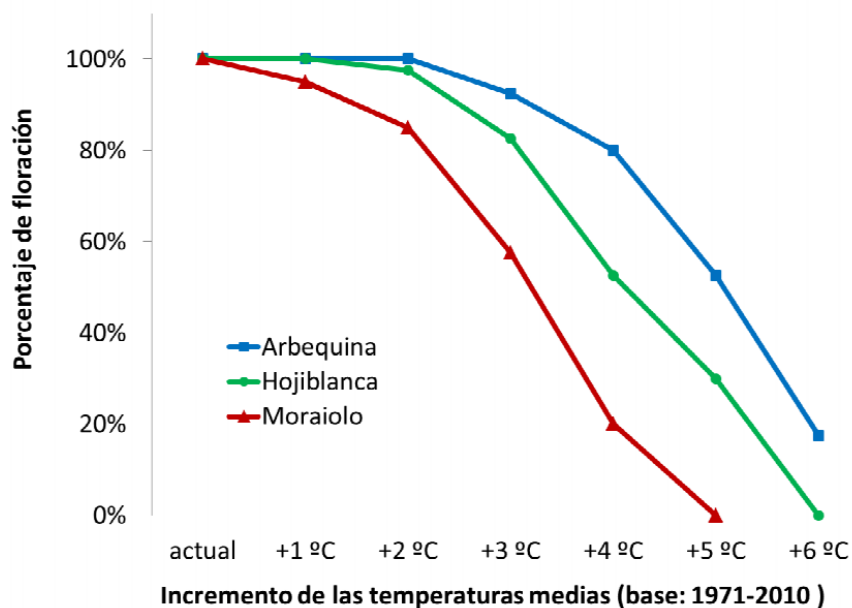


Figura 2-13. Probabilidad de floración prevista para las variedades de aceitunas Arbequina, Hojiblanca y Moraiolo (TESTI, LUCA; VILLALOBOS, FCO. y ORGAZ, FCO, 2016).

En la figura anterior se aprecian los resultados de un estudio en el que se analiza cómo afectarán las subidas de temperaturas a la floración del olivo, mostrando los resultados para tres de sus variedades.

Además de los cambios en la floración, al concentrarse y disminuir la precipitación, se produce una mayor erosión del terreno, hecho que provoca que el olivo almacene peor el agua y se obtenga una peor cosecha o comprometa las cosechas venideras.

Es por ello por lo que el sector industrial de olivar tiene que trabajar para contribuir con el medio ambiente y conseguir que las condiciones de vida de las plantaciones de olivar cambien lo menor posible, ya que podrían provocar que dejaran de ser rentables y que por tanto desaparecieran en la zona, perdiendo uno de los sectores industriales más importantes del país y uno de los productos estrella de España, el aceite de oliva.

Este trabajo es bastante complejo porque además de contribuir con el medio ambiente, las acciones han de garantizar la rentabilidad del agricultor y la calidad de la producción de aceite de oliva.

Para contribuir con la disminución de las emisiones, las industrias del sector del olivar están potenciando que los agricultores dejen de utilizar herbicidas residuales o que al menos reduzcan su uso. Además, se está generalizando la trituración de los restos de las podas como abonos naturales y la disminución del laboreo, manteniendo una cubierta vegetal sobre el terreno (GARCÍA MARTÍNEZ, MELCHOR, 2016).

El hecho de mantener una cubierta vegetal sobre el terreno con los restos de las podas ayuda a reducir el consumo energético del olivo y la oxidación-aireación de la materia orgánica, ya que aporta nutrientes y mantiene la humedad del terreno (JAENCOOP, 2016).

Con el fin de reducir las emisiones producidas por el consumo de los motores de riego, se está promoviendo el uso de motores eléctricos alimentados a partir de placas solares para realizar el bombeo de agua. Las placas solares son una opción de energía limpia en el regadío de los olivos.

Estas acciones están consiguiendo que cada vez se reduzcan más las emisiones en el tratamiento y la cosecha de los cultivos, disminuyendo las concentraciones de GEI en las zonas de las plantaciones de olivar. Con ello, además de generar una agricultura más sostenible, se contribuye con el medio ambiente y se lucha por mantener las condiciones de vida de las plantaciones de olivar.

Además de todas las medidas anteriores, el Consejo Oleícola Internacional (COI) ha trabajado para la creación de un grupo de expertos científicos y técnicos que establecieran los criterios para determinar el balance de CO₂ en el aceite de oliva. Con ello, se han puesto de manifiesto los beneficios medioambientales del cultivo (POLO PALOMINO, JUAN ANTONIO, 2016).

La industria de molturación del aceite también trabaja para satisfacer las medidas impuestas por el gobierno para la contribución al medio ambiente y, además, trata de llevar a cabo en la medida de lo posible un menor consumo de electricidad y combustibles fósiles, contribuyendo aún más con el medio ambiente y mejorando su imagen de marca.

La aparición de las ecoetiquetas ha provocado que las industrias productoras de aceite trabajen para conseguir un aceite ecológico comunicando la sostenibilidad de sus aceites de oliva para alcanzar el éxito en el mercado (POLO PALOMINO, JUAN ANTONIO, 2016).

3 CICLO PRODUCTIVO DEL ACEITE

Detrás de cualquier producto final hay un conjunto de trabajos o acciones previas que hay que realizar para su producción. Estas acciones comprenden desde la preparación de las instalaciones o terreno hasta todos los pasos intermedios por los que debe pasar la materia prima y los productos intermedios para dar lugar al producto terminado final.

El conjunto de todas las acciones anteriormente descritas junto con la puesta en mercado del producto, su uso o consumo y su posterior retirada del mercado son lo que se conoce como el ciclo de vida de un producto.

Por la importancia del sector oleícola en España y, en concreto Andalucía, se centra todo este estudio en el ciclo productivo del aceite.

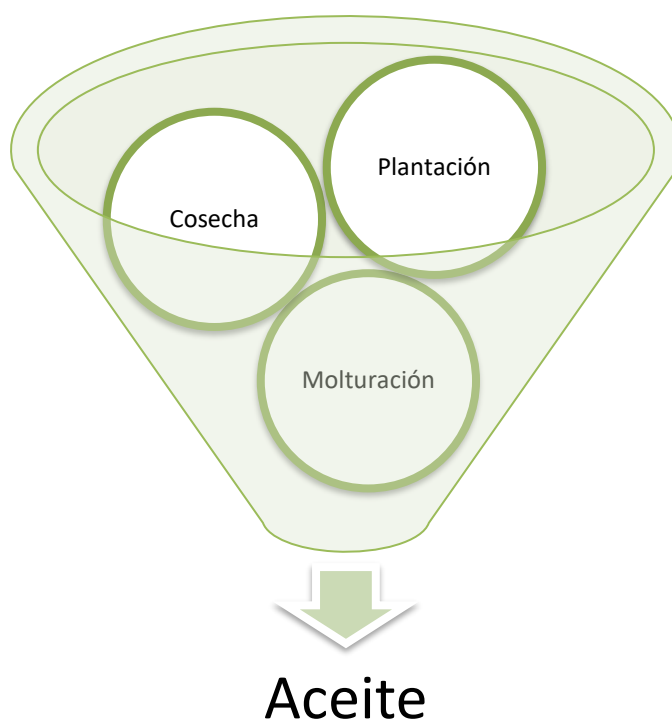


Figura 3-1. Principales tareas que dan lugar al aceite

Tal como se aprecia en la figura anterior, la producción de aceite es un proceso que normalmente se conoce como el conjunto de plantación y cosecha de olivos, sumada a la molturación de las aceitunas. Aun así, el ciclo productivo del aceite es un proceso bastante complejo, no solo se resume en estas tres tareas principales.

El ciclo productivo del aceite además de la plantación recoge la vida al completo del olivo, desde la preparación del terreno al posterior desecho de la planta. Además, previo a la cosecha del olivo, este proceso incluye todo lo que serían los tratamientos foliares, de herbicidas y de riego que se le dan tanto a la planta de olivo en sí como al terreno.

En la cosecha de los olivos, el ciclo productivo del aceite incluye también todo el transporte de maquinaria hasta la finca que se cosecha y el transporte de la aceituna a la almazara donde se produce la molienda.

Por último, en este ciclo productivo, a la etapa de molturación hay que añadirle el envasamiento del aceite y la posterior comercialización del producto. Todo esto puede apreciarse mejor en la siguiente figura:



Figura 3-2. Ciclo Productivo del Aceite.

Para entender mejor el proceso se realizará a continuación una explicación de éste, centrándolo en dos parcelas de olivos intensivos de riego situadas en la Sierra Sur de Andalucía, en concreto en la localidad de Osuna (Sevilla), zona que destaca por sus cultivos de olivar. Además, se analizará una almazara de la zona donde se muelen parte de las aceitunas cosechadas en las parcelas estudiadas.

Por un lado, se estudiarán las tareas realizadas en dos parcelas que únicamente se diferencian por la variedad de aceitunas que producen. Aunque ambas parcelas tienen unos tratamientos, cosecha y molturación de aceitunas similares, la cantidad de aceitunas producidas y el rendimiento de estas difiere entre ambas.

Las parcelas de olivos sobre las que se realizará el estudio son explotaciones situadas en la campiña ursaonense, en concreto las parcelas 16 y 18 del polígono 136. Estas parcelas tienen respectivamente las siguientes referencias catastrales: 41068A13600016JH y 41068A13600018JA.

La parcela 16 es una plantación de olivos intensivos de 32,1248 *ha* de la variedad arbequina. La plantación escogida cuenta con regadío y se realizó en el año 2005, por lo que los olivos tienen 16 años. En cambio, la parcela 18 es también una plantación de olivos intensivos de regadío con 20,8715 *ha* pero de la variedad hojiblanca. La plantación de la parcela 18 fue realizada también en el año 2005.

En la figura posterior se puede apreciar la forma y situación de la parcela 16 dentro de la campiña ursaonense. Es una imagen aérea obtenida del SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas).



Figura 3-3. Plantación de olivos arbequinos analizada y situada en la campiña ursaonense (GOBIERNO DE ESPAÑA, s.f.).

La siguiente figura está también extraída del SIGPAC y muestra en este caso la forma y situación de la plantación de olivos hojiblancos, parcela 18.

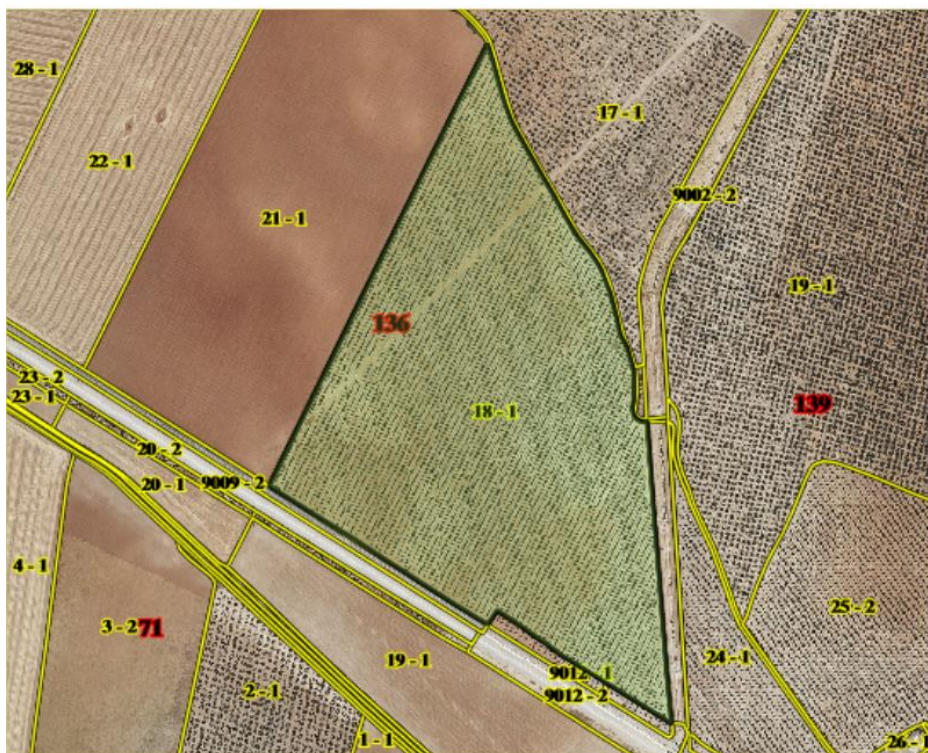


Figura 3-4. Plantación de olivos hojiblancos analizada y situada en la campiña ursaonense (GOBIERNO DE ESPAÑA, s.f.).

Las ubicaciones de las parcelas quedan descritas de mejor manera en el Anexo I, que muestra un plano aéreo de las parcelas. Este plano es una imagen más distanciada en la que se pueden observar la situación de las parcelas descritas y del resto de las plantaciones o cultivos que las parcelas tienen alrededor, mostrando así de una mejor forma la ubicación geográfica de cada una de ellas.

Se han escogido las plantaciones descritas debido a que por los dueños y personal que históricamente han trabajado en ellas se podrán conocer las tareas que se han llevado a cabo desde el año que se realizaron las plantaciones hasta hoy en día. Otra razón por la que se han escogido estas parcelas es que durante los últimos años parte de las aceitunas cosechadas se han molido en la almazara que también se ha analizado y que posteriormente se describirá.

Por ello, como se ha avanzado anteriormente, se analizarán las plantaciones trabajando con las empresas que durante estos años se han encargado de realizar la plantación de los olivos, las tareas de tratamientos de las parcelas de olivos y las cosechas de aceitunas, pudiendo conocer así el ciclo de vida específico que han tenido estas plantaciones de olivos en particular.

Por otro lado, la almazara que se ha analizado para comprender mejor el ciclo productivo del aceite es la gestionada por la empresa Oleico Pallarés S.L., situada también en la localidad de Osuna.



Figura 3-5. Oleico Pallarés S.L. Marca y dirección.

La empresa Oleico Pallarés S.L. fue fundada hace 3 años por el empresario Álvaro Pallarés con el objetivo de dar valor a una plantación de acebuches¹ centenarios y milenarios situados en la localidad de Osuna, junto a la Cañada Real de Ronda, en “las Herrizas de la Lobilla”.

En la primera cosecha Oleico Pallarés S.L. consiguió molturar un aceite de gran calidad en una almazara situada en la localidad ursonense, almazara que la empresa adquirió para la siguiente campaña de recolección de aceitunas y que será analizada en el siguiente documento (CARMEN GONZÁLEZ, 2021).

Al largo de estos 3 años, la empresa ha ido molturando aceites de otras variedades de olivos y desarrollando una línea para el consumo virgen extra envasado con la misma marca y proviniendo de las variedades hojiblanca, picual, manzanilla y lechín. Con esto, la empresa ha introducido sus aceites Premium en el consumo de la sociedad española.

Con su almazara, Oleico Pallarés S.L. ha producido durante los últimos años aceites de gran calidad que han sido galardonados y exportados a gran parte del mundo. Por ello, la importancia de esta almazara en la empresa se debe a la calidad del aceite que produce y a los premios recibidos durante las últimas campañas. En esta última campaña, Oleico Pallarés S.L. ha recibido dos galardones bajo su marca AOVE Premium “Herriza de la Lobilla” en la categoría que reconoce los mejores AOVes de producción española en la comunidad autónoma de

¹ Acebuche: olivo nacido de forma silvestre.

Andalucía en los premios ESAO Awards (EL PESPUNTE, 2021).

Oleico Pallarés S.L. obtuvo el 4º puesto en la Final de los premios anteriormente nombrados con su aceite de aceitunas hojiblancas de cosecha temprana. Además, obtuvo el 8º puesto con su AOVE Coupage de edición limitada numerada de las variedades Lechín & Acebuche, revalidando el 8º y 10º puesto que obtuvo en la campaña 2019-2020 (OLEICO PALLARÉS S.L., s.f.).



Figura 3-6. Premios recibidos por los aceites “Herriza la Lobilla” en la campaña 2020-2021 (OLEICO PALLARÉS S.L., s.f.).

La importancia de la almazara Oleico Pallarés S.L. y de su línea de aceites “Herriza la Lobilla”, ha sido la razón fundamental para seleccionarla y analizarla. Además, la cercanía de sus propietarios y el trato que tienen con el resto de las empresas de la zona ha facilitado el hecho de que se pueda trabajar estudiando el ciclo completo de la producción de aceite.

La almazara Oleico Pallarés S.L. además de producir sus líneas de aceite, permite a los agricultores producir en ella aceite a partir de sus propias aceitunas, hecho por el cual la mayor parte de los agricultores de la zona llevan parte de sus aceitunas de sus cosechas con el fin de producir su propio aceite.

Además, esta almazara posee certificado de producción de aceite ecológico, permitiendo así producir aceite ecológico a los agricultores que cosechen aceitunas ecológicas. De esta manera la almazara contribuye con el medio ambiente sin romper la línea ecológica que llevan ciertos agricultores.

Por ello, tal y como se ha descrito anteriormente, parte de las aceitunas producidas en las plantaciones de olivos analizadas, se muelen en la propia almazara. Este hecho supone que la elección de las parcelas de olivos y la almazara sea idónea de cara al posterior análisis del ciclo de vida de la producción de aceite y de las emisiones producidas en cada etapa.

Con el fin de analizar a fondo el ciclo productivo del aceite centrado en las parcelas y almazara seleccionadas se trabajará también con empresas de la zona expertas en el tratamiento y la cosecha de olivos, como se avanzó previamente. Estas empresas son las que tradicionalmente han tratado y cosechado los cultivos de olivar de la campaña ursaonense y, en concreto, estas parcelas de olivos.

3.1 Plantación y tratamiento de los olivos

El proceso de plantación de los olivos es una de las partes más importantes del ciclo productivo del aceite, ya que el hecho de que no se realice de forma adecuada puede suponer producir una menor cantidad de materia prima y, además, conseguir una peor calidad del aceite.

La plantación de los olivos es un proceso que se compone de la preparación del terreno y la plantación de las plantas de olivos en sí. Estas dos tareas han ido cambiando mucho a lo largo de la historia por los avances tecnológicos que han surgido con el paso del tiempo y por las modas relacionadas con la agricultura.

En sus inicios, la preparación del terreno era un proceso completamente rudimentario. El hombre labraba la tierra para su posterior plantación ayudándose de un arado de manos tirado por mulos. Esta tarea era bastante dura porque el hombre tenía que hacer uso de su peso y fuerza para clavar el arado en el terreno y que los mulos soltaran el terreno tirando de este arado. La tarea de la labranza se hacía con el fin de soltar el terreno para facilitar el hecho de que enraizaran las plantas.



Figura 3-7. Labrado de la tierra con arado de manos y mulos.

En esta época, la distancia entre olivos era mucho mayor por el desconocimiento de la rentabilidad de las plantaciones y porque al no haber tantas posibilidades de tratamientos que mejoraran las condiciones de los olivos y del suelo la competencia entre plantas era más dura. Como tratamientos únicamente se realizaban las podas del olivar y el abonado.

En cuanto a los hoyos que se hacían para introducir las plantas se puede decir que eran mucho mayores porque en lugar de introducir plantas de viveros se introducían varias estacas de olivo. Como se debía esperar a que estas estacas enraizaran, se tardaba mucho más tiempo en llegar a tener un olivar en plena producción, unos 10 años.

El desarrollo industrial y tecnológico provocó el hecho de que se creara diversa maquinaria que simplificase todas las tareas de la preparación del terreno y de la plantación de los olivos. Actualmente, el terreno se labra mediante arados enganchados en tractores y los hoyos para la plantación de los olivos se realizan con retroexcavadoras.

Todo lo expresado anteriormente unido a que cada vez había más competencia y conocimiento del cultivo del olivar, dio lugar a que también surgieran nuevos tratamientos para mejorar las condiciones del terreno y de la planta de olivo en sí, con el fin de mejorar el rendimiento de la plantación.

Actualmente, a lo largo de la vida del olivo, además de las podas y el abonado, se le hacen distintos tratamientos foliares y de herbicidas.

La introducción de los nuevos tratamientos y la mejora de los ya existentes ha provocado que la competencia nutricional entre los olivos de la misma plantación sea menor y que por tanto no necesiten tener tanto terreno, debido a la mejoría en las condiciones del terreno y a la reducción de las plagas. Por ello, los olivos ahora se pueden plantar más cerca unos de otros, aumentando así la cantidad de olivos por hectárea.

Además, el descubrimiento de los planteros produjo que se sustituyeran en la plantación las estacas y se usaran en su lugar plantas de olivo de vivero, lo que permitía hacer hoyos de menor envergadura y que se llegara a tener una plantación de olivos en plena producción en un menor tiempo.

Por último, la introducción del riego en las plantaciones de olivos, algo impensable en tiempos anteriores, supuso un gran aumento en el rendimiento de la aceituna.

Los avances en la plantación y tratamiento de olivos han dado lugar a unas plantaciones de olivos mucho más productivas y rentables, ya que el hecho de que los olivos tengan unas mejores condiciones hace que se puedan plantar más cerca unos de otros. Este mismo hecho es el que ha permitido que aparezcan las plantaciones de olivos intensivas y súper intensivas que existen hoy en día.

Para analizar más específicamente la plantación y el tratamiento de olivos se han estudiado las parcelas de olivos intensivos anteriormente descritas junto con una empresa especializada de la zona, Agroquimar, SL.

Agroquimar, SL es una empresa fundada por Agustín Martín Jiménez en Osuna en 1968 como un negocio de venta de productos fertilizantes y fitosanitarios. Desde sus inicios esta empresa se centró en ayudar al agricultor en la obtención de una mayor rentabilidad de sus explotaciones, no solo con la venta y aplicación de sus productos, sino también con el asesoramiento y seguimiento de fincas. Esta empresa buscó siempre prestar un servicio integral a sus clientes. (AGROQUIMAR, SL., s.f.)

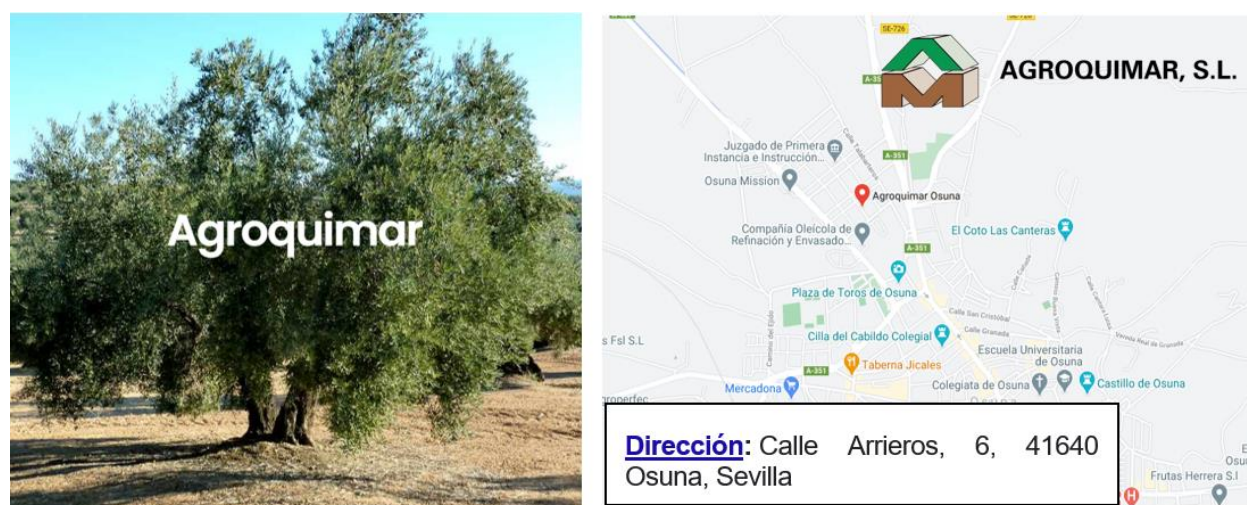


Figura 3-8. Agroquimar, SL. Logo y dirección (AGROQUIMAR, SL., s.f.).

Tras 30 años el negocio pasó a convertirse en una sociedad familiar adoptando su nombre actual Agroquimar, como una conjunción de palabras Agroquímicos Martín. Su experiencia en los cultivos de la campiña ursonense ha dado lugar a que se convierta en la empresa líder en asesoramiento técnico y gestión integral de fincas. La gran cantidad de cultivos de olivar de la zona ha provocado que se conviertan en expertos en el campo del olivar.

Con la empresa Agroquimar, SL. se han estudiado a fondo las parcelas de olivos previamente descritas, con el fin de poder analizar cada una de las labores que se han llevado a cabo en ellas desde que se plantaron los olivos hasta hoy en día.

Se ha trabajado con esta empresa porque además de ser líder en el sector de olivar de la zona, durante muchos años ha prestado asesoramiento técnico a los propietarios de las plantaciones de olivar y, en concreto, en las parcelas de olivos estudiadas.

Tras trabajar junto con el Ingeniero Agrónomo y CEO de la empresa Antonio Bermúdez Martín, se analizaron las plantaciones de olivos y el histórico que la empresa poseía sobre ellas. Con ello, se han podido describir todas las operaciones para la plantación y el tratamiento de los olivos.

Por la situación de las plantaciones de olivos descritas, las tareas que se han ido realizando en ambas plantaciones de olivos a lo largo de los años han sido las mismas. Para la descripción de las tareas se diferencian tres etapas dentro de la vida de los olivos:

1. Etapa de Plantación de los Olivos.

Es la primera etapa y tal y como se ha explicado anteriormente en ella se prepara el terreno y se realiza la plantación del olivar.

Para ello se sigue el esquema de la siguiente figura:



Figura 3-9. Fases de la Etapa 1: Plantación de los Olivos.

Como se aprecia en la figura anterior, primero se labra y se prepara el terreno, marcando los lugares donde de harán los hoyos de cada olivo. Para ello se usa un tractor de 120 CV y un arado a razón de 3 h/ha, por tratarse de unas parcelas llanas situadas en la campiña ursaonense.

Tras esto se excavan los hoyos de los olivos mediante una retroexcavadora invirtiendo en la operación una duración media de unas 6 h/ha.

Una vez realizados los hoyos se extiende la tierra extraída usando de nuevo un tractor de 120 CV con un arado. En esta operación se tarda algo menos que en el labrado y preparación del terreno, unas 2 h/ha.

Finalmente se riega el terreno para que se asiente la tierra. El riego se acciona extrayendo agua de pozo a razón de 2h/ha y 6000 l/h.

Los datos expresados son los que se han obtenido de relacionar la experiencia de la empresa Agroquimar, SL. en estos terrenos y el histórico sobre el asesoramiento técnico que la empresa había dado a las plantaciones de olivos.

Siguiendo estos datos se han realizado las siguientes operaciones para las plantaciones de olivos descritas:

Tabla 3-1. Resumen de las labores anuales de la Etapa 1: Plantación de los Olivos.

Labores en la plantación de los olivos			
Actividad	Elemento	Consumo Olivos Arbequinos	Consumo Olivos Hojiblancos
Labrado y preparación del terreno	Tractor de 120 CV	96,37 h	62,51 h
Excavación de los hoyos y plantación	Retroexcavadora	192,75 h	125,23 h
Extensión de la tierra extraída	Tractor de 120 CV	64,25 h	41,74 h
Riego	Motor	64,25 h	41,74 h
		385498 l de Agua	250458 l de Agua

2. Etapa de Crecimiento de la plantación de Olivos (1-3 Años)

Esta segunda etapa se produce tras realizar la plantación de los olivos. Esta etapa es la que recoge los años no productivos de la plantación de los olivos.

En los tres primeros años de este tipo de plantaciones, los olivos no generan rendimiento económico porque apenas producen aceitunas. En este tiempo las pocas aceitunas que produce el olivo o no se cosechan o se le quitan al olivo para que tenga un menor gasto energético y la planta crezca más fácilmente.

Aun así, durante estos tres años hay que realizar diversas labores de tratamiento y mantenimiento de la plantación de olivos, lo que suponen unos costes a amortizar en los años venideros.

En esta etapa se debe hacer una serie de tratamientos similares para cada año. Tal y como se aprecia en la siguiente figura, los tratamientos de los olivos son un ciclo que se repite en cada uno de los tres años.

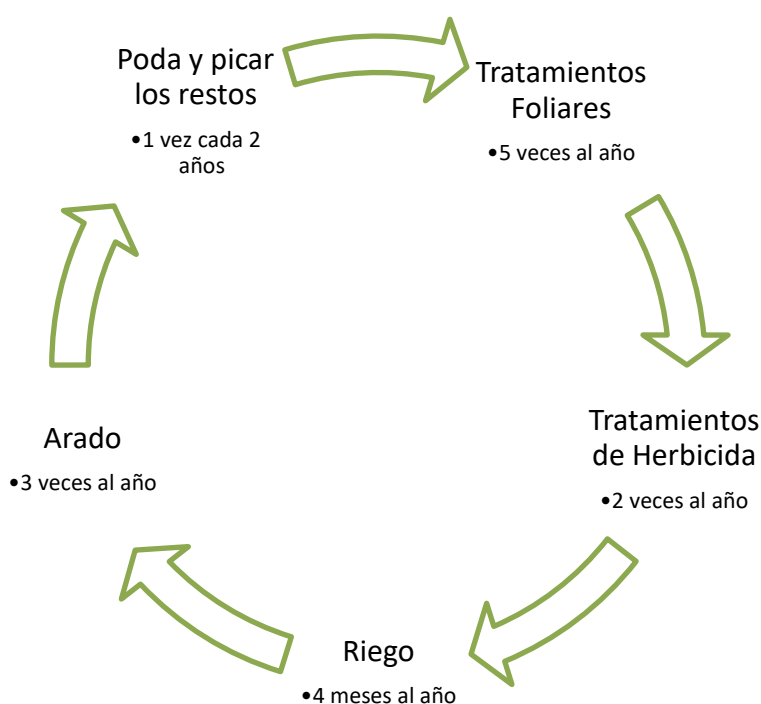


Figura 3-10. Tratamientos de la Etapa 2: Crecimiento de la Plantación de Olivos (1-3 Años).

En este ciclo repetitivo anual de tratamientos se hacen 5 tratamientos foliars por año, repartidos equitativamente a lo largo del año. Estos tratamientos se realizan para que los olivos no cojan enfermedades ni se vean afectados por plagas de insectos. Los tratamientos foliars se aplican con un tractor de 120 CV con un depósito a razón de 1,2 h/ha.

Paralelamente a los tratamientos foliars, se realizan dos tratamientos de herbicidas al año, usando el mismo tractor con depósito, pero tardando de media unas 2 h/ha.

Por la zona en la se encuentra ubicada la campiña ursonense, los cultivos sufren mucho los cuatro meses de verano por las altas temperaturas. Por ello, para evitar que los olivos se sequen se riegan durante 2 h/día cada hectárea a razón de 6000 l/h.

A la vez que el resto de las tareas de labranza, se tienen que arar las calles de las parcelas de olivos para incorporar las hierbas nacientes como materia orgánica. Esta operación también sirve para mantener el terreno más suelto y que cuando llueva el agua se filtre y llegue a las raíces. Si no se realiza esta operación las plantas de olivos perderían humedad por el hecho de que gran parte del agua se evaporaría

al quedarse en la superficie.

La plantación de olivos se ara 3 veces cada año, es decir, cada 4 meses. Para ello se usa un tractor de 120 CV enganchado a un arado e invirtiendo 2 h/ha.

