

Proyecto Fin de Máster Ingeniería Química

Análisis comparativo del ciclo de vida en la producción de aceite de oliva en olivar tradicional y superintensivo

Autor: Paulina Tello Castillo

Tutores: Bernabé Alonso Fariñas, Ricardo Arjona Antolín

Dpto. Ingeniería Química y Ambiental
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Proyecto Fin de Máster
Ingeniería Química

Análisis comparativo del ciclo de vida en la producción de aceite de oliva en olivar tradicional y superintensivo

Autor:

Paulina Tello Castillo

Tutor:

Bernabé Alonso Fariñas

Ricardo Arjona Antolín

Dpto. de Ingeniería Química y Ambiental

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022

Proyecto Fin de Carrera: Análisis comparativo del ciclo de vida en la producción de aceite de oliva en olivar tradicional y superintensivo

Autor: Paulina Tello Castillo

Tutor: Bernabé Alonso Fariñas, Ricardo Arjona Antolín

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

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis profesores

Resumen

Los sistemas superintensivos han mostrado una fuerte reducción de costos debido a su alto nivel de mecanización, pero pueden generar mayores impactos ambientales en comparación con los sistemas tradicionales, debido a una alta dosis de pesticidas y fertilizantes aplicados y a la mecanización total desde la siembra hasta la cosecha.

El presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) tiene como objetivo comparar la huella ambiental de las dos tipologías de cultivo más empleadas en la actualidad: el cultivo tradicional de la provincia de Jaén y el superintensivo o en seto del sur de Portugal, por ser estas dos zonas donde predominan uno y otro. Para el estudio se empleará la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) siguiendo la norma UNE-ISO 14044.

Las hectáreas de cultivo tradicional disponibles en Jaén son aproximadamente 354.000, mientras que en Portugal los olivares con disposición en seto ocupan 111.000 ha.

En primer lugar, para calcular la huella ambiental de los aceites se establecen los límites del sistema a estudiar que abarcan desde el cultivo de las aceitunas en el olivar hasta la producción de aceite de oliva virgen. Además, en el sistema se incluye el refinado de los aceites que no son vírgenes, como es el lampante y el orujo, así como la valorización de las corrientes residuales generadas. La unidad funcional de los sistemas es un kilogramo de aceite de oliva virgen.

A continuación, se analizan los inventarios de ciclo de vida de ambos cultivos. En ellos se recogen las entradas, salidas, corrientes intermedias, emisiones, co-productos y productos de cada una de las etapas que forman de la producción de aceite de oliva virgen.

Tras la fase de análisis los inventarios, se realiza la evaluación del impacto del ciclo de vida. Se emplea el software Simapro con el objetivo de transformar los valores de inventario en valores de impacto ambiental. El método de cálculo empleado es el ReCiPe 2016 Midpoint (H) que permite generar hasta dieciocho categorías de impacto. En este proyecto se han seleccionado cuatro: calentamiento global, acidificación del suelo, uso de suelo y consumo de agua.

Por último, se procede a la interpretación de los resultados de la evaluación de impactos con el objetivo de discutir cuál es la forma de cultivo más favorable medioambientalmente.

Índice

Resumen	vii
Índice	ix
Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras	xiii
1 Introducción	1
1.1 <i>Mercado mundial del aceite de oliva</i>	1
1.2 <i>Mercado olivero en España y Portugal</i>	2
1.2.1 Sector oleícola en España	2
1.2.2 Sector oleícola en Portugal	3
1.3 Características del cultivo del olivar tradicional y superintensivo	4
1.3.1 Olivares tradicionales	4
1.3.2 Olivares superintensivos	4
2 Objetivo	5
3 Alcance	7
3.1 Sistemas de cultivo de aceitunas para la producción de aceite de oliva virgen	7
3.1.1 Definición de los sistemas	7
3.1.2 Límites de los sistemas	8
3.1.3 Descripción del sistema	12
3.2 Expansión del sistema	19
3.2.1 Restos de poda del cultivo de aceitunas	19
3.2.2 Hojín de la almazara	19
3.2.3 Hueso de aceituna de la almazara	20
3.2.4 Orujillo de la extractora	20
3.2.5 Aceite lampante	20
3.2.6 Aceite de orujo crudo	21
3.3 Categorías de impacto	22
3.4 Calidad de datos	22
3.5 Suposiciones	23
3.6 Limitaciones	23
4 Inventario	25

4.1	<i>Esquema con materias primas y emisiones del proceso de producción de aceite de oliva</i>	25
4.2	Balance de materia global del cultivo tradicional	29
4.3	Balance de materia global del cultivo superintensivo	31
4.4	Aprovechamiento de los residuos generados	32
5	Resultados	37
5.1	Calentamiento global (CO ₂ eq.)	39
5.2	Uso de suelo (m ² crop eq.)	43
5.3	Acidificación (SO ₂ eq.)	47
5.4	Consumo de agua (m ³)	51
5.5	Normalización de categorías de impacto	52
6	Conclusiones	53
	Referencias	54
7	Anexo I: Inventarios	58
7.1	Inventario del olivar tradicional	58
7.2	Inventario del olivar superintensivo	62
8	Anexo II: Modelos de Simapro	66
8.1	Modelos del olivar tradicional	66
8.2	Modelos del olivar superintensivo	72
9	Anexo III: Redes de flujo	76
9.1	Redes de flujo de calentamiento global	76
9.1.1	Olivar tradicional	76
9.1.2	Olivar superintensivo	77
9.1.3	Refino de lampante	78
9.2	Redes de flujo de uso de suelo	79
9.2.1	Olivar tradicional	79
9.2.2	Olivar superintensivo	80
9.2.3	Refino de lampante	81
9.3	Redes de flujo de acidificación del terreno	82
9.3.1	Olivar tradicional	82
9.3.2	Olivar superintensivo	83
9.3.3	Refino lampante	84
10	Anexo IV: Calidad de datos	85
10.1	Calidad de datos del olivar tradicional	85
10.2	Calidad de datos del olivar superintensivo	88

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 3-1. Olivares seleccionados según la zona</i>	7
<i>Tabla 3-2. Usos del hojín en la almazara</i>	8
<i>Tabla 4-1. Balance de materia global del olivar tradicional</i>	29
<i>Tabla 4-2. Balance de materia global del olivar superintensivo</i>	31
<i>Tabla 4-3. Datos de la quema de poda</i>	32
<i>Tabla 4-4. Emisiones de la combustión en caldera de biomasa [32]</i>	33
<i>Tabla 4-5. Datos de la quema del hojín</i>	33
<i>Tabla 4-6. Datos del compost del hojín</i>	34
<i>Tabla 4-7. Contaminantes del compostaje de biomasa</i>	34
<i>Tabla 4-8. Composición de la hoja del olivo</i>	34
<i>Tabla 4-9. Hojín para compost y fertilizantes inorgánicos evitados</i>	35
<i>Tabla 4-10. Datos de la quema del hueso de aceituna</i>	35
<i>Tabla 4-11. Datos de la quema de orujillo</i>	36
<i>Tabla 5-1. Valores de las categorías de impactos en cultivo tradicional y superintensivo</i>	37
<i>Tabla 5-2. Distribución de los impactos de las etapas en el calentamiento global</i>	39
<i>Tabla 5-3. Distribución de los impactos de las etapas en el uso de suelo.</i>	43
<i>Tabla 5-4. Distribución de los impactos de las etapas en la acidificación.</i>	47
<i>Tabla 5-5. Distribución de los impactos de las etapas en el consumo de agua.</i>	51
<i>Tabla 8-1. Modelo del olivar tradicional</i>	66
<i>Tabla 8-2. Modelo de fertilización olivar tradicional</i>	66
<i>Tabla 8-3. Modelo de poda olivar tradicional</i>	67

<i>Tabla 8-4. Modelo de fumigación olivar tradicional</i>	67
<i>Tabla 8-5. Modelo de manejo de suelo olivar tradicional</i>	68
<i>Tabla 8-6. Modelo de recolección olivar tradicional</i>	68
<i>Tabla 8-7. Modelo de quema de biomasa olivar tradicional</i>	68
<i>Tabla 8-8. Modelo de almazara olivar tradicional</i>	69
<i>Tabla 8-9. Modelo de quema de hojín olivar tradicional</i>	69
<i>Tabla 8-10. Modelo de quema de hueso olivar tradicional</i>	70
<i>Tabla 8-11. Modelo de extrcatora olivar tradicional</i>	70
<i>Tabla 8-12. Modelo de refinó de orujo olivar tradicional</i>	71
<i>Tabla 8-13. Modelo de refinó de lampante olivar tradicional</i>	71
<i>Tabla 8-14. Modelo del olivar superintensivo</i>	72
<i>Tabla 8-15. Modelo de fertilización olivar superintensivo</i>	72
<i>Tabla 8-16. Modelo de poda olivar superintensivo</i>	73
<i>Tabla 8-17. Modelo de fumiación olivar superintensivo</i>	73
<i>Tabla 8-18. Modelo de manejo de suelo olivar superintensivo</i>	74
<i>Tabla 8-19. Modelo de recolección olivar superintensivo</i>	74
<i>Tabla 8-20. Modelo de fertilización olivar superintensivo</i>	74
<i>Tabla 8-21. Modelo de almazara olivar superintensivo</i>	75
<i>Tabla 8-22. Modelo de extractora olivar superintensivo</i>	75

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1-1. Variación de la producción de aceites de oliva en la campaña 2019/2020, en los principales países productores, respecto a la campaña 2018/2019.</i>	1
<i>Figura 1-2. Producciones de aceite de oliva por países en la campaña 2020/21.</i>	2
<i>Figura 1-3. Zonas olivareras de España.</i>	2
<i>Figura 1-4. Evolución de la producción en diferentes países.</i>	3
<i>Figura 3-1. Límites del sistema del olivar tradicional.</i>	10
<i>Figura 3-2. Límites del sistema de olivar superintensivo.</i>	11
<i>Figura 3-3. Procesos de obtención de los tipos de aceite de oliva procedentes de la almazara.</i>	15
<i>Figura 3-4. Recepción de aceitunas en la almazara.</i>	16
<i>Figura 3-5. Lavado de aceitunas en la almazara.</i>	16
<i>Figura 3-6. Molienda de aceitunas.</i>	16
<i>Figura 3-7. Centrifugadora horizontal.</i>	17
<i>Figura 3-8. Centrifugadora vertical.</i>	17
<i>Figura 4-1. Esquema global del proceso de producción de aceite de oliva</i>	25
<i>Figura 4-2. Quema de restos de poda</i>	26
<i>Figura 4-3. Quema del hojín</i>	27
<i>Figura 4-4. Elaboración de compost</i>	27
<i>Figura 4-5. Quema de hueso de aceituna</i>	28
<i>Figura 4-6. Quema del orujillo</i>	28
<i>Figura 5-1. Valores de categorías de impacto seleccionadas</i>	38
<i>Figura 5-2. Calentamiento global en el cultivo de aceitunas</i>	41
<i>Figura 5-3. Calentamiento global en almazara</i>	42

<i>Figura 5-4. Uso de suelo en el cultivo de aceitunas</i>	44
<i>Figura 5-5. Uso de suelo en la almazara</i>	45
<i>Figura 5-6. Acidificación en el cultivo de aceitunas</i>	48
<i>Figura 5-7. Acidificación en la almazara</i>	49
<i>Figura 5-8. Consumo de agua en el cultivo de aceituna</i>	51
<i>Figura 5-9. Gráfico radial con la normalización de las categorías de impacto (I)</i>	52
<i>Figura 5-10. Gráfico radial con la normalización de las categorías de impacto (II)</i>	52
<i>Figura 7-1. Inventario olivar tradicional</i>	61
<i>Figura 7-2. Inventario olivar superintensivo</i>	65
<i>Figura 9-1. Red de flujo de calentamiento global en olivar tradicional</i>	76
<i>Figura 9-2. Red de flujo de calentamiento global en olivar superintensivo</i>	77
<i>Figura 9-3. Red de flujo de calentamiento global en el refinado de lampante</i>	78
<i>Figura 9-4. Red de flujo uso de suelo en olivar tradicional</i>	79
<i>Figura 9-5. Red de flujo uso de suelo en olivar superintensivo</i>	80
<i>Figura 9-6. Red de flujo uso de suelo en el refinado de lampante</i>	81
<i>Figura 9-7. Red de flujo acidificación en olivar tradicional</i>	82
<i>Figura 9-8. Red de flujo acidificación en olivar superintensivo</i>	83
<i>Figura 9-9. Red de flujo acidificación en el refinado de lampante</i>	84
<i>Figura 10-1. Calidad de datos olivar tradicional</i>	87
<i>Figura 10-2. Calidad de datos olivar superintensivo</i>	89

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Mercado mundial del aceite de oliva

El sector del aceite de oliva tiene una importancia notable tanto a nivel nacional como internacional. Desde su introducción en la Península Ibérica, probablemente por parte de los romanos y árabes alrededor del siglo VI a.C. (Kiritsakis, 1992), el olivo está considerado como símbolo de paz y felicidad de la cultura mediterránea, además de producir aceite de oliva [1].

El olivo (*Olea europea* L.) es una planta de floración dicotiledónea, de la familia Oleaceae, misma familia a la que pertenece el fresno, el ligustro o el lila. La variedad de olivo cultivado para la producción de aceite de oliva es *O. europaea* L. var. *europaea* [2].

Actualmente, el cultivo del olivo se ha extendido por los 5 continentes del mundo, sin embargo, prevalece de forma extraordinaria a lo largo de la cuenca mediterránea, donde se encuentra la mayor zona de producción de aceite de oliva (98,7%) [3].

En la campaña pasada, campaña 2019/20, Europa protagonizó un descenso productivo respecto a la campaña 2018/19 a causa de la caída en la producción de España, donde la producción descendió en torno a un 24%. Las causas de esta reducción son el propio carácter discontinuo del cultivo del olivo, ya que este fenómeno se ve más acusado en olivares tradicionales y de secano, que representan un 68% del olivar español. España, por tanto, está cediendo protagonismo a Grecia, Italia, Túnez y Portugal que aumentan su producción en un alto porcentaje. Portugal, con la entrada en producción de nuevas plantaciones en alta densidad y la disponibilidad de agua que posee, aumentó su producción en casi un 40% de la campaña 2018/19 a la 2019/20, tal y como se observa en la *Figura 1-1* [4].

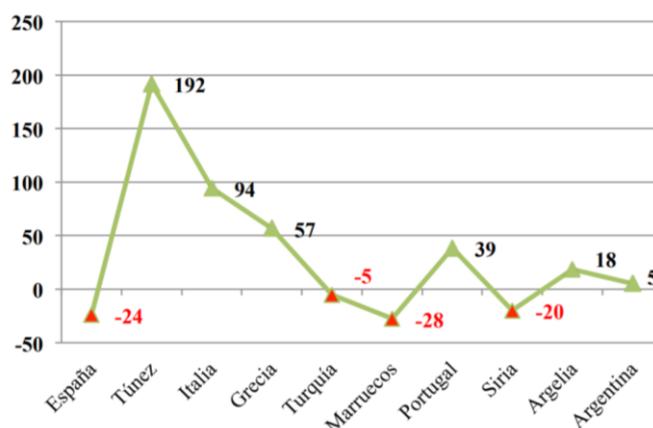


Figura 1-1. Variación de la producción de aceites de oliva en la campaña 2019/2020, en los principales países productores, respecto a la campaña 2018/2019.

A pesar de este descenso, un 49 % de la producción mundial de aceite de oliva de la campaña 2020/2021 nacerá del olivar español, estimándose que de las 3.086.50 t esperadas, España tenga una producción de 1.510.000 t, según el aforo realizado por el Departamento de Estudios Oleícolas del Centro de Excelencia de Aceite de Oliva de GEA [5]. En la *Figura 1-2* se muestra la distribución de producción por países en la campaña 2020/21.

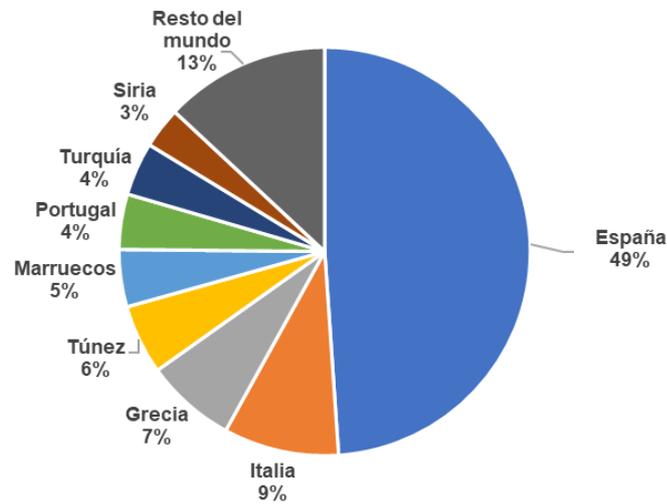


Figura 1-2. Producciones de aceite de oliva por países en la campaña 2020/21.

1.2 Mercado olivero en España y Portugal

1.2.1 Sector oleícola en España

En España, el olivo se ha difundido sobre todo por la zona limítrofe del Mediterráneo, llegando incluso su distribución a las Islas Canarias y el País Vasco, aunque en estas últimas regiones su importancia es muy limitada. La distribución de las zonas olivereras en España se refleja en la *Figura 1-3*. [4].



Figura 1-3. Zonas olivereras de España.

La vital importancia y potencia del sector oleícola español al cual se dedican el 5% de las empresas agroalimentarias españolas se muestra en que el sector representa el 9% de sus exportaciones y los olivares ocupan el 14% del suelo agrario español.

Andalucía es el principal productor de aceite de oliva español, siendo el oro verde una de sus señas de identidad. Produce el 83% del aceite español y el 32% del aceite mundial, y sus olivares ocupan el 9% de la superficie agraria en España y el 40% de Andalucía [6]. Jaén es la provincia líder en el aceite de oliva pues produce en torno al 50 % del total nacional de aceites de oliva, y más del 20 % de todo el mundo. Desde una perspectiva interna, el 78% de la superficie agrícola de la provincia se destina al cultivo del olivar, que es mayoritariamente de aceituna para almazara [7].

1.2.2 Sector oleícola en Portugal

Por otra parte, en Portugal, el sector del olivo es, dentro del área agrícola, uno de los más importantes en términos de superficie ocupada, producción y fincas cubiertas. Según información del Instituto Nacional de Estadística (INE) la superficie oleícola en Portugal es de 361 mil hectáreas, correspondientes al 9,5% de la superficie agrícola útil.

El olivar portugués dispone de cinco grandes áreas de producción: Alentejo, Beira Interior, Beira Litoral, Tras Os Montes y Ribatejo Oeste. Alentejo, zona del sur de Portugal, es la región líder con una producción en torno al 70% del total del aceite del país, seguida de Tras Os Montes con el 15%.

El sector del olivo en Portugal, en los últimos años, como resultado de la plantación de nuevos olivares en Alentejo, ha provocado un aumento de la productividad, producción y rendimiento de la tierra. Esta zona está compuesta predominantemente por olivares modernos y es consecuencia del aumento de la demanda de aceites vegetales de calidad, como es el caso del aceite de oliva [8].

Se puede observar que el crecimiento de la producción en Portugal desde la campaña 2000/2001 hasta la campaña 2017/2018 (siendo esta la segunda campaña con mayor producción) ha sido de un 270%. Este crecimiento es muy superior al observado para la media mundial (140%) [8], *Figura 1-4*.

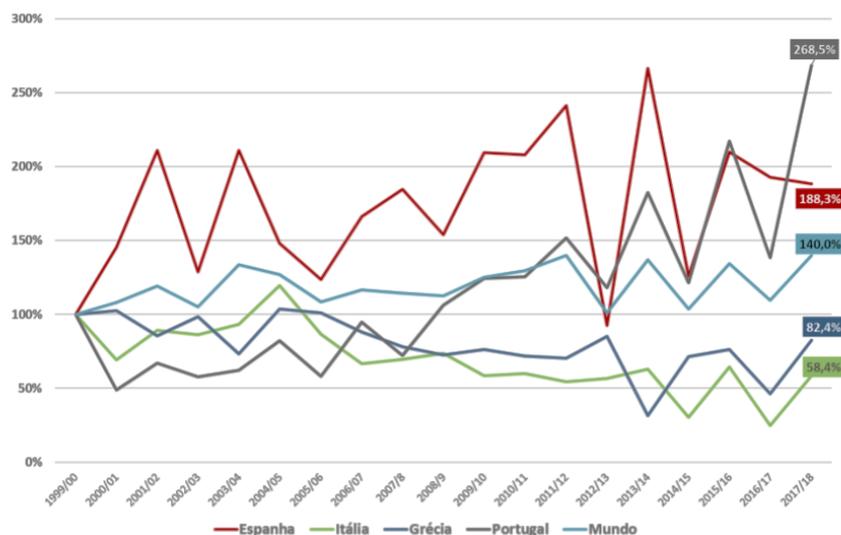


Figura 1-4. Evolución de la producción en diferentes países.

Por ello, se espera que Portugal se convierta en un competidor muy fuerte al que España deberá tener en cuenta si quiere seguir liderando el mercado mundial del aceite de oliva.

1.3 Características del cultivo del olivar tradicional y superintensivo

A continuación, se detallan las características generales de los dos cultivos a estudiar.

1.3.1 Olivares tradicionales

Este tipo de plantaciones está formada por olivos centenarios de varios pies cuyo estado puede variar según su adaptación al clima, al terreno y a los cuidados que se le aporten de poda, riego, etc. El marco de plantación es normalmente de 10×10 metros, por lo que la producción a veces es limitada estando entre los 1.000-5.000 kg aceituna/ha [8].

Normalmente son cultivos en régimen de secano, pero el cultivo tradicional de regadío se ha impuesto cada vez más por su mayor rendimiento productivo.

Dentro del cultivo del olivo tradicional, es posible diferenciar entre: mecanizable, donde con una inclinación del terreno inferior al 20% permite introducir maquinaria en fases de la recolección o tareas como la aplicación de tratamientos, y no mecanizable donde por la inclinación del terreno todas las tareas son manuales [7].

1.3.2 Olivares superintensivos

El olivar superintensivo es una forma de cultivo que se caracteriza por utilizar marcos de plantación más estrechos que el olivar tradicional y el intensivo, siendo la distancia entre árboles de una misma fila 1,5 metros y la anchura entre filas 4-5 metros [8]. En el olivar superintensivo se plantan 1.000-2.000 árboles por hectárea y esto permite conseguir producciones de hasta 15.000 kg/ha, aunque es más habitual que sean de 10.000-12.000 kg/ha [9].

Estas plantaciones, más modernas, también incluyen riego por goteo y abonado por fertirrigación (aporte de los fertilizantes disueltos en el agua de riego). Además de un aumento en la productividad, los cultivos superintensivos tienen la ventaja de facilitar una mecanización completa de la explotación, lo que redundará en un aumento del beneficio por hectárea y una menor dependencia de la mano de obra [9].

2 OBJETIVO

El presente estudio está motivado por el creciente interés de la Unión Europea (UE) en hacer frente al cambio climático y, consecuentemente, minimizar el impacto ambiental del sector agrario y sus emisiones de gases de efecto invernadero.

En este sentido y dentro del marco de la UE, Portugal está apostando por la plantación de arboledas de alta intensidad y por la tecnificación de su explotación, adquiriendo cada vez más protagonismo en el mercado de del aceite de oliva y posicionándose entre los primeros productores. En los próximos años este país se podrá convertir en el mayor referente mundial en cultivo de olivos modernos y eficientes [9], hecho que podría provocar un efecto negativo en el mercado jienense de aceite, líder actual del sector.

El objetivo de este proyecto es comparar la huella ambiental de los dos tipos de cultivo más empleados en la actualidad: el cultivo tradicional de la provincia de Jaén y el superintensivo o en seto del sur de Portugal, por ser estas dos zonas donde predominan uno y otro.

Para el estudio se empleará la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), siguiendo la norma UNE-ISO 14044, que será la herramienta utilizada para la toma de decisiones.

El público al que va dirigido este estudio es, en primera instancia, los agricultores de ambas regiones, que podrán utilizar la información para establecer cambios en cultivos, recursos y materias primas necesarias para reducir el impacto ambiental.

3 ALCANCE

El proyecto desarrolla un ACV para evaluar el impacto ambiental de la producción de aceite de oliva virgen en fincas tradicionales y superintensivas en las regiones de Jaén (España) y Alentejo (Portugal).

En cada una de las zonas citadas se ha seleccionado la variedad de aceituna que mejor se adapta a la respectiva forma productiva: variedad picual en el olivar tradicional y arbequina en la plantación superintensiva.

Se debe tener en cuenta que el rendimiento graso difiere según el tipo de aceituna. Mientras que la picual presenta un rendimiento medio de aceite del 22%, y habitualmente por encima del 20%, la arbequina en los cultivos superintensivos suele tener un rendimiento en el entorno del 14-17 % [10].

Puesto que el objetivo final de ambos cultivos es la producción de aceite de oliva virgen, la unidad funcional que se ha tomado como referencia para realizar el estudio comparativo es un kilogramo de dicho aceite.

3.1 Sistemas de cultivo de aceitunas para la producción de aceite de oliva virgen

3.1.1 Definición de los sistemas

Los sistemas a estudiar son la producción de aceite de oliva virgen a partir de las dos tipologías de olivares en estudio, distinguiéndose según el marco de plantación y la variedad correspondiente. Los dos cultivos a analizar siguen el mismo proceso de producción, pero con distinta maquinaria y uso de materia prima.

Para la comparación de la huella ambiental se han escogido los olivares de la *Tabla 3-1* por ser los más comunes de las tipologías de olivares a estudiar.

Tabla 3-1. Olivares seleccionados según la zona

REGIÓN A ESTUDIAR	TIPO DE OLIVAR	VARIEDAD ACEITUNA	RÉGIMEN DE RIEGO	PRODUCTIVIDAD
Jaén	Tradicional mecanizable	Picual	Secano	3.000 kg aceituna/ha
Sur de Portugal	Superintensivo	Arbequina	Regadío	10.000 kg aceituna/ha

3.1.2 Límites de los sistemas

Los sistemas a estudiar comprenden desde la explotación de las aceitunas en el olivar hasta la producción de aceite de oliva virgen en la almazara. Además, en los sistemas se incluye el refinado de los aceites que no son vírgenes, como es el lampante y el orujo, así como la valorización de las corrientes residuales generadas.

Las *Figura 3-1* y *Figura 3-2* corresponden a los límites de los sistemas de olivar tradicional y superintensivo respectivamente, y en ellas están representadas todas las entradas y salidas de masa y energía.

- La primera etapa corresponde con la **producción de aceitunas** donde las materias primas usadas son: agua de riego, en el caso de un olivar de regadío, fertilizantes, pesticidas y combustible. En el cultivo de las aceitunas, durante la poda, se generan restos cuyo fin es la producción de energía térmica mediante su combustión [11].
- Las aceitunas, ya recolectadas, son transportadas hasta la **almazara** para la obtención de aceite de oliva virgen. Los consumos en esta etapa son: electricidad y agua de lavado de las aceitunas.
- El **aceite lampante y el alperujo** son dos subproductos resultantes del tratamiento físico al que se someten las aceitunas en la almazara. El aceite lampante tiene como destino la refinería para producir aceite de oliva refinado apto para el consumo, mientras que el alperujo debe someterse a una extracción química para la obtención de aceite de orujo crudo antes de ser refinado para su venta en el mercado.
- En la almazara se genera **hojín**, compuesto por restos de hojas y ramas finas. Los principales usos de este hojín son: la incorporación directa en los suelos (39,9%), que se realiza por los mismos agricultores que se llevan parte del material que se produce en las almazaras, la generación de calor (32,9%) y la alimentación animal (20,8%). Además de los anteriores, existen otros destinos minoritarios: gestión como residuo para su eliminación (2,9%), elaboración de compost (1,2%), relleno de surcos producidos por la erosión (0,6%), quema sin aprovechamiento energético (0,4%) y usos desconocidos (1,3%) [12].

En este proyecto se considera que todo el hojín se ha destinado a los cuatro principales usos, es decir, la incorporación directa en los suelos, la generación de calor, la alimentación animal y el compost. El resto de usos minoritarios ha sido repartido proporcionalmente.

De esta manera el porcentaje de cada corriente destino del hojín se refleja en la *Tabla 3-2*.

Tabla 3-2. Usos del hojín en la almazara

VARIABLE	VALOR
Incorporación directa al suelo	41,2 %
Generación eléctrica o cogeneración	34,3 %
Alimentación animal	22,1 %
Compost	2,4 %

- A su vez, en la almazara, los **huesos de las aceitunas** son separados y parte de ellos usados para el autoconsumo (20 %) [13] como combustible en la propia caldera de la almazara. La parte no autoconsumida o disponible se destina a plantas de generación de calor (50,6 %), a intermediarios (30,4 %), a explotaciones ganaderas (13,8 %) y a calefacción doméstica (5,2 %) [12].

Puesto que no se conoce el destino final de los hueso de aceituna dirigido a intermediarios y explotaciones ganaderas, este se ha considerado que se destina a generación de calor, por ser el uso principal. Igualmente, la calefacción doméstica se ha considerado que se usará para la producción de calor.

Aunque el hueso también se destina en algunos casos a la generación de eléctrica en este proyecto esta generación se ha asimilado a generación de energía térmica en una caldera de biomasa.

- El **aceite lampante** se transporta a la planta de refino, donde se ajusta el grado de acidez con un proceso químico. Los consumos en la refinería son: electricidad, agua, calor e hidróxido sódico. En esta etapa no genera ningún subproducto a tratar.
- El **alperujo**, orujo húmedo graso, se conduce a la extractora, donde se somete a un proceso de extracción del aceite residual y se genera orujillo, producto con valor energético. En la extractora se consume electricidad, combustible, y hexano como disolvente para la extracción.
- El 64,6 % [13] del **orujillo** generado es usado como combustible en la propia extractora. El resto suele ser destinado a la generación de energía térmica.
- Por último, de la extractora sale el **aceite de orujo crudo** que se refina en un proceso idéntico a la refinación del lampante.
- Los **transportes** de los subproductos hasta las plantas de aprovechamiento no se han tenido en cuenta, así como tampoco el transporte del hojín para su incorporación al campo como abono.

3.1.2.1 Límites del sistema del olivar tradicional

En la *Figura 3-1* se muestra los límites del sistema para la producción de aceite de oliva virgen a partir de un olivar tradicional. El rendimiento global de aceituna-aceite es del 21 % p/p, pero este rendimiento está referido a extracción de aceite virgen. Es decir, de un kilogramo de aceituna se extraen 0,21 kilogramos de aceite virgen de los cuales el 13 % corresponde a virgen extra y el 8 % a lampante [13].

Se ha tomado como base de cálculo 100 kg de aceitunas para calcular las corrientes del proceso. Las referencias se encuentran en la *Tabla 4-1* del apartado 4.2.

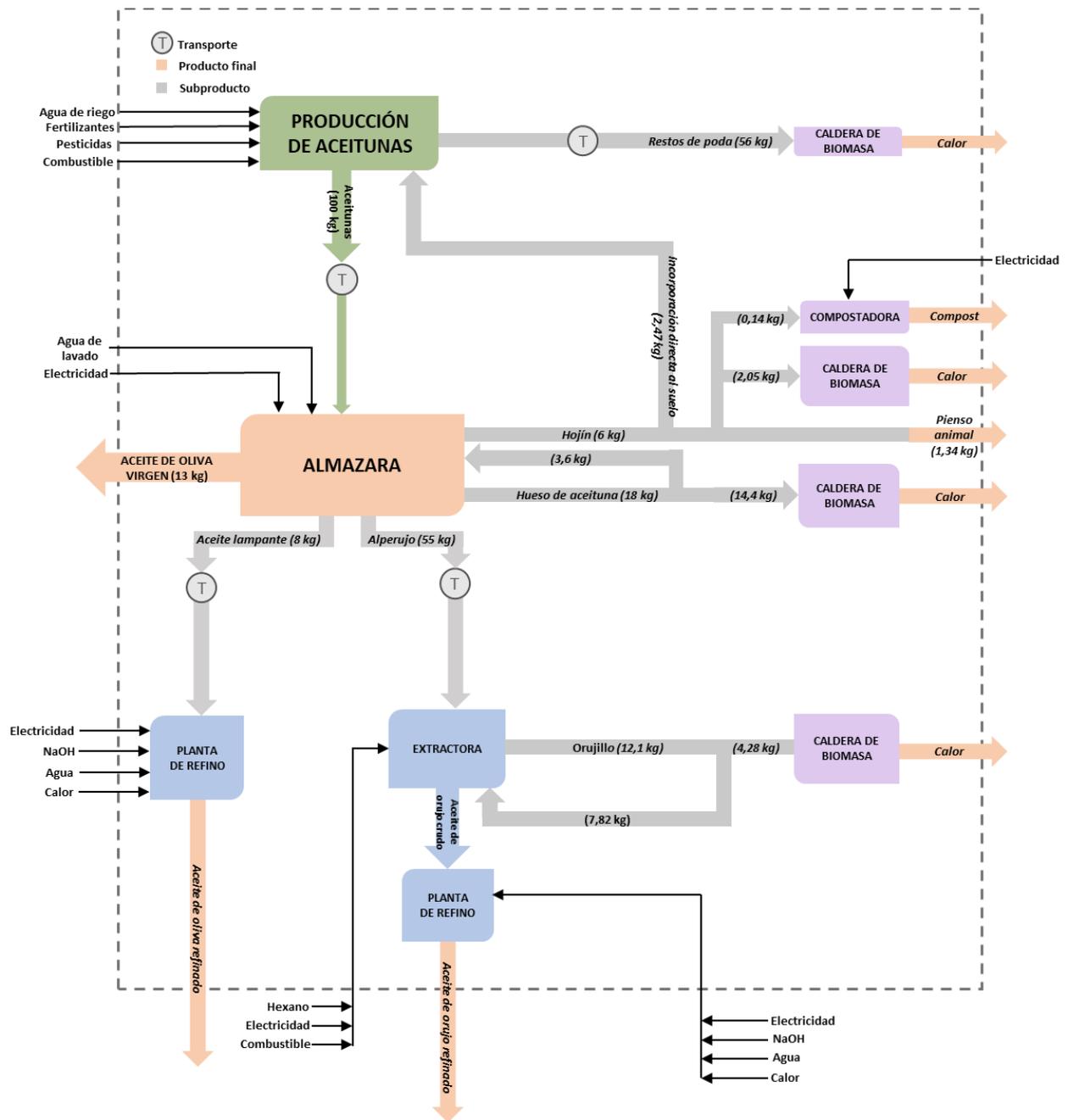


Figura 3-1. Límites del sistema del olivar tradicional.

3.1.2.2 Límites del sistema del olivar superintensivo

En la *Figura 3-2* se muestra los límites del sistema tanto para la producción de aceite de oliva virgen a partir de un olivar superintensivo con un rendimiento de aceituna-aceite del 15,5 %. El rendimiento global de aceituna-aceite es del 15,5 % p/p, pero este rendimiento está referido a extracción de aceite virgen. Es decir, de un kilogramo de aceituna se extraen 0,155 kilogramos de aceite virgen de los cuales el 9,6 % corresponde a virgen extra y el 5,9 % a lampante.

Se ha tomado como base de cálculo 100 kg de aceitunas para calcular las corrientes del proceso. Las referencias se encuentran en la *Tabla 4-1* del apartado 4.3.

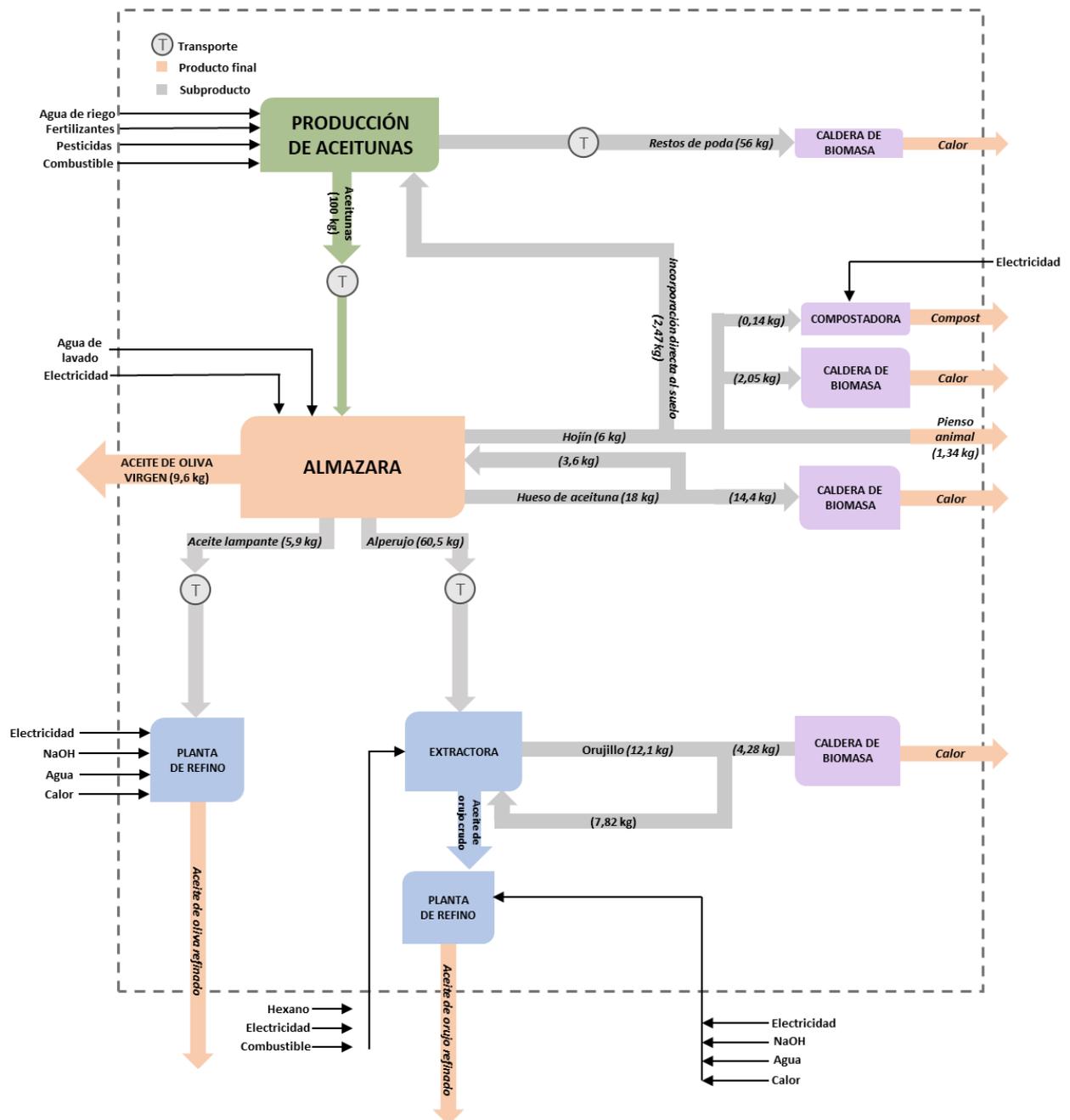


Figura 3-2. Límites del sistema de olivar superintensivo.