Por último, una vez cada dos años se tienen que podar los olivos de la plantación, además se pican los restos de la poda mediante un tractor de 140 caballos con una picadora, a razón de 0,5 h/ha.

El picado es una tarea que se realiza para incorporar materia orgánica al terreno, sirve de abono natural y además genera una capa orgánica que evita la desecación del terreno.

Al igual que en la primera etapa, todos los datos descritos se estudiaron y analizaron con la empresa Agroquimar, S.L., evaluando las tareas sobre las parcelas de olivos que se estaban estudiando.

Siguiendo lo expresado anteriormente, las tareas realizadas para las plantaciones de olivos descritas son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3-2. Resumen de las labores anuales de la Etapa 2: Crecimiento de la Plantación de Olivos.

Labores en olivos no productivos (1-3 años)			
Actividad	Elemento	Consumo Olivos Arbequinos	Consumo Olivos Hojiblancos
Tratamientos Foliare	Tractor de 120 CV	192,75 h	125,23 h
Tratamientos de Herbicidas	Tractor de 120 CV	128,50 h	83,49 h
Riego	Motor	7838,45 h	5092,65 h
		47030707 l de Agua	30555876 l de Agua
Arado del terreno	Tractor de 120 CV	192,75 h	125,23 h
Picar restos de poda	Tractor de 140 CV	8,03 h	5,22 h

Como la operación de la poda se hace una vez cada dos años, para el consumo del picado de los restos de la poda mostrados en la tabla superior se ha tenido en cuenta la mitad del consumo real, asociando así la mitad del consumo a cada año.

3. Etapa de Plena Producción (4-30 Años).

Una vez que una plantación de olivos de este tipo ha llegado a los cuatro años, comienza a producir una cosecha de aceitunas suficiente como para tener una rentabilidad económica razonable, es decir, a partir del cuarto año el olivo produce una cantidad de aceitunas rentable como para producir aceite.

Aunque para las plantaciones de olivos descritas no fue hasta el sexto o séptimo año cuando llegaron a su plena producción, desde el cuarto año se fueron haciendo los mismos tratamientos a las plantaciones de olivos:

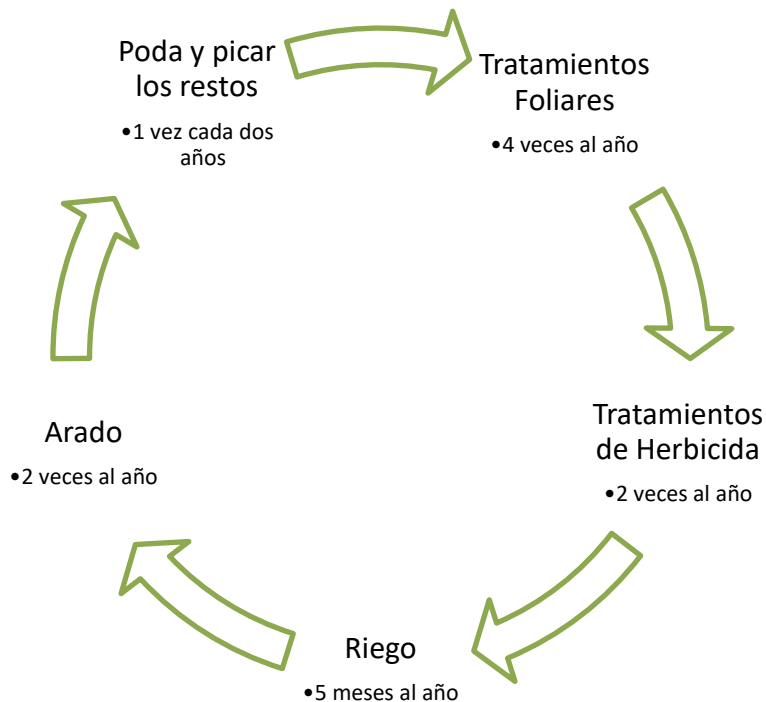


Figura 3-11. Tratamientos de la Etapa 3: Plena Producción (4-30 Años).

Observando la figura anterior, se puede apreciar que desde que comienza a ser rentable el cultivo de las aceitunas por el crecimiento de los olivos ya no es necesario hacer tantos tratamientos foliares. En esta etapa se hacen 2 tratamientos al año usando un tractor de 120 caballos a $1,2h/ha$. Esto se debe a que el olivo ya ha arraigado en el suelo y la planta no es tan débil.

Por el contrario, como el olivo produce una mayor cantidad de aceitunas necesita captar más humedad para no abortar la producción de aceitunas. Por ello, durante los meses de verano se riega durante $5 h/día$ a razón de $6000 l/h$ en cada hectárea y se riega un mes más después del verano para que el olivo no se vea necesitado y absorba la humedad de las aceitunas, lo que provocaría una menor cosecha y una disminución en el rendimiento de las aceitunas obtenidas.

Los tratamientos de herbicidas se mantienen igual que en los años anteriores. Además, como las plantas de olivo ya tiene unas raíces mayores solamente se ara el terreno 2 veces al año, usando un tractor de 120 CV a razón de $2 h/ha$.

Al realizar la tarea de la poda cada dos años, se vuelve a hacer el picado de los restos de la poda. Para ello se usará de nuevo un tractor de 140 CV con una picadora, pero en esta ocasión trabajando a razón de $1 h/ha$ hasta el año noveno de la plantación y $1,5 h/ha$ desde el décimo año en adelante.

En la siguiente tabla, se muestra un cuadro resumen de las tareas que se han realizado para las plantaciones de olivos analizadas.

Tabla 3-3. Resumen de las labores anuales de la Etapa 3: Plena Producción.

Labores en olivos en plena producción			
Actividad	Elemento	Consumo Olivos Arbequinos	Consumo Olivos Hojiblanco
Tratamientos Foliareos	Tractor de 120 CV	77,10 h	50,09 h
Tratamientos de Herbicidas	Tractor de 120 CV	128,50 h	83,49 h
Riego	motor	24575,47 h	15966,70
		147452832 l de Agua	95800185 l de Agua
Arado del terreno	Tractor de 120 CV	128,50 h	83,49 h
Picar restos de poda	Tractor de 140 CV	24,09 h	15,65 h

Al igual que en los tratamientos de los años no productivos, como la tarea de la poda se hace cada dos años, los consumos por el picado de sus restos que aparecen en la tabla superior se corresponden con la mitad del consumo de la tarea, asociando así la mitad del consumo a cada año.

3.2 Recolección de la Aceituna

La recolección de aceituna es un proceso que suele empezar al comenzar el otoño, cuando las aceitunas se encuentran en plena maduración. Este proceso suele durar hasta finales del invierno.

El proceso de recolección de las aceitunas es un proceso que ha ido cambiando mucho a lo largo del tiempo, gracias a los avances tecnológicos que han ido apareciendo.

En los inicios de las plantaciones de olivos, las aceitunas se recogían mediante la técnica del “Ordeño²”, es decir, usando únicamente las manos para recolectarla de los olivos. Para la técnica del “ordeño” los jornaleros solamente se ayudaban de bancos para poder alcanzar las partes más altas de los olivos.

² Ordeño: acción de coger la aceituna llevando la mano rodeada al ramo para que éste las vaya soltando.



Figura 3-12. Recolección de aceitunas con la técnica del “Ordeño”.

La figura anterior nos muestra una antigua fotografía de una cuadrilla de recolección de aceitunas. En esta imagen vemos como usaban los bancos de recolección para llegar a las partes más altas de los olivos. También se puede apreciar que por la época en la que se estaba, trabajaban indistintamente mujeres, hombres y niños.

A medida que los agricultores fueron cogiendo experiencia en la cosecha de las plantaciones de olivos, avanzaron en las técnicas de recolección y se comenzó a utilizar la técnica del “Vareo”³.

Con la técnica del “vareo” los hombres (por tener más fuerza) golpeaban las ramas de olivos con varas largas de madera para dejar caer las aceitunas sobre un fardo⁴. Al mismo tiempo, las mujeres recogían las aceitunas del fardo y las depositaban en cestas de mimbre o cuero con las que posteriormente llenaban los sacos de aceitunas.

Una vez recogidas las aceitunas se transportaban los sacos con ayuda de animales hasta las almazaras, donde se producía el aceite al molturar las aceitunas.

Con la introducción de las varas y los fardos, la cosecha de las plantaciones de olivar se hacía más rápidamente, aunque estos avances traían consigo unos daños mayores en las plantas de olivos debido a los golpes que sufrían con las varas. Aun así, la rapidez de la cosecha provocó que la técnica del “vareo” acabase predominando sobre la del “ordeño”.

La figura siguiente es una muestra de cómo se cosechaba la aceituna mediante la técnica del vareo.

³ Vareo: acción de derribar con golpes y movimientos de la vara los frutos de algunos árboles.

⁴ Fardo: pedazo de tela de henequén o de lienzo grueso. Esta tela es usada para la cosecha de plantaciones de olivos, pistachos, etc.



Figura 3-13. Recolección de aceitunas, hombres usando la técnica del “vareo” y mujeres recogiendo las aceitunas.

Con el paso del tiempo los agricultores fueron desarrollando unos mejores conocimientos sobre el cultivo de la aceituna y, junto con la entrada de maquinaria por el desarrollo industrial, aparecieron las técnicas innovadoras que se utilizan hoy en día.

Tal y como se ha descrito anteriormente, la llegada de la industrialización trajo consigo la entrada de los tractores y remolques, lo que sustituiría a los animales en el transporte de las aceitunas hasta la almazara.

Además, se introdujo diversa maquinaria que agilizaba la tarea de dejar caer de los árboles las aceitunas, como los vibradores o peines vibradores, con los que se hacían vibrar las ramas o el tronco de los olivos para que cayera la aceituna. La entrada de los vibradores y peines supuso la sustitución de parte del trabajo de las varas, disminuyendo el trabajo físico de los jornaleros.

Para el vareo, se comenzó a usar varas de fibra de carbono para aumentar la resistencia de estas y disminuir su peso, facilitando así el trabajo y la carga física de los jornaleros.

Junto con los vibradores, con el proceso de la industrialización, también se introdujeron máquinas que facilitarían los procesos de recogida de las aceitunas del suelo y del transporte hacia el remolque. Entre esta maquinaria cabe destacar los cajones de aceitunas con recoge fardos y los paraguas, que se explicarán posteriormente.

La introducción de maquinaria en el proceso de recolección las plantaciones de olivos, dio lugar a las técnicas de recolección que se usan hoy en día. Se pasa a explicar las principales técnicas de recolección de aceitunas:

- Vareo: técnica explicada anteriormente a partir de la cual se hace caer la aceituna de los olivos golpeándolos con varas. Esta técnica se encuentra cada vez en mayor desuso por el daño que genera a las plantas de olivos y por la aparición de nuevas técnicas más rápidas y menos costosas.
- Tractor con paraguas y vareo: la entrada del tractor produjo que se agilizaran en gran medida las tareas de la recolección de las aceitunas. Junto con el tractor, el desarrollo de la recolección de aceitunas trajo consigo una máquina vibradora que se acoplaba al tractor. Esta máquina se conocía como paraguas porque vibraba el troco del olivo abriéndose bajo él para recoger las aceitunas que se recolectaban, pareciéndose a un paraguas al revés.

En esta técnica el tractor lleva el paraguas hacia un olivo, enganchándolo y abriéndose bajo él. Una vez

que el paraguas está abierto el tractor aporta vibración al olivo para que con la ayuda de los golpes de las varas la aceituna caiga más fácilmente. Una vez que la aceituna cae el tractor se aparta del olivo cerrando el paraguas que recoge las aceitunas recolectada y se desplaza al olivo siguiente.



Figura 3-14. Secuencia de imágenes de la recolección de aceitunas mediante tractor con paraguas.

La figura anterior es una secuencia de tres imágenes que muestra el funcionamiento del conjunto tractor y paraguas. De izquierda a derecha, el tractor se acerca al olivo y abre el paraguas, tras ello van cayendo las aceitunas en el paraguas al vibrar y varear el olivo y, finalmente, el tractor recoge el paraguas y se desplaza hasta el olivo siguiente, repitiendo el proceso descrito.

El hecho de aportar vibración al olivo facilita la caída de las aceitunas y da lugar a que el olivo tenga que recibir menos golpes con las varas, lo que causa un menor daño a las plantas de olivos.

Con el uso del paraguas se agiliza el trabajo de coger la aceituna que se varea, ya que esta máquina recoge automáticamente la aceituna al caer con el vareado. De esta forma se consigue que la aceituna quede recogida nada más caer en el olivo.

Además de acabar con el problema de tener que recoger la aceituna del suelo y disminuir los golpes a las plantas de olivos, el tractor con paraguas agiliza el transporte de la aceituna al remolque, ya que una vez que el paraguas se llena el tractor se dirige hasta el remolque situando el paraguas encima de él y abriendo una compuerta inferior del paraguas para dejar caer la aceituna.



Figura 3-15. Descarga de aceitunas del tractor con paraguas al remolque.

- Buggy⁵, peines vibradores y tractor con recoge fardos: la dificultad de mover los tractores entre los olivos hizo que surgiera el uso del buggy en la recolección de los olivos.

El movimiento de los buggys en 360° les permite acceder más rápidamente a los olivos, acelerando los procesos. Aun así, la menor envergadura de los buggys no les permitía sostener un paraguas cargado, por lo que se desarrolló otra técnica que permitiera el uso de esta maquinaria.

Con el estudio de expertos en maquinaria se consiguió acoplar a los buggys una pinza vibradora de menor envergadura que además de poder ser portada por los buggys se adaptaba mejor a los olivos, lo que permitía aportar una mayor vibración con la potencia del buggy a la planta de olivo, produciendo un menor daño en las plantas de olivos.

Con esta técnica se tuvo que sacrificar la recogida de las aceitunas con el paraguas al caer del olivo, pero se consiguió disminuir los golpes en los olivos dañando menos las plantas y dejando caer las aceitunas del olivo en menor tiempo.

Al ser la técnica que menos dañaba a los árboles comenzó a ser la preferida en los agricultores, ya que el resto de las técnicas traían consigo el hecho de tener que volver a plantar un mayor número de árboles por tener daños severos, lo que provocaba un mayor descenso en la cantidad de olivos productivos para la siguiente campaña.

El hecho de comenzar a ser una técnica más usada provocó que se invirtiera más en resolver los puntos débiles de la técnica, hasta llegar a la técnica que se realiza hoy en día.

Como los buggys con pinzas vibratorias no necesitaban tanto vareo, se introdujeron peines vibratorios con los que los jornaleros vibraban las aceitunas que el vibrador del buggy no dejaba caer. Con esta mejora se daña aún menos la plantación de olivar y se disminuía la carga física de los jornaleros.



Figura 3-16. Secuencia de imágenes de la recolección de aceitunas con buggy y peines vibratorios.

La figura anterior muestra la cosecha de aceitunas con buggys y peines vibratorios mediante una secuencia de imágenes. De izquierda a derecha se aprecia cómo se acerca el buggy al olivo, comienza a vibrarlo y como los jornaleros vibran las ramas con los peines para dejar caer la aceituna que no cae por sí sola con la vibración del buggy.

Aunque se podría pensar que los peines vibratorios también podrían mejorar la técnica del tractor con paraguas, se ha comprobado el hecho de que no son factibles debido a que el paraguas introduce una menor vibración en el olivo, provocando que la aceituna esté más agarrada a la planta y que, por tanto, necesite más golpes para caer. Si se usaran peines más fuertes dañarían de gravedad las ramas de los olivos y el usar los actuales ralentizaría demasiado la recolección.

Tal y como se ha descrito anteriormente, el hecho de no poder usar paraguas con buggy provocaba que

⁵ Buggy: vehículo versátil con tres ruedas, las dos delanteras motrices y la trasera sin control, que les permiten girar 360°. Posee un brazo telescópico sobre el que se monta una pinza vibratoria para vibrar olivos, almendros, pistachos, etc.

se tuvieran que utilizar de nuevo los fardos para recoger las aceitunas, ralentizando el proceso de recogida de las aceitunas una vez que éstas caen del olivo. A pesar de ello, la rapidez de movimiento del buggy disminuía el tiempo total de recolección de la plantación de olivos, ya que su trabajo permitía que se vibraran un mayor número de olivos en menor tiempo.

Los estudios para mejorar la técnica han provocado que se resuelva también el retraso en la recolección de las aceitunas al caer del árbol, con la introducción del cajón con recoge fardos.

Estos cajones de aceitunas que poseen un recoge fardos se acoplan a los tractores. A medida que avanza el buggy vibrando los olivos, el tractor va tras él recogiendo los fardos al accionar el recoge fardos, que al ser recogido va dejando caer las aceitunas en el cajón. Con ello, se realizaba la operación en un menor tiempo.

El par que el tractor permite transmitir al recoge fardos, posibilita el que los fardos que se puedan poner sean más grandes y que por tanto al accionar el recoge fardos se recoja la aceituna cosechada de un mayor número de olivos.



Figura 3-17. Secuencia de imágenes del trabajo del tractor con cajón con recoger fardos, observada desde distintos puntos de vista.

La figura anterior nos muestra dos secuencias de imágenes del trabajo del recoger fardos. De izquierda a derecha se muestra el transcurso desde que los jornaleros acercan los extremos de los fardos al recoge fardos, hasta que se acciona el recoge fardos y éste automáticamente recoge los fardos dejando caer las aceitunas en el cajón.

Por un lado, la secuencia superior nos muestra una imagen frontal del proceso vista desde delante del tractor con el cajón, mostrando el accionamiento del recoge fardos. Por otro lado, la secuencia inferior muestra una imagen lateral en la que se aprecia mejor cómo se van recogiendo los fardos.

Con el uso del tractor con cajón con recoge fardos se consigue recoger una gran cantidad de aceitunas vibradas en un intervalo corto de tiempo.

Además, al igual que pasaba con el uso del paraguas, una vez que el cajón se llena, el tractor desplaza las aceitunas hasta el remolque, facilitando el transporte de las aceitunas a éste. El cajón acelera también

mucho más el proceso porque por su tamaño, la cantidad de aceitunas que es capaz de almacenar es mucho mayor que la del paraguas.

El coste hora/máquina de esta técnica es mucho mayor que el de las técnicas anteriores, pero la rapidez con la que trabaja hace que al final el precio de la recolección sea similar o incluso menor y que los daños en la plantación de olivos al realizar la cosecha sean mucho menores.

De cara a analizar de una mejor forma el proceso de recolección de las aceitunas, se estudia la recolección de las últimas dos campañas de las parcelas de olivos anteriormente descritas. Para ello, se utiliza la ayuda de la empresa Agroperfer S.C.A., experta en las cosechas de cultivos de la zona y que, durante las últimas campañas, ha llevado a cabo la recolección de las plantaciones de olivar anteriormente descritas.

Agroperfer. S.C.A. es una sociedad civil anónima fundada y dirigida por los hermanos Carlos y Jesús Pérez Fernández, situada en la localidad ursaonense y que durante años se ha dedicado a la gestión de fincas y a la cosecha de cultivos de cereal y plantaciones de olivar. Actualmente también realiza la labor de hacer pacas⁶ de paja.

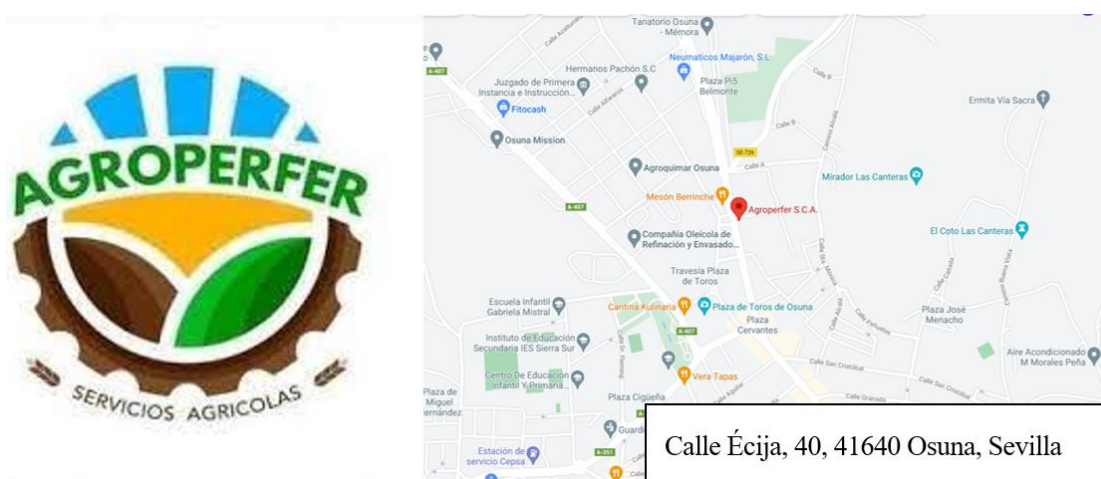


Figura 3-18. Agroperfer, S.C.A. Logo y dirección.

Durante muchos años esta sociedad civil anónima ha estado trabajando en el cultivo y recolección de cereales, guisantes, plantaciones de olivar, etc. tanto en la localidad de Osuna como en localidades cercanas. La experiencia ha hecho que la empresa Agroperfer. S.C.A. llegue a ser experta en el conocimiento y cultivo de las plantaciones de olivar de la zona, por haber estado trabajando durante tantos años realizando las tareas agrícolas de las mismas.

A lo largo de sus años de trabajo, esta empresa ha ido utilizando las distintas técnicas de recolección de aceitunas del momento, trabajando de todas las maneras anteriormente descritas. Es por ello por lo que esta empresa puede aportar amplios conocimientos tanto de las técnicas de recolección como de las plantaciones de olivar de la zona. Este hecho, ha provocado que sea la empresa más demandada por los agricultores para las cosechas de la campiña ursaonense.

Actualmente, Agroperfer. S.C.A. cosecha las plantaciones de olivos tanto con la técnica del tractor con paraguas como con buggys y cajones con recoge fardos, en función de la preferencia del agricultor y de lo más idóneo para la plantación por su variedad, zona o edad de la plantación.

Tal y como se describió anteriormente, Agroperfer. S.C.A. fue la empresa encargada de realizar las cosechas de las plantaciones de olivos descritas. Por ello, se realizaron diversas reuniones en las que se analizaron las técnicas usadas en las cosechas de las últimas dos campañas de aceitunas:

⁶ Paca: fardo o lío, especialmente de lana o de algodón en rama y, también de paja, forraje, etc. comúnmente denominado "alpaca".

- Campaña 2019-2020: durante esta campaña Agroperfer. S.C.A asesoró previamente al agricultor dueño de las parcelas de olivos y junto a él tomó la decisión de recoger la cosecha mediante la técnica del tractor con paraguas vibrador.

El hecho de tomar la decisión de realizar la cosecha de esta forma se llevó a cabo el ahorro en costes que se tendría por el tamaño de los olivos de las plantaciones.

Para la recolección se usó un tractor de 140 CV al que se enganchó un paraguas con su respectiva pinza vibratoria. Junto con el tractor, trabajaban 4 jornaleros vareando los olivos con varas de fibra de carbono.

Según los conocimientos y los datos históricos de la empresa Agroperfer. S.C.A. los tractores trabajaron en las parcelas de olivos a razón de $4h/ha$, lo que por la extensión de las explotaciones supuso lo mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 3-4. Resumen labores cosecha 2019-2020.

Campaña 2019/2020			
Actividad	Elemento	Consumo Olivos Arbequinos	Consumo Olivos Hojiblanco
Cosecha de Aceitunas	Tractor 140CV	128,45 h	83,47 h

- Campaña 2020-2021: durante esta última campaña el agricultor dueño de las parcelas de olivos decidió contratar de nuevo a Agroperfer. S.C.A y recoger las aceitunas mediante la técnica del buggy y tractor con cajón y recoge fardos.

El agricultor tomó la decisión de realizar la cogida con buggys para garantizar un menor daño en las plantas de olivos en la cosecha y porque al analizar la situación de las plantaciones con la propia empresa Agroperfer. S.C.A. se llegó a la conclusión de que, aunque el coste por hora de trabajo sería mayor, el coste de la cogida total de las aceitunas de las parcelas sería similar al coste de haberlo realizado con la técnica del paraguas.

De esta forma se usó un buggy con su respectiva pinza vibradora, trabajando con tres jornaleros con peines vibratorios (modelo Olvion P230, Pellenc). Para la recogida de los fardos de aceitunas se usó un tractor de 120 CV con cajón y recoge fardos, trabajando junto a dos jornaleros encargados de enganchar los fardos en el recoge fardos.

Analizando las cosechas con los conocimientos de Agroperfer. S.C.A y el histórico de la empresa, se llegó a la conclusión de que durante las cosechas de las parcelas los buggys y los tractores trabajaron a razón de 2 horas/hectárea.

De esta forma la recolección en las parcelas de olivos descrita durante la campaña 2020-2021 supuso lo siguiente:

Tabla 3-5. Resumen labores cosecha 2019-2020.

Campaña 2020/2021			
Actividad	Elemento	Consumo Olivos Arbequinos	Consumo Olivos Hojiblanco
Cosecha Aceitunas	Buggy 140CV	64,25 h	41,74 h
	Tractor 120CV	64,25 h	41,74 h
	3 peines vibradores	192,75 h	125,23 h

Todos los datos sobre las campañas se han analizado y recogido con la empresa Agroperfer. S.C.A., a partir de sus conocimientos sobre las cosechas de olivos y los terrenos de la campiña ursoonense y el histórico de datos recogidos por la empresa al trabajar en las tareas de recolección de las aceitunas en parcelas de olivos descritas.

3.3 Molturación de las aceitunas y envasado del aceite

La molturación del aceite es el proceso a través del cual se extrae el aceite de las aceitunas en las almazaras. A diferencia de los tratamientos o las cosechas este proceso si ha cambiado mucho a lo largo de los años buscando producir el aceite a una mayor escala e introduciendo nuevas técnicas de extracción del aceite que mejoren la calidad del producto final.

En sus inicios, el proceso de la molienda de la aceituna se realizaba golpeando el fruto con piedras. La necesidad de incrementar el rendimiento obtenido produjo que se aumentara la fuerza aplicada haciendo fricción con piedras movidas por hombre o animales. Primeramente, estas piedras eran planas (MOYA VILAR, MANUEL; VILAR HERNÁNDEZ, JUAN; ESPÍNOLA LOZANO, FCO; GINÉS FDEZ VALDIVIA, DIEGO y MORENO ROMERO, M^a VICTORIA, 2007).

Para facilitar el movimiento y la presión se cambiaron las dos piedras planas por una plana y otra redonda o cónica, que se movía mediante tracción animal al hacer rodar la piedra en el molino. Este proceso se puede ver representado en la figura siguiente:

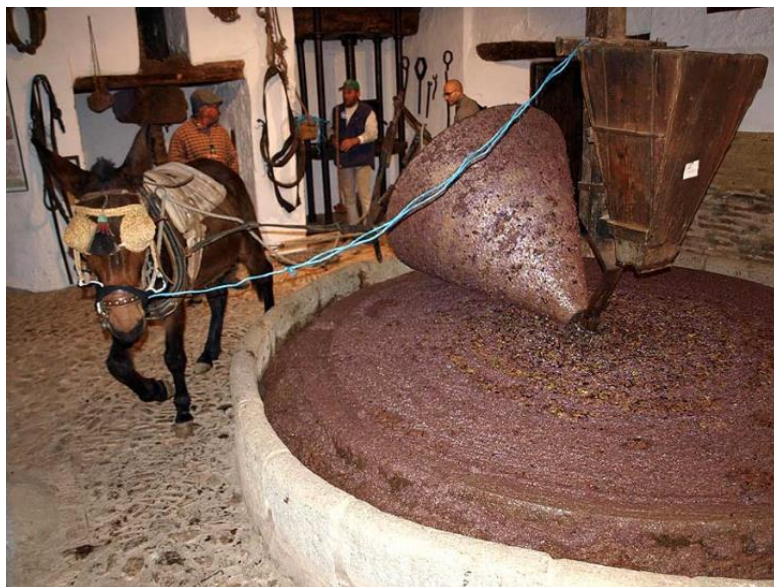


Figura 3-19. Molienda de aceitunas en molinos de piedra con tracción animal (ESCOBAR, SIRA, 2018).

Una vez realizado el proceso de la molienda se continuaba el proceso con el pisado de la pasta, forzando la separación del aceite de la pasta producida. En el pisado se añadía agua caliente para facilitar la separación.

Finalmente, se obtenía el aceite separándolo del agua por decantación. El aceite obtenido era de mala calidad por el aumento de las temperaturas al añadir el agua caliente para facilitar el desarrollo del proceso.

El proceso de pisado fue sustituyéndose por el acto del golpear con mazas para aumentar el rendimiento del proceso y, posterior a esto, se pasó a introducir la pasta en sacas de tela con las que se extraía el aceite por torsión del saco, mejorando la separación por el filtrado de la tela.

Con el avance de la sociedad y el descubrimiento de las prensas (Siglo I a.C.) evolucionó el proceso sustituyendo

la torsión de sacos por una etapa de prensado. El hecho de poder aplicar una mayor presión con las prensas permitía que se pudiera extraer una mayor cantidad de aceite y que, además, no fuera necesario introducir agua caliente en el proceso para ayudar en la separación (MOYA VILAR, MANUEL; VILAR HERNÁNDEZ, JUAN; ESPÍNOLA LOZANO, FCO; GINÉS FDEZ VALDIVIA, DIEGO y MORENO ROMERO, M^a VICTORIA, 2007). Al no introducir agua caliente como ayuda en el proceso de separación del aceite de la pasta, se obtenía un producto de mayor calidad.

En los inicios de la etapa de prensado utilizaban prensas de cuña. Tras el descubrimiento del tornillo sin fin llevado a cabo por los griegos, volvió a evolucionar el proceso de prensado con la aparición de la prensa de tornillo o husillo, que además de tener unas dimensiones menores, tenía un menor riesgo de rotura.

En la figura siguiente se puede observar un ejemplo de prensa de husillo utilizada en la obtención del aceite al prensar la pasta extraída de la molienda:



Figura 3-20. Prensa de husillo (MOYA VILAR, MANUEL; VILAR HERNÁNDEZ, JUAN; ESPÍNOLA LOZANO, FCO; GINÉS FDEZ VALDIVIA, DIEGO y MORENO ROMERO, M^a VICTORIA, 2007).

Con la llegada del siglo XX y la industrialización aparecieron las prensas hidráulicas. Estas prensas fueron sustituyendo a las anteriores y se convirtieron en el principal método para ejercer presión sobre la pasta de aceitunas en el siglo XX.

Durante el siglo XX la sociedad sufrió una gran evolución por el proceso de la industrialización. A lo largo de estos años se introdujeron diversas máquinas que cambiaron la forma de operar en todas las industrias, produciendo a una mayor escala y obteniendo un mayor rendimiento.

Los molinos de piedra pasaron a accionarse con motores eléctricos y posteriormente se sustituyeron por batidoras. El uso de las batidoras aceleró en grandes medidas los procesos, aunque en sus inicios, como el material usado para la fabricación de las batidoras era el hierro, se introducían trazas de hierro en el aceite disminuyendo la calidad del producto final. Finalmente se pasó a usar batidoras de acero inoxidable para solventar este problema (MOYA VILAR, MANUEL; VILAR HERNÁNDEZ, JUAN; ESPÍNOLA LOZANO, FCO; GINÉS FDEZ VALDIVIA, DIEGO y MORENO ROMERO, M^a VICTORIA, 2007).