3.1.3 Descripción del sistema

La descripción del sistema es común a ambos cultivos. La diferencia entre ellos es la productividad por hectárea, el consumo de materias primas y la maquinaria empleada para las tareas del cultivo de las aceitunas.

3.1.3.1 Tareas en el cultivo de la aceituna

A continuación, se describen las tareas que se realizan durante una campaña de aceituna. Los procesos generales que se llevan a cabo en ambos cultivos abarcan todo un año y son: poda, manejo del terreno, fertilización, fumigación, riego, recolección y transporte a la almazara, donde se obtiene el producto final, el aceite de oliva virgen [14]. La distribución de los meses está generada en base a una zona geográfica común para el cultivo del olivar.

Febrero: Poda

En inicios del mes de febrero se finaliza la campaña de recogida de aceituna y es el momento de adecuar los olivos para la siguiente recolección realizando algunas labores de poda. La poda del olivo es sin duda uno de los trabajos que más influyen en la salud y rentabilidad de una explotación de olivos, con independencia del marco de plantación. Se controla la densidad del árbol, la forma de la copa y se consigue equilibrar las producciones.

- **Poda en el olivar tradicional**

La poda de producción del olivar tradicional es un tipo de poda destinado al aclareo y poda ligera de la copa. Se trata de ir dándole la forma y altura a la copa para ir cosechando los frutos. La herramienta más utilizada y de mayor rendimiento en este tipo de plantación es la motosierra al poder realizar cortes de ramas más gruesas con poco esfuerzo [15].

- **Poda olivar superintensivo**

En el olivar superintensivo los árboles adquieren forma de seto debido a la proximidad entre las plantas y las podas frecuentes. Se realiza dos podas a este tipo de olivar: poda lateral y de rebaje.

El objetivo de la poda lateral es eliminar las ramas que irrumpen las calles laterales para permitir el paso de la maquinaria, pero sobre todo se consigue una mejor y mayor producción por la eliminación de algunas ramas. La poda de rebaje controla la altura de los árboles para garantizar la producción en términos de calidad y cantidad.

La maquinaria empleada para ambas podas es la podadora de discos, también llamada prepodadora [16].

Marzo: Abonado y manejo del suelo

En el mes de marzo se produce la formación del fruto y su desarrollo por lo que es de vital importancia la aportación de los nutrientes esenciales para su correcto crecimiento a través un abono de nitrógeno, fósforo y potasio. Los fertilizantes usados son abonos inorgánicos tipo NPK.

- **Abono olivar tradicional**

La forma de aplicar los fertilizantes al olivar de secano tradicional es aportarlos al suelo, cerca de las raíces absorbentes, que están distribuidas por medio de las calles del olivar en el horizonte superficial, que es el mejor aireado y el más rico en elementos nutritivos. Se aplican fertilizantes sólidos nitrogenados complejos que se distribuyen con abonadoras centrífugas, en superficie, por medio de las calles del olivar. El fertilizante usado es un NPK cuyas dosis son 45 kg/ha de N, 16 kg/ha de P_2O_5 y 72 kg/ha de K_2O [17].

- **Abono olivar superintensivo**

Para los cultivos superintensivos de regadío lo más recomendable es usar fertirrigación, es decir, que el suministro de nutrientes se realice a través del sistema de riego. Por tanto, en este caso no es necesario una abonadora para su distribución. El fertilizante usado es un NPK cuyas dosis son 129 kg/ha de N, 48 kg/ha de P_2O_5 y 216 kg/ha de K_2O [17].

- **Manejo del suelo olivar tradicional**

El sistema de manejo de suelo empleado es cubierta espontánea con mínimo laboreo. Las cubiertas espontáneas son aquellas formadas por la flora natural presente en la finca. No constituye una cubierta homogénea sino por el contrario serán unas cubiertas más o menos diversas formadas por diferentes especies [18].

Se emplea una desbrozadora-tractor y un cultivador.

- **Manejo del suelo olivar superintensivo**

En el cultivo superintensivo se emplea un no laboreo con suelo desnudo. En este sistema de manejo del suelo no se realizan labores de ningún tipo, eliminando las malas hierbas y dejando el suelo libre de vegetación espontánea durante todo el año. [18].

Se emplea desbrozadora para malas hierbas [19].

Abril-julio: Segundo abonado

El comienzo de la primavera es una etapa decisiva en el crecimiento de la aceituna por lo que aún se puede aportar nutrientes o estimulantes vegetativos para terminar de formar el fruto.

El mes de junio y julio siguen siendo cruciales para el desarrollo de la aceituna. Se equilibran todos los nutrientes del olivo y se le aporta la energía necesaria para el desarrollo final del fruto [14].

Agosto y septiembre: Desvareto

Es la época de realizar el desvareto, tarea que consiste en la eliminación de las brotaciones adventicias que de una forma natural produce el olivo, apareciendo éstas en la peana, en el tronco o en las ramas principales. Suelen ser brotaciones indeseables, que han de eliminarse antes de que pasen a ser chupones vigorosos y desvitalicen al árbol.

El desvareto es una actividad que no se ha tenido en cuenta para este análisis de ciclo de vida pues es una actividad que en el caso de olivar tradicional se realiza manualmente y en el cultivo superintensivo no procede desvaretar [18]. Por ello, las emisiones asociadas a esta actividad serán nulas.

Diciembre: Recolección

A final de año se procede a la recolección de la aceituna.

La gran variedad en los diferentes tipos de olivar que existen, tanto desde el punto de vista del diseño de la plantación como de la formación de los árboles, hacen que no existan soluciones generalizadas para la mecanización de su recolección. En los últimos treinta años se ha producido una evolución constante de las técnicas de recolección basadas en el desprendimiento de la aceituna mediante vibración [18].

- **Recolección en olivar tradicional**

En este sistema de cultivo el método empleado para la recolección es el vibrador de tronco con vareo complementario, además de la recogida con mantos.

La maquinaria empleada es un vibrador acoplado [19].

- **Recolección en olivar superintensivo**

En el olivar superintensivo se emplea una cosechadora integral de olivar en seto [19].

Riego

Hay unos periodos críticos en los que es muy recomendable establecer un riego, siendo más necesario en época de desarrollo de la flor, la formación de la aceituna o cuando el árbol es joven y se encuentra en etapa de crecimiento entre otros.

En los tipos de cultivo a estudiar solo el cultivo superintensivo es de tipo regadío, por lo que será el único que tenga un sistema de riego implantado.

3.1.3.2 Almazara

Tras la campaña de recolección la aceituna se transporta a la almazara, donde se procesa el aceite de oliva. La distancia típica entre el olivar y la almazara es de 10 km [20] (Aunque la distancia suele ser algo menor, se ha considerado este valor por incluir también el transporte de los subproductos a las plantas de aprovechamiento).

La almazara utiliza una separación de dos fases, es decir, se separa el aceite por una parte y los sólidos y el agua, llamado alperujo, por otra [21].

El proceso general de producción contiene varias etapas: la limpieza y almacenamiento, la molienda y homogeneización de la pasta, las fases de separación del aceite y almacenamiento. En la almazara, además del aceite de oliva virgen, se extraen otros tipos de aceite de diferentes calidades como son el aceite lampante y el aceite de orujo. Estos aceites será necesario refinarlos para su consumición.

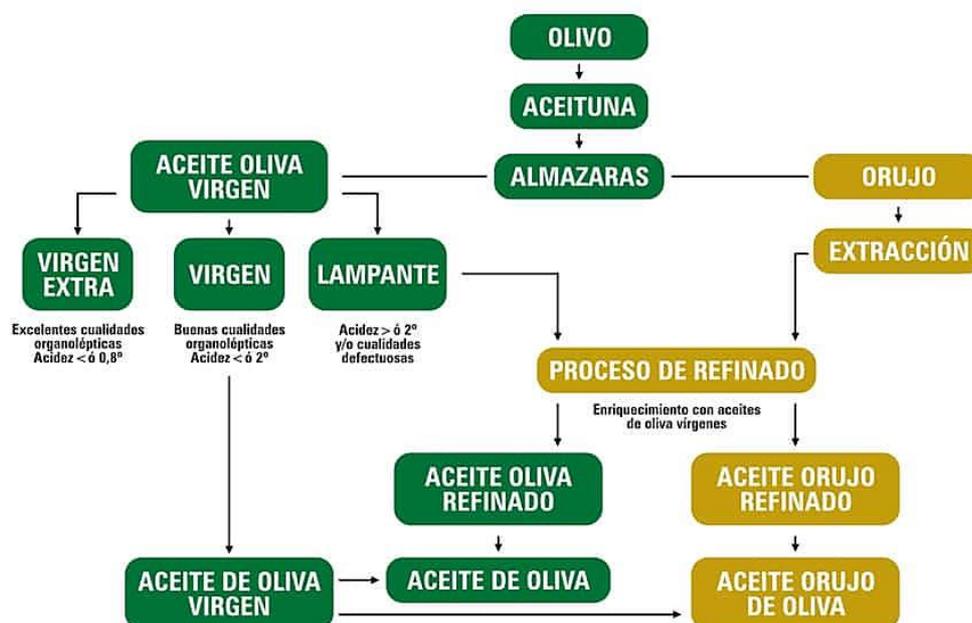


Figura 3-3. Procesos de obtención de los tipos de aceite de oliva procedentes de la almazara.

Recepción, limpieza y lavado

Las aceitunas cuando llegan a la almazara se limpian y se lavan en una máquina limpiadora que separa las aceitunas de otros materiales vegetales (hojas, ramas) y de la tierra adherida durante su recolección. El consumo de agua en el proceso de lavado es de 11 litros por cada 100 kg de aceitunas [21]. El agua empleada a diferencia de otras industrias alimentarias en las que para la descarga y lavado de materias primas se emplea agua potable, las industrias almazareras emplean un agua con carga microbiana y parámetros fisicoquímicos [22].



Figura 3-5. Lavado de aceitunas en la almazara.



Figura 3-4. Recepción de aceitunas en la almazara.

Molienda y homogenización de la pasta

A continuación, se pasa a la zona de molturación para triturar el fruto, con el hueso de la aceituna incluido, hasta conseguir una pasta. Se bate en depósitos cuya misión es calentar y voltear la masa para propiciar la agregación de las gotas de aceite por fricción y facilitar de esa manera la extracción del aceite. El hueso de la aceituna representa el 18 % del peso del fruto y contiene menos del 1 % de aceite [21]. La mayor parte del aceite de oliva proviene de la pulpa de la aceituna y varía de un 15 a un 22 % de su peso dependiendo de la variedad.

El proceso de molienda debe durar unos 20 minutos para evitar un aumento de oxidación de la pasta y perjudicar las características organolépticas del aceite. El proceso, además, se realiza a temperaturas moderadas (entre 25°C y 28° C), mantenidas mediante la circulación de agua caliente en la batidora. El agua se calienta en una caldera de biomasa, que utiliza como combustible los huesos de aceitunas desecados. Estas temperaturas facilitan la liberación del aceite, sin alterar sus características organolépticas [21].

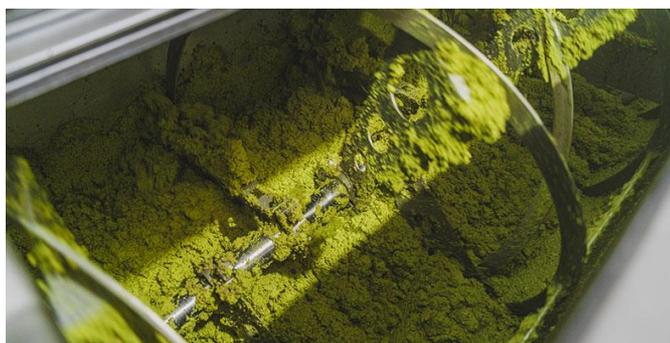


Figura 3-6. Molienda de aceitunas.

De este proceso sale el alperujo que representa entre el 55 - 60,5 % [13] de la entrada de aceitunas, según el tipo de variedad de aceituna usada. Del alperujo extraído se separa el hueso que tendrá como destino el autoconsumo y las calderas de biomasa para la generación de energía térmica, como se ha explicado en el apartado 3.1.2.

Separación del aceite del agua y los sólidos

Una vez formada la pasta es necesario separar el aceite del resto de los componentes de la aceituna (sólidos y aguas de vegetación). A diferencia del sistema de tres fases, no se adiciona agua del exterior.

Con la ayuda de una centrífuga horizontal se pone en rotación la masa batida procedente de la batidora, de forma que el aceite de oliva virgen, menos denso que el agua, la piel, la pulpa y el hueso forma un anillo central que tiene una salida independiente del resto de anillos que en su salida del decantador. El agua es expulsada por el decantador junto con el orujo, de lo que resulta el alperujo, un orujo húmedo con un contenido de agua entre el 62 y el 75%. Después del decantador, el aceite pasa a una centrifugadora vertical para eliminar los sedimentos naturales y separar la pequeña cantidad de agua que resta en el aceite [21]. El alperujo restante se transporta a extractoras para la producción de aceite de orujo de oliva. La distancia típica entre la almazara y la extractora es de 10 km [20].



Figura 3-7. Centrifugadora horizontal.



Figura 3-8. Centrifugadora vertical.

El aceite de oliva se almacena en depósitos de acero inoxidable durante 3 meses para una última limpieza del aceite mediante la decantación de las partículas en suspensión. El almacenamiento del aceite no se incluye en los límites de sistema de este estudio.

3.1.3.3 Producción aceite lampante y de orujo

3.1.3.3.1 Aceite lampante

La cosecha de la aceituna no toda es adecuada para producir aceite de oliva virgen extra. Existe un elevado porcentaje de la aceituna que se encuentra en mala calidad debido a diversos factores: estar picadas, caídas al suelo, dañadas por plaga o agente meteorológicos, pasadas de maduración, etc. Estas aceitunas de mala calidad se procesan en la almazara para producir aceite lampante (acidez mayor de 2°), el cual se deberá someter a un proceso químico llamado refinado, proceso químico-físico, muy drástico y energético, para poder ser consumido. Tan solo los vírgenes se extraen con procesos mecánicos.

Aproximadamente el 40 % del aceite de la campaña es aceite virgen de oliva lampante [23]. La distancia típica entre la almazara y la planta de refino es de 10 km.

En el proceso de refinado se elimina la acidez del aceite con sosa cáustica formando jabones que son separados del aceite por centrifugación, dejando la acidez del aceite prácticamente a cero. El aceite se lava para eliminar los restos de jabones y se deja secar a alta temperatura. A continuación, se procede a la decoloración y desodorización del aceite para eliminar olores y sabores desagradables. La desodorización consiste en una destilación a alto vacío con arrastre de vapor y altas temperaturas de 250°C. Por último, se realiza el proceso de winterización para conseguir que el aceite se mantenga líquido a temperaturas ambiente.

El resultado es un aceite de oliva refinado que es una grasa vegetal incolora, inodora e insípida que únicamente se distingue del resto de los aceites vegetales en su contenido en ácido oleico, única ventaja nutricional que mantiene tras el refinado [23].

El proceso de refinación, en general, no requiere de una gran cantidad de materias primas. El 90 % del aceite lampante que entra se convierte en refinado, el denominado aceite de oliva virgen.

3.1.3.3.2 Aceite de orujo de oliva

En la almazara se obtiene el alperujo que corresponde a la parte semisólida resultante de la prensa de las aceitunas. Esta es utilizada como materia prima en el sector orujero para obtener el aceite de orujo de oliva [24]. El proceso de elaboración de este aceite (acidez de 2,5°) se lleva a cabo en dos fases: extracción y refinación.

La extracción comienza con la masa de alperujo, orujo grasoso húmedo. Se deshuesa mediante un centrifugado con un tamiz donde se consigue separar el hueso mediante energía centrífuga. A continuación, la masa se somete a una extracción en frío con un sistema de dos fases. La masa de aceituna (alperujo) se pasa por la termobatidora y posteriormente por el decantador, donde se obtiene el primer aceite de orujo crudo (0,6% del total de la masa) y orujo grasoso húmedo con un 70% de humedad y 1,9% de riqueza grasa.

El orujo grasoso húmedo es necesario secarlo en secadores tipo tromel. La masa con el movimiento giratorio y la presencia de aire caliente se va pegando a las paredes del tromel creando unas cortinas de orujo. Al final del tromel se ha conseguido evaporar por la chimenea el 60% del total de la masa de orujo grasoso húmedo que entró, obteniendo como resultado el orujo grasoso seco. Para el secado se emplea parte del orujillo obtenido del proceso de extracción del aceite de orujo, concretamente el 17%.

Por último se realiza la extracción química. En el proceso de extracción química entra el orujo grasoso seco y salen el aceite de orujo de oliva crudo y el orujillo. Aproximadamente se obtiene un 2,43 % de aceite de orujo crudo respecto al alperujo que entra en la extractora. Para la extracción del residuo grasoso del orujo se emplea hexano, disolvente alimentario de uso habitual.

El aceite de orujo crudo se lleva a una planta de refino para obtener aceite de orujo refinado, ya apto para el consumo. El proceso de refino es idéntico al descrito en el aceite lampante.

3.2 Expansión del sistema

En la producción de aceite de oliva se generan diversos residuos, los explicados en el *apartado 3.1.2*, que son restos de poda, hojín, hueso de aceituna y orujillo. Estos residuos tienen un aprovechamiento energético posterior, de forma que se transforman en productos con valor para el mercado. Este aprovechamiento energético de los residuos evita tener que producir otros productos por vías alternativas. Las emisiones asociadas a los productos evitados se contabilizan como créditos negativos, es decir, se restan a las emisiones propias del sistema, ya que están dejando de emitirse esos contaminantes gracias al aprovechamiento de los residuos generados.

Tanto en el olivar tradicional como en el superintensivo se generan los mismos subproductos, por lo que la expansión del sistema en ambos cultivos será idéntica.

3.2.1 Restos de poda del cultivo de aceitunas

Los restos de poda del cultivo del olivo se han quemado tradicionalmente en el olivar. Sin embargo, esto supone un problema medioambiental no solo por las emisiones generadas sino también por ser un derroche energético al no aprovecharse su capacidad calorífica.

Aunque otra posible reutilización de dichos restos sería su incorporación al suelo, una vez triturados y astillados, la opción más eficiente consiste en utilizarlos para la producción de energía térmica en calderas. Por ello, ha sido este último uso el considerado en este proyecto, tal y como ya se adelantó en el *apartado 3.1.2*.

Teniendo en cuenta la anterior consideración, se está evitando la producción de calor por otra vía, y por consiguiente, sus emisiones. Para tener en cuenta este efecto, se realiza una expansión del sistema que consiste en contabilizar de forma negativa las emisiones del proceso alternativo, ya que son emisiones evitadas.

El combustible fósil seleccionado para generar calor por una vía alternativa es el gas natural, por ser este el más ampliamente utilizado y el de menor impacto medioambiental.

3.2.2 Hojín de la almazara

El hojín es un residuo que se genera en la almazara y una parte se destina al propio olivar como abono y el resto se aprovecha con otros fines.

Los destinos del hojín estudiados en este proyecto son: incorporación directa en los suelos, generación de energía térmica, alimentación animal y elaboración de compost, tal y como se explicó en el *apartado 3.1.2*.

3.2.2.1 Generación de energía térmica

A partir del hojín se va a producir energía térmica útil mediante su quema en una caldera de biomasa.

La expansión del sistema realizada en este caso es idéntica a la del *apartado Restos de poda del cultivo de aceitunas*, con la diferencia de que la biomasa empleada es el hojín.

3.2.2.2 Alimentación animal

El hojín, sin tratamiento previo, tiene como uso común su utilización como pienso para el ganado, ya que tiene un valor nutritivo similar al de un heno de calidad medio-baja [25], con un nivel de proteína entre el 10 - 20 %.

Su aprovechamiento como alimento evita el uso de otro tipo de piensos. Así, mediante una expansión del sistema, la etapa de la almazara reduce sus impactos pues las emisiones asociadas a producir un pienso con valores nutritivos similares a los del hojín serán contabilizadas como negativas.

3.2.2.3 Compost

La fabricación de abono orgánico, compost, es un proceso aeróbico donde una fracción importante del carbono orgánico degradable de los materiales de desecho se convierte en dióxido de carbono biogénico. El CH₄ se forma en las secciones anaeróbicas del abono orgánico, pero una gran proporción se oxida en las secciones aeróbicas del abono. La fabricación de abono orgánico puede producir también emisiones de N₂O, así como de NH₃ [26].

El compost fabricado se emplea como fertilizante. Por tanto, al fabricar compost a partir de hojín se evita producir fertilizantes por otra vía. En este caso se va a restar los impactos de producir la misma cantidad de fertilizantes inorgánicos que kilogramos de compost se generen con el hojín.

3.2.3 Hueso de aceituna de la almazara

Los huesos de la aceituna no autoconsumidos en la almazara se destina a la producción de energía térmica. A la quema del hueso de la aceituna se le realiza la misma expansión del sistema que la realizada en el *apartado 3.2.1*, con la diferencia de que la biomasa empleada es el hueso de aceituna.

3.2.4 Orujillo de la extractora

El orujillo que se genera tras extraer el aceite de orujo del alperujo no se autoconsume por completo, existe una fracción que se destina a su aprovechamiento energético. La parte no autoconsumida en la extractora se destina a la producción de energía térmica y por tanto se realiza la misma expansión del sistema que la realizada en el *apartado Restos de poda del cultivo de aceitunas*.

3.2.5 Aceite lampante

El aceite de oliva lampante es una fracción del aceite virgen que presenta cierto tipo de defectos. Dichos defectos pueden ser debidos una mala calidad de los frutos, una defectuosa aplicación de los procesos productivos, etc. Su principal característica es que su acidez supera los 2°, y por tanto, es un producto fuera de normativa para ser consumido de forma directa. Para transformarlo en un producto de uso alimentario, este aceite lampante es previamente refinado.

El aprovechamiento de este aceite evita la generación de otros aceites de diferente origen. En este proyecto se ha considerado que el producto evitado es el aceite de palma, por ser un aceite de origen vegetal.

3.2.6 Aceite de orujo crudo

El aceite de orujo crudo es extraído del alperujo mediante un proceso químico con hexano. Tras la extracción, y al igual que el aceite lampante, necesita ser refinado para poder ser consumido. El aceite de orujo refinado se mezcla con aceites vírgenes o vírgenes extra que le aportan el sabor, el color y los aromas. Este producto, ya admisible para su consumo, aceite de orujo de oliva, permite dejar de producir aceites vegetales por otra vía.

En este proyecto se ha considerado que el aceite vegetal evitado es el aceite de palma, por ser un aceite de origen vegetal.

3.3 Categorías de impacto

Para el análisis del impacto ambiental se emplea el software Simapro, donde con el método de cálculo ReCiPe 2016 Midpoint (H) se generan dieciocho categorías de impacto. El criterio para la elección de las categorías de impacto ha sido seleccionar aquellas con una relación directa con la producción de aceite de oliva. En este proyecto se han seleccionado: calentamiento global, acidificación del suelo, uso de suelo y consumo de agua.

- 1) *Calentamiento global (CO_2 eq/u.f)*: Debido a la creciente preocupación por el progresivo aumento de la temperatura del planeta a causa de los gases de efecto invernadero y el interés por conocer la denominada huella de carbono, se ha considerado que esta categoría de impacto debería de ser sujeto de este análisis de ciclo de vida.
- 2) *Acidificación del suelo (SO_2 eq/u.f)*: La acidificación del suelo ocurre cuando un elemento base como calcio, potasio o sodio son filtrados al suelo. En los olivares esto ocurre en el proceso de fertilización, debido a la composición del abono empleado, por tanto es una categoría a incluir en el estudio ya que se verá muy afectada por la etapa del cultivo de las aceitunas.
- 3) *Uso de suelo (m^2 crop eq/u.f)*: El uso del suelo es una de las principales diferencias que existe entre los cultivos tradicionales y superintensivos. Por ese motivo debe ser estudiada en este análisis comparativo de la huella ambiental.
- 4) *Consumo de agua (m^3 agua/u.f)*: Los cultivos a analizar tienen régimen de secano, el tradicional, y de regadío, el superintensivo. El consumo de agua será un impacto donde habrá una clara diferencia entre ambos, ya que en el tradicional tan solo se empleará agua en pequeñas cantidades en las etapas de almazara, extractora y refino, mientras que en el superintensivo además de emplear agua en las mismas etapas que el tradicional también requiere en el cultivo de las aceitunas y en una elevada cantidad.

3.4 Calidad de datos

Para evaluar la calidad de datos en este proyecto se han seguido los pasos que dicta el manual de uso del software CCalC2. Para ello se ha evaluado cada procedencia de la información recogida, teniendo en cuenta los años de antigüedad, el lugar geográfico de los datos, la fuente, la reproducibilidad y si la información que está recogida está completa. La calidad alta es un 3, la media un 2 y la baja un 1.

La calidad de los datos se recoge en el *Anexo IV: Calidad de datos*, donde se distingue calidad de datos por ítem. Cada ítem tiene asociada una calidad que será la media de la calidad de los valores de bibliografía y de los modelos usados en el software Simapro. Las calidades se dividen en tres:

- Calidad alta: Una puntuación entre 30 y 21.
- Calidad media: Una puntuación entre 20 y 11 .
- Calidad baja: Una puntuación entre 10 y 1 .

Tal y como se verá en el *apartado 5* la calidad del cultivo de las aceitunas es la etapa clave en la huella ambiental de los olivares. La calidad media de los datos en el cultivo de las aceitunas del olivar tradicional es de un 21,5, es decir, una calidad alta. En el superintensivo la calidad media es un 20,5, es decir, calidad alta.

Por tanto, se garantiza que la etapa clave del análisis de ciclo de vida está analizada con una calidad de datos buena.

3.5 Suposiciones

A continuación, se enumeran las suposiciones realizadas durante el estudio.

1. La construcción de los equipos e infraestructuras utilizados en los procesos tendrán un impacto despreciable por unidad funcional frente al resto de procesos y materiales por la elevada vida útil de los mismos.
2. El aprovechamiento energético habitual de los residuos generados es la producción de calor mediante calderas de biomasa.
3. El porcentaje de aceite extraído en la almazara a aceite lampante se ha considerado igual en el cultivo tradicional que en el superintensivo.
4. Las emisiones de la aplicación de pesticidas van al suelo en su totalidad.
5. El hojín está compuesto por ramas y hojas de olivo, pero se ha considerado que su composición es similar a la de las hojas de olivo.
6. Las emisiones asociadas a la combustión de biomasa (restos de poda, hojín y hueso de aceituna) se han considerado las mismas que las de la quema de astillas de madera.

3.6 Limitaciones

A continuación, se enumeran las limitaciones del estudio.

1. Las dosis de pesticidas en el olivar tradicional se han obtenido a partir de las dosis en el olivar superintensivo. El cálculo del tradicional se ha hecho hallando la dosis del olivar superintensivo en proporción a la cantidad de aceitunas que produce el tradicional con respecto al superintensivo.
2. La fabricación de fertilizantes tiene incluido el transporte al ser un modelo del software Simapro, pero no la fabricación de pesticidas. Por ello, se ha considerado que el transporte de los fertilizantes es el mismo que el de los pesticidas incluyendo así en el modelo de pesticidas el mismo transporte que el existente en el modelo de fertilizantes de Simapro.
3. La distancia desde el olivar a la almazara es la misma en el caso del cultivo tradicional y del superintensivo, al no encontrar fuentes viables del dato, y es de 100 km.
4. La acidez del aceite de orujo crudo es de 2.5° y la del lampante es mayor de 2°. Se ha supuesto que el lampante tiene un grado de acidez del 2.5°, por lo que la cantidad de materia prima para el refinado de ambos aceites es la misma.
5. Los transportes de los subproductos generados a sus plantas de tratamiento no se han considerado en el estudio por falta de datos.

4 INVENTARIO

4.1 Esquema con materias primas y emisiones del proceso de producción de aceite de oliva

La *Figura 4-1* representa un esquema para ambos sistemas de cultivo que engloba las etapas que forman parte de la producción de aceite de oliva. Hay que destacar que el cultivo tradicional al ser de régimen de secano no incluye la actividad de riego en el cultivo de las aceitunas

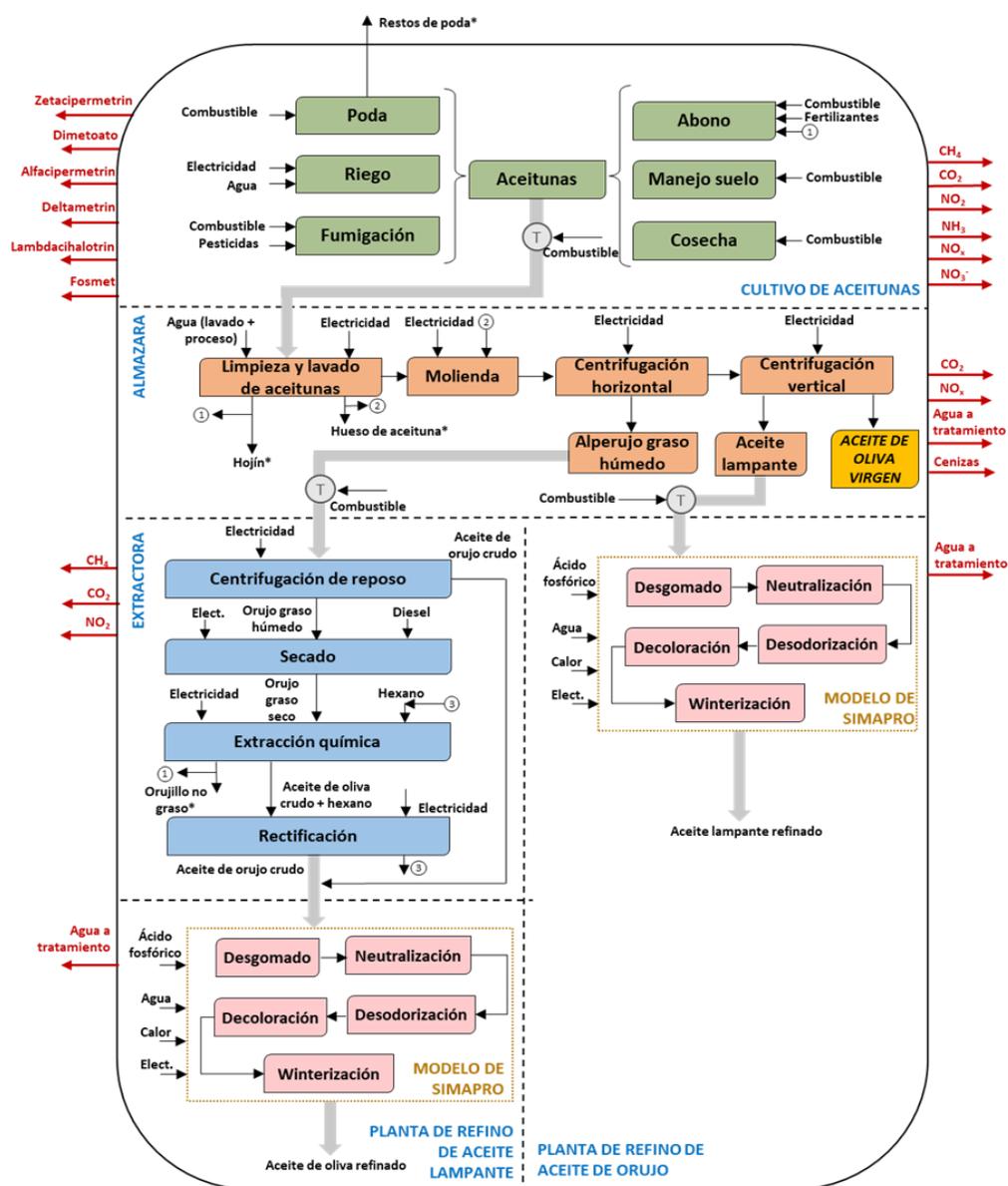


Figura 4-1. Esquema global del proceso de producción de aceite de oliva

La *Figura 4-1* representa el sistema de producción de aceite de oliva detallando cada etapa del proceso: cultivo de aceitunas, almazara, extractora, planta de refino de aceite lampante y planta de refino de aceite de orujo. Cada etapa tiene representadas las entradas y salidas de materias primas y las corrientes intermedias que intervienen. Además, en rojo están señalizadas las emisiones asociada a cada una de las etapas.

Los inventarios de cada una de las etapas de la *Figura 4-1* de apartado *Anexo III: Redes de flujo*.

Hay que destacar que el modelo de la planta de refino se ha creado a partir del modelo de la refinación de aceite de palma ya existente en el Software Simapro. El aceite de palma tiene un grado de acidez de 5, es decir, el doble que el aceite de orujo. Para adaptar el modelo existente a un refino de un aceite con menor grado de acidez se han ajustado tanto las materias primas como los servicios auxiliares necesarios en función a los datos del modelo de Simapro.

Por otra parte, las corrientes con asteriscos son aquellas que tienen un aprovechamiento energético posterior y por tanto deben someterse a un proceso de transformación. A continuación, se detalla cada una de ellas.

Etapas: Cultivo de aceitunas

Restos de poda

Tal y como se justificó en el apartado 3.1.2, este subproducto se destina a la producción de energía térmica en caldera de biomasa. El poder calorífico inferior (PCI) de los restos de poda es 4.349,9 kcal/kg [27].

Las calderas de biomasa tienen un rendimiento de un 75% a un 90% en su gama más alta [28]. Para este proyecto se ha tomado como referencia una caldera de biomasa con un rendimiento medio del 82 %.

En la *Figura 4-2* se representa el esquema del proceso de quema de biomasa en una caldera.

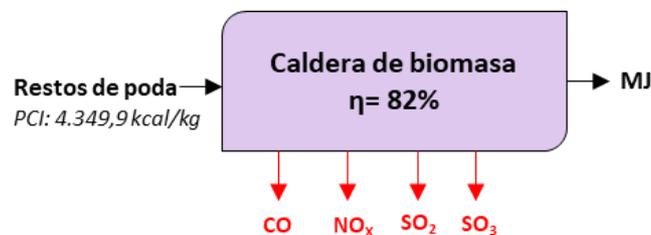


Figura 4-2. Quema de restos de poda

Etapa: Almazara

Hojín

El hojín no consumido en la almazara tienen cuatro destinos diferentes, ver apartado *Límites de los sistema*, que son: incorporación directa al suelo, generación de energía térmica uso como alimentación animal y elaboración de compost.

Del hojín disponible, solo la fracción destinada a la generación de energía térmica y la elaboración de compost se deben someter a tratamiento.

- Generación de calor: En la *Figura 4-3* se representa el esquema del proceso de quema en la caldera. El PCI del hojín es 2.360,0 kcal/kg [12].

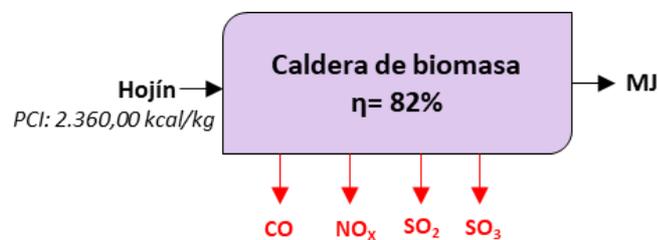


Figura 4-3. Quema del hojín

- Elaboración de compost: En la *Figura 4-4* se representa el esquema del proceso de la elaboración de compost a partir de biomasa.

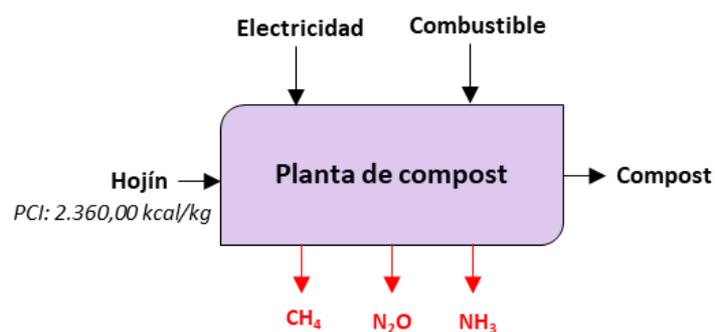


Figura 4-4. Elaboración de compost

Hueso de aceituna

Tal y como se justificó en el apartado *Límites de los sistemas*, este subproducto se destina a la producción de energía térmica en caldera de biomasa.

En la *Figura 4-5* se representa el esquema del proceso de quema en la caldera. El PCI del hueso de aceituna es 3.755,2 kcal/kg [12].

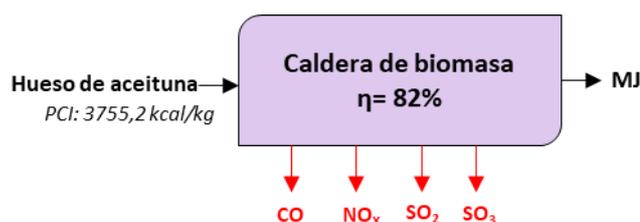


Figura 4-5. Quema de hueso de aceituna

Etapas: Extractora

Orujillo

El orujillo procedente de la extracción de aceite de orujo no se consume por completo en la propia extractora, por lo que la parte disponible se aprovecha para la generación de energía térmica en una caldera de biomasa externa.

En la *Figura 4-6* se representa el esquema del proceso de quema en la caldera. El PCI del orujillo es 3.677,8 kcal/kg [12].

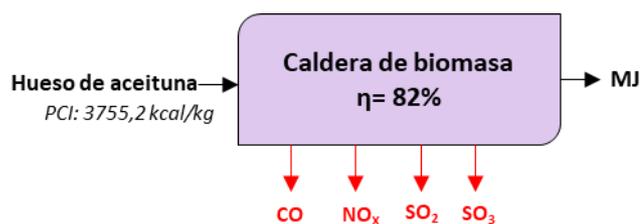


Figura 4-6. Quema del orujillo

4.2 Balance de materia global del cultivo tradicional

Según el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía la superficie en Jaén destinada a cultivo leñosos de secano es 353.579 hectáreas [29]. Sabiendo que la productividad media de olivar tradicional de Jaén es de 3.500 kg/ha [30], la producción de aceitunas media para una campaña es de 1.237.527 t.