Con la llegada de las centrifugadoras horizontales, desaparecieron por completo las prensas hidráulicas del proceso. Las centrifugadoras horizontales separaban el aceite del alpechín⁷ mediante el uso de la fuerza centrífuga, haciendo girar un tambor y, a la vez, un tornillo sin fin en su interior de manera desfasada.

Actualmente, las batidoras y las centrifugadoras horizontales son el proceso usado para la obtención del aceite

⁷Alpechín: líquido oscuro y fétido que sale de las aceitunas cuando están apiladas antes de la molienda y cuando al extraer el aceite, se las exprime con auxilio de agua.

en la molturación de las aceitunas.

Hoy en día, tras la obtención del aceite, se envasa y se etiqueta a mano, como se ha ido realizando históricamente, o mediante diversa maquinaria automatizada. La industrialización de la etapa de envasado es un proceso que se está desarrollando en mayor medida en los últimos años. Aun así, la etapa de envasamiento solo está industrializada en almazaras con grandes producciones de aceite.

Durante el proceso de la molienda, se generan diversos residuos que históricamente se han aprovechado para generar otros productos. Antiguamente el alpechín y orujo⁸ generado, por ser de muy mala calidad, eran usados para la fabricación de jabones para uso doméstico. Hoy en día, como los procesos generan unos residuos de mayor calidad, el alpechín y el orujo generado se introducen en nuevos procesos de molturación y decantación obteniendo aceites de menor calidad.

Para analizar en más detalle el proceso de molturación del aceite que se lleva a cabo hoy en día, se realiza a continuación la explicación detallada del proceso de molturación del aceite de la almazara anteriormente descrita.

Tras haber analizado la almazara perteneciente a la empresa Oleico Pallarés S.L. se puede decir que la producción de aceite es un proceso que actualmente se encuentra completamente industrializado. Este proceso consta de distintas etapas por las que las aceitunas van pasando por maquinaria diversa hasta la obtención de un aceite de calidad.

El proceso de la producción de aceite comienza con la descarga de las aceitunas en la almazara. En esta etapa inicial los agricultores desplazan la aceituna cosechada a la almazara y la descargan en unos fosos destinados a ello.



Figura 3-21. Foso de descarga de Aceitunas.

Como se puede apreciar en la figura superior, estos fosos están tapados con una reja que dificulta el paso de las ramas de olivo que puedan llegar con las aceitunas. De esta forma, se hace un primer cribado de descarga, ya que las ramas más gruesas que vienen con las aceitunas quedan fuera del foso. Además, las rejas del foso sirven también como medida de seguridad para que ningún empleado pueda caer dentro, evitando así el peligro de ser sepultado y permitiendo a la vez observar la cantidad de aceitunas que se ha descargado.

Una vez que las aceitunas son descargadas, se extraen del foso y se desplazan mediante cintas transportadoras hasta la segunda etapa del proceso, el soplado y primer despalillado. En esta etapa, las aceitunas son introducidas en la máquina sopladora con el fin de limpiar la aceituna. A la salida de la máquina sopladora las aceitunas pasan por la máquina despalilladora con el fin de separarlas de las pequeñas ramas y hojas que traen consigo.

⁸ Orujo: residuo de la aceituna molida y prensada, del cual se obtiene aceite de calidad inferior.



Figura 3-22. A izquierda conjunto Sopladora-Despalilladora I, a derecha imagen ampliada del Despalillado I.

En la figura anterior se puede observar la sección sopladora-despalilladora. Las aceitunas reciben una primera limpieza en la sopladora para pasar posteriormente a la despalilladora, donde mediante el giro de sus rodillos y el aporte de vibración las aceitunas caen entre los rodillos desprendiéndose de las hojas y ramas que continúan su camino por los rodillos.

Tras el primer despalillado, se desplazan de nuevo las aceitunas mediante cintas transportadoras hasta la siguiente etapa, el lavado. En este momento, se introducen las aceitunas en la lavadora, para limpiarlas en frío y acabar con la suciedad que traen desde su recolección; piedras, barro, restos de productos agrícolas, etc.



Figura 3-23. Lavadora.

Tal y como se ha descrito anteriormente, en la lavadora mostrada en la figura anterior se elimina el resto de suciedad que traen consigo las aceitunas, con el fin de que esta suciedad no llegue al producto final.

Una vez que las aceitunas se lavan, se pesan para conocer la cantidad real de aceitunas sin contar con la suciedad y las ramas y hojas que traían consigo y se comienza con el proceso de la molturación en sí de las aceitunas.

Al pesar las aceitunas se descargan en una tolva en el interior de la nave de la almazara, quedando listas para la segunda etapa de despalillado.



Figura 3-24. Descarga de aceituna tras el pesado.

Una vez que se produce la descarga de las aceitunas, éstas se transportan hasta la segunda despalilladora con cintas transportadoras, tal y como se aprecia en la figura superior. La segunda etapa de despalillado se realiza para aumentar la calidad del proceso y asegurar que no se dañen las máquinas de las etapas posteriores por el contacto con ramas u hojas.



Figura 3-25. Despalillado II.

Como puede apreciarse en la figura anterior, el segundo despalillado es prácticamente idéntico al primero, ya que el proceso en sí es el mismo.

Una vez que se produce el segundo despalillado, las aceitunas pasan a la etapa de batido, lo que es la molturación en sí, ya que es la etapa donde se exprime el zumo de las aceitunas.

En la etapa de batido las aceitunas pasan por un motor de machaque que ejerce un primer golpe de presión sobre las aceitunas y las desplaza a las batidoras. En este caso, las aceitunas son introducidas en 4 cuerpos de batidoras con capacidad para batir hasta 600 kg de aceitunas cada una.

Los cuerpos de batidoras usados son de acero inoxidable para evitar que se introduzcan trazas metálicas en el aceite producto y se disminuya su calidad, como se había descrito anteriormente.



Figura 3-26. Cuerpo de Batidora en acción.

En la figura anterior se puede observar uno de los cuerpos de batidoras. Estos cuerpos ejercen una mayor presión sobre la pasta de aceitunas extraída de los motores de machaque y rompen la emulsión de aceite y agua realizando un movimiento lento y continuo de la pasta de aceitunas. Además, facilitan la reunión de las diminutas gotas de aceite producidas en la separación de la emulsión de agua y aceite.

Tras pasar por las batidoras, la nueva pasta obtenida se introduce en dos etapas de centrifugación de las que se obtiene el aceite apto para el consumo separando de él el agua con pequeñas trazas de aceite y los restos de huesos y carne de las aceitunas.

Primeramente, la pasta de aceitunas molidas se hace pasar por una estación de decantación alperujo⁹ es decir, por una etapa de centrifugación horizontal. En esta estación la masa de aceitunas se introduce en el decánter o centrifugadora horizontal que separa en frío el aceite del alperujo.

La centrifugadora horizontal es una máquina conformada por un tambor cilindro-cónico hueco que contiene en su interior un tornillo sin fin. Al introducir la masa de aceitunas molidas en la centrifugadora, se le añade agua fría y se hacen girar el tambor y el tornillo con un pequeño desfase a altas velocidades (3000 – 4000 *rpm*). El pequeño desfase entre ambos junto con la alta velocidad de giro provoca que mediante la fuerza centrífuga se separe el aceite del alperujo saliendo cada uno de ellos por un extremo diferente del decánter.

Al salir del decánter, la mezcla de orujo y agua es reconducida hasta una tolva de residuos, donde se almacenan para ser recogidos por otra empresa para su posterior aprovechamiento.

⁹ Alperujo: Mezcla de agua y orujo extraída en la fase de decantación del proceso de la molturación de las aceitunas.



Figura 3-27. Centrifugación Horizontal. De izquierda a derecha decantación y salida del aceite, centrifugadora y salida del orujo.

En la figura anterior se puede apreciar la etapa de centrifugado horizontal de la almazara analizada. En esta figura se puede observar en su imagen central el decánter o centrifugadora horizontal “GEA Wesfalia” y a izquierda y derecha una imagen detallada de la salida de aceite y orujo respectivamente.

En la salida de aceite (imagen de la izquierda en la figura superior) puede apreciarse como hay una pequeña decantadora que elimina parte del agua que sale con el aceite y la reconduce hacia la salida de orujo.

El decánter mostrado, “GEA Wesfalia”, es capaz de centrifugar 2500 kg/h de pasta de aceituna molida.

Una vez se realiza la centrifugación horizontal, el aceite obtenido se hace pasar por una segunda etapa de centrifugación, en este caso vertical, para separar los restos de agua que hayan podido quedar, obteniendo así un aceite de oliva virgen extra de alta calidad apto para el consumo.

Tal y como se ha descrito, en esta segunda fase de centrifugación se separa el alpechín del aceite, es decir, los pequeños restos de agua que puedan quedar en el aceite obtenido. En esta etapa se separan los restos de agua del aceite por la diferencia de densidad acelerados por la acción de la fuerza centrífuga.

La centrifugadora vertical utiliza un sistema similar al decánter, pero en lugar de trabajar horizontalmente lo hace verticalmente. El giro desfasado del tambor cilindro-cónico y el tornillo sin fin a alta velocidad ($5000 - 6000 \text{ rpm}$) permite acelerar el proceso de separación del aceite y el agua por diferencia de densidades.

La centrifugadora vertical usada en la almazara de la empresa Oleico Pallarés S.L. es una centrifugadora “Pirolisis P603”. Esta centrifugadora se muestra en la figura posterior.



Figura 3-28. Centrifugación vertical

El alpechín obtenido en la centrifugación vertical se reconduce hacia la tolva de residuos junto con el Alperujo obtenido en el decánter. En la almazara descrita estos residuos son recogidos por un tercero para su aprovechamiento en la producción de productos de limpieza y piensos industriales.

Otras almazaras reconducen el alperujo extraído en el decánter a un segundo ciclo de molturación, donde se vuelve a prensar el orujo obteniendo un aceite de peor calidad.

Las etapas de batido, decante y centrifugación vertical se realizan en frío, a unos 27°C, para no disminuir la calidad del aceite. Como se ha ido describiendo, la almazara estudiada produce aceites de alta calidad.

Tras la centrifugación vertical, el aceite se almacena en frío hasta que es envasado para que no pierda sus propiedades.



Figura 3-29. Bidones de almacenamiento de aceite para el posterior embotellado.

Las dimensiones de esta almazara hacen que la industrialización del proceso de envasado no sea necesario. Por ello, mientras que en otras almazaras esta etapa está completamente industrializada, las líneas de producción de aceites “Herriza de la Lobilla” se envasan y etiquetan manualmente, siguiendo la forma tradicional.



Figura 3-30. Etiquetado de garrafas y botellas.

La figura anterior nos muestra como en su almazara la empresa Oleico Pallarés S.L. inserta manualmente las etiquetas del embotellado buscando hacer el proceso lo más cuidadosamente posible.

Para insertar los tapones, la almazara de la empresa Oleico Pallarés S.L. si utiliza una pequeña máquina taponadora que ejerce la presión idónea para el cierre, insertando un cierre de mayor calidad. Esta taponadora se muestra en la siguiente figura:



Figura 3-31. Taponadora.

El hecho de que prácticamente todo el proceso de envasado y etiquetado se realice manualmente provoca que tenga que hacerse con mucho cuidado y esmero, intentando siempre que el aceite llegue al cliente con la mayor calidad posible.

Tras el envasamiento, el aceite se vende directamente al consumidor o se exporta. En esta almazara el aceite se vende directamente in situ o en tiendas gourmet a las que previamente se lleva el aceite. Además, se realizan repartos por toda España y parte del mundo a través de la página web (www.lalobilla.es).

El transporte y reparto sería un punto más a analizar en el ciclo del aceite. Para la almazara analizada no se tienen referencias de él porque es realizado por otra empresa independiente a la que se le subcontrata el trabajo. Aun así, esta etapa del proceso no tiene una gran importancia en el estudio por no ser una almazara demasiado grande.

En la figura posterior se muestra un cuadro resumen de las distintas etapas que se han descrito en el proceso de la molturación de las aceitunas y envasado del aceite para la almazara analizada. En esta figura se puede apreciar de forma resumida lo que se realiza en cada etapa y el producto que se obtiene en cada una de ellas, finalizando el análisis de la molturación y envasado del aceite.

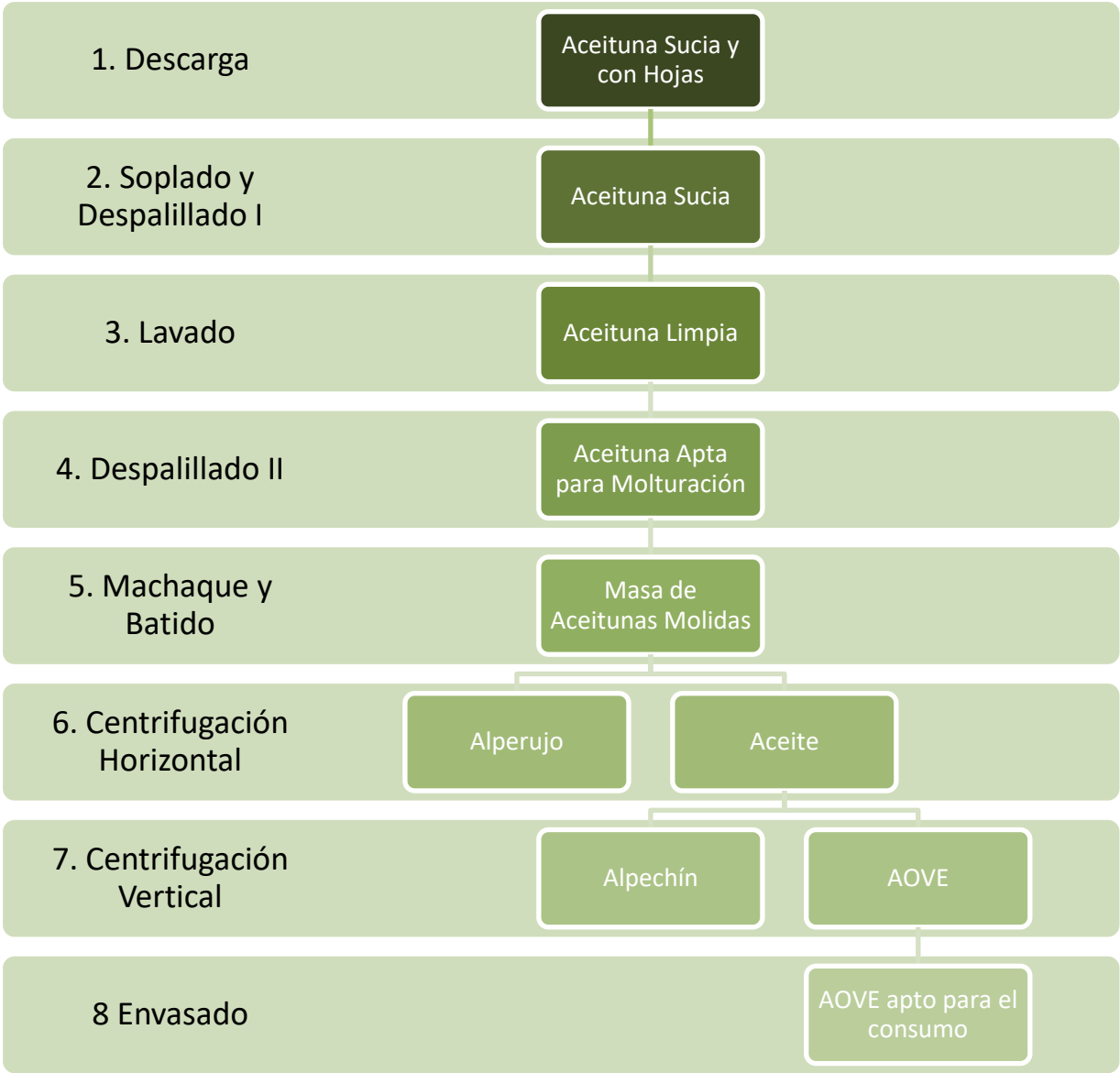


Figura 3-32. Cuadro resumen de las etapas del ciclo de molturación del aceite y los productos obtenidos.

4 HUELLA DE CARBONO DEL CICLO DE VIDA DE

LA PRODUCCIÓN DE AOVE

Tras haber analizado el papel del ser humano en las emisiones de GEI y la aceleración del cambio climático y, después de haber descrito lo que supone el sector oleícola en el país explicando el ciclo productivo del aceite, se pretenden analizar las emisiones que se producen en este proceso productivo, contabilizando las partes principales del ciclo productivo de aceite.

Con este análisis, se busca estudiar lo que para el medio ambiente suponen las emisiones de GEI derivadas de la producción de aceite, desde la plantación y el tratamiento de las plantaciones de olivos hasta la cosecha y la molturación de las aceitunas en las almazaras. De esta forma, se analizarán las emisiones del ciclo productivo completo.

Para la realización de este análisis se hará un estudio de la huella de carbono, por ser el método más usado para el control de las emisiones de GEI en la atmósfera. Para ello, se describirá lo que es el proceso en sí y se aplicará a las distintas partes del ciclo productivo anteriormente descritas, analizando finalmente los resultados obtenidos.

4.1 Concepto de la Huella del Carbono

La preocupación mundial por las consecuencias adversas del cambio climático provocadas por el aumento de la concentración de GEI en la atmósfera, ha promovido que tanto instituciones como organizaciones se preocupen e inviertan en métodos de control y cuantificación de estas emisiones (SCHNEIDER, HELOÍSA y SAMANIEGO, JOSÉ LUIS, 2007).

El crecimiento por la preocupación por el medio ambiente que se ha dado en los últimos años ha traído consigo el gran desarrollo que han sufrido los métodos para las cuantificaciones de GPI. El cambio en la mentalidad y la forma de actuar de la sociedad ha provocado que se dediquen cada vez más recursos a la cuantificación de los daños provocados por el ser humano en el medio ambiente. Por ello, en los últimos años han surgido diversos métodos para la cuantificación de las emisiones GEI, de entre los que destaca el cálculo de la Huella de Carbono (en adelante, HdC) (PADGETT, J.PAUL; STEINEMANN, C.ANNE; CLARKE, JAMES H. & VANDERVERGH, MICHAEL P., 2008).

El concepto de la HdC no tiene una definición comúnmente aceptada, por lo que en muchos casos su uso puede causar cierta controversia. La confusión acerca de la definición viene causada por la variación del alcance, pudiendo ir desde únicamente las emisiones de CO₂, hasta las emisiones de GEI del ciclo de vida completo de un producto o servicio (SCHNEIDER, HELOÍSA y SAMANIEGO, JOSÉ LUIS, 2007).

Tomando una visión general del concepto de la HdC, se puede definir como un indicador que sintetiza los impactos provocados por la actividad humana en el planeta, medidos en términos de GEI (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 B).

La propiedad a la que frecuentemente se refiere la HdC es el peso en kilogramos o toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero emitida por persona o actividad (WIEDMANN & MINX, 2007).

La HdC, se ha convertido en un lema en el debate público sobre el cambio climático y sus consecuencias, atrayendo la atención de los consumidores, empresas, gobiernos, ONG y organizaciones internacionales al mismo tiempo (HERTWICH, E. & PETERS, GLEN, 2009).

Aunque el interés por el cálculo de las emisiones ha surgido en los últimos años, existen antecedentes de marcos metodológicos para el cálculo de la HdC desde los años 70 del siglo pasado y desde finales de los años 80 se tiene constancia de que se ha estado realizando el cálculo de la HdC (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A). Desde entonces, los estudios y cálculos de la HdC han experimentado un enorme desarrollo.

Partiendo de la controversia existente en cuanto a la definición de la HdC, su cálculo puede ser muy diferente en función de la idea de concepto de HdC que se tenga en mente. Incluso partiendo de la idea de realizar la HdC estudiando el ciclo de vida completo del producto, actividad u organización, existen diversas formas de interpretar la huella de carbono.

Metodológicamente, la idea de calcular la HdC teniendo en cuenta el ciclo de vida completo, se ha abordado desde dos direcciones (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A):

- Enfoque de arriba hacia abajo o corporativo (top-down): consiste en partir desde una visión global para la obtención de una o varias magnitudes específicas de HdC (MINX, J.C.; WIEDMANN, T.; WOOD, R.; PETERS, G.P.; LENZEN, M.; OWEN, A.; SCOTT, K.; BARRET, J.; HUBACEK, K.; BAIOSCHI, G.; PAUL, A.; DAWKINS, E.; BRIGGS, J.; GUAN, D.; SUH, S. & ACKERMAN, F., 2009).

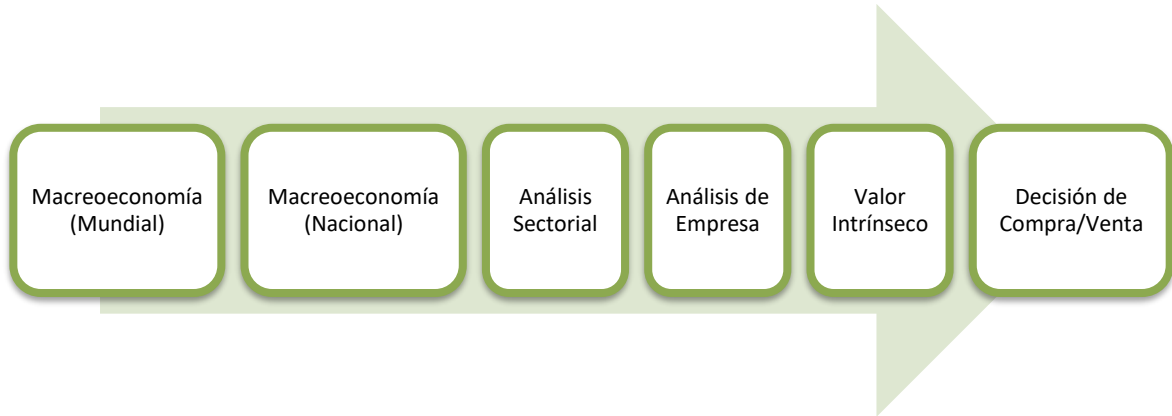


Figura 4-1. Análisis Top-Down (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A)).

Tal y como se aprecia en la figura superior, este enfoque comienza por una amplia visión de mercado y va concretizando el estudio a medida que se realiza el análisis. Por ello, se puede definir como un embudo.

El estudio que se realiza es un análisis entrada-salida de la organización, es decir, para su desarrollo se tienen en cuenta todo lo relacionado con el entorno que rodea a la empresa (MANZANO CASADO, ENRIQUE, 2020).

La figura posterior muestra como se trabaja en el cálculo de las emisiones siguiendo el enfoque descrito:

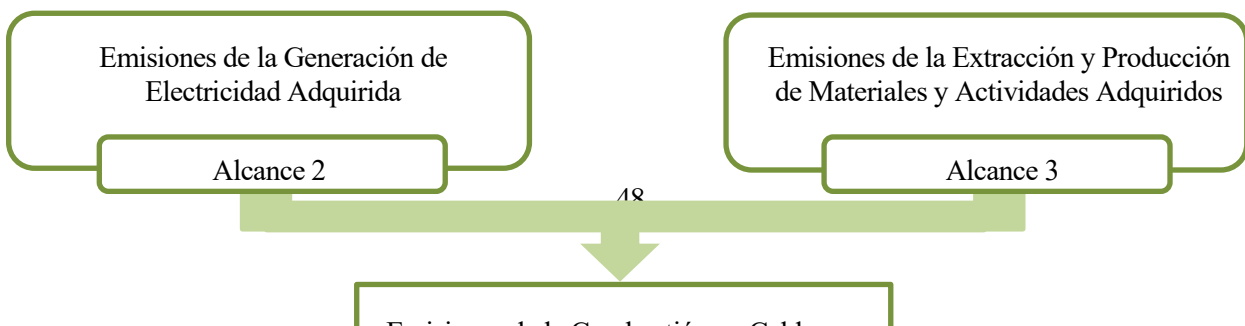


Figura 4-2. Descripción del enfoque Top-Down (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A)).

Siguiendo descripción de la figura anterior, se describen los distintos alcances (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 B):

- Alcance 1 (Directo): estudia las emisiones debidas al uso de los distintos combustibles usados en la propia empresa.
- Alcance 2 (Indirecto): se encarga de analizar las emisiones producidas por el consumo de electricidad en las tareas que lleva a cabo la empresa.
- Alcance 3 (Indirecto Subsidiario): analiza las emisiones provocadas por las diferentes relaciones empresariales, producidas en el exterior de la empresa.

Este método se ha usado principalmente por organizaciones gubernamentales y diversas empresas, aunque tal y como se ha mencionado anteriormente sigue teniendo puntos opiniones contradictorias en cuanto al alcance de las ideas.

- Enfoque de abajo hacia arriba o de producto (bottom-up): supone la realización de un análisis específico de la magnitud de las unidades constituyentes de una organización, proceso o evento e ir agregando magnitudes parciales obteniendo la magnitud global de HdC para la unidad de estudio del producto o servicio (WIEDMANN & MINX, 2007). En la imagen inferior se muestra un análisis descriptivo de la tendencia del enfoque.

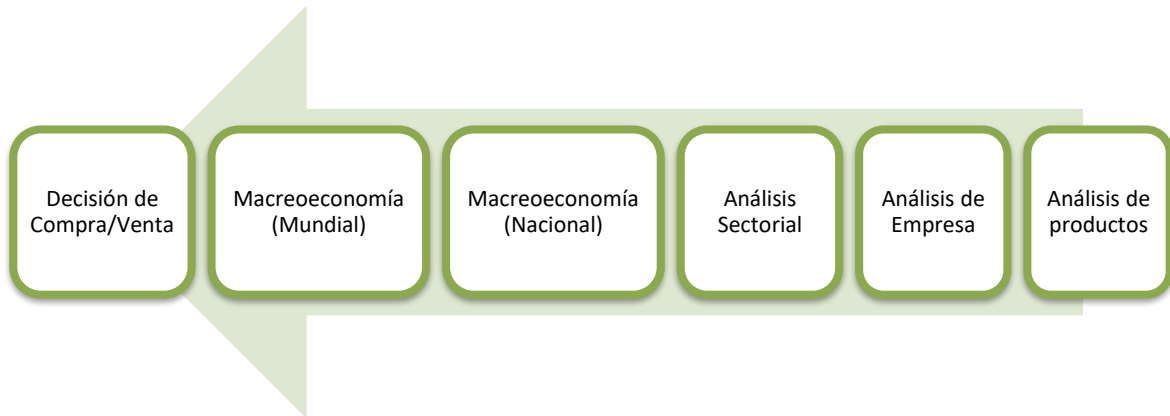


Figura 4-3. Análisis Bottom-Up (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A)).

De esta forma, este segundo enfoque ofrece una visión más concreta, pretendiendo centrar el análisis de las emisiones en cada uno de los productos o servicios de la cadena de transformación, desde la obtención de la materia prima hasta el uso y desecho del producto o servicio. Aun así, este enfoque no deja atrás las situaciones externas a la empresa y al producto o servicio.

Con este enfoque se consigue obtener resultados precisos para cada actividad de forma individual en el cálculo de las emisiones. Sin embargo, la dificultad en la definición del alcance de los cálculos se convierte en la principal dificultad para el seguimiento de este enfoque, el hecho de no conocer hasta donde hay que llegar con los cálculos da lugar a muchos errores.

La siguiente figura muestra la secuencia de procesos que se realiza para realizar el cálculo de las emisiones siguiendo el enfoque descrito:

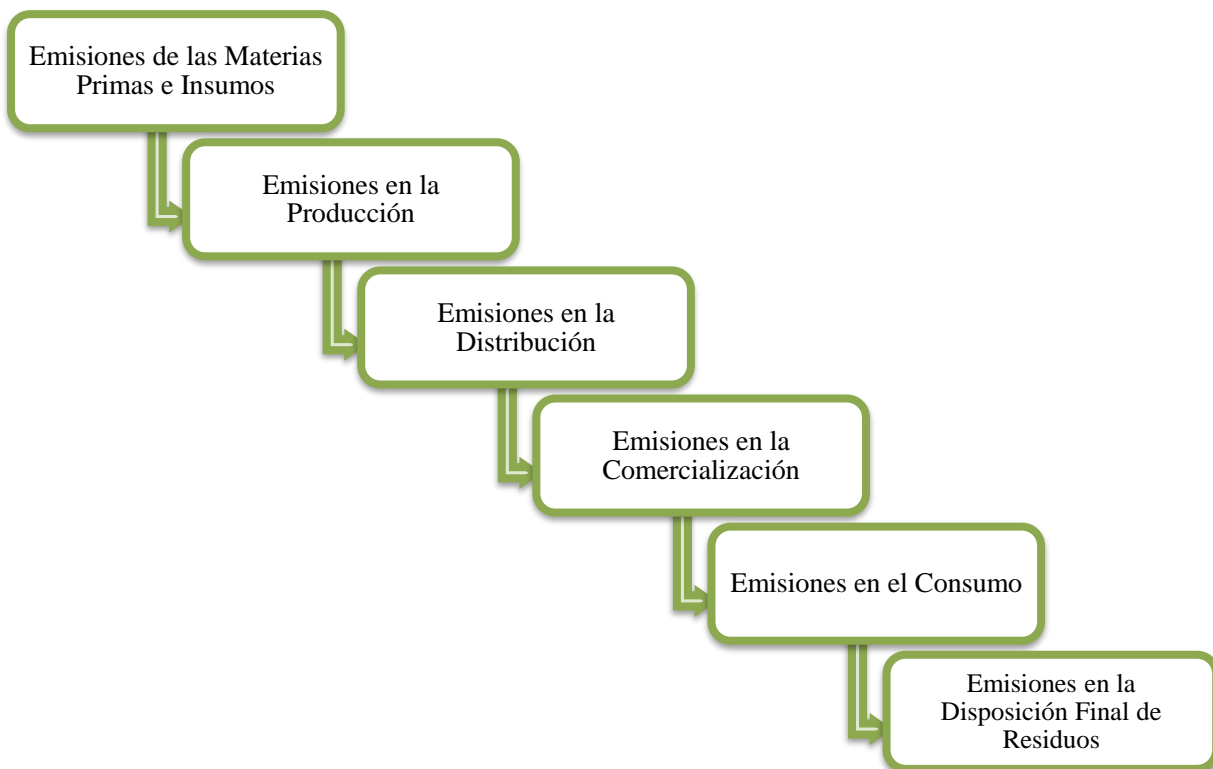


Figura 4-4. Descripción del enfoque Bottom-Up (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A)).

Observando la figura anterior, se puede decir que el enfoque Bottom-Up calcula las emisiones de cada actividad concreta del ciclo productivo comenzando por el proceso de la incorporación y uso de la materia prima, para después continuar con la fabricación y producción del bien material o servicio y su posterior distribución, comercialización y consumo. Tal y como se puede apreciar, la visión de este enfoque finaliza con el cálculo de las emisiones por el reciclaje o los residuos generados al final de la vida del producto o servicio.

Comparándolo con el enfoque anterior (top-down), se puede decir que el seguimiento de este enfoque Bottom-Up es más preciso y costoso por el hecho de que su estudio implique recursos y fuentes tecnológicas más potentes (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 B) (MINX, J.C.; WIEDMANN, T.; WOOD, R.; PETERS, G.P.; LENZEN, M.; OWEN, A.; SCOTT, K.; BARRET, J.; HUBACEK, K.; BAIIOCHI, G.; PAUL, A.; DAWKINS, E.; BRIGGS, J.; GUAN, D.; SUH, S. & ACKERMAN, F., 2009).

Además de estos dos enfoques principales, la diversidad de opiniones y formas analizar las emisiones ha provocado que se desarrollen numerosos enfoques híbridos entre los dos descritos o variantes de estos. Es por ello por lo que en 2016 Espínola y Valderrama desarrollaron el método AbaniCO₂ buscando los puntos comunes entre los distintos enfoques e identificando los elementos específicos de cada uno para elaborar un método sencillo que sistematizara el cálculo de las emisiones (ESPÍNOLA, CÉSAR Y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2016).

Siguiendo esta línea desarrollaron un ciclo común para el cálculo de la HdC que constaba en las siguientes etapas:

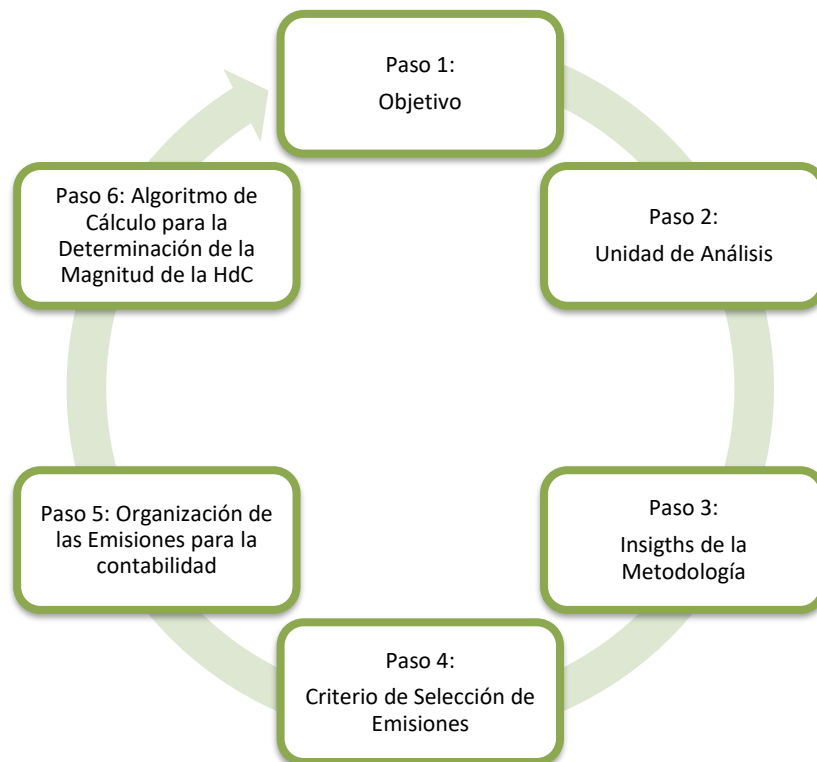


Figura 4-5. Ciclo descriptivo de la determinación de la HdC (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR Y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2016)).

Siguiendo la descripción de la figura anterior, para aplicar el método común primeramente habría que estimar la magnitud del cálculo de las emisiones y definir las razones por las que se quiere realizar un estudio de la huella de carbono. Tras ello, se establece el objeto o unidad a la que se realizará el estudio de HdC y se definen las

distintas perspectivas que hay de cada método.

Una vez definidos los distintos puntos de vista, se determinan los criterios de selección de las emisiones y se clasifican las emisiones en subconjuntos. Finalmente se calcula la magnitud de las emisiones usando un algoritmo acumulativo que engloba los distintos métodos principales de cálculo de las emisiones (ESPÍNOLA, CÉSAR Y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2016).

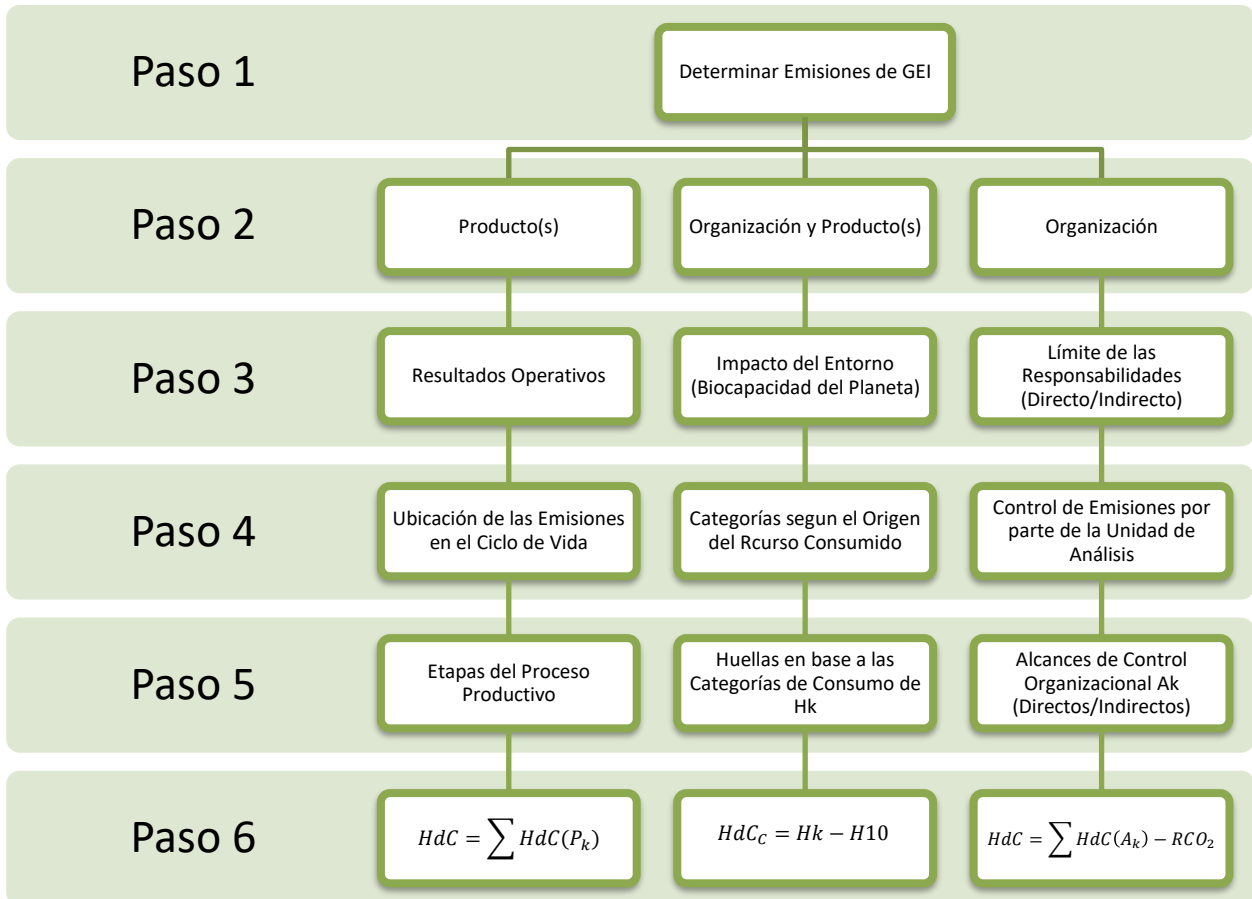


Figura 4-6. AbaniCO2 metodológico de la HdC (diagrama adaptado (ESPÍNOLA, CÉSAR Y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2016)).

Tal y como se aprecia en la figura anterior, el AbaniCO₂ recoge la información básica para la toma de decisiones de los espacios metodológicos que tienen una mayor relevancia hasta la fecha (ESPÍNOLA, CÉSAR Y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2016). Con ello, se desarrolla un método híbrido que recoge los principales puntos de cada método, tal y como se ha descrito anteriormente.

4.1.1 Principales métodos de cálculo de la Huella de Carbono.

Tras haber realizado un análisis del cálculo de las emisiones y, en concreto, del cálculo de la HdC, se pasa a estudiar y describir los principales métodos que hoy en día existen para su cálculo.

Por los distintos enfoques viables a la hora de calcular la HdC, existen diversos métodos para su cálculo, en función del enfoque que siguen. Entre los métodos existentes por su importancia y su uso se destacan los siguientes:

Tabla 4-1. Resumen labores cosecha 2019-2020 (MANZANO CASADO, ENRIQUE, 2020).

Métodos actuales para el cálculo de la HdC	
HdC organizacional	HdC de productos
GHG Protocol	GHG Protocol
Bilan Carbone	Pas 2050
ISO 14064	ISO 14067

Tal y como puede apreciarse en la tabla anterior, los métodos que se destacan se diferencian en función de si calculan la HdC organizacional o la HdC de productos, es decir, en función de si se pretenden calcular las emisiones totales que genera una organización o las emisiones totales derivadas de la fabricación de un producto.

Para este caso, como el análisis se centra en las emisiones de la producción de aceite, el estudio se centra en los métodos de la HdC de productos y las diferencias y similitudes entre ellos.

Siguiendo esta línea, se pasa a describir los tres métodos principales:

- GHG Protocol.

El protocolo de GEI (GHG Protocol, en inglés) es una de las herramientas más usadas para el cálculo y la comunicación del inventario de las GEI. Este protocolo se desarrolló en 2001 buscando asentar las bases para el análisis y la contabilización de las emisiones de GEI, gracias a una asociación entre el Instituto de Recursos Mundiales (WRI, sus siglas en inglés) y el Consejo Empresarial Mundial para el desarrollo Sostenible (WBCSD, sus siglas en inglés), junto con empresas, gobiernos y grupos ambientalistas de todo el mundo (ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD a, s.f.) (GREENHOUSE GAS PROTOCOL b, s.f.).

La contabilidad y el reporte de GEI medidas con el GHG Protocol se basan en los principios de relevancia, integridad, consistencia, transparencia y precisión, concentrándose en los seis gases contemplados por el Protocolo de Kioto y el IPCC. Estos gases son: el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), el hexafluoruro de azufre (SF₆), los clorofluorohidrocarbonados (CFC) y perfluorocarbonados (PFC) (ÁLAVA CASTRO, DANIEL ELEJANDRO, 2015).

Tal y como se ha descrito, el grupo GHG Protocol hace referencia principalmente a un enfoque corporativo. Junto con la norma ISO 14064, se ha convertido en la principal referencia mundial. La metodología del GHG Protocol se diseñó para trabajar con las empresas involucradas en el desarrollo del inventario de GEI, incluyendo también a otros tipos de organizaciones como ONGs, agencias gubernamentales y universidades (MORALES BLAS, RITA ESTHEFANY , 2018).

El grupo GHG Protocol cuenta con una guía estándar para el cálculo de las HdC con la que las empresas pueden calcular y evaluar las emisiones que genera un producto determinado; Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard (GREENHOUSE GAS PROTOCOL a). Además, el Grupo GHG Protocol aporta una herramienta de cálculo desarrollada en “Microsoft Excel” que facilita el cálculo de las emisiones emitidas por el consumo de combustibles fósiles y estacionario (MORALES BLAS, RITA ESTHEFANY , 2018) (GOBIERNO DE ESPAÑA, 2021 b) (GREENHOUSE GAS PROTOCOL b, s.f.).

- PAS 2050.

La norma PAS 2050 es una especificación para la verificación de la HdC desarrollada por el Instituto Británico de Estandarización (BSI, sus siglas en inglés) y el Departamento de Medio Ambiente, Energía y Cambio Climático (en inglés, DEFRA) en 2008. En su elaboración participaron diversos expertos de la

administración británica, organizaciones empresariales y expertos de universidades (ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD b, s.f.).

Esta norma se ha consolidado a nivel internacional como una de las principales normas para el cálculo de las emisiones en el ciclo de vida de productos y servicios. Además, se usa de referencia para el desarrollo de otras normas ISO; ISO 14064 e ISO 14065 (BSI, Sep 2011).

En la metodología que marca el PAS 2050, las emisiones que se obtienen del ciclo de vida de los productos no proporcionan un indicador de impacto medioambiental global, no se consideran factores sociales, impactos económicos o problemas relacionados con la prestación de los productos. La evaluación de las emisiones de los gases de efecto invernadero se realiza siguiendo el ciclo de vida del producto según la norma ISO 1404024 e ISO 1404425. Los gases que se consideran son los mencionados en el IPCC (MANZANO CASADO, ENRIQUE, 2020).

Las organizaciones que reclamen la conformidad del cálculo de la HdC siguiendo la norma PAS 2050 deben garantizar que el análisis del ciclo de vida sea completo. Este análisis diferencia dos tipos de ciclo de vida, en función del tipo de producto a estudiar (ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD b, s.f.):

- Business to Business: este enfoque se usa cuando el ciclo de vida del producto finaliza con la entrega de este a otra organización para su uso en la elaboración o fabricación de otro producto.
- Business to Customer: para este enfoque se considera el ciclo de vida completo del producto, incluyendo las actividades posteriores a la entrega del producto al cliente o usuario.

- ISO 14067.

La norma europea ISO 14067 surge con el fin de resolver las discrepancias entre los distintos métodos de cálculo de la HdC en productos, dando lugar a la estandarización del proceso. Esta nueva norma tiene su origen en la especificación técnica ISO 14067: 2013 que posteriormente fue sustituida y anulada por la norma ISO 14067: 2019 (AENOR, 2019) (ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O., 2012 A).

El texto de la norma fue redactado por el CEN (Comité Europeo de Normalización) como una norma que estandarizara a nivel intergubernamental la HdC de productos, al menos en Europa. En sus inicios el CEN desarrolló la norma en inglés, francés y alemán, los representantes del resto de países se encargaron de adaptarlas a sus respectivos idiomas.

Junto con el resto de las normas de la familia ISO 14060, la norma descrita proporciona la suficiente claridad y coherencia para poder cuantificar, informar, validar y verificar las emisiones de GEI. La norma ISO 14067 se centra en el objetivo de cuantificar las emisiones de GEI asociadas a las distintas etapas del ciclo de vida de un producto, desde la extracción y abastecimiento de la materia prima hasta el posterior uso y desecho del producto.

La relación entre las distintas normas de la familia queda descrita en la siguiente figura:

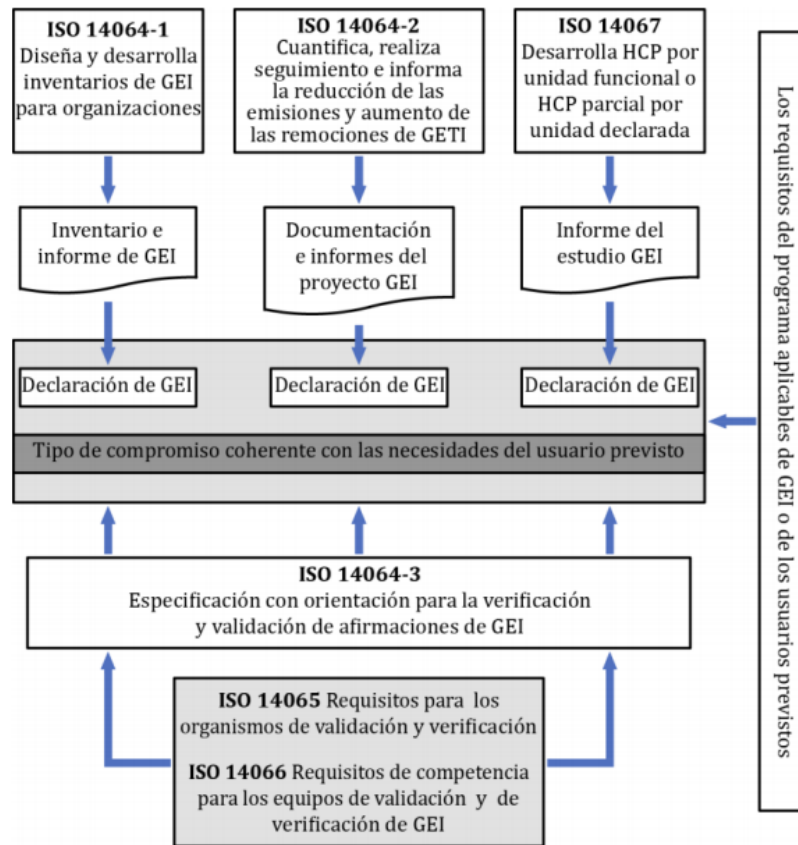


Figura 4-7. Relación entre la familia de Normas ISO 1460 de GEI (AENOR, 2019).

La norma descrita se divide en dos partes. La primera parte se destina a la cuantificación de la HdC, aplicándose tanto a productos como al cálculo de HdC parcial. La segunda parte de esta norma establece los requisitos y condiciones necesarios para la comparación del cálculo de la HdC en diferentes productos.

Mediante la presente norma, se facilita el procedimiento para el cálculo de la HdC con la finalidad de reducir las emisiones de GEI. Además, promueve una economía sostenible baja en carbono proporcionando una mayor coherencia y transparencia en la cuantificación de GEI (AENOR, 2019).

4.1.1.1 Comparación de los distintos métodos de cálculo.

Tal y como se ha descrito anteriormente, este estudio se centra en los principales métodos de cálculo de la HdC de productos, por lo que la comparación de los distintos métodos se realiza entre los 3 métodos descritos en la sección anterior. Estos 3 métodos son el GHG Protocol, el PAS 2050 y la norma ISO 14067.

Las normas descritas parten de la evaluación de las emisiones de gases producidas en la fabricación y uso de los productos de las empresas. Aun así, el PAS 2050 se diferencia por englobar las emisiones de todos los GEI, mientras que el GHG Protocol contabiliza solamente las misiones recogidas en el protocolo Kioto y la norma ISO 14067 permite seleccionar los gases a cuantificar mientras se especifiquen en los informes (DIVISIÓN DESARROLLO SOSTENIBLE Y ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA CEPAL).

El hecho de que el PAS 2050 se limite en la evaluación de gases es el motivo de que abarque un horizonte temporal tan amplio (100 años). Las otras dos normas permiten elegir el horizonte temporal en función de lo que las organizaciones crean que sea más adecuado para el cálculo de la HdC.

Otro punto para destacar en la comparación de los métodos es la diferencia entre las etapas del ciclo de vida que consideran cada una de ellas. Principalmente se usan dos variaciones del ciclo de vida, de cuna a puerta (cradle to gate), considerando desde la extracción de la materia prima hasta el final de la fabricación del producto, y de cuna a tumba (cradle to grave), que incluye la fase de transporte después de la fabricación, la etapa de uso y el

final de vida. Los tres métodos descritos consideran las dos opciones. (LIU, TIAN, WANG, QUNWEI & SU, BIN, 2016)

La norma ISO 14067 es la norma más exigente de las tres. Este hecho supone que la elaboración de su informe suponga una tarea más laboriosa que en las otras dos normas. Además, la norma ISO 14067 es la única que precisa de la validación del informe por parte de un tercero para su aprobación (MANZANO CASADO, ENRIQUE, 2020).

El amplio abanico de aplicación y la certificación de un órgano independiente provoca que la norma ISO 14067 destaque en influencia y reconocimiento internacional. En cuanto a las otras dos normas, tal y como se describió anteriormente también poseen una gran reputación a nivel internacional, es la norma PAS 2050 la que ha destacado menos internacionalmente.

Otro punto en común entre las tres normas es que sus métodos buscan calcular las emisiones dividiendo el ciclo de vida del producto en etapas lo más concreta posible.

Por último, cabe destacar que la ISO 14067 es la única norma que dispone de certificado oficial respaldado por el resto de las normas. Esto provoca que tal y como sucede en la mayoría de las normas ISO, sea la única de las tres que tenga coste.

4.2 Análisis de la Huella de Carbono

Tras haber explicado el ciclo productivo del aceite al completo y los distintos métodos que actualmente se usan para realizar estudios de cálculo de la HdC, se realiza el análisis de la HdC de la producción de AOVE.

Para la realización del análisis de la HdC se sigue la metodología de la norma ISO 14067, por tratarse de un análisis de HdC de producto.

El hecho de haber elegido este método frente al resto de opciones de cálculo de HdC anteriormente descritos se debe a diversos factores. El principal motivo de elección del método es la gran influencia y reconocimiento que la norma ISO 14067 posee, haciéndola destacar entre el resto de las opciones.

Además, la posibilidad de obtener una certificación por el compromiso medioambiental es otro punto a favor del método descrito frente al resto de opciones, provocando que al escoger este método se obtenga un análisis más realista por parecerse más a lo que las empresas buscan en la realidad.

Por último, la dificultad para obtener los datos del ciclo de vida completo ha provocado que la norma ISO 14067 sea el método más idóneo por permitir un cálculo de la HdC parcial, ya que el resto de las normas necesitan obtener todos los datos del ciclo de vida del producto. Aun así, el amplio trabajo en la recolección de datos ha permitido que se realice un análisis bastante realista del cálculo de la HdC de la producción de AOVE.

Las anteriores razones descritas, son el motivo de la elección de la metodología ISO 14067 para el cálculo de la HdC. Siguiendo esta metodología se calculará la HdC parcial de la producción de aceite de oliva para las plantaciones anteriormente descritas al molturar las aceitunas en la almazara analizada. De esta forma, se podrán comparar las emisiones al producir AOVE de dos variedades de aceitunas diferentes, la hojiblanca y la arbequina.

Tal y como se ha adelantado, se seguirá la metodología de la norma ISO 14067, calculando el impacto medioambiental expresado en kilogramos de dióxido de carbono equivalentes (MANZANO CASADO, ENRIQUE, 2020):

1. Definición del objetivo y del alcance

En la definición del alcance se tendrá en cuenta el objeto de estudio, las suposiciones realizadas, los gases tenidos en cuenta, el horizonte temporal, etc.

Para ello, se identificarán también los procesos que no se consideren y se incluirán en el estudio únicamente los procesos que estén dentro de los límites definidos.

De la misma forma, se analizará el ciclo de vida completo, desde la obtención de la materia prima hasta el consumo del producto final.

2. Análisis de inventario del ciclo de vida

En esta fase se recopilan y cuantifican los datos del ciclo de vida del producto, siguiendo el mismo procedimiento que marca la norma ISO 14044 (AENOR, 2006): recopilar, validar, adaptar el sistema, ajustar dentro de los límites y asignar.

Para ello se recogerán los datos de forma exhaustiva, validándolos al contrastar las fuentes a través de las cuales se han obtenido.

3. Evaluación del impacto de la huella de carbono de producto

El impacto medioambiental producido por las emisiones de los GEI consideradas se obtendrá al multiplicar la masa de cada GEI emitida o removida por su PCG para 100 años en CO₂ equivalente por kilogramo de gas emitido o eliminado.

4. Interpretación del ciclo de vida

En esta etapa se finalizará el proceso identificando los puntos más importantes del análisis de la HdC de producto, concluyendo el proceso y proponiendo alternativas o mejoras.

4.2.1 Definición del objetivo y del alcance

El objeto principal de este estudio es calcular las emisiones que se producen en la producción de AOVE y su contribución al calentamiento global y a la aceleración del campo climático. De esta forma, además de analizar uno de los productos alimenticios más importantes del país, se buscará crear conciencia acerca de lo que supone la obtención del producto, su comercialización y consumo.

Para la realización del análisis se tendrá en cuenta el ciclo productivo oleícola completo y la posterior molturación de las aceitunas y envasamiento del AOVE, enfocando el estudio en las plantaciones de olivos descritas y la almazara estudiada.

Con ello, se tomarán y analizarán datos desde la realización de la plantación de olivos hasta la cosecha de las aceitunas, pasando por los tratamientos en los años productivos y no productivos de los olivos. Quedará fuera del análisis el fin de la plantación de olivos por la falta de datos.

En cuanto a la molturación de las aceitunas, se tendrán en cuenta los consumos energéticos y el gasto de agua en la producción de aceite en la almazara. No se tendrán en cuenta la comercialización y el transporte del aceite por la dificultad en la obtención de los datos.

De esta forma, para hacer un estudio viable con los datos obtenidos, se realizará un análisis de la HdC parcial de la producción de AOVE de los dos últimos años, a los que se les incluirá la parte proporcional del impacto medioambiental de los años no productivos en la plantación de olivos.

Gracias a este estudio, se podrá comparar el impacto medioambiental de la producción de aceite en función de la variedad de aceitunas utilizadas y lo que supone para ello cada una de las partes del proceso.

Siguiendo lo descrito en este apartado, nos queda un proceso como el representado en la figura siguiente:

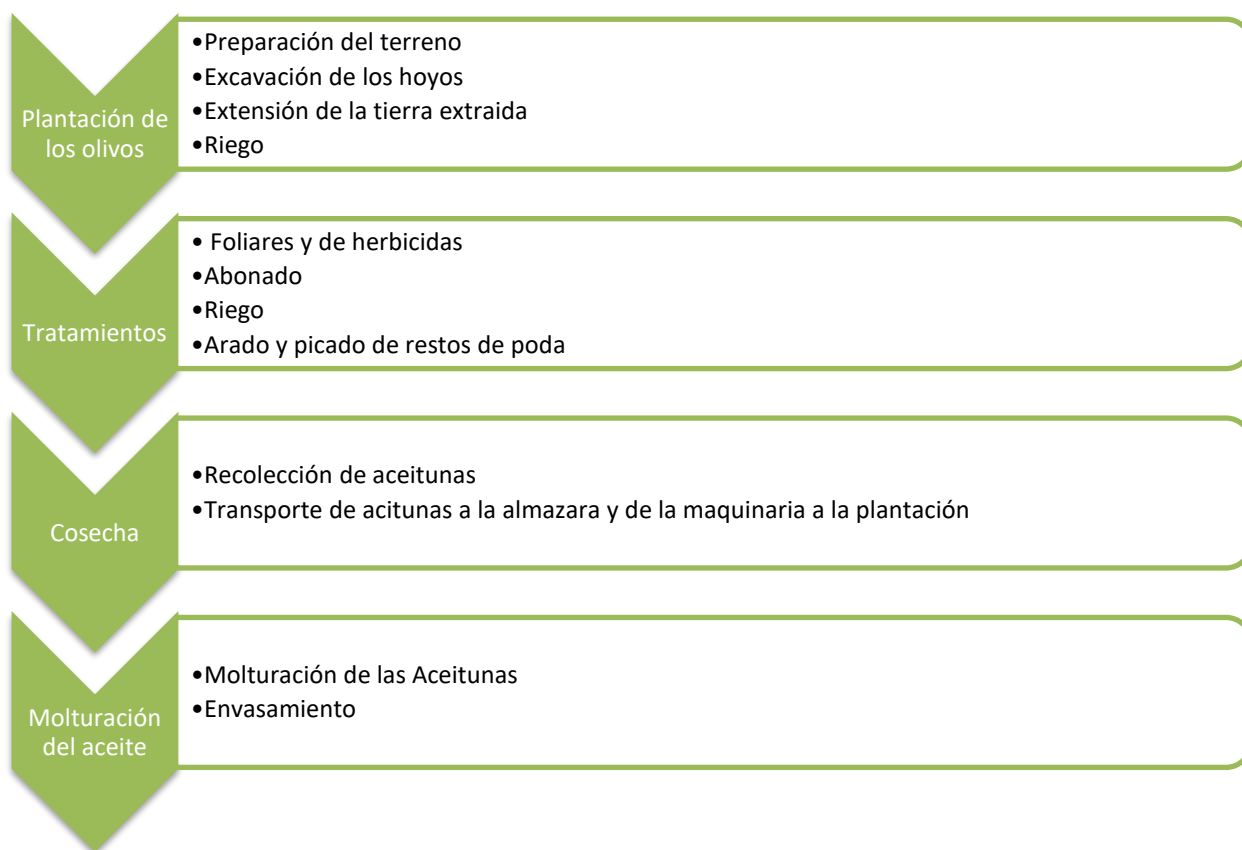


Figura 4-8. Diagrama del ciclo de vida de AOVE y delimitación del alcance de estudio.

En el ciclo de vida representado, se suprimen las etapas que como se han descrito anteriormente no se tendrán en cuenta; fin de la plantación de los olivos y comercialización y transporte del producto final.

4.2.2 Análisis del inventario del ciclo de vida

Siguiendo la norma ISO 14067, en esta fase se recopilan y analizan los datos cuantificando las entradas y salidas del producto a lo largo de su ciclo de vida (AENOR, 2019). De esta forma, se comienza a analizar los datos obtenidos en las distintas etapas de la producción de AOVE.

Para la recopilación y el análisis de los datos se ha trabajado con las empresas de tratamientos y cosechas de cultivos y la almazara anteriormente descritas. Estos datos han sido facilitados y/o estudiados con las empresas con el fin de realizar un estudio lo más realista posible.

Para ello, se han recopilado los datos históricos de las empresas sobre las plantaciones de olivos descritas y la almazara analizada y se ha tenido en cuenta la amplia experiencia de las organizaciones en el producto y los cultivos de la zona.

Para facilitar el entendimiento de la recopilación de datos, se divide la etapa en las fases de plantación y tratamientos en años no productivos, tratamientos en olivos en pleno rendimiento, cosecha de aceitunas y molturación y envasado. Cada una de estas fases se analizará por separado describiendo la obtención de los datos y los resultados obtenidos.

Tal y como se ha descrito anteriormente, al pretender realizar el análisis de las últimas dos campañas de producción de aceite, los datos recogidos se corresponderán con estas dos campañas (2019/2020 y 2020/2021) y con los años no productivos de las plantaciones de olivos, con el fin de poder asociar su impacto ambiental a los años productivos.

4.2.2.1 Plantación y tratamientos de los olivos en años no productivos.

La primera etapa para la producción de aceite es la realización de la plantación de los olivos y la crianza del olivar hasta la obtención de una plantación de olivos a pleno rendimiento.

Para la obtención de los datos de esta etapa se han usado tanto los datos proporcionados por la empresa Agroquimar, S.L. desarrollados en el capítulo 3 al explicar el ciclo productivo del aceite, como datos de consumo de las maquinarias al trabajar en las parcelas de olivos descritas proporcionados por la empresa encargada en la realización de las tareas agrícolas, Agroperfer S.C.A.

Tras analizar las tareas descritas en el capítulo 3 con la empresa Agroperfer S.C.L., ésta nos facilitó los siguientes datos de consumo de las maquinarias.

Tabla 4-2. Consumo de la maquinaria en las tareas para realizar la plantación de los olivos.

Consumo de la maquinaria en la plantación de los olivos		
Maquina	Consumible	Consumo Medio [l/h]
Tractor 120 CV	Gasóleo B	20
Retroexcavadora	Gasóleo B	18
Motor de riego	Gasóleo B	8

Tal y como puede observarse en la tabla superior, no se diferencia entre las parcelas de olivos arbequinos y hojiblanco porque para estas tareas se usó la misma maquinaria en ambas plantaciones y por el hecho de encontrarse en una misma localización y tener un terreno similar, el consumo medio de las máquinas fue el mismo.

Usando los datos de consumo y las tareas a realizar descritas en el capítulo 3, se obtienen los siguientes datos de consumo para las plantaciones realizando una simple multiplicación:

Tabla 4-3. Consumo en las tareas para realizar la plantación de los olivos.

Consumo de las labores en la plantación de los olivos					
Actividad	Elemento	Horas Arbequinos	Consumos Arbequinos	Consumo Olivos Hojiblanco	Consumo Olivos Hojiblanco
Labrado y preparación del terreno	Tractor de 120 CV	96,37 h	1927,40 l Gasóleo B	62,51 h	1250,20 l Gasóleo B
Excavación de los hoyos y plantación	Retroexcavadora	192,75 h	3469,50 l Gasóleo B	125,23 h	2254,14 l Gasóleo B
Extensión de la tierra extraída	Tractor de 120 CV	64,25 h	1285,00 l Gasóleo B	41,74 h	834,80 l Gasóleo B
Riego	Motor	64,25 h	514,00 l Gasóleo B	41,74 h	333,92 l Gasóleo B
			385,50 m ³ Agua		250,46 m ³ Agua

En la tabla superior se puede apreciar que ahora ya si varían los consumos de combustibles y agua en cada tarea en las plantaciones, por la diferencia en extensión de terreno.