Además, la variedad usada en este tipo de cultivo es la picual que tiene un rendimiento del 21%.

Haciendo referencia a la *Figura 3-1* se describe el balance de materia global del proceso.

Se parte de una campaña de 1.237.527 toneladas de aceituna de variedad picual. Durante el cultivo de las aceitunas la poda de los árboles supone un 56 % del peso de las aceitunas cultivadas, que es destinado a la producción de energía térmica.

En la almazara, al tratarse de una aceituna picual, se produce un 21 % de aceite de oliva respecto al peso de las aceitunas de entrada. De ese 21 %, tan solo se obtiene un 13 % de aceite de oliva virgen ya que no todas las aceitunas están en las condiciones óptimas para dar un aceite con la acidez característica del virgen. El resto del aceite de la campaña, un 8 %, corresponde con aceite lampante. Por otra parte, el alperujo producido en la almazara es un 55 % del peso de las aceitunas que entran en la almazara.

Los dos subproductos con valor energético son el hojín y el hueso de la aceituna. El 6 % del hojín usa en el cultivo de los olivos como abono, mientras que el resto se divide en diferentes destinos (67,62 %).

Por otra parte, la extractora de aceite de orujo produce un 2,43% de aceite de orujo crudo respecto al alperujo que de entrada. En cuanto al refinado, se conoce que tiene un rendimiento del 90 %.

En la *Tabla 4-1* se detalla cada corriente del balance de materia global del proceso.

Tabla 4-1. Balance de materia global del olivar tradicional

CORRIENTE	SECCIÓN	%	REFERENCIA DE PORCENTAJE	VALOR	UNIDAD
Aceituna	Producción de aceitunas	-	-	1.237.527	t
Restos de poda	Producción de aceitunas	56% [31]	Aceituna entrada almazara	693.015	t
Aceite de oliva virgen extra	Almazara	13 % [31]	Aceituna entrada almazara	160.878	t
Hojín	Almazara	6 % [13]	Aceituna entrada almazara	74.252	t
- Hojín incorporado al suelo	Almazara	41,2 % [12]	Hojín producido	30.592	t
- Hojín a aprovechamiento	Almazara	58,8 % [12]	Hojín producido	43.660	t
Huesos de aceituna producido	Almazara	18 % [13]	Aceituna entrada almazara	222.755	t

CORRIENTE	SECCIÓN	%	REFERENCIA DE PORCENTAJE	VALOR	UNIDAD
- Huesos de aceituna recirculados	Almazara	20 % [12]	Hueso de aceituna producido	44.551	t
- Hueso de aceituna a aprovechamiento	Almazara	80 % [12]	Hueso de aceituna producido	178.204	
Aceite de oliva lampante	Almazara	7 % [13]	Aceituna entrada almazara	86.627	t
Aceite de oliva refinado	Planta de refino	90 % [13]	Aceite lampante	77.964	t
Alperujo	Almazara	55 % [13]	Hueso de aceituna producido	680.640	t
Orujillo producido	Extractora	22 % [13]	Alperujo	149.741	t
- Orujillo recirculado	Extractora	64,6 % [12]	Orujillo producido	96.733	t
- Orujillo a vender	Extractora	35,4 % [12]	Orujillo producido	53.089	t
Aceite de orujo crudo	Extractora	2,43 % [13]	Alperujo	16.540	t
Aceite de orujo refinado	Planta de refino	90 % [13]	Aceite de orujo crudo	14.886	t

4.3 Balance de materia global del cultivo superintensivo

Según un estudio realizado en la zona de Alentejo de Portugal la superficie en Portugal destinada a cultivo superintensivo de regadío es 111.000 hectáreas [8]. Sabiendo que la productividad media de olivar superintensivo de regadío es de 10.000 kg/ha [30], la producción de aceitunas media para una campaña es de 1.110.000 t.

En este tipo de cultivo la variedad usada es la arbequina, que como ya se ha comentado tiene un rendimiento entre que tiene un rendimiento entre 14-17%. Se ha establecido un rendimiento medio de 15,5 %.

El balance de materia global es idéntico al descrito en el cultivo tradicional, pero con haciendo referencia a la *Figura 3-2*. En la *Tabla 4-2* se detalla cada corriente del balance de materia global del proceso.

Tabla 4-2. Balance de materia global del olivar superintensivo

CORRIENTE	SECCIÓN	PORCENTAJE	REFERENCIA DE PORCENTAJE	VALOR	UNIDAD
Aceituna	Producción de aceitunas	-	-	1.110.000	t
Restos de poda	Producción de aceitunas	56%	Aceituna entrada almazara	621.600	t
Aceite de oliva virgen extra	Almazara	9,6 %	Aceituna entrada almazara	106.560	t
Hojín	Almazara	6 %	Aceituna entrada almazara	66.600	t
- Hojín incorporado al suelo	Almazara	41,2 %	Hojín producido	27.439	t
- Hojín a aprovechamiento	Almazara	58,8 %	Hojín producido	39.161	t
Huesos de aceituna producido	Almazara	18 %	Aceituna entrada almazara	199.800	t
- Huesos de aceituna recirculados	Almazara	20 %	Hueso de aceituna producido	39.960	t
- Huesos de aceituna aprovechamiento	Almazara	80 %	Hueso de aceituna producido	159.840	t
Aceite de oliva lampante	Almazara	5,9 %	Aceituna entrada almazara	65.490	t
Aceite de oliva refinado	Planta de refino	90 %	Aceite lampante	58.941	t
Alperujo	Almazara	60,5 %	Aceituna entrada almazara	671.550	t

CORRIENTE	SECCIÓN	PORCENTAJE	REFERENCIA DE PORCENTAJE	VALOR	UNIDAD
Orujillo producido	Extractora	22 %	Alperujo	147.741	t
- Orujillo recirculado	Extractora	64,6 %	Orujillo producido	95.441	t
- Orujillo a vender	Extractora	35,4 %	Orujillo producido	52.300	t
Aceite de orujo crudo	Extractora	2,43 %	Alperujo	16.319	t
Aceite de orujo refinado	Planta de refinó	90 %	Aceite de orujo crudo	14.687	t

4.4 Aprovechamiento de los residuos generados

Una vez conocido el tratamiento al que se someten los residuos generados durante la producción de aceite de oliva se procede a el cálculo tanto de la cantidad de producto generado como la de producto evitado. Además, se especifican las emisiones asociadas a cada actividad de aprovechamiento de los residuos.

Etapas: Cultivo de aceitunas

Restos de poda

El calor generado por los restos de poda se calcula a partir de la cantidad de poda generada (*Apartados 4.2 y 4.3*) en la campaña y del PCI de la biomasa. En la *Tabla 4-3* se presentan los datos de la quema de poda para cada cultivo.

Tabla 4-3. Datos de la quema de poda

VARIABLE	UNIDAD	TRADICIONAL	SUPERINTENSIVO
Poda a quemar	kg/kg aceite	0,56	0,56
PCI	kcal/kg	4349,9	4349,9
Rendimiento caldera	%	82	82
Calor generado por la poda	kcal/kg aceite	11.600	15.716
Calor evitado por gas natural	kcal/kg aceite	11.600	15.716

Las emisiones asociadas a la combustión de biomasa están reflejadas en la *Tabla 4-4*.

Tabla 4-4. Emisiones de la combustión en caldera de biomasa [32]

Contaminantes atmosféricos						
Biomasa	Rendimiento	CO (mg/MJ)	PM total (mg/MJ)	NOx (mg/MJ)	SO2 (mg/MJ)	SO3 (mg/MJ)
Poda de olivar	82 %	70	24	100	4	4

Etapas: Almazara**Hojín para generación de calor**

El calor generado por el hojín se calcula a partir de la cantidad de hojín generada (*Apartados 4.2 y 4.3*) en la campaña y del PCI de la biomasa. En la *Tabla 4-5* se presentan los datos de la quema de poda para cada cultivo.

Tabla 4-5. Datos de la quema del hojín

VARIABLE	UNIDAD	TRADICIONAL	SUPERINTENSIVO
Hojín a quemar	kg/kg aceite	0,06	0,1
PCI	kcal/kg	2.360	2.360
Rendimiento caldera	%	82	82
Calor generado por el hojín	kcal/kg aceite	125,9	170,0
Calor evitado por gas natural	kcal/kg aceite	125,9	170,0

Las emisiones por la quema del hojín son las mismas que en la poda, *Tabla 4-4*.

Hojín para generación de compost

En la *Tabla 4-6* se presentan los datos para el compost a partir de hojín.

Tabla 4-6. Datos del compost del hojín

VARIABLE	UNIDAD	TRADICIONAL	SUPERINTENSIVO
Hojín a compost	kg/kg aceite	0,004	0,01

Las emisiones contaminantes del proceso de compostaje, *Tabla 4-7*, se han tomado del modelo de compostaje *Biowaste {RoW}| treatment of biowaste, industrial composting | APOS, U* de la biblioteca de Ecoinvent del software Simapro.

Tabla 4-7. Contaminantes del compostaje de biomasa

Contaminante	Valor	Unidades
CH ₄	0,001	kg CH ₄ /kg compost
N ₂ O	2,5E-5	kg N ₂ O/kg compost
NH ₃	0,0007	kg NH ₃ /kg compost
SH ₂	0,000526	kg SH ₂ /kg compost

La producción de compost con hojín, tal y como se explicó en el *apartado 3.2*, evita la producción de fertilizantes inorgánicos. Para determinar las cantidades de fertilizantes evitados es necesario conocer la composición del hojín.

El hojín está compuesto por ramas y hojas de olivo, pero en este proyecto su composición se ha asimilado a la de las hojas de olivo. En la *Tabla 4-8* se reflejan las principales propiedades agroquímicas de la hoja de olivo [33].

Tabla 4-8. Composición de la hoja del olivo

COMPUESTO	%
Materia orgánica	90,60
Nitrógeno total	1,33
Fósforo	0,08
Potasio	0,57

Las cantidades de fertilizantes inorgánicos que se evitan producir corresponden con el porcentaje de la *Tabla 4-9*, teniendo en cuenta que los fertilizantes se venden en forma de N, P₂O₅ y K₂O.

Tabla 4-9. Hojín para compost y fertilizantes inorgánicos evitados

VARIABLE	UNIDAD	TRADICIONAL	SUPERINTENSIVO
Hojín a compost	kg/kg aceite	0,004	0,01
- N	%	1,33	1,33
- P	%	0,08	0,08
- K	%	0,57	0,57
Fertilizantes N evitado	kg/kg aceite	5,3E-05	1,3E-04
Fertilizantes P ₂ O ₅ evitado	kg/kg aceite	7,3E-06	1,8E-05
Fertilizantes K ₂ O evitado	kg/kg aceite	2,7E-05	6,8E-05

Hueso de aceituna para generación de calor

El calor generado por el hueso de aceituna se calcula a partir de la cantidad de hojín generada (*Apartados 4.2 y 4.3*) en la campaña y del PCI de la biomasa. En la *Tabla 4-10* se presentan los datos de la quema del hueso de aceituna para cada cultivo.

Tabla 4-10. Datos de la quema del hueso de aceituna

VARIABLE	UNIDAD	TRADICIONAL	SUPERINTENSIVO
Hueso a quemar	kg/kg aceite	0,69	0,74
PCI	kcal/kg	3.755,2	3.755,2
Rendimiento caldera	%	82	82
Calor generado por el hueso	kcal/kg aceite	2.761	3.722
Calor evitado por gas natural	kcal/kg aceite	2.761	3.722

Las emisiones por la quema del hojín son las mismas que en la poda, *Tabla 4-4*.

Orujillo para generación de calor

El calor generado por el orujillo se calcula a partir de la cantidad de orujillo generada (*Apartados 4.2 y 4.3*) en la campaña y del PCI de la biomasa. En la *Tabla 4-11* se presentan los datos de la quema del hueso de aceituna para cada cultivo.

Tabla 4-11. Datos de la quema de orujillo

VARIABLE	UNIDAD	TRADICIONAL	SUPERINTENSIVO
Orujillo a quemar	kg/kg aceite	0,58	0,86
PCI	kcal/kg	3.677,8	3.677,8
Rendimiento caldera	%	82	82
Calor generado por el orujillo	kcal/kg aceite	1.957	2.868
Calor evitado por gas natural	MJ	1.957	2.868

Las emisiones por la quema de orujillo son las mismas que en la poda, *Tabla 4-4*.

5 RESULTADOS

Para la evaluación del impacto del ciclo de vida de los cultivos se emplea el software Simapro, herramienta que permite a través de métodos de cálculo transformar los valores de inventario en valores de impacto ambiental. El método de cálculo empleado es el ReCiPe 2016 Midpoint (H) que analiza dieciocho categorías de impacto para determinar su influencia medioambiental.

En la *Tabla 5-1* se presentan las dieciocho categorías de impacto analizadas por Simapro, calculadas todas ellas por unidad funcional, un kilogramo de aceite.

De las categorías de impacto disponibles se van a analizar el origen de los impactos de las cinco citadas en el *apartado 3.3*, es decir, calentamiento global, acidificación terrestre, uso del suelo y consumo de agua.

Tabla 5-1. Valores de las categorías de impactos en cultivo tradicional y superintensivo

Categoría de impacto	Unidad	Tradicional	Superintensivo
Global warming	kg CO2 eq	-4,27	-3,11
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq	-5,7E-07	4,8E-07
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	0,019	0,097
Ozone formation, Human health	kg NOx eq	0,010	0,023
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq	0,0031	0,0088
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq	0,010	0,023
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	0,016	0,032
Freshwater eutrophication	kg P eq	0,0038	0,0047
Marine eutrophication	kg N eq	-0,0012	-0,0014
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	2,44	8,10
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	0,44	0,54
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	0,13	0,16
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	0,0051	0,0170
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	1,44	2,36
Land use	m2a crop eq	9,87	1,87
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	0,017	0,017
Fossil resource scarcity	kg oil eq	-1,64	-1,45
Water consumption	m3	-0,0010	26,66

La *Figura 5-1* muestra la contribución relativa de cada una de las etapas del ciclo de vida de los sistemas bajo estudio a cada una de las categorías de impacto de la metodología seleccionada. En cada categoría, los valores que se encuentran por encima del 0 representan un impacto ambiental negativo y los valores por debajo del 0 representan aquellos procesos que suponen un beneficio medioambiental. Además, las cruces representan el valor total de la categoría de impacto teniendo en cuenta la aportación de cada etapa.

La etapa del cultivo de las aceitunas, que representa la explotación del terreno, es la que genera un mayor impacto en el conjunto del ciclo de vida estudiado. Esta etapa presenta la mayor contribución al resultado total en todas las categorías de impacto analizadas, ya que el cultivo de las aceitunas es donde más cantidad de materias primas y recursos se consumen. Además, supone un beneficio ambiental en la categoría de calentamiento global. Este beneficio resulta de los productos que se evitan al llevar a cabo las tareas del olivar.

Las etapas restantes, almazara, extractora, refino de orujo y refino de lampante suponen un beneficio ambiental en las cuatro categorías de impacto, salvo en la acidificación del olivar superintensivo. Esta situación es debida a que la emisiones asociadas a los productos evitados en esas etapas superan a las emitidas por el propio sistema.

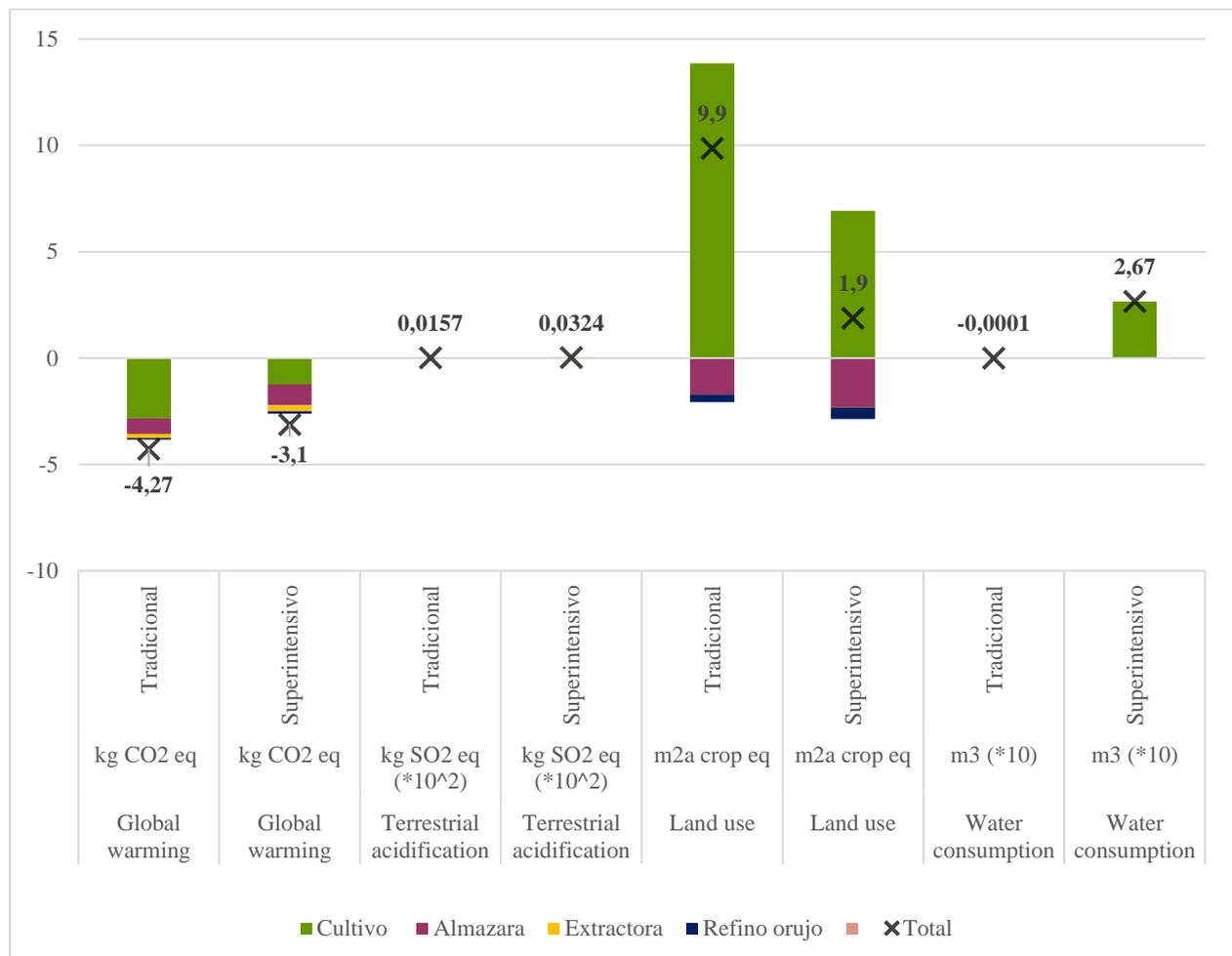


Figura 5-1. Valores de categorías de impacto seleccionadas

A continuación, se analizan cada una de las categorías de impacto con el objetivo de determinar las causas principales del origen de los impactos.