Además de tener en cuenta el consumo en las tareas de plantación de los olivos para el cálculo de las emisiones, otro punto para tener en cuenta serían las misiones producidas en el transporte de la maquinaria al punto de trabajo y el retorno desde éste al lugar de almacenamiento.

Con ello, se obtienen también los datos del transporte de maquinaria hasta el área de trabajo. Teniendo en cuenta la distancia desde el lugar de almacenamiento a las parcelas de olivos, se calcula el tiempo que tardan en desplazarse.

Tabla 4-4. Tiempo de desplazamiento de la maquinaria al lugar de trabajo para las tareas de plantación de los olivos.

Desplazamientos de la maquinaria en las tareas de plantación de los olivos				
Maquina	Plantación de olivos	Distancia	Velocidad Media	Tiempo (Ida+Vuelta)
Tractor 120 CV	Arbequinos	8,0 km	30 km/h	0,54 h
	Hojiblancos	7,5 km	30 km/h	0,50 h
Retroexcavadora	Arbequinos	8,0 km	35 km/h	0,46 h
	Hojiblancos	7,5 km	35 km/h	0,43 h

Tal y como puede apreciarse en la tabla anterior, los tiempos de desplazamiento calculados para cada máquina son el tiempo que la máquina tarda en realizar tanto el desplazamiento de ida como el de vuelta. Los datos de velocidades medias han sido proporcionados por la empresa propietaria de la maquinaria (Agroperfer, S.C.A).

Una vez calculados los tiempos de desplazamientos de cada máquina, se calculan los días que trabajan cada una de ellas y se suman sus horas a las horas de finales de trabajo, ya que los datos de consumo medio proporcionados por la empresa Agroperfer, S.C.A están referidos al consumo medio de las horas de trabajo con el desplazamiento de la maquinaria al punto de trabajo. Estos cálculos se pueden ver reflejados en la siguiente tabla.

Para el cálculo de los días de trabajo de cada máquina mostrados en la siguiente tabla, se ha tenido en cuenta que las jornadas laborales de los jornaleros en el campo son de $7,5 h/día$ y que de éstas son efectivas 7 horas, por los descansos de los trabajadores.

Las horas de trabajo mostradas en la tabla son las obtenidas al sumar las horas de trabajo descritas en el capítulo 3 más las horas invertidas en realizar los desplazamientos a la zona de trabajo.

Tabla 4-5. Consumo de la maquinaria en las labores para la plantación de los olivos y su transporte hasta la zona de trabajo.

Consumo de maquinaria en la plantación de los olivos y transporte					
Actividad	Elemento	Plantación	Días de trabajo	Horas	Consumos
Labrado y preparación del terreno	Tractor de 120 CV	Arbequinos	14	103,93 h	2078,60 l Gasóleo B
		Hojiblanco	9	67,01 h	1340,20 l Gasóleo B
Excavación de los hoyos y plantación	Retroexcavadora	Arbequinos	28	205,63 h	3701,34 l Gasóleo B
		Hojiblanco	18	132,97 h	2393,46 l Gasóleo B
Extensión de la tierra extraída	Tractor de 120 CV	Arbequinos	10	69,65 h	1393,00 l Gasóleo B
		Hojiblanco	6	44,74 h	894,8 l Gasóleo B
Riego	Motor	Arbequinos	X	64,25 h	514,00 l Gasóleo B
					385,50 m ³ Agua
		Hojiblanco	X	41,74 h	333,92 l Gasóleo B
					250,46 m ³ Agua

Tras la obtención de los datos de las tareas de plantación de los olivos, se pasa a los tratamientos durante los años no productivos de los olivos (1-3 años), es decir, los años en los que no se producen aceitunas o su cosecha no merece la pena.

Al igual que en la plantación de los olivos, el primer paso para la obtención de los datos es conocer el consumo de la maquinaria usada en estas tareas. Estos datos de consumo se obtienen de igual forma en el caso anterior, es decir, son facilitados por la empresa encargada de realizar las tareas agrícolas (Agroperfer, S.C.A.).

Tabla 4-6. Consumo de la maquinaria en las tareas de tratamientos de los olivos durante los años no productivos (1-3 años).

Consumo de maquinaria en tratamiento en olivos no productivos		
Maquina	Consumible	Consumo Medio [l/h]
Tractor 120 CV Tratamientos	Gasóleo B	12
Tractor 120 CV Arado	Gasóleo B	20
Tractor 140 CV	Gasóleo B	22
Motor de riego	Gasóleo B	8

Al igual que pasaba en el caso anterior, se puede apreciar en la tabla superior que el consumo la maquinaria es el mismo para las dos plantaciones de olivos por la similitud de las condiciones de trabajo. De nuevo, usando el

tiempo empleado en la realización de cada tarea, descrito en el capítulo 3, y los datos de consumo de la maquinaria, se obtiene el consumo por máquina en cada labor de trabajo en los tratamientos a los olivos.

Tabla 4-7. Consumo en las tareas de tratamiento de los olivos en años no productivos (1-3 años).

Consumo de las labores en olivos no productivos (1-3 años)					
Actividad	Elemento	Horas Arbequinos	Consumo Arbequinos	Horas Hojiblanco	Consumo Hojiblanco
Tratamientos Foliares	Tractor de 120 CV	192,75 h	2313,00 l Gasóleo B	125,23 h	1502,76 l Gasóleo B
Tratamientos de Herbicidas	Tractor de 120 CV	128,50 h	1542,00 l Gasóleo B	83,49 h	10001,88 l Gasóleo B
Riego	Motor	7838,45 h	62707,60 l Gasóleo B	5092,65 h	40741,20 l Gasóleo B
			47030,71 m ³ Agua		30555,88 m ³ Agua
Arado del terreno	Tractor de 120 CV	192,75 h	3855 l Gasóleo B	125,23 h	2504,6 l Gasóleo B
Picar restos de poda	Tractor de 140 CV	8,03 h	176,66 l Gasóleo B	5,22 h	114,84 l Gasóleo B

En la tabla superior, se puede apreciar cómo difiere el consumo de ambas plantaciones por sus diferentes extensiones de terreno. Llegados a este punto, se obtienen también los datos de transporte de la maquinaria al punto de trabajo de la misma forma que en el caso anterior.

Tabla 4-8. Tiempo de desplazamiento de la maquinaria al lugar de trabajo para las tareas de tratamiento de los olivos en los años no productivos (1-3 años).

Desplazamientos de la maquinaria para los tratamientos en olivos no productivos				
Maquina	Plantación de olivos	Distancia	Velocidad Media	Tiempo (Ida+Vuelta)
Tractor 120 CV	Arbequinos	8,0 km	30 km/h	0,54 h
	Hojiblanco	7,5 km	30 km/h	0,50 h
Tractor 140 CV	Arbequinos	8,0 km	30 km/h	0,54 h
	Hojiblanco	7,5 km	30 km/h	0,50 h

De la misma forma que para el caso anterior, los tiempos mostrados en la tabla superior se corresponden con la suma del tiempo del trayecto de ida más el de vuelta. De nuevo, los datos de las velocidades medias han sido proporcionados por la empresa encargada de realizar las tareas, Agroperfer, S.C.A.

Una vez obtenidos los datos de desplazamientos, se obtienen los datos de consumos totales para cada tarea y en cada plantación de olivos, calculando previamente el número de días de trabajo de cada máquina en la realización de las tareas descritas.

Tabla 4-9. Consumo de la maquinaria durante las labores de tratamiento de los olivos en años no productivos (1-3 años) y en su transporte hasta la zona de trabajo.

Consumo de maquinaria en tratamiento de olivos no productivos (1-3años) y transporte					
Actividad	Elemento	Plantación	Días de trabajo	Horas	Consumos
Tratamientos Foliares	Tractor de 120 CV	Arbequinos	28	207,87 h	2494,44 l Gasóleo B
		Hojiblanco	18	134,23 h	1610,76 l Gasóleo B
Tratamientos de Herbicidas	Tractor de 120 CV	Arbequinos	19	138,76 h	1665,12 l Gasóleo B
		Hojiblanco	12	89,49 h	1073,88 l Gasóleo B
Arado del terreno	Tractor de 120 CV	Arbequinos	28	207,87 h	4157,40 l Gasóleo B
		Hojiblanco	18	134,23 h	2684,60 l Gasóleo B
Picar restos de poda	Tractor de 140 CV	Arbequinos	1	8,57 h	188,54 l Gasóleo B
		Hojiblanco	1	5,72 h	125,84 l Gasóleo B
Riego	Motor	Arbequinos	X	7838,45 h	62707,60 l Gasóleo B
					47030,71 m ³ Agua
		Hojiblanco	X	5092,65 h	40741,20 l Gasóleo B
					30555,88 m ³ Agua

Para el cálculo de los días de trabajo mostrados en la tabla superior, se tienen de nuevo en cuenta jornadas laborales de 7,5 h/día con 7 horas efectivas a excepción del picado de los restos de poda en la plantación de olivos arbequinos que se realizó en un único día por realizarse en 8 horas.

Las horas mostradas en la tabla superior son la suma de las horas de trabajo más el tiempo de transporte de la máquina. Los consumos son los obtenidos del trabajo y el transporte de la maquinaria.

Los datos mostrados tanto en las tareas de plantación de los olivos como en los tratamientos de los años no productivos son bastante realistas por haber sido otorgados por la empresa encargada de realizar las tareas. Además, para la verificación de estos datos, se han contrastado junto con la empresa Agroquimar, S.L, experta en los tratamientos y gestión de cultivos agrícolas de la zona.

4.2.2.2 Tratamientos de los olivos en años productivos

Tras haber analizado los datos en la plantación de los olivos y en los tratamientos de los años no productivos, se pasa a la obtención de los datos el tratamiento de los olivos en los años productivos. En esta etapa se obtienen de nuevo los datos con el análisis realizado con las empresas Agroquimar, S.L. y Agropferfer, S.C.A. descrito a lo largo del capítulo 3.

Como los olivos de las parcelas a describir son de más de 10 años, se toman los datos descritos para olivos de gran envergadura, es decir, en la tarea de podado y picado de los olivos se invierte algo más de tiempo que en

los años de plena producción anteriores.

Tras analizar las tareas descritas en el capítulo anterior, la empresa Agroperfer, S.C.A. facilitó datos de consumo de la maquinaria mostrados en la tabla siguiente.

Tabla 4-10. Consumo de la maquinaria en las tareas de tratamiento de los olivos en plena producción.

Consumo de maquinaria en tratamiento en olivos en plena producción		
Maquina	Consumible	Consumo Medio [l/h]
Tractor 120 CV Tratamientos	Gasóleo B	12
Tractor 120 CV Arado	Gasóleo B	20
Tractor 140 CV Picadora	Gasóleo B	22
Motor de riego	Gasóleo B	8

De nuevo, los datos de consumo de la maquinaria mostrados en la tabla superior eran idénticos para las dos plantaciones de los olivos por la similitud del terreno y de las plantaciones. Igualmente, los datos de consumo mostrados son el consumo medio de la maquinaria al trabajar en las plantaciones y en el desplazamiento hasta ellas.

Teniendo en cuenta los datos de tareas de tratamientos de olivos descritos en el capítulo 3 y el consumo medio de cada máquina mostrado en la tabla superior, se obtienen los siguientes datos de consumo por máquina y tarea de tratamiento:

Tabla 4-11. Consumo de las labores en el tratamiento de olivos en plena producción.

Consumo de las labores en olivos en plena producción					
Actividad	Elemento	Horas Arbequinos	Consumo Olivos Arbequinos	Horas Hojiblancos	Consumo Olivos Hojiblancos
Tratamientos Foliares	Tractor de 120 CV	77,10 h	925,20 l Gasóleo B	50,09 h	1001,80 l Gasóleo B
Tratamientos de Herbicidas	Tractor de 120 CV	128,50 h	2570,00 l Gasóleo B	83,49 h	1669,80 l Gasóleo B
Riego	motor	24575,47 h	196603,76 l Gasóleo B	15966,70 h	127733,60 l Gasóleo B
			147452,83 m ³ Agua		95800,19 m ³ Agua
Arado del terreno	Tractor de 120 CV	128,50 h	2570,00 l Gasóleo B	83,49 h	1669,8 l Gasóleo B
Picar restos de poda	Tractor de 140 CV	24,09 h	529,98 l Gasóleo B	15,65 h	344,3 l Gasóleo B

En la tabla superior se puede apreciar la diferencia entre los consumos de los tratamientos en las plantaciones de

olivos arbequinos y hojiblanco, debido a la desigual extensión de los terrenos.

Además de los consumos en las tareas de tratamientos, tal y como se hizo en las de plantación y tratamiento en años no productivos, también ha de tenerse en cuenta el desplazamiento de la maquinaria hasta el lugar de trabajo. Es por ello por lo que se hace un análisis similar al de los casos anteriores y se calcula el tiempo de desplazamiento de cada máquina:

Tabla 4-12. Tiempo de desplazamiento de la maquinaria al lugar de trabajo para las tareas de tratamiento de los olivos en plena producción.

Desplazamientos de la maquinaria para los tratamientos en olivos en plena producción				
Maquina	Plantación de olivos	Distancia	Velocidad Media	Tiempo (Ida+Vuelta)
Tractor 120 CV	Arbequinos	8,0 km	30 km/h	0,54 h
	Hojiblanco	7,5 km	30 km/h	0,50 h
Tractor 140 CV	Arbequinos	8,0 km	30 km/h	0,54 h
	Hojiblanco	7,5 km	30 km/h	0,50 h

Tal y como puede apreciarse en la tabla anterior, los tiempos obtenidos para el desplazamiento de la maquinaria para las tareas de los olivos en plena producción son idénticos a los obtenidos para las tareas de tratamientos de los olivos en años no productivos porque la maquinaria usada es la misma. De igual forma, los tiempos mostrados en esta tabla comprenden tanto el camino de ida como el de vuelta de cada máquina.

Siguiendo los mismos pasos que en los casos anteriores, se obtienen los datos de consumo totales a partir del consumo medio de la maquinaria, el desplazamiento de éstas al lugar de trabajo y los días que deben desplazarse para realizar las tareas. Para la obtención de los días de trabajo para cada tarea se vuelven a tener en cuenta jornadas laborales de 7,5 h/día con 7 horas efectivas.

El consumo representado en la siguiente tabla se corresponde con el trabajo de las máquinas en las tareas de tratamiento de los olivos en plena producción más el desplazamiento de la maquinaria cada día al lugar de trabajo. Con ello, las horas descritas son las horas de trabajo más las de desplazamientos.

Tabla 4-13. Consumo de la maquinaria en las labores de tratamiento de los olivos en plena producción y su transporte hasta la zona de trabajo.

Consumo de maquinaria en tratamientos en plena producción					
Actividad	Elemento	Plantación	Días de trabajo	Horas	Consumos
Tratamientos Foliares	Tractor de 120 CV	Arbequinos	11	83,04 h	996,48 l Gasóleo B
		Hojiblanco	7	53,59 h	643,08 l Gasóleo B
Tratamientos de Herbicidas	Tractor de 120 CV	Arbequinos	19	138,76 h	1665,12 l Gasóleo B
		Hojiblanco	12	89,49 h	1073,88 l Gasóleo B
Arado del terreno	Tractor de 120 CV	Arbequinos	19	138,76 h	2775,20 l Gasóleo B
		Hojiblanco	12	89,49 h	1789,80 l Gasóleo B
Picar restos de poda	Tractor de 140 CV	Arbequinos	4	26,25	577,50 l Gasóleo B
		Hojiblanco	3	17,15 h	377,30 l Gasóleo B
Riego	Motor	Arbequinos	X	24575,47 h	196603,76 l Gasóleo B
					147452,83 m ³ Agua
		Hojiblanco	X	15966,70 h	127733,60 l Gasóleo B
					95800,19 m ³ Agua

Al igual que para la plantación y los tratamientos en años no productivos, los datos mostrados en esta etapa son bastante realistas por haber sido otorgados por la empresa encargada de realizar las tareas. Además, se verificaron contrastándolos junto con la empresa Agroquimar, S.L, experta en los tratamientos y gestión de cultivos agrícolas de la zona.

4.2.2.3 Cosecha en plena producción

Después de haber analizado los datos para el tratamiento de los olivos, se llega al estudio de los datos de las cosechas en plena producción. Como se pretende hacer un análisis de HdC de la producción de aceite en las últimas dos campañas productivas, se analizan los datos para estas dos campañas.

Para la obtención de estos datos se trabaja de nuevo con las empresas Agroquimar, S.L. y Agroperfer, S.C.A., expertas tanto en el tratamiento y gestión de fincas agrícolas como en el trabajo de las tareas agrícolas.

Teniendo en cuentas los datos de las tareas de las cosechas en las últimas dos campañas descritos en el capítulo 3, se puede apreciar que las tareas realizadas en ambas plantaciones de olivos cambian para cada campaña, se usa distinto tipo de maquinaria. Por ello, se diferencia entre la campaña 2019-2020 y la 2020-2021 a la hora de describir la obtención de los datos.

- Campaña 2019-2020

Al igual que en las etapas anteriores, los primeros datos para tener en cuenta son los consumos medios de las máquinas. Tal y como ocurrió con las tareas de plantación y tratamiento de los olivos, la empresa Agropfer, S.C.A. fue la encargada de realizar los trabajos de la cosecha, por lo que analizando los datos históricos de la empresa en las parcelas descritas se obtuvieron los datos de consumo medio de las máquinas:

Tabla 4-14. Consumo de la maquinaria en la cosecha de la campaña 2019-2020.

Consumo de maquinaria en cosecha de la campaña 2019-2020		
Maquina	Consumible	Consumo Medio [l/h]
Tractor 140 CV + Paraguas	Gasóleo B	18
Tractor 140 CV + Remolque	Gasóleo B	15

Como puede apreciarse en la tabla superior, la descripción de los consumos medios de las maquinarias no se diferencia entre las plantaciones. Este hecho se debe de nuevo a la similitud en el terreno y en el tipo de producción de aceitunas y a que tal y como se describió en el capítulo 3, se usó la misma maquinaria para la cosecha de las aceitunas.

Una vez se tienen los consumos medios de las máquinas usadas en la realización de la cosecha, se obtiene el consumo de la operación de la cosecha. Este consumo se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 4-15. Consumo en la cosecha de la campaña 2019-2020.

Campaña 2019/2020					
Actividad	Elemento	Horas Arbequinos	Consumo Arbequinos	Horas Hojiblanco	Olivos Hojiblanco
Cosecha Aceitunas	Tractor 140 CV	128,45 h	2312,10 l Gasóleo B	83,47 h	1251,45 l Gasóleo B

En la tabla superior se aprecia ya como por las diferencias de extensiones de terreno de las plantaciones los consumos en las cosechas de aceitunas cambian para la plantación de olivos arbequinos y hojiblanco.

Además de este consumo, tal y como se hizo en el capítulo anterior se tiene en cuenta el consumo por el transporte de la maquinaria al lugar de trabajo y, también, el consumo por el transporte de la aceituna a la almazara para la posterior molturación del aceite.

Para tener en cuenta el consumo en los transportes de maquinaria y de aceitunas, lo primero que se obtienen son los datos de las distancias recorridas, las velocidades empleadas y el tiempo invertido. Estos datos también fueron facilitados por la empresa Agropfer, S.C.A., encargada de la realización de todas estas tareas agrícolas.

Tabla 4-16. Tiempo de desplazamiento de la maquinaria al lugar de trabajo en la cosecha de aceitunas de la campaña 2019-2020.

Desplazamientos de la maquinaria en las cosechas de las plantaciones de olivos de la campaña 2019-2020				
Maquina	Plantación de olivos	Distancia	Velocidad Media	Tiempo
Tractor 140 CV con remolque	Arbequinos ↔ Sede Agroperfer S.C.A.	8,0 km	30 km/h	0,54 h (Ida+Vuelta)
	Hojiblanco ↔ Sede Agroperfer S.C.A.	7,5 km	30 km/h	0,50 h (Ida+Vuelta)
	Arbequinos → Almazara	5,5 km	20 km/h	0,28 h
	Hojiblanco → Almazara	5,0 km	20 km/h	0,25 h
	Arbequinos ← Almazara	5,5 km	30 km/h	0,18 h
	Hojiblanco ← Almazara	5,0 km	30 km/h	0,17 h
Tractor 140 CV con paraguas	Arbequinos ↔ Sede Agroperfer S.C.A.	8,0 km	30 km/h	0,54 h (Ida+Vuelta)
	Hojiblanco ↔ Sede Agroperfer S.C.A.	7,5 km	30 km/h	0,50 h (Ida+Vuelta)

Tal y como puede apreciarse en la tabla superior, en los desplazamientos del tractor con remolque de aceitunas se han descrito tres trayectos diferentes para cada plantación de olivos. El primero de estos trayectos se refiere a la ida y la vuelta desde la sede de la empresa Agroperfer, S.C.A. a las plantaciones de olivos y los otros dos los desplazamientos de ida y vuelta desde las plantaciones de olivos hasta la almazara.

Se ha diferenciado entre los trayectos de ida y vuelta de la almazara por la variación entre las velocidades medias del trayecto, por el hecho de llevar cargado o no el remolque de aceitunas. Al ir cargado de aceitunas, el tractor se desplaza a una menor velocidad por el propio peso y por el hecho de asegurar la carga de aceitunas.

El hecho de que se diferencia la ida y el retorno de la almazara da lugar a que los tiempos mostrados en estos trayectos solo se correspondan al camino de ida o al de vuelta, mientras que en el resto de los trayectos sean la suma de la ida más la vuelta. Las velocidades mostradas en la tabla han sido facilitadas por la empresa Agroperfer, S.C.A., tras haber realizado en numerosas ocasiones el trayecto.

Al igual que se hizo para el resto de las tareas, llegados a este punto se calculan los tiempos de realización de las tareas tomando una jornada laboral de 7,5 h/día, con 7 horas efectivas. Con ello, se obtienen el consumo total por máquina en cada tarea, añadiendo los tiempos de desplazamientos.

Tabla 4-17. Consumo de la maquinaria en la cosecha de la campaña 2019-2020.

Consumo de maquinaria en las cosechas de las plantaciones de los olivos y transporte					
Actividad	Elemento	Plantación	Días de trabajo	Horas	Consumos
Cosecha de aceitunas	Tractor de 120 CV con paraguas	Arbequinos	19	128,45 h	2312,10 l Gasóleo B
		Hojiblanco	12	83,47 h	1502,46 l Gasóleo B
Transporte de Aceitunas	Tractor de 140 CV con remolque	Arbequinos	19	19,00 h	285,00 l Gasóleo B
		Hojiblanco	12	11,04 h	165,60 l Gasóleo B

Para la realización de la cosecha la empresa Agropfer, S.C.A. ha usado un remolque con capacidad para 16000 kg de aceitunas, por lo que por los días que se han tardado en cosechar las parcelas y los datos de producción mostrados en la tabla inferior, para el cálculo del consumo del tractor con remolque se ha tenido en cuenta que solo se desplaza una vez a la almazara cada día.

Tabla 4-18. Producción de aceitunas y rendimiento en la campaña 2019-2020.

Rendimiento y producción de aceitunas de la campaña 2019-2020			
Plantación de Olivos	Producción de aceitunas	Rendimiento bruto	Rendimiento neto
Arbequinos	269740 kg	22,00%	18,50%
Hojiblanco	201320 kg	19,00%	16,00%

Los datos de rendimiento de las aceitunas mostrados en la tabla superior se refieren a los litros de aceite que se obtienen de cada kilogramo de aceitunas. La diferencia entre el rendimiento bruto y el neto es que el rendimiento bruto informa acerca del aceite total que se puede obtener de cada kilogramo de aceituna y el neto informa acerca de los litros de aceite obtenidos.

La diferencia porcentual entre los rendimientos brutos y netos se puede obtener en aceite con posteriores molturaciones, dando lugar a aceites de menor calidad, como se explicó en el capítulo 3. Los datos de rendimientos mostrados en la tabla superior han sido facilitados por la almazara analizada donde se molturaron las aceitunas cosechadas durante esta campaña.

- Campaña 2020-2021

Al igual que en la campaña 2019-2020 la empresa Agropfer, S.C.A. fue la encargada de realizar las tareas de la cosecha, aunque en este caso utilizando otro método de recolección, tal y como se describió en el capítulo 3.

Por ello, para la obtención de los datos se ha trabajado de nuevo con la empresa Agropfer, S.C.A. analizando sus datos históricos y teniendo en cuenta sus conocimientos sobre las parcelas descritas y las

tareas agrícolas realizadas.

De esta forma, Agroperfer, S.C.A. facilitó los datos de consumos medios de la maquinaria en las tareas agrícolas realizadas para la cosecha de la campaña 2020-2021, a excepción del consumo del vareador eléctrico que se obtuvo del manual de instrucciones del propio elemento.

Tabla 4-19. Consumo de la maquinaria en la cosecha de la campaña 2020-2021.

Consumo de maquinaria en cosecha de la campaña 2020-2021		
Maquina	Consumible	Consumo Medio
Tractor 120 CV + Cajón	Gasóleo B	12 l/h
Buggy 140 CV	Gasóleo B	20 l/h
Peine Vareador	Gasóleo B	380 W (PELENC)
Tractor 140 CV + Remolque	Gasóleo B	15 l/h

Al igual que en los datos de la cosecha de la campaña 2019-2020, los consumos mostrados en la tabla superior se refieren a la media del consumo de la máquina en horas de trabajo y en los desplazamientos hasta la zona de trabajo. De igual forma, no se diferencian los consumos entre plantaciones de olivos por haber usado un mismo sistema de recolección en ambas parcelas de olivos y por tener terrenos bastante similares.

Una vez se tienen los datos de consumo medio de la maquinaria, se calcula el consumo medio de las operaciones de la cosecha de la campaña 2020-2021, mostrándose en la tabla inferior:

Tabla 4-20. Consumo en la cosecha de la campaña 2020-2021.

Campaña 2020/2021					
Actividad	Elemento	Horas Arbequinos	Consumo Arbequinos	Horas Hojiblanco	Olivos Hojiblanco
Cosecha Aceitunas	Tractor 120 CV	65,25 h	783,00 l Gasóleo B	41,74 h	500,88 l Gasóleo B
Cosecha Aceitunas	Buggy 140 CV	65,25 h	1305,00 l Gasóleo B	41,74 h	834,80 l Gasóleo B
Cosecha Aceitunas	Peine 140 CV	192,75 h	73,25 kWh	125,23 h	47,59 kWh

En la tabla superior se observa como por la diferencia en la extensión de las plantaciones, se diferencian los consumos de ambas, siendo mayores en la plantación de olivos arbequinos por tener una mayor extensión de terreno.

Al igual que se hizo para la anterior campaña, a los consumos obtenidos se les añaden los consumos derivados del transporte de la maquinaria hasta el lugar de trabajo y su retorno hasta la sede de la empresa propietaria de la maquinaria y los consumos producidos por el transporte de las aceitunas hasta la almazara.

Analizando los registros históricos de la empresa Agroperfer, S.C.A. se obtienen los datos relativos a las distancias, velocidad de desplazamiento de las máquinas y tiempo invertido en los desplazamientos. Estos datos se muestran en la tabla inferior:

Tabla 4-21. Tiempo de desplazamiento de la maquinaria al lugar de trabajo en la cosecha de aceitunas de la campaña 2020-2021.

Desplazamientos de la maquinaria en las cosechas de las plantaciones de olivos de la campaña 2020-2021				
Maquina	Plantación de olivos	Distancia	Velocidad Media	Tiempo
Buggy 140 CV	Arbequinos ↔ Sede Agroperfer S.C.A.	8,0 km	30 km/h	0,54 h (Ida+Vuelta)
	Hojiblanco ↔ Sede Agroperfer S.C.A.	7,5 km	30 km/h	0,50 h (Ida+Vuelta)
Tractor 140 CV con cajón	Arbequinos ↔ Sede Agroperfer S.C.A.	8,0 km	30 km/h	0,54 h (Ida+Vuelta)
	Hojiblanco ↔ Sede Agroperfer S.C.A.	7,5 km	30 km/h	0,50 h (Ida+Vuelta)
Tractor 140 CV con remolque	Arbequinos ↔ Sede Agroperfer S.C.A.	8,0 km	30 km/h	0,54 h (Ida+Vuelta)
	Hojiblanco ↔ Sede Agroperfer S.C.A.	7,5 km	30 km/h	0,50 h (Ida+Vuelta)
	Arbequinos → Almazara	5,5 km	20 km/h	0,28 h
	Hojiblanco → Almazara	5,0 km	20 km/h	0,25 h
	Arbequinos ← Almazara	5,5 km	30 km/h	0,18 h
	Hojiblanco ← Almazara	5,0 km	30 km/h	0,17 h

Siguiendo la misma línea que para la campaña 2019-2020, en la tabla anterior se muestran tres tipos de desplazamientos del tractor con remolque para cada plantación de olivos. De igual manera, el primero de estos desplazamientos se corresponde con el traslado de la maquinaria hasta la zona de trabajo y los otros dos con la ida y el retorno del traslado de las aceitunas a la almazara, diferenciándose en la velocidad del transporte a consecuencia de la carga de aceitunas. Tal y como se aprecia en la tabla, los consumos mostrados son la suma de la ida más la vuelta del trayecto, a excepción de los trayectos de ida y vuelta de la almazara, donde el consumo mostrado es únicamente el del trayecto señalado.

Al igual que en la obtención de los datos de las tareas anteriores, una vez llegados a este punto se calculan los días empleados en cada tarea suponiendo una jornada laboral de 7,5 h/día con 7 horas efectivas. Esta operación se realiza con el fin de obtener el tiempo total empleado en cada operación, es decir, el tiempo de trabajo más la suma de los desplazamientos de cada día.

Tabla 4-22. Consumo de la maquinaria en la cosecha de la campaña 2020-2021.

Consumo de maquinaria en la cosecha de la campaña 2020-2021 y su transporte					
Actividad	Elemento	Plantación	Días de trabajo	Horas	Consumos
Cosecha de aceitunas	Buggy 140 CV	Arbequinos	9	69,11 h	1380,20 l Gasóleo B
		Hojiblanco	6	44,74 h	894,80 l Gasóleo B
	Tractor 140 CV con cajón	Arbequinos	9	69,11 h	829,32 l Gasóleo B
		Hojiblanco	6	44,74 h	536,88 l Gasóleo B
	3 peines vibradores	Arbequinos	9	192,75 h	73,25 kWh
		Hojiblanco	6	125,23 h	47,59 kWh
Transporte de Aceitunas	Tractor 140 CV con remolque	Arbequinos	9	9,00 h	135,00 l Gasóleo B
		Hojiblanco	6	5,52 h	82,80 l Gasóleo B

Los tiempos mostrados en la tabla superior son la suma de los tiempos invertidos en las operaciones de la cosecha más los desplazamientos diarios de cada máquina. Para los desplazamientos del remolque de aceitunas hasta la almazara se ha considerado que se desplazan aceitunas a la almazara dos veces cada día.

El supuesto de haber tenido en cuenta que el remolque de aceitunas se desplaza dos veces por día a la almazara se ha realizado teniendo en cuenta el número de aceitunas cosechadas y el hecho de que la empresa usara un remolque con capacidad para 16000 kg de aceitunas.

Tabla 4-23. Producción de aceitunas y rendimiento en la campaña 2020-2019.

Rendimiento y producción de aceitunas de la campaña 2020-2021			
Plantación de Olivos	Producción de aceitunas [kg]	Rendimiento bruto	Rendimiento neto
Arbequinos	274900	21,00%	17,50%
Hojiblanco	131555	20,00%	17,00%

Con las producciones obtenidas en la campaña 2020-2021 mostradas en la tabla superior, se podría comprobar que el remolque usado se llenaría más de una vez al día, por lo que habría que realizar dos desplazamientos de aceitunas hasta la almazara. De media en la parcela de olivos arbequinos se recogieron 30545 kg y en la de olivos hojiblanco 21926 kg por día.

Al igual que en los datos mostrados para la campaña 2019-2020, los rendimientos netos y brutos mostrados en la tabla superior se refieren respectivamente a los litros de aceite obtenidos en la almazara analizada y los que se podrían haber obtenido mediante sucesivas molturaciones.

Los datos de rendimientos han sido facilitados por la propia almazara encargada de la operación de molturación, almazara que como se describió anteriormente también fue analizada.

Al igual que para las tareas de plantación y tratamiento de olivos, los datos mostrados en las cosechas de las últimas dos campañas de aceitunas son bastante realistas, ya que han sido facilitados por las propias empresas encargadas de realizar las tareas y verificados junto con la empresa Agroquimar, S.L, experta en los tratamientos y gestión de cultivos agrícolas de la zona.

4.2.2.4 Molturación y envasado

Finalmente, tras haber analizado los datos del todo el proceso de plantación y tratamiento de olivos y la posterior cosecha de las aceitunas, se pasa a estudiar la obtención de los datos de la molturación de las aceitunas y el posterior envasado del aceite, es decir, la obtención del aceite y su envasado.

Para ello, se usará el análisis sobre el proceso realizado en capítulo 3 y diversos datos facilitados por la empresa propietaria de la almazara, Oleico Pallarés, S.L.

Entre los principales datos a obtener del proceso de molturación se encuentran el consumo energético y el consumo de agua. Datos que en cierta medida han podido ser conseguidos al analizar la almazara.

Sobre el consumo energético la almazara la empresa Oleico Pallarés S.L ha facilitado diversas facturas de luz correspondientes a los intervalos de tiempo de las últimas dos campañas. De estas facturas energéticas se han obtenido los consumos de electricidad mensuales en cada campaña.

Los consumos energéticos mensuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4-24. kWh consumidos por mes en la almazara de la empresa Oleico Pallarés S.L. durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021

kWh consumidos por mes a lo largo de las campañas 2019-2020 y 2020-2021												
Campañas	Abr.	My.	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Febr.	Mzo.
2019-2020	20	20	10	10	20	148,2	550	1550	980	1270	965	960
2020-2021	20	20	10	10	20	160	650	2479	1869	1302	989,6	984,5

Para poder apreciar mejor la variación del consumo energético mostrada en la tabla superior, se representan los datos en un gráfico de barras:

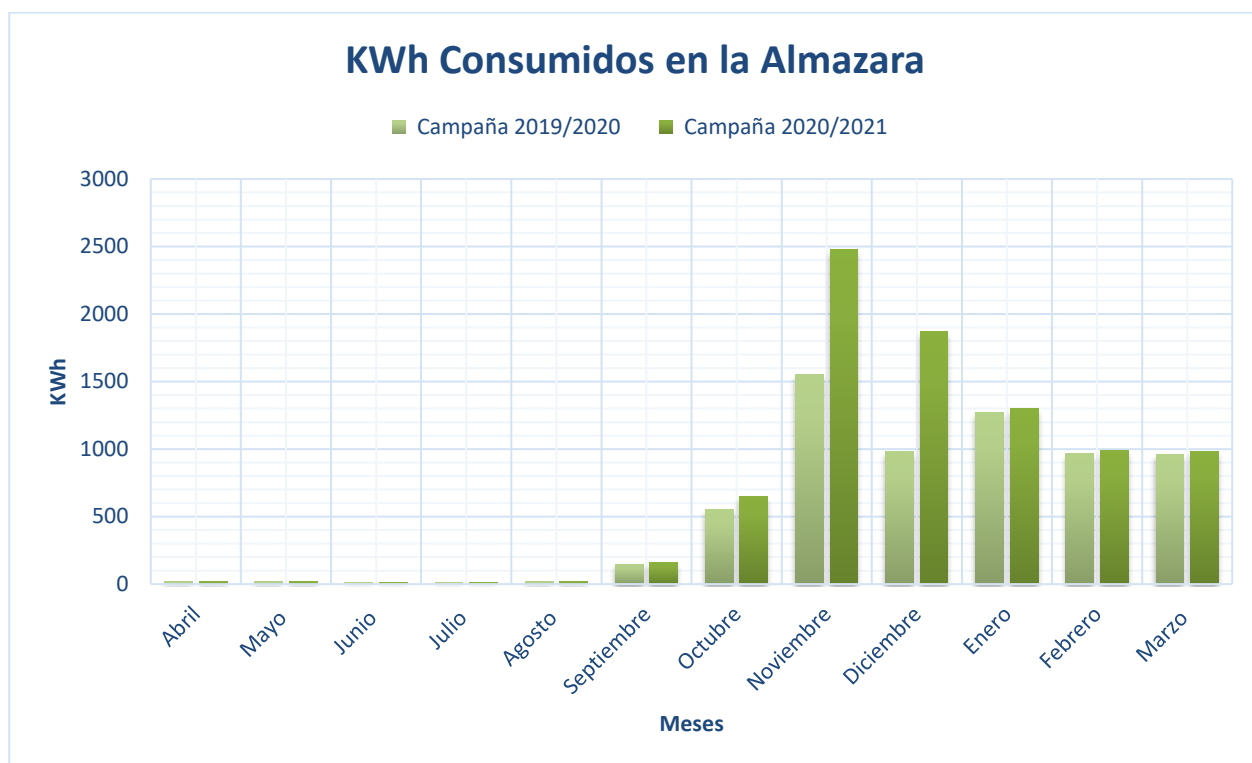


Figura 4-9. Consumos energéticos mensuales de las últimas dos campañas productivas de aceite en la almazara de la empresa Oleico Pallarés S.L.

En el gráfico superior podemos ver cómo varía el consumo energético en la organización con el paso de los meses. Se puede apreciar que entre los meses abril-agosto el consumo es inexistente, ya que se corresponde con los meses con los que no se moltura las aceitunas, únicamente aparecen los consumos mínimos ejecutados por la distribuidora de luz.

Si seguimos analizando el gráfico superior, se puede apreciar como el consumo energético se dispara en los meses de trabajo de la almazara, llegando a sus puntos máximos en noviembre, momento en el que la almazara moltura una mayor cantidad de aceitunas.

El hecho de que incremente tanto la luz se debe a la gran cantidad de maquinaria dependiente de luz eléctrica que tiene la almazara. Toda esta maquinaria fue descrita en el capítulo 3 al analizar la molturación del aceite de hoy en día.

El hecho de que el consumo energético aumente en la segunda campaña se debe al aumento en los kilogramos de aceitunas molturados durante esta campaña, tal y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 4-25. Cantidad de aceitunas molturadas por la almazara de la empresa Oleico Pallarés S.L. durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021

Cantidad de aceitunas molturadas por campaña	
Campaña	Aceitunas cosechadas [kg]
2019-2020	300000
2020-2021	555000

En la tabla anterior se puede apreciar el gran desarrollo en cuanto a crecimiento productivo que tuvo la almazara,

hecho que justifica la diferencia en cuanto a los consumos energéticos entre las últimas dos campañas de producción de aceite de la almazara.

La complejidad de la maquinaria de la almazara dificulta la asociación del consumo eléctrico producido por cada máquina. Como lo que realmente interesa para el cálculo de la HdC parcial en sí es el consumo eléctrico total, se tomará éste asociándolo a los kilogramos de aceitunas producidos.

Tabla 4-26. Consumo en kWh por aceitunas molturadas

Consumo en kWh por toneladas de aceitunas molturadas			
Campaña	Consumo (kWh)	t de aceitunas	Total (kWh/t)
2019-2020	6503,24	300	21,68
2020-2021	8514,13	555	15,34

Analizando la almazara se intentó conseguir también facturas de agua para poder tener en cuenta en el cálculo de la HdC parcial el consumo de agua en la molturación de aceitunas. Este consumo de agua es bastante importante por la gran cantidad de agua que las almazaras consumen para el lavado de las aceitunas.

Aun así, una pérdida de documentación de la empresa Oleico Pallarés S.L. dificultó la obtención de los datos. El hecho de que fuera imposible obtener los datos reales de consumo de agua de la almazara hizo que se tratara este tema con expertos en la molturación de aceite con el fin de poder tenerlo en cuenta.

La empresa Oleico Pallarés S.L. nos indicó que en su almazara se gastaban unos $375 m^3$ de agua por cada tonelada de aceituna. Este dato se contrastó con otras almazaras de la zona y se verificó con una resolución de la Junta de Andalucía sobre una almazara en Jaén con unos equipos y distribución similares a los de la almazara estudiada. En la resolución nombrada se muestra el mismo consumo de agua por kilogramos de aceituna molturada (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2017).

Los datos de consumo de agua también fueron contrastados con la empresa Agroquimar, S.L., que por su conocimiento en productos agrícolas y sus derivados también poseía conocimientos en los productos obtenidos de los cultivos.

De esta forma se consideró el siguiente consumo hidrográfico:

Tabla 4-27. Consumo en kWh por aceitunas molturadas

Consumo de agua por toneladas de aceitunas molturadas			
Campaña	Aceitunas [t]	Consumo [m^3/t]	Total [m^3]
2019-2020	300	375	112500
2020-2021	555	375	208125

Los datos de consumo por el envasamiento del aceite están considerados en el consumo eléctrico de la almazara en su conjunto, ya que la etapa de envasado se encuentra en la propia almazara. Aun así, como en esta almazara el envasamiento se realiza prácticamente manualmente, los consumos por el envasamiento tampoco serían demasiado grandes, por usar únicamente maquinaria para el taponado.

La distribución del aceite no se ha tenido en cuenta por la complejidad para obtener los datos del aceite distribuido y porque la almazara vende la mayor parte de su aceite en la propia instalación, por lo que en este caso no habría consumo de transportes.

4.2.3 Evaluación del impacto de la huella de carbono

En esta última fase, se calcula ya la HdC de producto a partir de los datos descritos anteriormente. Tal y como se describió a inicios de este mismo capítulo, para la realización de este cálculo se sigue la metodología de la norma UNE-EN ISO 14067. Conociendo los gases de efecto invernadero producidos en las diferentes actividades y fases del proceso, se debe calcular la HdC del producto usando los PGC_{100} con el horizonte temporal de 100 años que proporciona el IPCC (AENOR, 2019) (MANZANO CASADO, ENRIQUE, 2020).

Para el cálculo de la HdC parcial del ciclo productivo del AOVE no se han calculado los factores de emisión para cada actividad por la falta de datos para ello. Los factores de emisión se han tomado del registro de la HdC, compensación y proyectos de absorción realizado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España en el presente año, a excepción del factor de emisión para el agua.

El factor de emisión del agua no se ha tomado del registro anteriormente citado porque en él no se tenía en cuenta. Por ello, se ha calculado a partir de datos de consumos por la producción de agua siguiendo la metodología implantada en la publicación “Huella de carbono de la UCO” realizada por la Universidad de Córdoba (DE TORO JORDANO, ANA, 2013).

Para el cálculo de los factores de emisiones de los años 2019 y 2020 se han tomado los datos de consumo de las emisiones publicadas por EMASESA. Para los años anteriores a 2015, como la organización EMASESA aún no había recogido datos de emisiones, se han tomado los datos obtenidos por la Universidad de Córdoba en su publicación “La huella de carbono de la UCO”, por ser los datos de emisiones contrastadas encontrados más antiguos (DE TORO JORDANO, ANA, 2013). El cálculo de estos factores de emisiones está recogido en el Anexo II.

El hecho de no haber calculado todos los factores de emisión provoca una menor fiabilidad de los datos, aunque como se ha descrito la dificultad para conseguirlos imposibilita seguir esta línea. Se insta en un futuro a repetir el proceso calculando los factores de emisión para comprobar las diferencias en los resultados.

Tabla 4-28. Factores de emisión de los consumibles usados en las distintas tareas del ciclo productivo del AOVE de las campañas 2019-2020 y 2020-2021

Factores de emisión de los consumibles usados en la producción de aceite				
Elemento	Campaña	PCG_{100}	Unidad	Fuente
Gasóleo B	2005-2006	2,708	$kgCO_{2-eq}/l$	(GOBIERNO DE ESPAÑA, 2021 a)
	2006-2007	2,708		
	2007-2008	2,708		
	2019-2020	2,708		
	2020-2021	2,686		
Electricidad	2019-2020	0,270	$kgCO_{2-eq}/kWh$	
	2020-2021	0,200		
Agua	2005-2006	0,162	$kgCO_{2-eq}/m^3$	Elaboración propia a partir de los datos publicados por EMASESA
	2006-2007	0,162		
	2007-2008	0,162		
	2019-2020	0,119		
	2020-2021	0,088		

Para los factores de emisión mostrados en la tabla anterior, se han tomado los datos de factores de emisión del año 2019 para la campaña de producción de aceite 2019-2020 y los datos del año 2020 para la campaña productiva 2020-2021. Se ha tomado esta decisión porque la primera campaña ocurre prácticamente al completo en el año 2019 y la segunda en 2020 y, además, aún no se han publicado datos de emisiones para el año 2021.

Los factores tanto del gasóleo B como de la electricidad mostrados en la tabla superior son elaborados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico a partir de datos facilitados por las empresas u organizaciones o a través de estadísticas generadas por el propio gobierno, recopilando datos principalmente de las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. En el propio registro citado anteriormente se hace mención de la dificultad para la obtención de estos factores y las aproximaciones que se siguen.

Para el factor de emisión de la electricidad se han tomado del registro gubernamental los factores emitidos para la organización Endesa Energía, S.A. en los años 2019 y 2020. Por otro lado, se han tomado los factores para de gasóleo B para los mismos años por ser el combustible que se usa en la maquinaria agrícola e industrial.

Siguiendo la misma línea que para la obtención de datos, se calculan las emisiones de CO₂ equivalente usando la metodología de la norma UNE-EN ISO 14067, mediante el uso de los factores de emisiones anteriormente descritos. Para ello, se distinguen de nuevo el ciclo en las mismas etapas que para el análisis del ciclo de vida facilitando así el entendimiento para el cálculo de la HdC del ciclo completo.

4.2.3.1 Plantación y tratamientos de las plantaciones de olivos en años no productivos (1-3 años).

Tras haber obtenido los datos para la plantación y los tratamientos de los años no productivos y los factores para el cálculo de las emisiones, se pasa a calcular las propias emisiones de esta etapa.

Primeramente, se centra el estudio en el cálculo de las emisiones de CO₂ equivalentes para las tareas de plantación de los olivos, aplicando los factores previamente obtenidos. Con ello, se obtiene la HdC de las actividades de la realización de la plantación de olivos y de la plantación de los olivos arbequinos y hojiblanco en su conjunto.

Tabla 4-29. Cálculo del CO₂-eq para la plantación de los olivos arbequinos.

Cálculo de la HdC para las tareas de plantación de los olivos arbequinos					
Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	% CO ₂ -eq
Labrado y preparación del terreno	2078,60 l Gasóleo B	2,708	5628,85	20878,68	26,96%
Excavación de los hoyos y plantación	3701,34 l Gasóleo B	2,708	10023,23		48,01%
Extensión de la tierra extraída	1393,00 l Gasóleo B	2,708	3772,24		18,07%
Riego	514,00 l Gasóleo B	2,708	1391,91		6,67%
	385,50 m ³ Agua	0,162	62,45		0,30%

Tabla 4-30. Cálculo del CO₂-eq para la plantación de los olivos hojiblanco.

Cálculo de la HdC para las tareas de plantación de los olivos hojiblanco					
Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	% CO ₂ -eq
Labrado y preparación del terreno	1340,20 l Gasóleo B	2,708	3629,26	13481,70	26,92%
Excavación de los hoyos y plantación	2393,46 l Gasóleo B	2,708	6481,49		48,08%
Extensión de la tierra extraída	894,8 l Gasóleo B	2,708	2423,12		17,97%
Riego	333,92 l Gasóleo B	2,708	907,26		6,73%
	250,46 m ³ Agua	0,162	40,57		0,30%

En las dos tablas anteriores se puede apreciar las emisiones de CO₂ equivalentes para la realización de las plantaciones de los olivos arbequinos y hojiblanco. En estas dos tablas se observa la contribución de cada una de las tareas llevadas a cabo a las emisiones totales.

Una vez obtenidos los resultados para la realización de las plantaciones, se repite el mismo proceso para las tareas de tratamientos en los años no productivos, obteniendo los resultados mostrados en las siguientes tablas:

Tabla 4-31. Cálculo del CO₂-eq de los tratamientos de las plantaciones de olivos durante los años no productivos (1-3 años).

Cálculo de la HdC para los tratamientos de los olivos arbequinos en años no productivos					
Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	% CO ₂ -eq
Tratamientos Foliares	2494,44 l Gasóleo B	2,708	6754,94	200464,05	3,37%
Tratamientos de Herbicidas	1665,12 l Gasóleo B	2,708	4509,14		2,25%
Arado del terreno	4157,40 l Gasóleo B	2,708	11258,24		5,62%
Picar restos de poda	188,54 l Gasóleo B	2,708	510,57		0,25%
Riego	62707,60 l Gasóleo B	2,708	169812,18		84,71%
	47030,71 m ³ Agua	0,162	7618,98		3,80%

Al igual que para la realización de las plantaciones, las tablas anteriores muestran el resultado de la HdC para los tratamientos de las plantaciones en los años no productivos (1-3 años), pudiendo apreciar la contribución de cada tarea a las emisiones totales.

Tras obtener el resultado de la HdC para cada uno de los tratamientos, se obtiene la HdC total de los tratamientos de las plantaciones de olivos arbequinos y hojiblanco. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos y la contribución de cada una de las tareas a las emisiones totales.

Tabla 4-32. Cálculo del CO₂-eq para los tratamientos de las plantaciones de olivos arbequinos y hojiblanco en los años no productivos (1-3 años).

Cálculo de la HdC para los tratamientos de los olivos hojiblanco en años no productivos					
Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	% CO ₂ -eq
Tratamientos Foliares	1610,76 l Gasóleo B	2,708	4361,94	130157,90	3,35%
Tratamientos de Herbicidas	1073,88 l Gasóleo B	2,708	2908,07		2,23%
Arado del terreno	2684,60 l Gasóleo B	2,708	7269,90		5,59%
Picar restos de poda	125,84 l Gasóleo B	2,708	340,77		0,26%
Riego	40741,20 l Gasóleo B	2,708	110327,17		84,76%
	30555,88 m ³ Agua	0,162	4950,05		3,80%

4.2.3.2 Tratamientos de las plantaciones de olivos en años productivos

Tras la obtención de los resultados HdC en la fase de plantación y tratamientos en años no productivos, se continúa el proceso de la misma forma calculando la HdC para los tratamientos en olivos en plena producción.

Con ello, se obtienen en primer lugar los resultados de la HdC para cada una de las tareas de tratamiento de los olivos en plena producción tanto para la parcela de olivos arbequinos como para la de hojiblanco.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos para la plantación de olivos arbequinos. En esta tabla se aprecian las emisiones obtenidas en cada tarea y, por tanto, las emisiones totales producidas en cada año de tratamientos de olivos arbequinos.

Tabla 4-33. Cálculo del CO_{2-eq} de los tratamientos de las plantaciones de olivos en plena producción.

Cálculo de la HdC para los tratamientos de los olivos en plena producción						
Campaña	Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO _{2-eq} [kg]	CO _{2-eq} [kg] Total	% CO _{2-eq}
2019-2020	Tratamientos Foliars	996,48 l Gasóleo B	2,708	2698,47	566236,59	0,48%
	Tratamientos de Herbicidas	1665,12 l Gasóleo B	2,708	4509,14		0,80%
	Arado del terreno	2775,20 l Gasóleo B	2,708	7515,24		1,33%
	Picar restos de poda	577,50 l Gasóleo B	2,708	1563,87		0,28%
	Riego	196603,76 l Gasóleo B	2,708	532402,98		94,02%
		147452,83 m ³ Agua	0,119	17546,89		3,10%
2020-2021	Tratamientos Foliars	996,48 l Gasóleo B	2,686	2676,54	557207,95	0,48%
	Tratamientos de Herbicidas	1665,12 l Gasóleo B	2,686	4472,51		0,80%
	Arado del terreno	2775,20 l Gasóleo B	2,686	7454,19		1,34%
	Picar restos de poda	577,50 l Gasóleo B	2,686	1551,17		0,28%
	Riego	196603,76 l Gasóleo B	2,686	528077,7		94,77%
		147452,83 m ³ Agua	0,088	12975,84		2,33%

Una vez mostrados los resultados de la HdC para la plantación de olivos hojiblanco, se realiza la misma operación para la plantación de olivos hojiblanco, mostrando los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 4-34. Cálculo del CO₂-eq para los tratamientos de las plantaciones de olivos arbequinos y hojiblanco en plena producción.

Cálculo de la HdC para los tratamientos en plena producción para la plantación de los olivos hojiblanco						
Campaña	Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	% CO ₂ -eq
2019-2020	Tratamientos Foliares	643,08 l Gasóleo B	2,708	1741,46	367820,85	0,47%
	Tratamientos de Herbicidas	1073,88 l Gasóleo B	2,708	2908,07		0,79%
	Arado del terreno	1789,80 l Gasóleo B	2,708	4846,78		1,32%
	Picar restos de poda	377,30 l Gasóleo B	2,708	1021,73		0,28%
	Riego	127733,60 l Gasóleo B	2,708	345902,59		94,04%
		95800,19 m ³ Agua	0,119	11400,22		3,10%
2020-2021	Tratamientos Foliares	643,08 l Gasóleo B	2,686	1727,31	361955,45	0,48%
	Tratamientos de Herbicidas	1073,88 l Gasóleo B	2,686	2884,44		0,80%
	Arado del terreno	1789,80 l Gasóleo B	2,686	4807,40		1,33%
	Picar restos de poda	377,30 l Gasóleo B	2,686	1013,43		0,28%
	Riego	127733,60 l Gasóleo B	2,686	343092,45		94,79%
		95800,19 m ³ Agua	0,088	8430,42		2,33%

4.2.3.3 Cosecha de las plantaciones de olivos en plena producción

Después de haber obtenido la HdC para la plantación de los olivos y los tratamientos de éstos tanto en años no productivos como en plena producción, se obtiene de igual manera la HdC para las tareas de la cosecha de los olivos tanto en la campaña 2019-2020 como en la campaña 2020-2021.

En las siguientes tablas se muestran los resultados de HdC obtenidos en ambas campañas de recolección de aceitunas, tanto para las plantaciones de olivos arbequinos como para las de hojiblanco. Pudiendo apreciar los kilogramos de CO₂ equivalentes emitidos en cada una de las tareas realizadas en las cosechas.

Tabla 4-35. Cálculo del CO₂-eq en las cosechas de las plantaciones de olivos arbequinos durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021.

Cálculo de la HdC para la cosecha de los olivos arbequinos						
Campaña	Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	% CO ₂ -eq
2019-2020	Tractor de 120 CV con paraguas	2312,10 l Gasóleo B	2,708	6261,17	7032,95	89,03%
	Tractor de 140 CV con remolque	285,00 l Gasóleo B	2,708	771,78		10,97%
2020-2021	Buggy 140 CV	1380,20 l Gasóleo B	2,686	3707,22	6312,03	58,73%
	Tractor 140 CV con cajón	829,32 l Gasóleo B	2,686	2227,55		35,29%
	3 peines vibradores	73,25 kWh	0,200	14,65		0,23%
	Tractor 140 CV con remolque	135,00 l Gasóleo B	2,686	362,61		5,74%

Tabla 4-36. Cálculo del CO₂-eq en las cosechas de las plantaciones de olivos hojiblancos durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021.

Cálculo de la HdC para cosecha de los olivos hojiblancos						
Campaña	Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	CO ₂ -eq [kg]
2019-2020	Tractor de 120 CV con paraguas	1502,46 l Gasóleo B	2,708	4068,66	4517,10	90,07%
	Tractor de 140 CV con remolque	165,60 l Gasóleo B	2,708	448,44		9,93%
2020-2021	Buggy 140 CV	894,80 l Gasóleo B	2,686	2403,43	4077,41	58,95%
	Tractor 140 CV con cajón	536,88 l Gasóleo B	2,686	1442,06		35,37%
	3 peines vibradores	47,59 kWh	0,200	9,52		0,23%
	Tractor 140 CV con remolque	82,80 l Gasóleo B	2,686	222,40		5,45%

4.2.3.4 Molturación de las aceitunas y envasado del aceite

Una vez obtenidos los resultados de la HdC para las cosechas de las últimas dos campañas de las plantaciones descritas, se finaliza el cálculo de la HdC aplicándola a la molturación de aceitunas y envasado del aceite, última etapa del estudio realizado.

Siguiendo los mismos pasos que para la plantación, tratamientos y cosechas de aceitunas, se obtienen los resultados de las emisiones de CO₂ equivalente.

Tabla 4-37. Cálculo del CO₂-eq en la molturación de las aceitunas y el envasamiento del aceite durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021.

Cálculo de la HdC para la molturación de aceitunas y envasado del aceite						
Campaña	Fuente	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	CO ₂ -eq [kg]
2019-2020	Electricidad [kWh]	6503,24	0,270	1755,87	15143,37	11,60%
	Agua [m ³]	112500,00	0,119	13387,50		88,40%
2020-2021	Electricidad [kWh]	8514,13	0,200	1702,83	20017,83	8,51%
	Agua [m ³]	208125,00	0,088	18315,00		91,49%

Tal y como se describió en el análisis de inventario del ciclo de vida, los datos de consumo eléctrico e hidrográficos de la almazara recogidos en la tabla anterior se refieren al proceso de molturación de las aceitunas y envasamiento del aceite en su conjunto.

En esta misma tabla se aprecia la contribución de la electricidad y el consumo del agua a las emisiones de CO₂ equivalentes. Con el cálculo de las emisiones producidas en la almazara se finalizan los cálculos de HdC del análisis realizado.

4.2.3.5 Resultado final

Finalmente, tras haber obtenido el resultado de la HdC para todas las etapas del ciclo de obtención del aceite, se calcula la HdC total del ciclo de las últimas dos campañas sumando los resultados obtenidos en todas las etapas.

Para obtener la huella del ciclo de carbono completo en las etapas de plantación de los olivos y tratamientos en los años no productivos se toma $\frac{1}{27}$ de los resultados obtenidos para cada campaña, para así asociar los resultados obtenidos a todos los años productivos. Se toma en cuenta $\frac{1}{27}$ teniendo en cuenta la durabilidad descrita para las plantaciones de olivo analizadas, unos 30 años de vida con 3 años hasta llegar a esa plena producción.

Para la etapa de molturación del aceite y envasado se obtienen los datos de cada campaña multiplicando los kilogramos de aceitunas cosechados por el factor de CO₂ equivalente obtenido en la molturación de aceitunas de la almazara analizada.

Con ello, se obtienen los siguientes resultados para las plantaciones analizadas:

Tabla 4-38. Cálculo del CO_{2-eq} total para el ciclo productivo del AOVE de la plantación de olivos arbequinos durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021.

Cálculo de la HdC total para el ciclo productivo de aceite en la plantación de olivos arbequinos					
Plantación	Etapas	CO _{2-eq} [kg]	CO _{2-eq} [kg] Total	$\frac{CO_{2eq}[kg]}{Aceitunas[kg]}$	% CO _{2-eq} [kg]
2019-2020	Plantación de los olivos	773,28	595083,32	2,21	0,13%
	Tratamientos en años no productivos (1-3 años)	7424,59			1,25%
	Tratamientos en plena producción	566236,58			95,15%
	Cosecha	7032,95			1,18%
	Molturación y envasado	13615,91			2,29%
2020-2021	Plantación de los olivos	773,28	581633,00	2,12	0,13%
	Tratamientos en años no productivos (1-3 años)	7424,59			1,28%
	Tratamientos en plena producción	557207,95			95,80%
	Cosecha	6312,03			1,09%
	Molturación y envasado	9915,14			1,70%

Tabla 4-39. Cálculo del CO_{2-eq} total para el ciclo productivo del AOVE de la plantación de olivos hojiblancos durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021.

Cálculo de la HdC total para el ciclo productivo de aceite en la plantación de olivos hojiblancos					
Plantación	Etapas	CO _{2-eq} [kg]	CO _{2-eq} [kg] Total	$\frac{CO_{2eq}[kg]}{Aceitunas[kg]}$	% CO _{2-eq} [kg]
2019-2020	Plantación de los olivos	499,32	387820,15	1,93	0,13%
	Tratamientos en años no productivos (1-3 años)	4820,66			1,24%
	Tratamientos en plena producción	367820,85			94,84%
	Cosecha	4517,10			1,16%
	Molturación y envasado	10162,21			2,62%
2020-2021	Plantación de los olivos	499,32	376097,79	2,86	0,13%
	Tratamientos en años no productivos (1-3 años)	4820,66			1,28%
	Tratamientos en plena producción	361955,45			96,24%
	Cosecha	4077,41			1,08%
	Molturación y envasado	4744,95			1,26%

En las tablas anteriores se han representado los kilogramos de CO₂ equivalentes emitidos en la producción de aceite en las parcelas descritas, referenciados a los kilogramos de aceitunas producidos.

Para tener una mejor idea de las emisiones producidas, se obtienen los litros de aceite producidos en cada campaña a partir de los rendimientos netos mostrados anteriormente y se calculan los kilogramos de CO₂ equivalente emitidos por litros de aceite producidos en cada plantación de olivos.

Tabla 4-40. Cantidad de CO_{2-eq} total para el ciclo productivo del AOVE de las plantaciones de olivos arbequinos y hojiblancos en función de los litros de AOVE producidos.

Cálculo de la HdC total para el ciclo productivo de aceite en la plantación de olivos arbequinos						
Plantación	Campaña	Aceitunas [kg]	Rendimiento	Aceitunas [l]	CO _{2-eq} Total [kg]	$\frac{CO_{2eq}[kg]}{Aceitunas[l]}$
Arbequinos	2019-2020	269740	18,50%	49901,90	595083,32	11,93
	2020-2021	274900	17,50%	48107,50	581632,99	12,09
Hojiblancos	2019-2020	201320	16,00%	32211,20	387820,15	12,04
	2020-2021	131555	17,00%	22364,35	377097,79	16,82

4.2.4 Interpretación del ciclo de vida

Tras haber mostrado el cálculo de la HdC de la producción de AOVE, tanto para todas sus fases como para el ciclo productivo completo, se finaliza el análisis interpretando los resultados obtenidos.

De esta forma, se pasa a identificar y evaluar los puntos importantes de los resultados obtenidos. Para ello, al igual que en las etapas anteriores, se divide esta etapa en las fases más importantes del ciclo productivo, haciendo un análisis más de tallado de cada fase.