5.1 Calentamiento global (CO₂ eq.)

En la *Tabla 5-2* se recoge el porcentaje de contribución de cada etapa en la emisión de CO₂ eq. En los dos tipos de plantaciones la etapa del cultivo de las aceitunas es el origen principal de las emisiones de CO₂ eq, seguido de la almazara. El cultivo tradicional tiene un 133,4 % más de beneficio ambiental que el tradicional.

Tabla 5-2. Distribución de los impactos de las etapas en el calentamiento global.

Etapa	Tradicional		Superintensivo	
	CO ₂ eq/kg aceite	%	CO ₂ eq/kg aceite	%
Cultivo de las aceitunas	-2,8	66,5	-1,2	39,8
Almazara	-0,7	17,0	-1,0	31,5
Extractor	-0,2	4,5	-0,3	8,8
Refino de orujo	-0,1	1,9	-0,1	3,9
Refino de lampante	-0,4	10,2	-0,5	16,0
Total	-4,3	100	-3,1	100

La *Figura 9-1* del *Anexo III: Redes de flujo* representa el diagrama del calentamiento global del ciclo de vida del cultivo tradicional estudiado. El sistema debido al gran número de procesos, unitarios y agregados, analizados en cada etapa es complejo y resultaría imposible una representación gráfica que pudiera contener la totalidad de los procesos implicados en el estudio. Así, para la representación del diagrama, se establece un umbral de corte, de forma que sólo se muestran aquellos procesos que tienen una contribución mayor al 10% en una categoría de impacto ambiental dada, en este caso el cambio climático.

En el diagrama se muestran los diferentes flujos de procesos que, puestos en conjunto, configuran el sistema bajo estudio. Los flujos están representados por flechas de color rojo y verde de diferente grosor. El color muestra el tipo de contribución al impacto ambiental de un proceso dado, si es rojo el impacto es negativo y si es verde representa un beneficio ambiental. El grosor de la flecha representa la carga ambiental de un flujo de proceso respecto a la totalidad del sistema estudiado.

La evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida pone de manifiesto que el cultivo de las aceitunas es la etapa que contribuye de manera más importante al impacto global del cultivo tradicional en esta categoría de impacto. Le siguen las etapas de la almazara y el refino de lampante. El beneficio ambiental de la almazara tiene su origen en el proceso de generación de calor por biomasa, dado que en él se computa como producto evitado producir calor a partir de gas natural. El proceso de producción de calor mediante gas natural es la responsable directa de las emisiones que provocan la generación de CO₂ eq.

Por otra parte, la etapa de refino de lampante contribuye al beneficio ambiental del cultivo tradicional. El origen del impacto positivo es el refino de aceite de palma ya que este refino se computa como proceso que se evita a partir de la refinación de lampante.

En la *Figura 9-2 del Anexo III: Redes de flujo* se observa el diagrama del ciclo de vida del cultivo superintensivo. En este caso el cultivo vuelve a ser la etapa que más contribuye al impacto global del cultivo tradicional. Sin embargo, en esta etapa existe un flujo que tiene impacto negativo, el riego. Esta actividad genera CO₂ eq debido al consumo de electricidad en el bombeo de agua de riego, provocando una disminución del beneficio ambiental. La almazara y el refino de aceite lampante son las siguientes etapas más contribuyentes al beneficio ambiental en el calentamiento global.

El beneficio ambiental de la almazara proviene de la quema del hueso de la aceituna, que al igual que en el olivar tradicional el motivo es que la quema del hueso tiene asociado producir calor mediante gas natural. Las emisiones evitadas son mayores que las emitidas por la quema el hueso, siendo este el motivo por el que computa como impacto positivo.

El beneficio ambiental del refino de lampante es debido a que las emisiones del producto evitado, refino de aceite de palma, son mayores que las producidas en el refino del aceite lampante. De esta manera, la emisión neta es negativa y por tanto se contabiliza como un beneficio ambiental para el cultivo superintensivo.

A continuación, se analiza cada etapa para determinar el origen de las emisiones de forma más precisa.

Cultivo de las aceitunas

Tal y como se refleja en la *Tabla 5-2* el olivar tradicional tiene un beneficio ambiental en la etapa del cultivo de 2,8 kg CO₂ eq/kg de aceite producido frente a los 1,2 kg CO₂ eq/kg de aceite que tiene el superintensivo, es decir, la plantación tradicional tiene un 134 % más de beneficio ambiental que la superintensiva.

Con el objetivo de explicar el origen de la diferencia entre los cultivos se ha representado en la *Figura 5-2* el impacto asociado a cada actividad llevada a cabo en el cultivo de las aceitunas. La quema de biomasa (poda) es la causante principal del beneficio ambiental. El aprovechamiento energético de la poda evita la necesidad de producir esa cantidad de calor mediante gas natural, por ello, si el impacto de la quema de poda es positivo significa que las emisiones asociadas a la generación de calor por gas natural son mayores que las generadas con la quema de la biomasa.

El cultivo con mayor producción de poda será el de mayor beneficio ambiental. El cultivo en superintensivo produce mayor cantidad de biomasa, en concreto un 35% más pues genera más kilogramos de aceite por hectárea que el tradicional. De esta manera, el beneficio ambiental asociado a la quema de la poda es un 35% mayor en el superintensivo.

A su vez, la plantación superintensiva es de regadío y eso provoca que tenga asociada valores negativos de impacto provenientes de la aplicación del riego por sistemas de bombeo. De esta forma, el beneficio ambiental asociado a la plantación en superintensivo se ve disminuido por las emisiones asociadas al riego.

Las demás actividades no se consideran pues su nivel de significancia con la quema de poda es mínimo.

Se concluye que en el cultivo de las aceitunas las actividades causantes de las principales emisiones de gases de efecto invernadero, ya sean positivas o negativas, son la quema de biomasa y el riego. El cultivo superintensivo, a pesar de tener un mayor beneficio medioambiental en el aprovechamiento energético de los residuos, tiene un impacto positivo menor sobre el medio ambiente que el tradicional al estar perjudicado por las emisiones originadas en el riego.

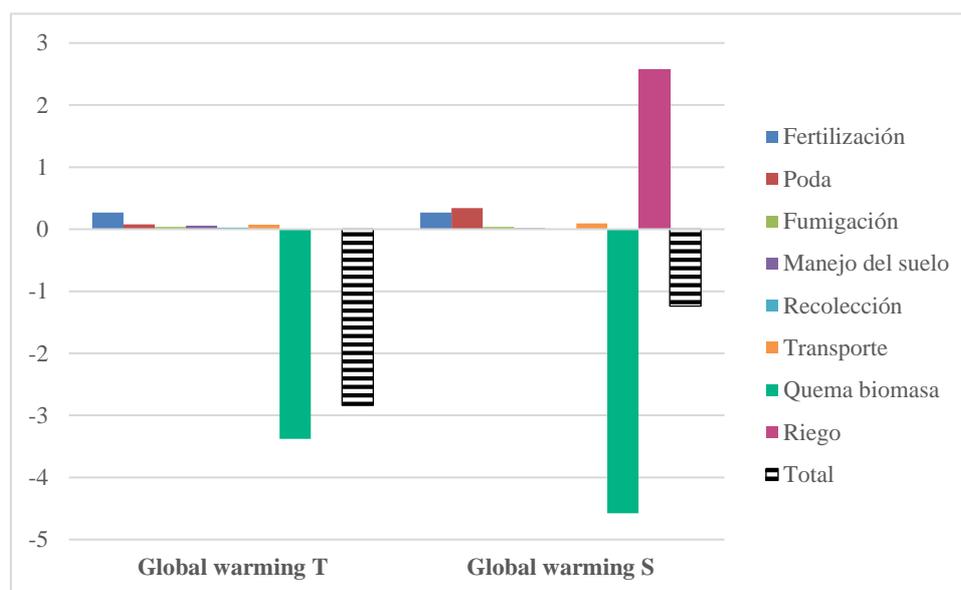


Figura 5-2. Calentamiento global en el cultivo de aceitunas

Almazara

En la etapa de la almazara el olivar tradicional tiene un beneficio ambiental de 0,7 kg CO₂ eq/kg de aceite producido frente a los 1,0 kg CO₂ eq/kg de aceite que tiene el superintensivo. En esta etapa de la producción de aceite, la plantación superintensiva tiene un 42 % más de beneficio ambiental que la tradicional.

En la *Figura 5-3* se muestra el origen de los impactos según los procesos incluidos en la almazara. Existen dos subproductos usados como biomasa para la generación de calor: el hojín y el hueso de la aceituna. Tal y como se refleja en dicha figura la quema del hueso de aceituna es la causa del impacto ambiental positivo de la almazara, superando a la del hojín por tener una mayor producción por campaña. Como se ha explicado anteriormente, esta actividad evita producir calor mediante el uso de gas natural. Por tanto, si tiene beneficio ambiental significa que las emisiones asociadas a la generación de calor mediante gas natural son mayores que las generadas con el hueso de aceituna provocando que la suma de ambos procesos sea negativa, es decir, que tenga un impacto ambiental positivo.

No se han analizado los demás procesos por ser muy inferiores en valor a la quema de biomasa.

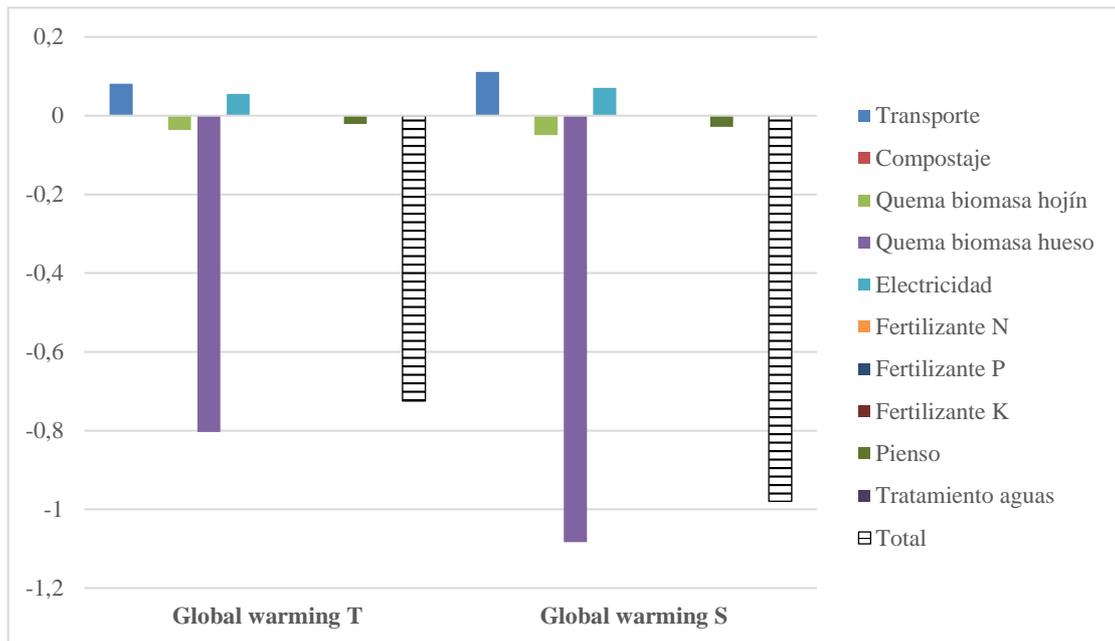


Figura 5-3. Calentamiento global en almazara

Refino de aceite lampante

Tal y como se refleja en la *Tabla 5-2* el olivar tradicional tiene un beneficio ambiental en la etapa del cultivo de 0,4 kg CO₂ eq/kg de aceite producido frente a los 0,5 kg CO₂ eq/kg de aceite que tiene el superintensivo, es decir, la plantación superintensiva tiene un 25 % más de beneficio ambiental que la tradicional.

Tal y como se observa en la *Figura 9-3* del *Anexo III: Redes de flujo*, en la etapa de refino del aceite lampante existe un beneficio ambiental debido a que las emisiones de los productos evitados son mayores que las emitidas por el propio proceso. Las emisiones producidas durante el proceso de refino de aceite lampante son debidas sobre todo al tratamiento de las aguas generadas en el proceso industrial. El tratamiento de dichas aguas genera el 50 % de las emisiones de CO₂ eq de forma directa y el otro 50 % restante son debidas al uso de la electricidad.

El olivar superintensivo tiene un mayor beneficio que el tradicional ya que se genera más cantidad de aceite lampante que en el tradicional, *ver apartado ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*, en concreto un 25 % más. Por ello, el cultivo superintensivo es un 25 % más beneficioso para el medio ambiente que el tradicional en esta etapa del proceso de producción de aceite de oliva.

Extactora y refino de aceite de orujo

No se han analizado por tener una contribución muy inferior en el total del impacto.

5.2 Uso de suelo (m² crop eq.)

En la *Tabla 5-3* se recoge el porcentaje de contribución de cada etapa en el uso del suelo. En los dos tipos de plantaciones la etapa del cultivo de las aceitunas es el origen principal del uso del suelo, seguido de la almazara y el refinado de aceite lampante. El cultivo tradicional consume un 610 % de hectáreas más que el superintensivo.

Tabla 5-3. Distribución de los impactos de las etapas en el uso de suelo.

Etapa	Tradicional		Superintensivo	
	m ² crop eq/kg aceite	%	m ² crop eq/kg aceite	%
Cultivo de las aceitunas	13,8	77,6	6,9	57,8
Almazara	-1,7	9,6	-2,3	19,3
Extractora	-0,0007	0,004	-0,0011	0,009
Refino de orujo	-0,4	2,0	-0,5	4,5
Refino de lampante	-1,9	10,8	-2,2	18,3
Total	9,9	100	1,9	100

La *Figura 9-4* del *Anexo III: Redes de flujo* representa el diagrama del ciclo de vida del uso de suelo del cultivo tradicional estudiado. El uso de suelo es un impacto que proviene mayoritariamente del cultivo de las aceitunas pues la explotación de las aceitunas utiliza un número de hectáreas muy elevado frente a las demás etapas. Del resto de etapas tan solo la almazara y el refinado de lampante tienen un aporte significativo al uso de suelo del olivar tradicional. El impacto positivo de la almazara tiene su origen en el proceso de producción del pienso animal dado que se computa como producto que se evita al usar el hojín como alimentación animal. Y el beneficio ambiental de la etapa refinado de lampante proviene del producto evitado aceite de palma. En el análisis por etapa se analiza en detalle el origen del uso de suelo en las etapas mencionadas.

La *Figura 9-5* del *Anexo III: Redes de flujo* representa el diagrama del ciclo de vida del uso de suelo del cultivo superintensivo estudiado. De nuevo, el uso de suelo tiene como origen principal el cultivo de las aceitunas, seguido de la almazara y el refinado de lampante.

A continuación, se analiza cada etapa para determinar el origen de las emisiones de una manera más precisa.

Cultivo de las aceitunas

El olivar tradicional tiene un uso de suelo en la etapa del cultivo de $13,8 \text{ kg m}^2 \text{ eq/kg}$ de aceite producido frente a los $6,9 \text{ kg m}^2 \text{ eq /kg}$ de aceite que tiene el superintensivo, de manera que el terreno empleado en el tradicional es el doble que en el superintensivo. Esto se debe al distanciamiento entre los árboles en cada una de las plantaciones, pues el olivar tradicional requiere mayor número de hectáreas al tener los olivos más separados entre sí. Sin embargo, la productividad por hectárea no es lo único que afecta, también lo hace el rendimiento de la aceituna provocando que el superintensivo requiera algo más de suelo de lo que requeriría si fuera de variedad de la misma variedad que el tradicional.

En el cultivo, tal y como se refleja en la

Figura 5-4, prácticamente la totalidad del uso del suelo proviene de las hectáreas empleadas en la plantación del olivar.

La segunda actividad que más contribuye a este impacto ambiental es la quema de biomasa, pero lo hace de forma positiva y tan solo en el olivar superintensivo. El beneficio ambiental en esta actividad proviene de la producción de calor usando gas natural ya que este proceso requiere el uso de electricidad que conlleva su distribución a través de redes de distribución, ocupando suelo terrestre. Al ser más abundante la biomasa generada en el olivar superintensivo, mayor requerimiento de electricidad y por tanto de uso de suelo.

El uso de fertilizantes implica el uso de suelo ya que los fertilizantes están formados una parte a partir de compost y esto conlleva la utilización de suelo para su tratamiento. En el caso del uso de fertilizantes las dosis por kilogramo de aceite son similares y el tradicional tan solo requiere un 8 % más de uso de suelo/kg aceite que el tradicional.

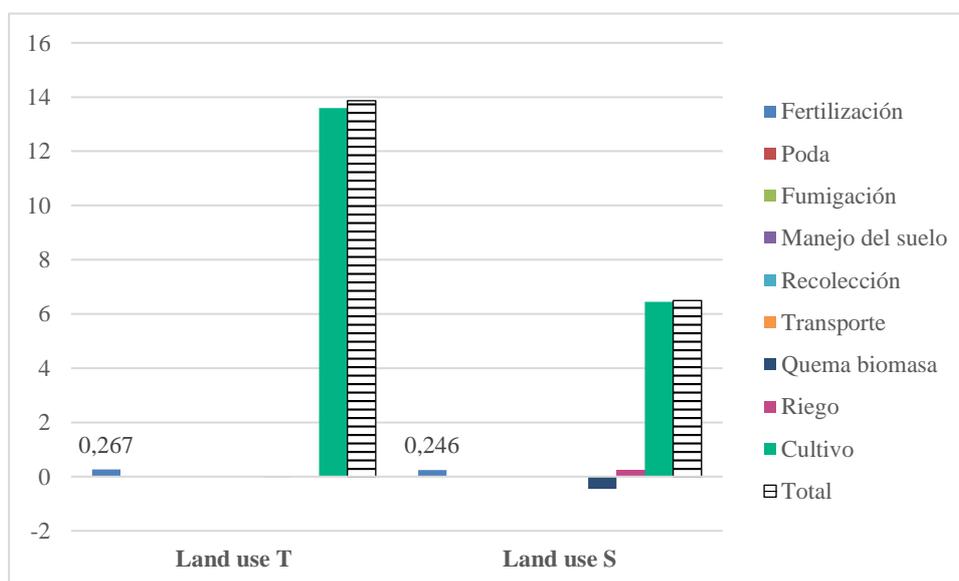


Figura 5-4. Uso de suelo en el cultivo de aceitunas

Almazara

La almazara tiene un beneficio ambiental en la categoría de impacto de uso del suelo en los dos tipos de cultivos. El olivar tradicional evita el uso de 1,7 m² cultivo eq/kg de aceite producido frente a los 2,3 m² cultivo eq/kg de aceite que evita el superintensivo.

En la *Figura 5-5* se refleja el origen de los impactos según los procesos incluidos en la almazara. El impacto positivo del uso del suelo se debe principalmente al evitar la producción de heno al usar el hojín como pienso animal. La producción de heno se realiza a partir de fertilizantes nitrogenados que se elaboran con compost, por lo que es necesario el uso de suelo. El cultivo superintensivo al producir un 35 % más de hojín que el tradicional tiene un impacto positivo asociado a la producción de pienso animal a partir de hojín del 35 % con respecto al tradicional.

La quema del hueso, de nuevo contribuye al beneficio ambiental por los motivos explicados en el cultivo de aceitunas con la quema de la biomasa. De nuevo es un 35 % la diferencia entre las dos tipologías de plantación.