Se finaliza con el análisis de los resultados globales del ciclo productivo, haciendo hincapié en la diferencia de resultados entre las distintas campañas y la diferente variedad de aceite obtenido de las plantaciones de olivos descritas.

4.2.4.1 Plantación y tratamientos de olivos en años no productivos (1-3 años)

Se comienza el análisis de los resultados con las tareas de la realización de las plantaciones y los tratamientos de los olivos durante los años no productivos (1-3 años), primera parte del proceso productivo del aceite.

Observando los datos porcentuales de las emisiones de CO₂ equivalente producidas en la realización de la plantación de los olivos, se puede apreciar que los porcentajes de emisiones apenas varían entre las plantaciones descritas, únicamente varían las emisiones finales del proceso por las diferencias de extensión de terreno entre las parcelas.

El hecho de que los resultados porcentuales de las plantaciones de olivos no varíen en función de la parcela analizada, se debe a que los terrenos de las plantaciones estudiadas tienen unas localizaciones y características similares y a que la variedad de olivos plantados no interfiere en el consumo que producen estas tareas.

Por ello, como los resultados son similares para ambas plantaciones, se muestra un gráfico porcentual de las emisiones de cada tarea realizada en la plantación de los olivos arbequinos como caso general.

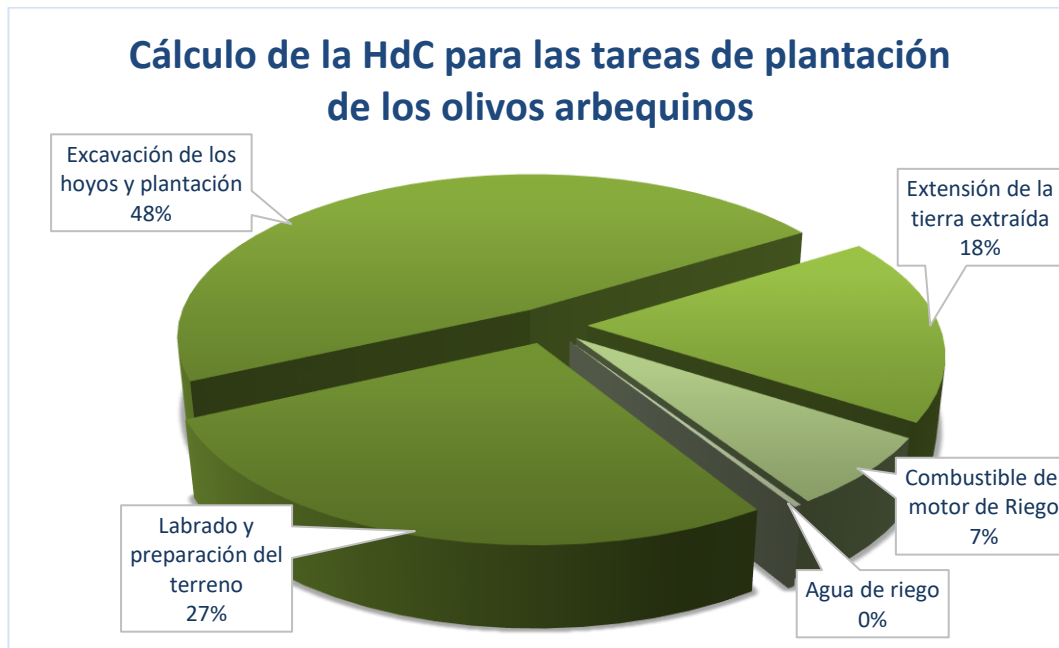


Figura 4-10. Cálculo porcentual de la HdC para las tareas realizadas en la plantación de olivos arbequinos.

Observando la figura anterior, se puede apreciar que el trabajo de la excavadora para la realización de los hoyos supone la mitad de los kilogramos de CO₂ equivalentes producidos durante este proceso. Esto se debe al gran consumo de la máquina retroexcavadora y a que el resto de las tareas no suponen un gran gasto ni de agua ni de combustible.

En las tareas de plantación de los olivos sería complicado la reducción de las emisiones de CO₂ equivalentes, ya que sería difícil sustituir el uso de la retroexcavadora en la realización de los hoyos. Aun así, se podrían reducir las emisiones en menor medida usando Gasóleo A como combustible o sustituyendo el motor de riego por un motor eléctrico alimentado con placas solares.

Por un lado, como uso el uso de gasóleo B participa en prácticamente en el 100% de las emisiones de CO₂ equivalente en las tareas de plantación de los olivos, el hecho de sustituirlo por gasóleo A permitiría reducir las emisiones totales de esta etapa en un 2,02%.

Como se aprecia en la tabla posterior, el cambio de combustible supondría una reducción de emisiones. Aun así, este cambio sería poco viable por el gran aumento de coste en las labores agrícolas, provocaría que los costes de la producción de aceitunas superaran a los beneficios obtenidos y, por tanto, haría peligrar la producción del AOVE.

Tabla 4-41. Comparación de los kilogramos de CO₂-eq producidos en la plantación de los olivos al usar como combustible de la maquinaria gasóleo A o gasóleo B.

Reducción HdC para las tareas de plantación de los olivos arbequinos con el cambio de combustible						
Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	% Reducción CO ₂ -eq	% Reducción Total
Labrado y preparación del terreno	2078,60 l Gasóleo A	2,653	5514,53	20455,91	2,03%	2,02%
Excavación de los hoyos y plantación	3701,34 l Gasóleo A	2,653	9819,66		2,03%	
Extensión de la tierra extraída	1393,00 l Gasóleo A	2,653	3695,63		2,03%	
Combustible del motor de Riego	514,00 l Gasóleo A	2,653	1363,64		2,03%	
Agua de riego	385,50 m ³ Agua	0,162	62,451		0,00%	

Por otro lado, el uso de un motor eléctrico alimentado por placas solares eliminaría por completo las emisiones por el uso de combustible en el riego para la plantación de olivos, lo que supondría en esta etapa una reducción total del 7% de las emisiones.

El uso de las placas solares para el riego además de suponer una mayor reducción de las emisiones es una opción viable. Actualmente, ésta es una medida que los agricultores están llevando a cabo y ya se ha realizado en numerosas plantaciones de olivos. La viabilidad de esta opción se debe a que además de reducir las emisiones, se deja de consumir combustible en los motores de riego, reduciendo los costes económicos de esta tarea.

Una vez analizados los resultados obtenidos en la realización de las plantaciones se pasa a analizar los resultados obtenidos para los tratamientos de las plantaciones de olivos descritas durante los años no productivos (1-3 años).

Para ello, como se realizan las mismas tareas tanto para la plantación de olivos arbequinos como para la de hojiblanco y se obtiene prácticamente el mismo resultado porcentual de emisiones para las tareas, se toma como ejemplo los resultados obtenidos para la plantación de olivos arbequinos, de igual forma que para la realización de las plantaciones.

Como puede apreciarse en la imagen posterior, en este caso la mayor parte de las emisiones se dan por el consumo de combustible durante los tratamientos de riego de las plantaciones. Por ello, con el fin de reducir las emisiones obtenidas se podrían realizar las mismas medidas propuestas que para el caso de la realización de la plantación de los olivos.



Figura 4-11. Cálculo porcentual de la HdC para las tareas realizadas en la ejecución de los tratamientos de la plantación de olivos arbequinos durante los años no productivos (1-3 años).

La sustitución del uso de gasóleo B por gasóleo A seguiría siendo poco viable económicamente y supondría una reducción mínima del porcentaje de las emisiones totales (1.95%), por afectar a todas las tareas excepto al consumo de agua, la diferencia entre las emisiones de los combustibles no es muy grande.

En la siguiente tabla se puede apreciar la comparación de la reducción de las emisiones por el cambio de combustible:

Tabla 4-42. Comparación de los kilogramos de CO_{2-eq} producidos en los tratamientos de olivos en los años no productivos (1-3 años) al usar como combustible de la maquinaria gasóleo A o gasóleo B.

Cálculo de la HdC para los tratamientos de los olivos arbequinos en años no productivos						
Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO _{2-eq} [kg]	CO _{2-eq} [kg] Total	% Reducción CO _{2-eq}	% Reducción Total
Tratamientos Foliare	2494,44 l Gasóleo B	2,653	6617,75	196547,32	2,03%	1,95%
Tratamientos de Herbicidas	1665,12 l Gasóleo B	2,653	4417,56		2,03%	
Arado del terreno	4157,40 l Gasóleo B	2,653	11029,58		2,03%	
Picar restos de poda	188,54 l Gasóleo B	2,653	500,19		2,03%	
Combustible del motor de Riego	62707,60 l Gasóleo B	2,653	166363,26		2,03%	
Agua de riego	47030,71 m ³ Agua	0,162	7618,98		3,88%	

La viabilidad económica provoca de nuevo que el cambio de combustible sea poco viable, porque supondría un enorme sobrecoste frente a una pequeña reducción de las emisiones.

Por otro lado, como en los tratamientos descritos el consumo de combustible de riego supone la mayor parte de las emisiones, el uso de un motor eléctrico alimentado con placas solares supondría una reducción del 85% de las emisiones en esta etapa y, además, supondría un gran ahorro económico por la gran disminución en el consumo de combustible.

Tal y como se ha descrito, la medida de introducir un motor eléctrico alimentado con placas solares supondría una mayor reducción de las emisiones que el cambio de combustible, siendo además beneficiosa económicamente.

4.2.4.2 Tratamientos de los olivos en años productivos

Tras analizar los resultados en la plantación de los olivos y los tratamientos en los años no productivos, se continua el análisis de resultados con los tratamientos de los olivos en plena producción.

Al igual que en las etapas anteriores, por obtener unos resultados porcentuales de HdC similares para las plantaciones descritas, se toma la plantación de olivos arbequinos como caso general para el análisis.

Siguiendo esta línea se muestra una figura donde se puede apreciar el peso de cada tarea en las emisiones totales producidas por los tratamientos a lo largo de los años en plena producción:

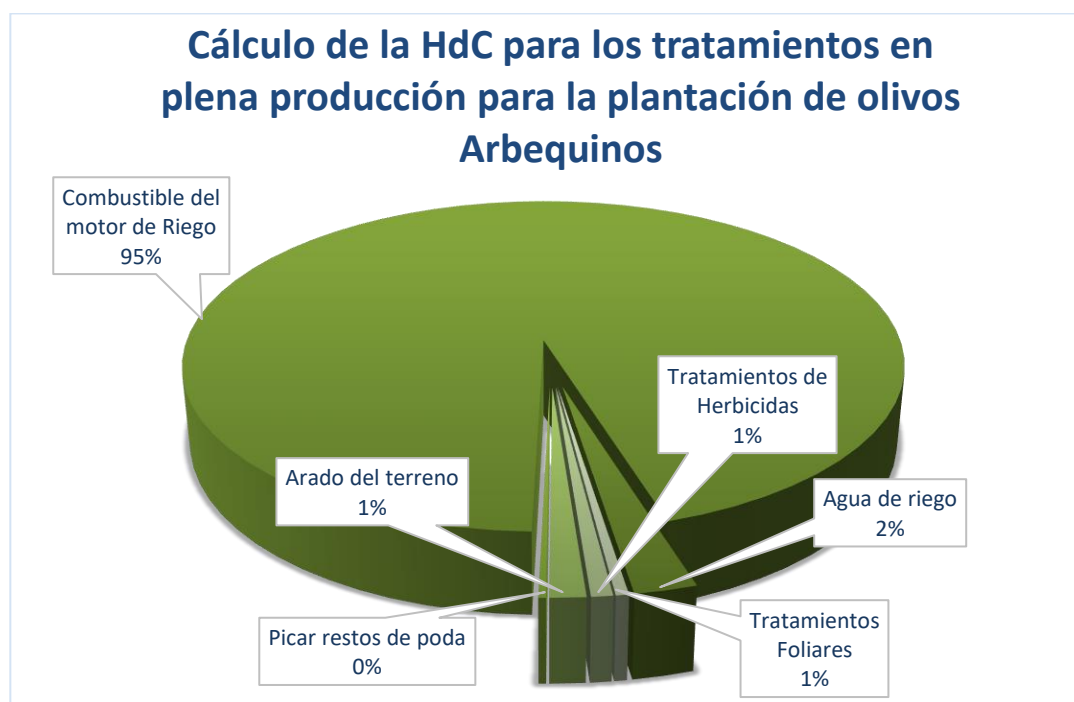


Figura 4-12. Cálculo porcentual de la HdC para las tareas realizadas en la ejecución de los tratamientos de la plantación de olivos arbequinos en plena producción

Tal y como se puede apreciar en la figura anterior, el combustible consumido en el riego vuelve a ser el causante de la mayor parte de las emisiones, debido al largo tiempo en el que se ejecuta esta tarea.

Las únicas formas de reducir estas emisiones vuelven a ser el cambio de combustible consumido en las tareas de tratamientos y sustitución del motor de riego por un motor eléctrico alimentado de placas solares.

Observando la figura anterior, se aprecia fácilmente que la introducción del motor eléctrico y las placas solares supondrían una enorme reducción de las emisiones las emisiones producidas, una reducción del 95%. Esta reducción se debe a que deja de consumirse una gran cantidad de gasóleo B por no tener que usar el motor empleado para el riego.

El cambio de combustible de gasóleo B a gasóleo A vuelve a ser una medida poco viable por el tema económico. Aun así, supondría una pequeña reducción del 95% de las emisiones totales, como se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla 4-43. Comparación de los kilogramos de CO₂-eq producidos en los tratamientos de olivos en plena producción al usar como combustible de la maquinaria gasóleo A o gasóleo B.

Cálculo de la HdC para los tratamientos en plena producción							
Campaña	Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	% Reducción CO ₂ -eq	% Reducción Total
2019-2020	Tratamientos Foliareos	996,48 l Gasóleo B	2,493	2484,22	522673,70	7,94%	7,69%
	Tratamientos de Herbicidas	1665,12 l Gasóleo B	2,493	4151,14		7,94%	
	Arado del terreno	2775,20 l Gasóleo B	2,493	6918,57		7,94%	
	Picar restos de poda	577,50 l Gasóleo B	2,493	1439,71		7,94%	
	Riego	196603,76 l Gasóleo B	2,493	490133,17		7,94%	
		147452,83 m ³ Agua	0,119	17546,89		0,00%	
2020-2021	Tratamientos Foliareos	996,48 l Gasóleo B	2,493	2484,22	518102,65	7,19%	7,02%
	Tratamientos de Herbicidas	1665,12 l Gasóleo B	2,493	4151,14		7,19%	
	Arado del terreno	2775,20 l Gasóleo B	2,493	6918,57		7,19%	
	Picar restos de poda	577,50 l Gasóleo B	2,493	1439,71		7,19%	
	Riego	196603,76 l Gasóleo B	2,493	490133,17		7,19%	
		147452,83 m ³ Agua	0,088	12975,84		0,00%	

4.2.4.3 Cosechas de las plantaciones de olivos en plena producción

Una vez analizados los resultados de la HdC obtenidos para los tratamientos de las plantaciones de olivos analizadas, se continúa interpretando los resultados obtenidos para las cosechas estudiadas.

El hecho de haber analizado las cosechas de las últimas dos campañas que se han realizado por método diferentes nos permite comparar los métodos de cosecha usados. Para ello, se tomará de nuevo la parcela de olivos arbequinos como caso general por haber obtenido unos resultados de la HdC porcentualmente similares para las dos plantaciones de olivos.



Figura 4-13. Cálculo porcentual de la HdC para las tareas de la cosecha de la campaña 2019-2020.

Tal y como se puede apreciar en la imagen superior el consumo en sí del tractor con paraguas supone la mayor parte de las emisiones en el método de tractor con paraguas, el resto serían producidas por el desplazamiento del remolque con y sin las aceitunas.

Para el caso de la cosecha realizada con buggys se aprecia que la acción del buggy y del tractor con cajón suponen la mayor parte de las emisiones, por consumir grandes cantidades de combustible al ser las máquinas ejecutoras de las tareas agrícolas.

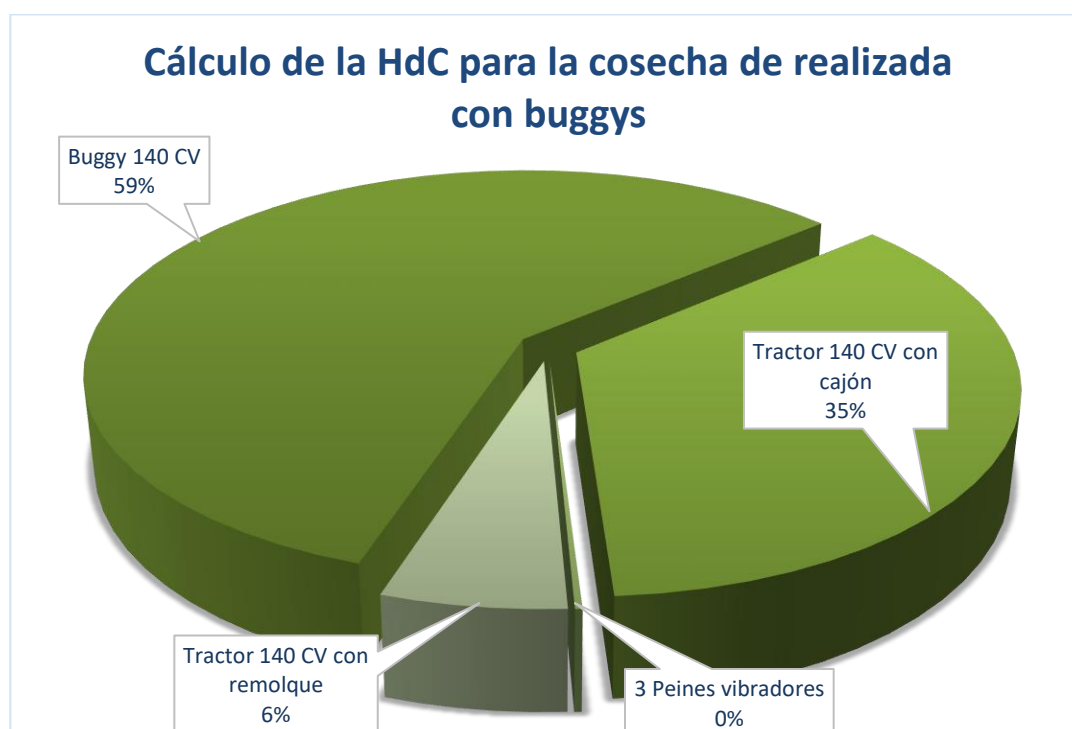


Figura 4-14. Cálculo porcentual de la HdC para las tareas de la cosecha de la campaña 2020-2021.

Para reducir las emisiones en las cosechas de las dos campañas, la única medida que se podría tomar sin modificar los métodos de cosecha sería el cambio de combustible, pasando de consumir en el uso de la maquinaria gasóleo B a gasóleo A, tal y como se analizó para el resto de las etapas del ciclo productivo del AOVE.

El hecho de cambiar el combustible consumido no sería demasiado factible por el aspecto económico. Aun así, si se llevara a cabo de obtendrían los siguientes resultados:

Tabla 4-44. Comparación de los kilogramos de CO₂-eq producidos en las cosechas de aceitunas al usar como combustible de la maquinaria gasóleo A o gasóleo B.

Cálculo de la HdC para la cosecha de los olivos arbequinos							
Campaña	Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	% Reducción CO ₂ -eq	% Reducción Total
2019-2020	Tractor de 120 CV con paraguas	2312,10 l Gasóleo B	2,493	5764,07	6474,58	7,94%	7,94%
	Tractor de 140 CV con remolque	285,00 l Gasóleo B	2,493	710,51		7,94%	
2020-2021	Buggy 140 CV	1380,20 l Gasóleo B	2,493	3440,84	5859,54	7,19%	7,17%
	Tractor 140 CV con cajón	829,32 l Gasóleo B	2,493	2067,49		7,19%	
	3 peines vibradores	73,25 kWh	0,200	14,65		0,00%	
	Tractor 140 CV con remolque	135,00 l Gasóleo B	2,493	336,56		7,18%	

En la tabla superior se puede observar la reducción de emisiones que supondría el cambio de combustible para las dos campañas de cosecha de aceitunas. En la tabla se puede apreciar que el cambio de combustible afectaría de forma similar a la cosecha realizada con tractor con paraguas y a la realizada con buggy, siendo estas reducciones del 7,94% y 7,17% respectivamente.

El hecho de haber usado un método de recolección diferente en cada campaña permite comparar las emisiones producidas por ambos métodos, tal y como se ha descrito anteriormente.

Con los resultados de emisiones obtenidas se puede decir que se producen menos kilogramos de CO₂ equivalente para la cosecha de la campaña 2020-2021, campaña en la que se cosecha con buggys. Aun así, este hecho no quiere decir que el método de cosechar con buggys produzca menos emisiones que el de cosechar con tractor con paraguas, ya que los factores de emisiones cambian con los años.

Para analizar de manera más eficiente la comparación de las emisiones entre ambos métodos, se calculan las

emisiones que se habrían obtenido en la campaña 2019-2020 si se hubieran cosechado las aceitunas con el método del buggy.

Tabla 4-45. Reducción de las emisiones para la cosecha de la campaña 2019-2020 si se hubiese realizado con del método del buggy.

Cálculo de la HdC para la cosecha de los olivos arbequinos con buggys							
Campaña	Tarea	Consumos	PCG ₁₀₀	CO ₂ -eq [kg]	CO ₂ -eq [kg] Total	% CO ₂ -eq	% Reducción CO ₂ -eq
2019-2020	Buggy 140 CV	1380,20 l Gasóleo B	2,708	3737,58	6368,74	59,21%	9,44%
	Tractor 140 CV con cajón	829,32 l Gasóleo B	2,708	2245,80		35,58%	
	3 peines vibradores	73,25 kWh	0,270	19,78		0,31%	
	Tractor 140 CV con remolque	135,00 l Gasóleo B	2,708	365,58		5,79%	

En la tabla anterior se muestran los resultados hipotéticos obtenidos de las emisiones de la cosecha de la campaña 2019-2020 si se hubiese realizado con el método de los buggys. En esta misma tabla se puede apreciar que las emisiones se habrían reducido un 9.44%, llegando a la conclusión de que el método del buggy es más idóneo desde el punto de vista medioambiental.

4.2.4.4 Molturación de las aceitunas y envasado del aceite

Después de analizar los resultados obtenidos en el cálculo de la HdC de las cosechas de las plantaciones de olivos descritas, se pasa a interpretar los resultados obtenidos para la última etapa del ciclo productivo del aceite estudiado, la molturación de las aceitunas y el envasado del AOVE proveniente de las aceitunas cosechadas en las plantaciones de olivos arbequinos y hojiblancos y molturadas en la almazara estudiada.

Si analizamos los resultados de HdC obtenidos en la almazara estudiada, se puede comprobar que los resultados porcentuales obtenidos para las dos campañas son similares, la variación de los kilogramos de CO₂ equivalente emitidos en la molturación y envasamiento de las campañas únicamente se debe a la diferencia entre los kilogramos de aceitunas molturados en cada campaña. Por ello, se toman como generales los resultados obtenidos en la última campaña para la interpretación de los datos obtenidos.

En la figura siguiente se puede comprobar como a pesar de la cantidad de maquinaria usada en la molturación de las aceitunas y envasado que trabaja con electricidad, la mayor parte de las emisiones producidas en esta etapa se deben al consumo de agua para el lavado de las aceitunas.

El hecho de que el consumo de agua sea la principal fuente de producción de emisiones, se debe a que se gasta una gran cantidad de agua para el lavado de las aceitunas con el fin de garantizar la calidad del aceite obtenido.

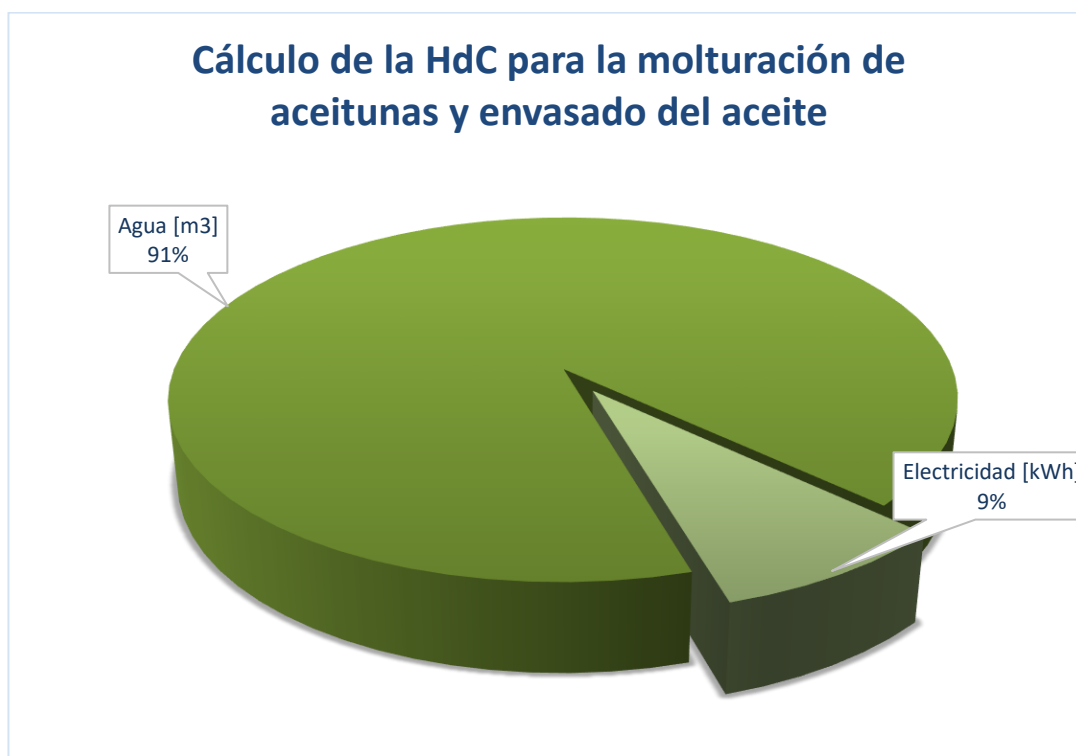


Figura 4-15. Cálculo porcentual de la HdC para la molturación de las aceitunas y el envasado del AOVE.

La reducción de las emisiones en la etapa de molturación de las aceitunas y envasado sería un proceso bastante complicado, ya que tanto la reducción del consumo de agua como la del consumo de electricidad serían difíciles de llevar a cabo sin disminuir calidad del producto final obtenido.

Aun así, la industria del aceite trabaja activamente para mejorar las condiciones medioambientales del proceso invirtiendo dinero en la obtención de maquinaria más cuidadosa tanto con el gasto del agua como con el gasto de electricidad. En contra partida, el alto coste de la maquinaria dificulta que las almazaras inviertan para mejorar las emisiones de sus procesos.

A pesar de la dificultad para mejorar medioambientalmente la molturación de las aceitunas y el envasado del aceite, la empresa Oleico Pallarés S.L. ha trabajado para ajustar los parámetros de la maquinaria intentando consumir así menos electricidad al producir su AOVE.

En la tabla inferior se puede observar tanto el consumo de electricidad por tonelada de aceitunas molturada en las campañas 2019-2020 y 2020-2021, como la reducción de este consumo.

Tabla 4-46. Comparación de los kilogramos de CO₂-eq producidos en la molturación de las aceitunas y envasado del aceite en las últimas campañas de producción de aceite.

Cálculo de la HdC para la molturación de aceitunas y envasado del aceite				
Campaña	Consumo [kWh]	Aceitunas Molturadas [t]	$\frac{\text{CO}_2\text{-eq [kg]}}{\text{Aceitunas [t]}}$	Reducción del consumo eléctrico
2019-2020	6503,24	300	21,68	29,23%
2020-2021	8514,13	555	15,34	

Observando la tabla anterior, se puede apreciar rápidamente como el consumo de electricidad por kilogramo de

aceituna molturada disminuyó un 29,23% de una campaña de producción de aceitunas a la otra. El hecho de reducir este consumo de electricidad supuso la reducción de las emisiones por electricidad en el mismo porcentaje y, por tanto, una reducción del 2,49% del total de las emisiones.

Actualmente la empresa Oleico Pallarés S.L. sigue trabajando con el fin de poder invertir en un futuro en la compra de maquinaria menos contaminante con el medio ambiente, buscando gastar menos electricidad y que a su vez se necesite menos agua para limpiar las aceitunas.

En las emisiones producidas en esta etapa se podría haber propuesto también estudiar la incorporación de placas solares con el fin de reducir el consumo eléctrico. Esta medida no se ha estudiado por su difícil implantación, ya que la almazara tiene unos grandes picos de consumo al trabajar en la molturación que serían difícilmente alimentados con placas solares. Se necesitarían demasiadas placas solares para poder abastecer la almazara, por lo que económicamente no sería viable.

4.2.4.5 Resultado final

Tras haber interpretado individualmente los resultados obtenidos para cada etapa del ciclo productivo del AOVE, se finaliza el análisis realizando un estudio global de los resultados obtenidos.

Observando los kilogramos de CO₂ equivalentes producidos en el ciclo productivo completo del AOVE por cada litro de AOVE obtenido, se pueden obtener diversas conclusiones.

Aunque las producciones de emisiones porcentuales para cada tarea realizada en la producción de AOVE son similares tanto para las dos plantaciones de olivos analizadas como para las dos campañas de producción de AOVE estudiadas, existen grandes diferencias en cuanto a las emisiones por litro de aceite producido. Estas diferencias se deben principalmente a las cantidades de aceitunas cosechadas y al rendimiento de éstas.

Por un lado, en la plantación de olivos hojiblanco se puede apreciar que las emisiones por litro de AOVE producidos son similares en las dos campañas porque se cosecha un número similar de aceitunas y sus rendimientos son parecidos.

El hecho de que las emisiones por litro de AOVE sean algo mayores en la segunda campaña a pesar de que se producen menos emisiones en ésta y que el número de aceitunas cosechadas es levemente mayor, se debe a que el rendimiento de las aceitunas en la campaña 2020-2021 es menor que en la 2021-2020.

Por otro lado, en la plantación de olivos hojiblanco se obtuvieron menores emisiones por litro de aceite producidos en la campaña 2019-2020 por la gran cantidad de aceitunas que se cosecharon, a pesar de tener un rendimiento menor que en las aceitunas hojiblanco.

En la campaña 2020-2021 se obtuvo la peor ratio de emisiones por litro de AOVE mostrado, incluso habiendo mejorado el rendimiento de las aceitunas, debido a que se obtuvo una mala cosecha de aceitunas. Esta campaña la cosecha de aceitunas en la plantación de olivos hojiblanco descendió un 34,65% con respecto a la campaña anterior.

Tras haber interpretado la diferencia de resultados entre las plantaciones de olivos y campañas analizadas se puede decir que en todas ellas las emisiones obtenidas son muy superiores a las emisiones que actualmente se dan en otras almazaras y plantaciones de olivos.

El COI (Comité Oleícola Internacional) da evidencias de que las plantaciones de olivos actuales pueden absorber en torno a 11,5 kilogramos de CO_{2-eq} y que en la producción de aceite se emiten unos 1,5 kg de CO₂ equivalente por cada litro de aceite producido, por lo que el balance en las emisiones de CO_{2-eq} en las plantaciones de olivos debería ser claramente positivo (COI, s.f.).