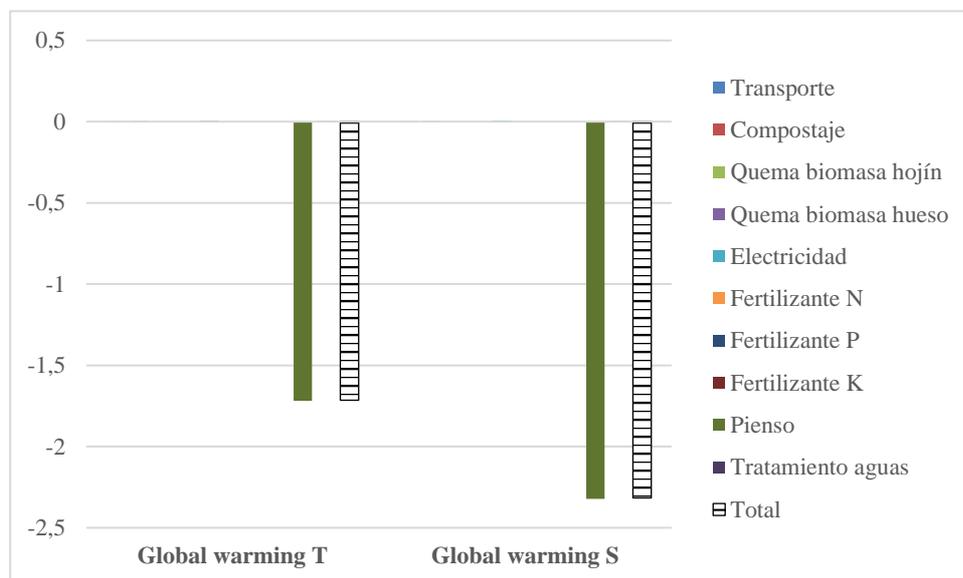


Figura 5-5. Uso de suelo en la almazara

Extractorora

No se ha analizado por ser un porcentaje insignificante.

Refino de aceite de orujo

No se ha analizado por ser un porcentaje insignificante.

Refino de aceite lampante

La *Figura 9-6 del Anexo III: Redes de flujo* representa el impacto de cada materia prima o proceso para el refino de 1 kg de aceite de aceite lampante. Tan solo hay dos procesos con impacto ambiental relevante en el uso de suelo.

Por un lado, el tratamiento de las aguas residuales de la refinería de aceite vegetal es la causante principal del impacto negativo de esta etapa, debido al uso de la red de alcantarillado. Además, la electricidad necesaria para tratar las aguas también requiere del uso de suelo, ya que electricidad usada es un promedio de electricidades de diferentes orígenes donde muchas de ellas requieren suelo, por ejemplo la electricidad producida por la incineración de residuos.

Por otra lado, el refino del aceite lampante supone un beneficio ambiental ya el refino del aceite de palma, su producto evitado, que requiere mayor uso de suelo que el refino de lampante. La producción de aceite de palma emplea los frutos de palma requiriendo para su cultivo el uso de fertilizantes que provienen del compost que requiere uso del suelo para su tratamiento.

En esta etapa, la diferencia existente entre los cultivos se debe exclusivamente a la diferencia de kilogramos de aceite producidos por hectárea, de forma que el impacto ambiental difiere un 25 %, siendo el superintensivo el de mayor beneficio medioambiental.

5.3 Acidificación (SO₂ eq.)

En la *Tabla 5-4* se recoge el porcentaje de contribución de cada etapa en la acidificación del suelo para los dos sistemas estudiados. El olivar superintensivo acidifica el terreno aproximadamente el doble que el olivar tradicional y esta diferencia radica en el cultivo de las aceitunas.

Tabla 5-4. Distribución de los impactos de las etapas en la acidificación.

Etapa	Tradicional		Superintensivo	
	SO ₂ eq/kg aceite	%	SO ₂ eq/kg aceite	%
Cultivo de las aceitunas	0,02	88,9	0,03	92,6
Almazara	0,0007	3,9	0,0010	2,8
Extractora	0,0001	0,6	0,0002	0,6
Refino de orujo	-0,0002	1,1	-0,0003	0,8
Refino de lampante	-0,0010	5,5	-0,0011	3,2
Total	0,0157	100	0,0324	100

La *Figura 9-7* del *Anexo III: Redes de flujo* representa el diagrama de la acidificación del suelo del ciclo de vida del cultivo tradicional estudiado. Tal y como se ha comprobado en la *Tabla 5-4* el cultivo de aceitunas es la etapa que contribuye de manera más importante al impacto global, ya que la fuente principal de las emisiones de SO₂ eq son los fertilizantes.

En la *Figura 9-8* del *Anexo III: Redes de flujo* se observa el diagrama del ciclo de vida del cultivo superintensivo. En este caso el cultivo vuelve a ser la etapa que más contribuye al impacto global del cultivo tradicional. Sin embargo, en esta etapa existe un flujo extra de impacto negativo, el riego. Esta actividad genera SO₂ eq, debido al consumo de electricidad que provoca una disminución del beneficio ambiental de esta etapa.

A continuación, se analiza cada etapa para determinar el origen de las emisiones de forma más concreta.

Cultivo de aceitunas

El olivar tradicional tiene un beneficio ambiental en la etapa del cultivo de 0,02 kg SO₂ eq/kg de aceite producido frente a los 0,03 kg SO₂ eq/kg de aceite que tiene el superintensivo, lo que supone que el cultivo superintensivo acidifica el suelo 1,5 veces más que el tradicional.

Con el objetivo de explicar el origen de la diferencia entre los cultivos se ha representado en la *Figura 5-6* las actividades llevadas a cabo en el cultivo de las aceitunas.

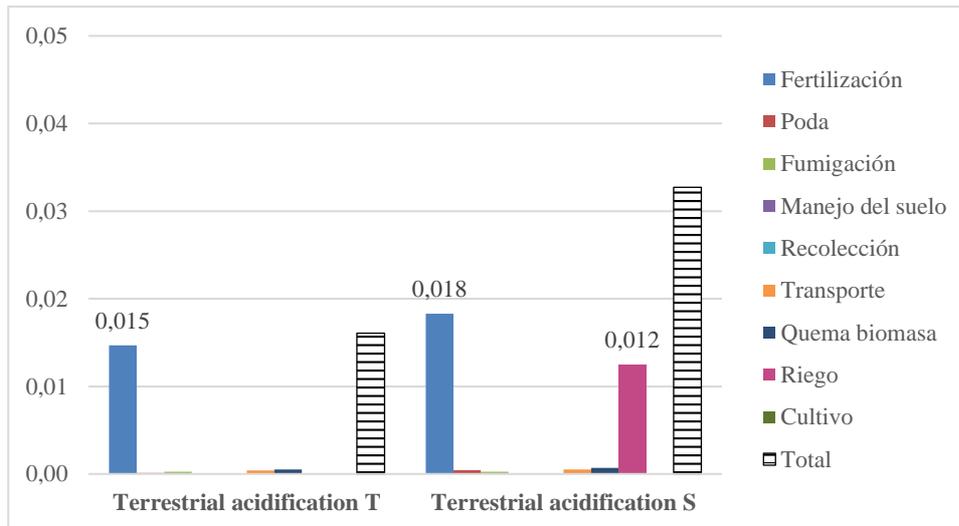


Figura 5-6. Acidificación en el cultivo de aceitunas

En ambos tipos de cultivos la fertilización es la actividad que mayor acidificación del suelo provoca y se debe a la emisión directa de NO_x y NH₃ que son dos de los contaminantes existentes más acidificantes. El olivar superintensivo debido a la mayor necesidad de abono por kg de aceite tiene un mayor impacto sobre esta categoría de impacto, aunque solo existe un 24 % de diferencia entre los cultivos porque las dosis de fertilizantes por kilogramo de aceite son similares.

Además, el cultivo superintensivo aumenta su impacto sobre esta categoría como consecuencia del riego del olivar al ser un régimen de regadío. La acidificación en el riego proviene un 7,2 % de la quema del diesel en el motor de la bomba del agua que se emplea para el riego del cultivo y un 28,2 % de la electricidad empleada en la bomba de riego. La quema de diesel en el motor emite contaminantes como NH₃ que son los responsables de esta acidificación y también están contabilizadas las emisiones de fabricar el diesel.

Por tanto, la diferencia principal la provoca el tipo de régimen de riego que tiene cada cultivo.

Almazara

La almazara es la tercera etapa que más contribuye a las emisiones totales de SO_2 eq los olivares tradicional y superintensivos.

En la *Figura 5-7* están representadas la contribución a la acidificación del suelo por kg de aceite de cada actividad incluida en la almazara. Las actividades que en ambos cultivos más contribuyen como impacto negativo son: transporte del olivar a la almazara, quema del hueso y electricidad. Además, en los dos cultivos el pienso evitado provoca un impacto positivo en esta categoría de impacto.

La etapa del transporte por camión emite de forma directa contaminantes con carácter acidificante como SO_2 y NH_3 y estas emisiones directas representan el 85 % de las emisiones de esta etapa. El 15 % restante provienen de la fabricación del diesel empleado como combustible en el camión. El olivar superintensivo emite un 35 % más de SO_2 eq debido a la mayor producción de kg aceitunas por kg aceite, un 35 % más.

La quema del hueso de la aceituna emite directamente, al igual que el transporte, contaminantes muy acidificantes: NO_x , SO_2 , SO_3 . Sin embargo, estas emisiones de SO_2 eq se ven disminuidas porque la quema de biomasa tiene asociadas en negativas las emisiones de producir calor mediante gas natural. Estas emisiones suponen el 18 % de las emisiones totales. La diferencia entre los cultivos proviene de a mayor producción de hojín huesos de aceitunas del superintensivo con respecto al tradicional.

La emisiones de SO_2 eq en la electricidad provienen prácticamente en su totalidad de la producción de electricidad por carbón que es una de las electricidades usadas.

Las emisiones evitadas en el cultivo de heno son las emitidas de forma directa en el cultivo. La diferencia entre los cultivos es de un 35 % porque el superintensivo produce un 35 % más de hojín que el tradicional.

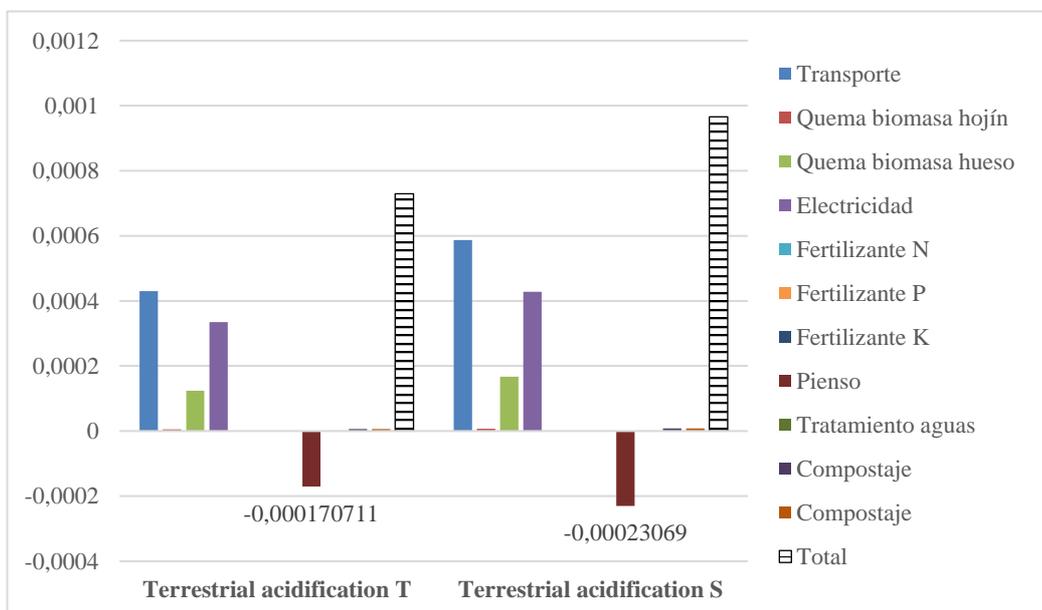


Figura 5-7. Acidificación en la almazara

Refino de lampante

El refino del aceite lampante tiene dos actividades que son las principales causantes de los impactos de la etapa: el refino del aceite de palma como producto evitado y el tratamiento de las aguas residuales procedentes del refino, *Figura 9-9 del Anexo III: Redes de flujo*.

El refino del aceite de palma es un proceso evitado, por lo tanto, las emisiones se contabilizan como negativas. En este caso la acidificación del terreno proviene el 50 % del propio proceso de refino y el otro 50 % del cultivo de la fruta de palma que emite NO_2 y NO_x de forma directa.

El tratamiento de las aguas residuales emite de forma directa contaminantes con carácter acidificante como es el NH_3 .

5.4 Consumo de agua (m³)

En la *Tabla 5-5* se recoge el porcentaje de contribución de cada etapa en el consumo de agua. En esta categoría de impacto existe una gran diferencia ya que el cultivo tradicional es de secano mientras que el superintensivo es de regadío. Se observa como el régimen de secano tiene un beneficio ambiental de aproximadamente 1 l agua/ kg aceite en el consumo de agua pues el ahorro de agua por los productos evitados es mayor que el empleado en la propia producción de aceite. Sin embargo, en el olivar superintensivo se consumen 26,7 m³ agua/kg aceite producido.

Tabla 5-5. Distribución de los impactos de las etapas en el consumo de agua.

Etapa	Tradicional		Superintensivo	
	m ³ /kg aceite	%	m ³ /kg aceite	%
Cultivo de las aceitunas	0,01	50,5	26,7	99,9
Almazara	-0,006	30,3	-0,008	0,067
Extractora	-0,0001	0,6	-0,0002	0,01
Refino de orujo	-0,0007	3,5	-0,001	0,003
Refino de lampante	-0,003	15,1	-0,004	0,02
Total	-0,0009	100	26,7	100

Cultivo de aceitunas

En la siguiente figura se representa el consumo de agua de cada actividad en el cultivo de las aceitunas. Al tratarse de dos cultivos con diferente régimen de riego, el olivar de regadío (superintensivo) destaca en esta categoría de impacto por tener un impacto mucho más elevado que el tradicional.

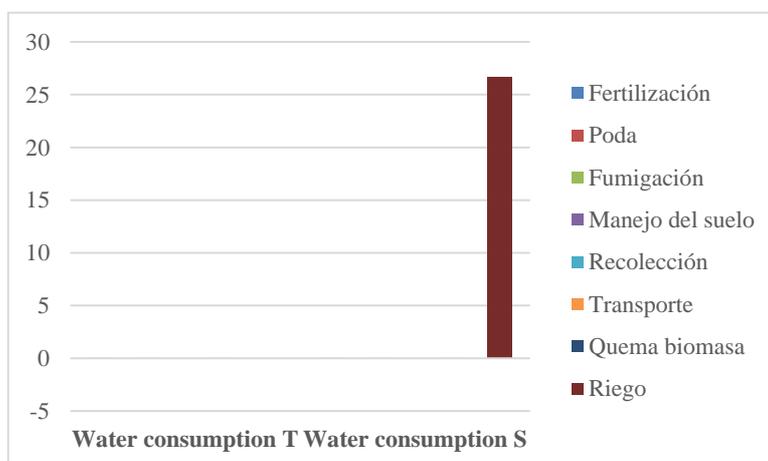


Figura 5-8. Consumo de agua en el cultivo de aceituna

5.5 Normalización de categorías de impacto

El objetivo de la normalización de impactos es entender mejor la proporción relativa o magnitud, para cada categoría de impacto de los sistemas bajo estudio.

Se entiende por normalización la relación de la magnitud cuantificada para una categoría de impacto respecto a un valor referencia. En este caso la normalización se hace de forma interna en el software Simapro, por lo que se desconocen los valores de referencia empleados.

En la *Figura 5-9* se observa un gráfico radial que representa las cuatro categorías de impacto analizadas normalizadas para los dos tipos de olivares. Sin embargo, al ser el consumo de agua en el olivar superintensivo muy elevado con respecto a las demás categorías de impactos se ha representado sin dicha categoría también en la *Figura 5-10*. Se observa que de forma global, el olivar tradicional es más respetuoso con el medio ambiente en tres de las cuatro categorías de impacto analizadas: calentamiento global, uso de suelo, acidificación del terreno y consumo de agua.

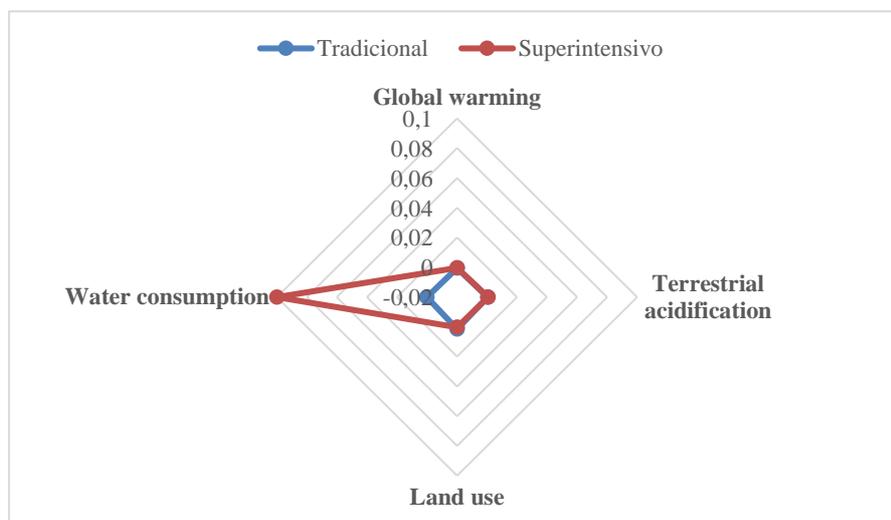


Figura 5-9. Gráfico radial con la normalización de las categorías de impacto (I)

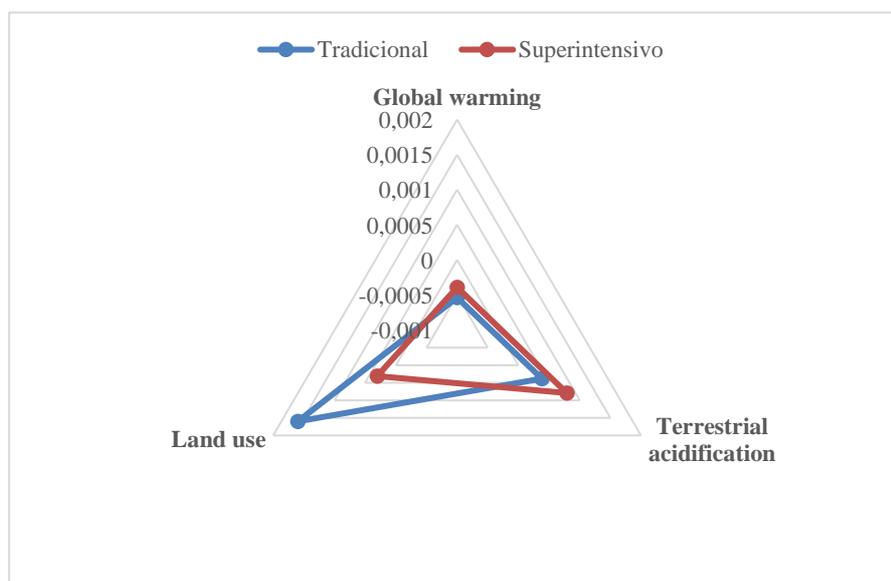


Figura 5-10. Gráfico radial con la normalización de las categorías de impacto (II)

6 CONCLUSIONES

El objetivo de este TFM ha sido realizar un estudio ambiental de las dos tipologías de plantaciones más empleadas en la actualidad para producir aceite de oliva virgen. Para ello se han analizado los impactos ambientales generados a lo largo de su ciclo de vida, tomando como límite el refinado de los aceites no vírgenes, así como la valorización de las corrientes residuales.