Con lo descrito por el COI se puede decir que las emisiones que se provocan al producir AOVE de las aceitunas de las plantaciones de olivos descritas al molturarlas en la almazara analizada, son demasiado altas en comparación con las que se pueden dar en otro tipo de producción de aceite.

Para poder evaluar a que se deben las altas emisiones que se producen en las plantaciones y almazara analizadas, se estudia cual es la etapa con una mayor incidencia en las emisiones. Al obtener previamente unos resultados porcentuales de emisiones entre las etapas similares para ambas plantaciones de olivos y para las dos campañas estudiadas, se toma la plantación de olivos arbequina en su campaña 2020-2021 como caso general.

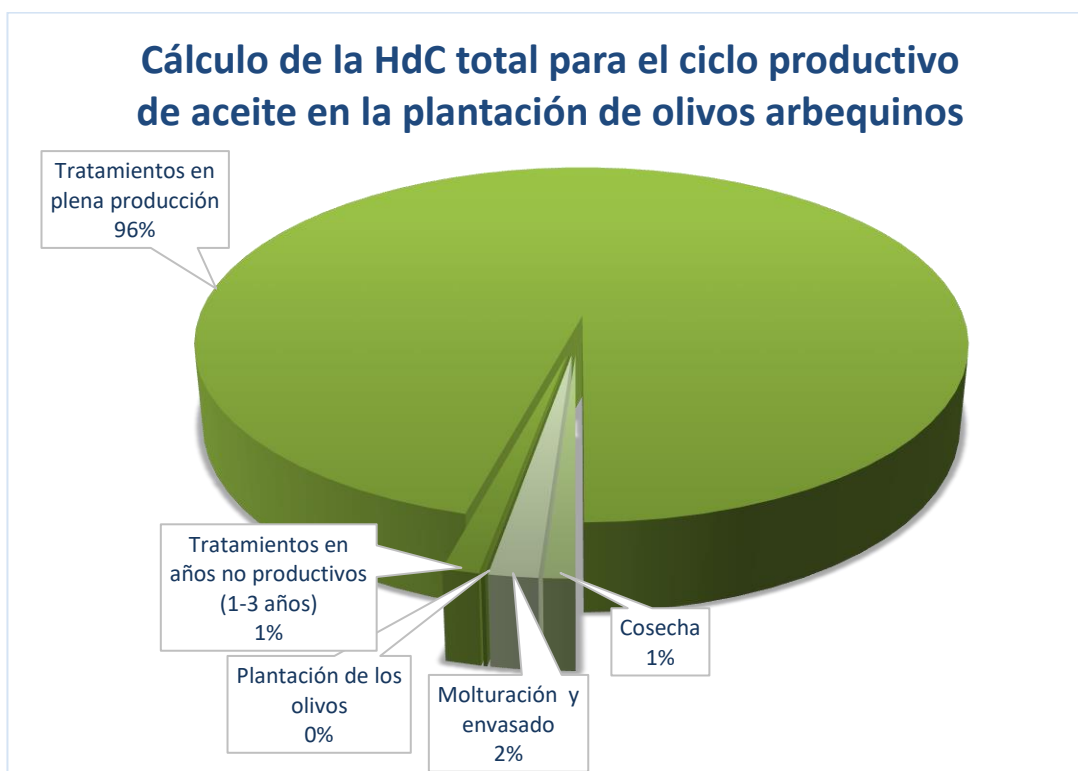


Figura 4-16. Cálculo porcentual de la HdC para el ciclo productivo del AOVE.

En la representación de la figura anterior se puede observar como prácticamente todas las emisiones que se producen son provocadas por el tratamiento de los olivos en plena producción, por lo que es esta tarea la que provoca que las emisiones de las producciones de AOVE estudiadas se disparen con respecto a lo que el COI toma como un valor normal actual.

Si nos centramos en la interpretación de los resultados de la etapa de tratamientos en plena producción que se describió anteriormente, se puede decir además que prácticamente todas esas emisiones se deben al consumo de combustible para el riego de los olivos.

Por ello, el hecho de que las emisiones producidas sean claramente superiores a las provocadas por otras plantaciones de olivos se puede deber a que actualmente muchas de las plantaciones de olivos no consumen combustible en el riego por hacer uso de un motor eléctrico alimentado de placas solares para la ejecución de la tarea, medida que se propuso para mejorar las emisiones producidas.

Además, el hecho de molturar el aceite en una pequeña almazara en lugar de hacerlo a gran escala también da lugar a un mayor número de emisiones, ya que se prioriza la calidad del aceite producido por delante de la cantidad o el tiempo invertido.

Si se realiza un análisis de lo que hubiese supuesto para las plantaciones el hecho de haber usado un motor eléctrico en los tratamientos de los olivos de las últimas dos campañas, se hubiesen obtenido resultados de emisiones completamente diferentes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de emisiones por litro de AOVE producido en el caso de haber contado con un motor eléctrico alimentado con placas solares para los tratamientos de riego.

Tabla 4-47. Cantidad de CO_{2-eq} total para el ciclo productivo del AOVE de las plantaciones de olivos arbequinos y hojiblancos en función de los litros de AOVE producidos.

Cálculo de la HdC total para el ciclo productivo de aceite en la plantación de olivos arbequinos						
Plantación	Campaña	Aceitunas [kg]	Rendimiento	Aceitunas [l]	CO _{2-eq} Total [kg]	$\frac{CO_{2eq}[kg]}{Aceitunas[l]}$
Arbequinos	2019-2020	269740	18,50%	49901,90	62680,35	1,26
	2020-2021	274900	17,50%	48107,50	53555,29	1,11
Hojiblancos	2019-2020	201320	16,00%	32211,20	41917,56	1,30
	2020-2021	131555	17,00%	22364,35	33005,34	1,48

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, para este caso los kilogramos de CO_{2-eq} emitidos por cada litro de AOVE producido si cumplen con lo descrito por el COI, quedando verificada la influencia del consumo del motor de riego en las emisiones de las plantaciones analizadas.

Si se observa la tabla, rápidamente se puede apreciar como todas las ratios de CO_{2-eq} emitido por litro de aceite producido son inferiores a 1,5 kg de CO_{2-eq} por litro de aceite producido, dando lugar a un balance de emisiones claramente positivo en cuanto a las emisiones.

Como un olivo es capaz de captar unos 11,5 kg de CO₂ equivalente al producir cada litro de aceite (COI, s.f.), además de contrarrestar las emisiones producidas, en el peor de los casos la plantación de olivos además de captar el CO_{2-eq} producido en la producción de aceite captaría 10,02 kg de CO₂ equivalente.

Con los resultados obtenidos se insta a implantar los motores eléctricos alimentados por placas solares con el fin de reducir las emisiones en un 90,79%, siendo así más sostenibles medioambientalmente al producir unas emisiones razonables. Con ello, se conseguiría además un gran ahorro económico por no tener que consumir combustible al realizar las tareas de riego de las plantaciones de olivos.

5 CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

Aunque según la norma ISO 14067 y tal y como se ha podido apreciar en el apartado de análisis de la HdC, ya se han indicado y analizado los resultados obtenidos del estudio de la HdC realizado para la producción de AOVE, con este capítulo se pretende concluir el estudio realizado ahondando en las conclusiones obtenidas y proponiendo ideas tanto para futuros análisis sobre el tema tratado, como para realizar avances en el desarrollo productivo del AOVE que sean más respetuosos con el medio ambiente.

Pese a haber tomado diversas aproximaciones en la toma de los datos o los coeficientes de las emisiones, se considera que con el estudio realizado se han conseguido unos resultados válidos para un cálculo de la HdC del AOVE. Tal y como se ha mostrado al concluir el análisis, los resultados obtenidos se acercan bastante a los mostrados por el COI.

La validez del trabajo realizado no solo queda mostrada en la similitud de los resultados obtenidos con los mostrados con el COI. Haciendo un análisis del trabajo realizado, cabe destacar el amplio horizonte temporal que se ha tenido en cuenta, ya que se han recogido y analizado datos desde que se realizaron las plantaciones de los olivos, hasta la producción de aceite en sí.

Además, se han desarrollado diversas líneas en el trabajo con el fin de poder llevar a cabo un análisis comparativo de los resultados. Por un lado, el hecho de haber realizado el análisis de las últimas dos campañas de producción de aceite de oliva ha podido mostrar cómo influye en demasía en las emisiones de CO_{2-eq} por litro de AOVE producido, el hecho de que se haya tenido o no una buena campaña de recogida de aceitunas, es decir, el hecho de que se hayan obtenido más o menos kilogramos de aceitunas.

Por otro lado, al haber estudiado al mismo tiempo dos plantaciones de olivos de variedades de aceitunas diferentes, se ha podido conocer cómo influyen los rendimientos de las aceitunas y, por tanto, la variedad de las aceitunas en sí en las emisiones de CO_{2-eq} por litro de AOVE producido.

Además, siguiendo esta línea comparativa, se muestra el amplio alcance del trabajo tanto en la descripción de cada una de las tareas agrícolas como en los consumos de éstas, mostrando también la diferencia en cuanto a los resultados obtenidos en función del tipo de cosecha realizada.

Con ello, se puede decir que el desarrollo del trabajo se ha centrado tanto en el hecho de obtener un resultado válido en el cálculo de la HdC de la producción de AOVE, como en mostrar las variantes que actualmente se podrían dar en función del tipo de aceituna que se estudia, el año productivo o la forma en la que se realicen las tareas agrícolas de tratamientos y cosechas de aceitunas.

De cara al futuro, si se quisiera realizar un análisis de índole similar, convendría realizar una recolección de datos más exhaustiva en la etapa de la molturación de las aceitunas, para así intentar asociar los consumos de molturación y el envasado a cada una de las etapas del proceso, pudiendo estudiar cómo influye cada etapa o maquinaria en las emisiones del conjunto.

Como avances en el campo oleícola, con el presente trabajo ha quedado demostrado la gran influencia del consumo de combustible para el riego de las plantaciones de olivos en las emisiones producidas al obtener el AOVE, por lo que se pretende además que el trabajo sirva como un impulso para que los agricultores se laceren a introducir los motores eléctricos alimentados por placas solares solucionando el problema, ahorrando gastos y contribuyendo con el medio ambiente.

Siguiendo esta misma línea, con el estudio realizado también cabe destacar el gran balance positivo que tienen las plantaciones de olivos en cuanto a emisiones al medio ambiente. De esta forma, se pretende también conseguir una mayor concienciación tanto de los agricultores como de las autoridades, con el fin de que además de promover una agricultura sostenible, potencien el cultivo del olivar tanto por la calidad de los productos obtenidos como por su contribución a la sostenibilidad del planeta.

Con todo esto, se espera que el siguiente escrito sirva como metodología de análisis para futuros trabajos o para posibles investigaciones de las emisiones en el campo oleícola, pudiendo extenderse a otro tipo de plantaciones de olivos y a diferentes almazaras.

6 REFERENCIAS

- AENOR. (2006). *UNE-EN ISO 14044: Gestión Ambiental*. Recuperado el 25 de Mayo de 2021
- AENOR. (2019). *UNE-EN ISO 14067: Gases de efecto invernadero. Huella de carbono de productos. Requisitos y directrices para la cuantificación*. Recuperado el 23 de Mayo de 2021
- AGROQUIMAR, SL. (s.f.). *Agroquimar,Sl*. Recuperado el 14 de Abril de 2021, de <https://agroquimar.com/>
- ÁLAVA CASTRO, DANIEL ELEJANDRO. (2015). *Calculo de la huella de carbono bajo la metodología de GreenHouse Gas Protocol*. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería. Recuperado el 05 de Mayo de 2021
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD a. (s.f.). *AEC-GHG Protocol*. (AEC, Editor) Recuperado el 12 de Mayo de 2021, de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/ghg-protocol>
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD b. (s.f.). *AEC - PAS 2050*. (AEC, Editor) Recuperado el 23 de Mayo de 2021, de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/norma-pas-2050>
- BSI. (Sep 2011). SPECIFICATION FOR THE ASSESSMENT OF THE LIFE CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF GOODS AND SERVICES. Recuperado el 23. de Mayo de 2021, de ISBN: 978 0 580 71382 8
- CARMEN GONZÁLEZ. (25 de Abril de 2021). La herriza de La Lobilla, espacio singular en Osuna con acebuches milenarios que producen un aceite único. *ABC*. Recuperado el 2021 de Mayo de 02, de https://sevilla.abc.es/provincia/sevi-herriza-lobilla-espacio-singular-osuna-acebuches-milenarios-producen-aceite-unico-202104242020_noticia.html
- CMNUCC. (1997). *Protocolo Kioto*. Kioto, Japón.
- COI. (s.f.). *internationaloliveoil.org*. Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://www.internationaloliveoil.org/what-we-do/olive-growing-olive-oil-technology-environment-unit/>
- CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL. (2016). Jornada "Olivar y Cambio Climático". Madrid: Gobierno de España. Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente.
- DCOOP. (2016). Prácticas Agrícolas para la Adaptación al Cambio Climático en el Olivar. En D. T. DCOOP (Ed.). Madrid: Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado el 27 de Abril de 2021
- DE TORO JORDANO, ANA. (2013). *La huella de Carbono de la UCO*. Universidad de Córdoba. Recuperado el 02 de Junio de 2021, de <https://www.uco.es/servicios/sepa/images/documentos/descargas/huellaC2013.pdf>
- DIVISIÓN DESARROLLO SOSTENIBLE Y ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA CEPAL. (s.f.). *Metodología de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina*. Gobierno de Francia. Recuperado el 23 de Mayo de 2021, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37288/Metodolog%EDas_calculo_HC_AL.pdf?sequence=1
- EL PESPUNTE. (21 de Marzo de 2021). 'Herriza de La Lobilla' vuelve a colocar a dos de sus aceites como finalistas en los prestigiosos Premios ESAO Awards. *El Pespunte*. Recuperado el 2021 de Mayo de 02, de <https://www.elpespunte.es/herriza-de-la-lobilla-vuelve-a-colocar-a-dos-de-sus-aceites-como-finalistas-en-los-prestigiosos-premios-esao-awards/>
- ESCOBAR, SIRA. (17 de Febrero de 2018). Almazara de aceite: Historia de la producción del "Oro del Mediterráneo". Recuperado el 2021 de Abril de 29, de <https://www.antojodelsur.com/almazara-historia-oro-mediterraneo/>
- ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O. (2012 A). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información Tecnológica*, 23(1), 163-176. Recuperado

- el 05 de Mayo de 2021, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642012000100017&script=sci_arttext&tlng=en
- ESPÍNOLA, CÉSAR y VALDERRAMA, JOSÉ O. (2012 B). Huella del Carbono. Parte 2: La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro. *Información Tecnológica*, 3(1), 177-192. Recuperado el 05 de Mayo de 2021, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642012000100018&script=sci_arttext
- ESPÍNOLA, CÉSAR Y VALDERRAMA, JOSÉ O. (2016). Un método simple y efectivo para la toma de decisiones sobre la adopción de la huella del carbono en la gestión sustentable de emisiones en las empresas. *Información Tecnológica*, 27(3), 35-52. doi:10.4067/S0718-07642016000300005
- GARCÍA MARTÍNEZ, MELCHOR. (2016). Olivar y Cambio Climático. En Oleoestepa (Ed.), *Jornada "Olivar y Cambio Climático"*. Madrid: Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado el 27 de Abril de 2021
- GOBIERNO DE ESPAÑA. (2017). *Séptima Comunicación Nacional de España. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado el 22 de Abril de 2021
- GOBIERNO DE ESPAÑA. (2021 a). *Factores de emisión. Registro de huella de carbono, compensación y absorción de dióxido de carbono*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico . Recuperado el 02 de Junio de 2021, de https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemision_tcm30-479095.pdf
- GOBIERNO DE ESPAÑA. (2021 b). *Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. España: Edición 2021 (1990-2019). Recuperado el 21 de Abril de 2021
- GOBIERNO DE ESPAÑA. (Junio 2020 (datos 2017)). *OTE - Olivar*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Dirección General de Productores y Mercados Agrarios, España. Recuperado el 24 de Abril de 2021
- GOBIERNO DE ESPAÑA. (s.f.). *SIGPAC*. Recuperado el 05 de Julio de 2021, de <https://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/>
- GONZÁLEZ ELIZONDO, MARTHA; JURADO YBARRA, ENRIQUE; GONZÁLEZ ELIZONDO, SOCORRO; AGUIRRE CALDERÓN, ÓSCAR ALBERTO; JIMÉNEZ PÉREZ, JABIER y NÁVAR CHÁIDEZ, JOSÉ DE JESÚS. (2003). Cambio Climático Mundial: Origen y Consecuencias. *Ciencia UANL*, 377-386.
- GREENHOUSE GAS PROTOCOL a. (s.f.). *GHG Protocol*. Recuperado el 12 de Mayo de 2021, de https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf
- GREENHOUSE GAS PROTOCOL b. (s.f.). *GHG Protocol*. (W. & WBCSD, Editor) Recuperado el 12 de Mayo de 2021, de <https://ghgprotocol.org/about-us>
- HERTWICH, E. & PETERS, GLEN. (2009). Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. *Environmental Science & Technology*, 49, 6414-6420.
- INFOAGRO. (09 de Septiembre de 2019). Infoagro.com. *España, el segundo país con mayor producción agrícola de Europa*. España. Recuperado el 22 de Abril de 2021, de https://www.infoagro.com/noticias/2019/espana_el_segundo_pais_con_mayor_produccion_agricola_de_europa.asp#:~:text=Espa%C3%B1a%20es%20el%20segundo%20pa%C3%ADs,de%20la%20agricultura%20en%20Espa%C3%B1a.
- IPCC. (2013). "Resumen para responsables de políticas. En: *Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*". Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.: Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley.

- JAENCOOP. (2016). *Herramientas para la Mitigación del Cambio Climático*. Madrid: Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado el 27 de 04 de 2021
- JUNTA DE ANDALUCÍA. (2017). *Resolución de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, para la autorización ambiental unificada, solicitada por Oleum Gourmet S.L. con CIF:B23701402 para la adecuación de una nave industrial a instalaciones de almazara*. Delegación Territorial de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Jaen. Recuperado el 02 de Junio de 2021, de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/servtc1/AAUo/DownloadFileServlet?codigoAutorizacion=aau_ja_055_17
- LIU, TIAN TIAN, WANG, QUNWEI & SU, BIN. (2016). A review of carbon labeling: Standards, implementation and impact. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 68-79. Recuperado el 23 de Mayo de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115009132?via%3Dihub>
- MANOS UNIDAS. (s.f.). *Definición del Cambio Climático*. Recuperado el 22 de Marzo de 2021, de <https://www.manosunidas.org/observatorio/cambio-climatico/definicion-cambio-climatico>
- MANZANO CASADO, ENRIQUE. (2020). Huella de carbono del basculante de la motocicleta del equipo US Racing de la Universidad de Sevilla. *Trabajo de Fin de Máster*. Sevilla, España.
- MGBEMENE, CA ; NNAJI, CC ; NWOZOR, C. (2016). Industrialization and its Backlash: Focus on Climate Change and its Consequences. *Journal of Environmental Science and Technology*, 9(4), 301-316. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163290084>
- MINX, J.C.; WIEDMANN, T.; WOOD, R.; PETERS, G.P.; LENZEN, M.; OWEN, A.; SCOTT, K.; BARRET, J.; HUBACEK, K.; BAIACHI, G.; PAUL, A.; DAWKINS, E.; BRIGGS, J.; GUAN, D.; SUH, S. & ACKERMAN, F. (2009). *Input-output analysis and carbon footprinting: An overview of applications*. Economic Systems Research. doi:10.1080/09535310903541298
- MORALES BLAS, RITA ESTHEFANY . (2018). *Huella de Carbono en el Alcance 1 y 2, utilizando la metodología del GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la norma ISO 14064-1:2006, en el Centro de Producción "Productos Unión"*. (F. d. Arquitectura, Ed.) Lima, Perú: Universidad Peruana Unión. Recuperado el 18 de Mayo de 2021
- MOYA VILAR, MANUEL; VILAR HERNÁNDEZ, JUAN; ESPÍNOLA LOZANO, FCO; GINÉS FDEZ VALDIVIA, DIEGO y MORENO ROMERO, M^a VICTORIA. (2007). Evolución histórica de la calidad de los aceites de oliva y su relación con los procesos de obtención. (U. d. Ambiental", Ed.) *Cultivo Calidad y Medio Ambiente*, 647-662.
- NACIONES UNIDAS. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*.
- NACIONES UNIDAS. (s.f.). *United Nations Climate Change*. Recuperado el 06 de Abril de 2021, de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/el-acuerdo-de-paris>
- OLEICO PALLARÉS S.L. (s.f.). *lalobilla*. Recuperado el 05 de Mayo de 2021, de <https://www.lalobilla.es>
- PADGETT, J.PAUL; STEINEMANN, C.ANNE; CLARKE, JAMES H. & VANDERVERGH, MICHAEL P. (2008). A comparison of carbon. *Environmental Impact Assessment Review*, 28(2-3), 106-115. Recuperado el 05 de Mayo de 2021
- PELLENC. (s.f.). *Cosechadora de aceitunas "Olvion P230 / T220-300". Manual de Instrucciones*. Recuperado el 03 de Junio de 2021
- POLO PALOMINO, JUAN ANTONIO. (2016). Huella ambiental y huella de carbono: Herramientas para comunicar la sostenibilidad del aceite de oliva al mercado. En C. Consulting (Ed.), *Jornada "Olivar y Cambio Climático"*. Madrid: Gobierno de España. Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado el 27 de Abril de 2021
- SCHNEIDER, HELOÍSA y SAMANIEGO, JOSÉ LUIS. (2007). *La huella del carbono en la producción, distribución y el consumo de bienes y servicios*. Documento de Proyecto, Naciones Unidas , Unidad de Desarrollo Agrícola, División de Desarrollo Productivo y Empresarial y División Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL.

- SUÁREZ TAMAYO, SUSANA y MOLINA ESQUIVEL, ENRIQUE. (Set-Dic de 2014). El desarrollo Industrial y su impacto en el medio ambiente. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3). Recuperado el 21 de Abril de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032014000300008&script=sci_arttext&tlng=en
- TESTI, LUCA; VILLALOBOS, FCO. y ORGAZ, FCO. (2016). Incidencia del Cambio Climático en el Cultivo del Olivo. En C. (Córdoba) (Ed.). Madrid: Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado el 27 de Abril de 2021
- UNIÓN EUROPEA. (s.f.). *Negociaciones sobre el Clima/Acción Europea*. Recuperado el 06 de Abril de 2021, de Web Oficial de la Unión Europea: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations_es#:~:text=La%20Convenci%C3%B3n%20Marco%20de%20las,del%20hombre%20en%20el%20clima.
- WIEDMANN & MINX. (2007). A Definition of 'Carbon Footprint'. *ISA Reino Unido Research Report*, 07-10. Recuperado el 05 de Mayo de 2021

7 ÍNDICE DE CONCEPTOS

Acebuche.....	20	Ordeño.....	28
Alpechín.....	37	Orujo.....	38
Alperujo	41	Paca.....	34
Buggy	32	Vareo	29
Fardo.....	29		

8 ANEXOS

Los siguientes anexos servirán como aclaraciones más detalladas de ciertas partes del presente escrito anteriormente citadas. Por un lado, se mostrará un plano aéreo de las plantaciones de olivos estudiadas para ver su situación y ubicación de las plantaciones de olivos estudiadas y por el otro se mostrarán los cálculos de los diferentes factores de emisiones para el agua utilizados en el cálculo de la HdC.

8.1 Anexo I: Plano aéreo de las plantaciones de olivos analizadas.

El presente anexo muestra un plano aéreo de las plantaciones de olivos estudiadas. En este plano se puede apreciar una imagen más distanciada de las plantaciones de olivos, mostrando así las parcelas que tienen a su alrededor y la geografía sobre la que se ubica.

En la imagen mostrada en la figura siguiente, se puede observar la situación tanto de la parcela de olivos arbequinos estudiada como la de olivos hojiblanco, parcelas con la silueta marcada en color amarillo.

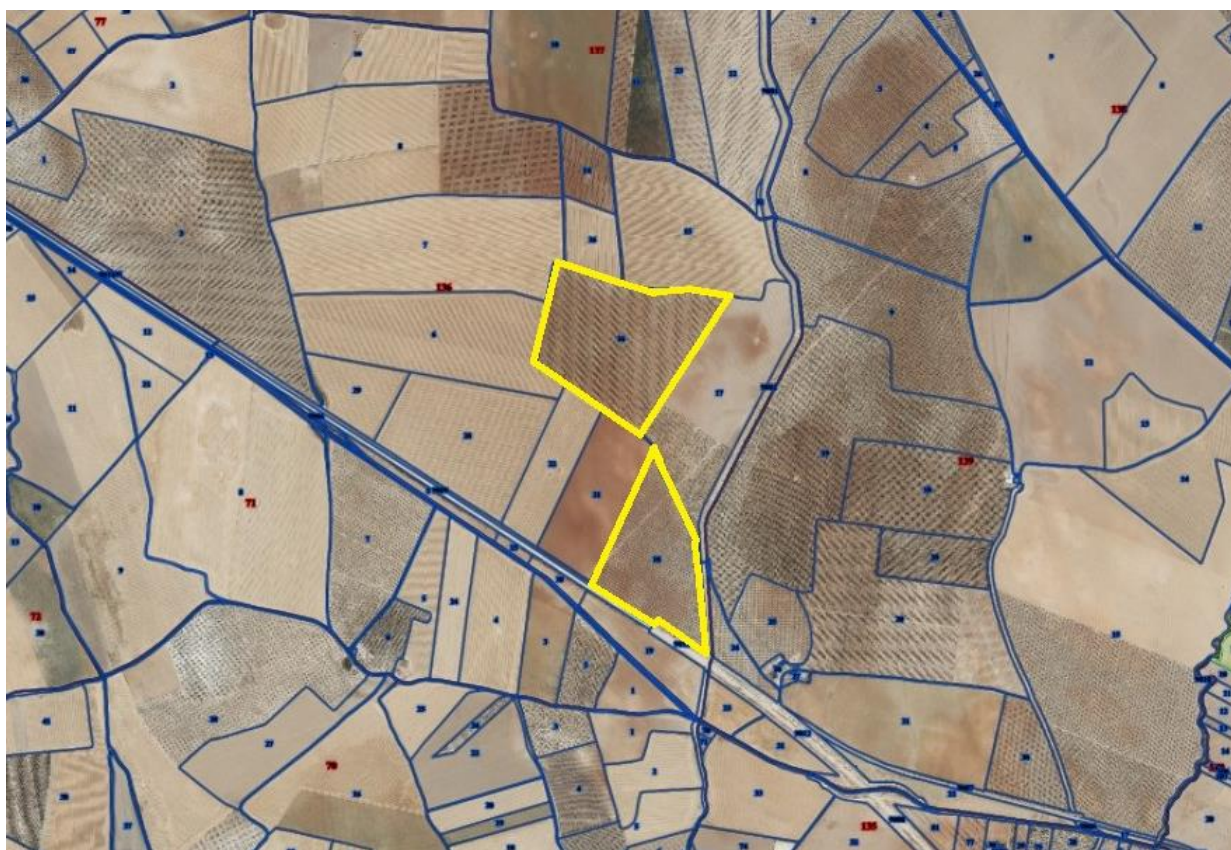


Figura 8-1. Plano aéreo de las plantaciones de olivos estudiadas para el cálculo de la HdC del AOVE (GOBIERNO DE ESPAÑA, s.f.).

Tal y como se definió a lo largo de este escrito, la parcela superior resaltada en amarillo se corresponde con la plantación de olivos arbequinos, parcela 16 del polígono 136 de la localidad de Osuna. En contra partida, la parcela inferior resaltada en amarillo se corresponde con la plantación de olivos hojiblanco, parcela 18 del polígono 136 de la localidad de Osuna.

En la figura anterior, se puede apreciar que las dos parcelas estudiadas se encuentran en una misma ubicación, teniendo por tanto unas condiciones similares tanto de terreno como de climatología.

8.2 Anexo II: Cálculo del factor de emisiones por el consumo de agua

Para el cálculo de los distintos factores de emisiones por el consumo de agua usados en el análisis de HdC realizado, se ha partido de un estudio realizado por la Universidad de Córdoba en el que a partir del coste energético de los tratamientos de potabilización y depuración y sus factores de emisión calculados se obtuvieron los factores de emisiones por el consumo de agua globales (DE TORO JORDANO, ANA, 2013) (MANZANO CASADO, ENRIQUE, 2020).

- Factor de emisiones por el consumo de agua en 2013

Como para el año 2013 la empresa EMASESA aún no realizaba controles de emisiones de la obtención de agua para el consumo, se partió de los datos mostrados en el documento “La huella de carbono de la UCO”, con los que realizando los cálculos mostrados en este mismo documento se obtuvo el factor de emisión global.

Tabla 8-1. Cálculo del factor de emisión por consumo de agua para el año 2013 (DE TORO JORDANO, ANA, 2013).

Cálculo de factor de emisión por consumo de agua en 2013			
Tratamiento	Coste Energético [kWh/m ³]	PCG ₁₀₀ [kg CO ₂ -eq/m ³]	PCG ₁₀₀ Total [kg CO ₂ -eq/m ³]
Depuración	0,102	0,034	0,162
Potabilización	0,390	0,129	

Tal y como se muestra en la tabla superior el factor de emisión global se obtiene de la suma de los factores de emisión para los tratamientos de depuración y potabilización y éstos a su vez de multiplicar el coste energético del tratamiento por el respectivo factor de emisión de electricidad del año.

- Factor de emisiones por el consumo de agua en 2019

Para el año 2019 se obtuvo el factor de emisión siguiendo la misma metodología mostrada en el documento “La huella de carbono de la UCO”. En este caso como para este año la empresa EMASESA ya realizaba estudios de emisiones del agua, se utilizaron los datos de consumo para el año 2019 facilitados por la propia empresa.

De esta forma se obtuvo el factor de emisión mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 8-2. Cálculo del factor de emisión por consumo de agua para el año 2019.

Cálculo de factor de emisión por consumo de agua en 2019			
Tratamiento	Coste Energético [kWh/m ³]	PCG100 [kgCO ₂ -eq/m ³]	PCG100 Total [kgCO ₂ -eq/m ³]
Depuración	0,048	0,013	0,119
Potabilización	0,394	0,106	

En la tabla anterior se puede apreciar como el valor del factor de emisión descendió para el año 2019 por la concienciación y el trabajo llevado a cabo por la empresa para la contribución con el medio ambiente.

- Factor de emisiones por el consumo de agua en 2020

Al igual que en los casos anteriores, para el cálculo del factor de emisiones por el consumo de agua del año 2020 se usó la metodología mostrada en el documento “La huella de carbono de la UCO”, utilizando de nuevo los consumos energéticos del año 2020 facilitados por la empresa EMASESA.

Tabla 8-3. Cálculo del factor de emisión por consumo de agua para el año 2020.

Cálculo de factor de emisión por consumo de agua en 2020			
Tratamiento	Coste Energético [kWh/m ³]	PCG100 [kg CO ₂ -eq/m ³]	PCG100 Total [kg CO ₂ -eq/m ³]
Depuración	0,047	0,009	0,086
Potabilización	0,382	0,076	

De nuevo, en la tabla superior puede apreciarse como el factor de emisión por el consumo del agua disminuye con respecto al del año anterior por el exhaustivo trabajo de la empresa para la reducción de las emisiones y la contribución medioambiental.