Los impactos ambientales se han evaluado en cuatro categorías: calentamiento global, acidificación del terreno, uso de suelo y consumo de agua. Asimismo, los resultados de los indicadores de cada categoría han sido normalizados para cuantificar su importancia relativa.

Las principales conclusiones de la evaluación han sido las siguientes:

- Calentamiento global: el olivar tradicional contribuye un 133 % menos que el olivar superintensivo al calentamiento global.
- Consumo de agua: el olivar tradicional consume 27 veces menos agua que el olivar superintensivo.
- Acidificación del terreno: el olivar tradicional acidifica la mitad que el olivar superintensivo.
- Uso de suelo: el olivar tradicional ocupa un 610 % más de suelo que el olivar superintensivo.
- La etapa de cultivo de aceituna (explotación) es la más influyente en las cuatro categorías de impacto analizadas, por lo que su análisis es clave para determinar la huella medioambiental.

Para entender de forma más intuitiva las diferencias entre un tipo de cultivo y otro, se podría decir que, en una campaña tipo de un millón de toneladas de aceite virgen producido:

- El CO₂ eq adicional emitido por un cultivo superintensivo, respecto a uno tradicional, equivale al desplazamiento al trabajo de 250.000 personas durante un año, aproximadamente.
- El consumo de agua adicional del olivar superintensivo, respecto del tradicional, equivale al consumo anual de agua potable de 5 ciudades con la población de Sevilla.
- En cambio, la superficie adicional ocupada por un cultivo tradicional, respecto de uno superintensivo, equivale a 14 ciudades con el tamaño de Sevilla.

Como conclusión final, se puede afirmar que el cultivo tradicional es más respetuoso con el medio ambiente que el superintensivo en tres de las cuatro categorías de impacto analizadas: calentamiento global, consumo de agua y acidificación del terreno. Por el contrario, el superintensivo es menos exigente en el uso de suelo.

REFERENCIAS

- [1] M. F. , O. M. , A. J. , B. R. Tardáguila J., «Análisis del sector del aceite de oliva,» *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 1996.
- [2] «Olival em Alqueva,» *EDIA*, p. 73, 2020.
- [3] Ó. Elvira, «Óleo Elvira,» 2016. [En línea].
- [4] U. d. Jaén, «Informe Anual de coyuntura del sector oleícola,» p. 192, 2020.
- [5] L. S. Vitivinícola, «Hacia una producción 2020/21 de aceite de oliva en el mundo de 3.086.500 t (-5%),» *La Semana Vitivinícola*, 2020.
- [6] G. d. España, «Aceite de Oliva,» Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 2018.
- [7] «Esencia de olivo,» 2020. [En línea]. Available: <http://www.esenciadeolivo.es/aceite-de-oliva/aceite-de-jaen/>.
- [8] J. V. C. estratégicos, «A LIDERAR A OLIVICULTURA MODERNA,» *Consulai inovacao credibilidade rigor*, p. 107, 2019.
- [9] D. Dawson, «Olive Oil Times,» 2 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.oliveoiltimes.com/es/production/portugal-may-be-the-third-largest-olive-oil-producer-by-2030/74445>.
- [10] E. precios.com, «Olivo Arbequina,» *Excelentes precios.com*, 2021.
- [11] A. M. y J. C. Hernández, «La biomasa procedente de las podas del olivar en mágina,» *SUMUNTÁN*, n° 23, pp. 89-108.
- [12] A. d. G. A. y P. d. Andalucía, «Evaluación de la producción y usos de los subproductos de las agroindustrias del olivar en Andalucía,» 2015.

- [13] I. d. l. g. CSIC, «Campana aceite de oliva 2013/14,» 2014.
- [14] Olicloud, «Olicloud,» 2018. [En línea]. Available: <https://olicloud.es/calendario-del-olivo/>.
- [15] J. d. Andalucía, «Manual formativo poda del olivar,» Junta de Andalucía, Sevilla, 2020.
- [16] P. D. L. R. García, «Maquinaria para olivar Intensivo y Superintensivo,» *Tractores y Máquinas todo sobre maquinaria agrícola*, 2017.
- [17] J. C.-R. E. M. S.-R. Mercedes Romero-Gámez, «Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle,» *ELSEVIER*, p. 13, 2017.
- [18] R. F.-e. L. R. D. Barranco, *El cultivo del olivo*, Madrid: MP, 2017.
- [19] J. M. P. Valenzuela, «Aproximación a los costes del cultivo del olivo,» AEMO, 2020.
- [20] C. personal.
- [21] tesla, «Manual de eficiencia energética en almazaras,» *tesla*, p. 40, 2014.
- [22] A. Montaña, «Canales sectoriales,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.interempresas.net/Produccion-Aceite/Articulos/260327-El-paradigma-del-lavado-de-las-aceitunas-en-la-almazara.html>.
- [23] C. O. V. d. l. S. d. Cabra, «¿Qué es el aceite de oliva refinado?,» *Monteoliva*, 2020.
- [24] InfoAgro, «Proceso de elaboración del aceite de orujo de oliva,» *InfoAgro*.
- [25] R. S. S. y. T. C. Expósito, «UTILIZACIÓN DE HOJAS DE OLIVO PROCEDENTE DE ALMAZARA EN ALIMENTACIÓN ANIMAL. ENSAYO DE CONSERVACIÓN».
- [26] S. E. d. I. d. Emisiones, «Producción de compost,» 2018.
- [27] D. G.-G. y. A. Rezeau, «Uso energético de biomasa de podas agrarias y renovación de plantaciones (PARP),» Zaragoza.
- [28] P. Gas, «Precio Gas,» [En línea]. Available: <https://preciogas.com/instalaciones/equipamiento/calderas/biomasa>.
- [29] J. d. Andalucía, «Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/operaciones/consulta/anual/1956>

?CodOper=b3_151&codConsulta=1956.

- [30] A. R. C. F. J. T. R. S. C. Manuel Parras Rosa, «Los costes del olivar en la Provincia de Jaén: tipología de olivareros y aproximación a los costes de los municipios de la Provincia de Jaén,» 2020. [En línea]. Available: https://www.dipujaen.es/export/files/dipujaen/Costes_Olivar_Jaen.pdf. [Último acceso: 06 Noviembre 2021].
- [31] C. G.-M. y J. A. L. C. Julio Berbel, «Valorización de los subproductos de la cadena del aceite de oliva,» *Mediterráneo Económico*, p. 18, 2018.
- [32] D. L. S. E. Pascual, «Calidad de biocombustibles y equipos: condiciones necesarias para mantener el aire limpio,» Cuéllar, 2014.
- [33] G. Tortosa, «Materiales para compostar: hojas de olivo,» 11 Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://www.compostandociencia.com/2016/02/materiales-para-compostar-hojas-de-olivo/>.
- [34] Autor, «Este es el ejemplo de una cita,» *Tesis Doctoral*, vol. 2, nº 13, 2012.
- [35] O. Autor, «Otra cita distinta,» *revista*, p. 12, 2001.

7 ANEXO I: INVENTARIOS

7.1 Inventario del olivar tradicional

TRADICIONAL SECANO JAÉN									
Item	Nombre	Tipo	Sección	Sub-sección	Referencia datos	Valor	Unid.	Por u.f.	Unid.
CULTIVO DEL OLIVAR									
1	Nitrógeno	Entrada	Cultivo aceituna	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	45,0	kg/ha	0,06	kg/kg aceite
2	P ₂ O ₅	Entrada	Cultivo aceituna	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	16,0	kg/ha	0,02	kg/kg aceite
3	K ₂ O	Entrada	Cultivo aceituna	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	72,0	kg/ha	0,10	kg/kg aceite
4	Aplicación mecánica	Entrada	Cultivo aceituna	Fertilización	Modelo de Simapro. Fertilising, by broadcaster (RoW)] processing APOS, U	5,3	kg/ha	0,01	l/kg aceite
5	Combustible motosierra	Entrada	Cultivo aceituna	Poda	(https://www.archiexpo.es/prod/shindaiwa/product-158574-1949490.html). + Cultivo del olivo	0,7	l/h	0,03	l/kg aceite
6	Combustible cultivador ligero	Entrada	Cultivo aceituna	Laboreo	https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/244033-Sistemas-de-manejo-de-suelo-en-olivar-las-cubiertas-vegetales.html	9,0	l/ha	0,01	l/kg aceite
7	Combustible grada de púas	Entrada	Cultivo aceituna	Laboreo	Cultivo del olivo	5,0	l/ha	0,01	l/kg aceite
8	Acetamiprid	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-099050_15-Mar-02.pdf	0,02	kg/ha	3,2E-05	kg /kg aceite
9	Alfacypermetrin	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/24.htm	0,02	kg/ha	3,2E-05	kg/kg aceite
10	Deltametrin	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	https://www.co.thurston.wa.us/Health/ehipm/pdf_insect/insecticide%20actives/deltamethrin.pdf	0,001	kg/ha	1,3E-06	kg/kg aceite
11	Lambdacialotrin	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/415.htm	0,03	kg/ha	3,9E-05	kg/kg aceite
12	Fosmet	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/521.htm	0,29	kg/ha	4,0E-04	kg/kg aceite
13	Zetacypermetrin	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	https://www.co.thurston.wa.us/Health/ehipm/pdf_insect/insecticide%20actives/cypermethrin.pdf	0,004	kg/ha	5,3E-06	kg/kg aceite
14	Aplicación de pesticidas	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	Application of plant protection product, by field sprayer (CA-QC) application of plant protection product, by field sprayer APOS, U	1,67	kg/ha	2,7E-03	l/kg aceite
15	Combustible vibrador de ramas	Entrada	Cultivo aceituna	Recolección	https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10255_Consumos_energeticos_operacione	6,00	l/ha	0,01	l/kg aceite
16	Transporte a almazara	Entrada	Cultivo aceituna	-	Comunicación personal	10,0	km	47,6	tkm/kg aceite
ALMAZARA									
17	Electricidad	Entrada	Almazara	-	http://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/03198.pdf	0,2	kWh/kg aceite producido	0,2	kWh/kg aceite
18	Agua de lavado	Entrada	Almazara	-	http://teslaproject.chil.me/download-doc/63909	0,1	l/kg aceituna	0,5	l/kg aceite
19	Transporte desde almazara a refino orujo	Entrada	Extractor de orujo	-	Comunicación personal	100,0	km	0,5	tkm/kg aceite
20	Transporte desde almazara a extractora	Entrada	Extractor de orujo	-	Comunicación personal	10,0	km	0,05	tkm/kg aceite

TRADICIONAL SECANO JAÉN									
Item	Nombre	Tipo	Sección	Sub-sección	Referencia datos	Valor	Unid.	Por u.f.	Unid.
EXTRACTORA									
21	Electricidad	Entrada	Extractor de orujo	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	2,3	kWh/t alperujo	6,2E-03	kWh/kg aceite
22	Diesel	Entrada	Extractor de orujo	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	1,1	kg/t alperujo	2,9E-03	kg/kg aceite
23	Hexano	Entrada	Extractor de orujo	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,03	kg/t alperujo	6,9E-05	kg/kg aceite
REFINO ORUJO									
24	Agua	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	164,7	kg/kg aceite de orujo	10,4	kg/kg aceite
25	Electricidad	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,005	kWh/kg aceite de orujo	3,0E-04	kWh/kg aceite
26	Calor	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,06	MJ/kg aceite de orujo	4,0E-03	MJ/kg aceite
27	NaOH	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,005	kg/kg aceite de orujo	3,1E-04	kg/kg aceite
28	Transporte desde extractora a refino	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	100,0	km	0,5	tkm/kg aceite
REFINO LAMPANTE									
29	Transporte desde almazara a refino	Entrada	Extractor de orujo	-	Comunicación personal	100	km	0,5	tkm/l aceite
30	Agua	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	164,7	kg/kg aceite de orujo	10,4	kg/kg aceite
31	Electricidad	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,005	kWh/kg aceite de orujo	3,0E-04	kWh/kg aceite
32	Calor	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,06	MJ/kg aceite de orujo	4,0E-03	MJ/kg aceite
33	NaOH	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,005	kg/kg aceite de orujo	3,1E-04	kg/kg aceite
34	Aceitunas	Corriente intermedia	Almazara	-	https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/operaciones/consulta/anual/1956?CodOper=b3_151&codConsulta=1956	Total	t/año	4,8	kg/kg aceite
35	Aceite lampante	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	86.627	t/año	0,3	kg/kg aceite
36	Alperujo	Corriente intermedia	Almazara	-	https://www.researchgate.net/profile/Julio-Berbel/publication/325644931_VAIORIZACION_DE_IOS_SUBPRODUCTOS_DE_LA_CADENA_DEL_ACEITE_DE_OLIVA/links/5b1a3b6eaca272021cf24e84/VAIORIZACION-DE-LOS-SUBPRODUCTOS-DE-IA-CADENA-DEI-ACEITE-DE-OIIVA.pdf	680.640	t/año	2,6	kg/kg aceite
37	Aceite de orujo crudo	Corriente intermedia	Extractor de orujo	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,02	t/t alperujo	0,06	kg/kg aceite
38	Hojin a vender	Corriente intermedia	Almazara	-	https://www.researchgate.net/profile/Julio-Berbel/publication/325644931_VAIORIZACION_DE_LOS_SUBPRODUCTOS_DE_LA_CADENA_DEL_ACEITE_DE_OLIVA/links/5b1a3b6eaca272021cf24e84/VAIORIZACION-DE-LOS-SUBPRODUCTOS-DE-LA-CADENA-DEI-ACEITE-DE-OLIVA.pdf	43.660	t/año	0,2	kg/kg aceite
38.1	Hojin a compost	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	1.048	t/año	0,004	kg/kg aceite
38.2	Hojin a alimentacion animal	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	9.649	t/año	0,04	kg/kg aceite
38.3	Hojin a energía térmica	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	14.975	t/año	0,06	kg/kg aceite
39	Hueso de aceituna a energía térmica	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	178.204	t/año	0,7	t/kg aceite
40	Orujillo seco no graso	Corriente intermedia	Extractor de orujo	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,2	t/t alperujo	0,6	kg/kg aceite
41	Restos de poda	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,6	t/t aceitunas	2,7	kg/kg aceite

TRADICIONAL SECANO JAÉN									
Item	Nombre	Tipo	Sección	Sub-sección	Referencia datos	Valor	Unid.	Por u.f.	Unid.
CULTIVO DEL OLIVAR									
42	Acetamiprid	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,02	kg/ha	3,2E-05	kg/kg aceite
43	Alfacypermetrin	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,02	kg/ha	3,2E-05	kg/kg aceite
44	Deltametrin	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,001	kg/ha	1,3E-06	kg/kg aceite
45	Lambdacihalotrin	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,03	kg/ha	3,9E-05	kg/kg aceite
46	Fosmet	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,29	kg/ha	4,0E-04	kg/kg aceite
47	Zetacypermetrin	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,004	kg/ha	5,3E-06	kg/kg aceite
CULTIVO DEL OLIVAR									
48	NO ₃ -	Emisión al agua	Cultivo aceituna	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	0,001	kg/kg N	5,5E-05	kg/kg aceite
CULTIVO DEL OLIVAR									
49	CO ₂	Emisión al aire	Cultivo aceituna	Diesel	https://www.insst.es/documents/94886/175731/N%C3%BAmero+73+(versi%C3%B3n+pdf)	74.100	kg /TJ	1,3E-01	kg/kg aceite
50	CH ₄	Emisión al aire	Cultivo aceituna	Diesel	https://www.insst.es/documents/94886/175731/N%C3%BAmero+73+(versi%C3%B3n+pdf)	10,0	kg /TJ	1,7E-05	kg/kg aceite
51	NO ₂	Emisión al aire	Cultivo aceituna	Diesel	https://www.insst.es/documents/94886/175731/N%C3%BAmero+73+(versi%C3%B3n+pdf)	0,6	kg /TJ	1,0E-06	kg/kg aceite
52	NH ₃	Emisión al aire	Cultivo de aceitunas	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	0	kg/kg N	5,9E-03	kg/kg aceite
53	NO ₂	Emisión al aire	Cultivo de aceitunas	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	0,0	kg/kg N	6,1E-04	kg/kg aceite
54	NO _x	Emisión al aire	Cultivo de aceitunas	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	0,0	kg/kg N	2,4E-03	kg/kg aceite
EXTRACTORA									
55	CO ₂	Emisión al aire	Extractor	Diesel	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	74.100	kg/TJ	8,8E-03	kg/kg aceite
56	CH ₄	Emisión al aire	Extractor	Diesel	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	10,0	kg/TJ	1,2E-06	kg/kg aceite
57	NO ₂	Emisión al aire	Extractor	Diesel	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,6	kg/TJ	7,2E-08	kg/kg aceite
58	CO ₂	Emisión al aire	Extractor	Orujillo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	64.200	kg/TJ	3,7E-01	kg/kg aceite
59	CH ₄	Emisión al aire	Extractor	Orujillo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	10,0	kg/TJ	5,7E-05	kg/kg aceite
60	NO ₂	Emisión al aire	Extractor	Orujillo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,6	kg/TJ	3,4E-06	kg/kg aceite
ALMAZARA									
61	CO	Emisión al aire	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	60	mg/MJ	1,6E-07	kg/kg aceite
62	NO _x	Emisión al aire	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	90	kg/año	2,4E-07	kg/kg aceite
ALMAZARA									
63	Residuo sólido a vertedero	Residuo sólido a vertedero	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	722	kg/año	2,8E-03	kg/kg aceite
ALMAZARA									
64	Agua de almazara	Agua a tratamiento	Almazara	-	https://www.researchgate.net/profile/Julio-Berbel/publication/325644931_VAIORIZACION_DE_IOS_SUBPR ODUCTOS_DE_IA_CADENA_DEI_ACEITE_DE_OIIVA/links/5b1a3b6eaca272021cf24e84/VAIORIZACION-DE-IOS-SUBPRODUCTOS-DE-IA-CADENA-DEI-ACEITE-DE-OIIVA.pdf	0,042	kg/kg aceituna	0,2	kg/kg aceituna
REFINO ORUJO									
65	Agua de refino	Agua a tratamiento	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	3,1	m ³ /t alperujo	0,01	m ³ /kg aceite
REFINO LAMPANTE									
66	Agua de refino	Agua a tratamiento	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	3,1	m ³ /t alperujo	0,01	m ³ /kg aceite

TRADICIONAL SECANO JAÉN									
Item	Nombre	Tipo	Sección	Sub-sección	Referencia datos	Valor	Unid.	Por u.f.	Unid.
CULTIVO DEL OLIVAR									
67	Calor de poda	Co-producto	Cultivo de aceitunas	-	https://www.researchgate.net/profile/Julio-Berbel/publication/325644931_VAIORIZACION_DE_IOS_SUBPRODUCTOS_DE_IA_CADENA_DEL_ACEITE_DE_OLIVA/links/5b1a3b6eaca272021cf24e84/VAIORIZACION-DE-IO-SUBPRODUCTOS-DE-IA-CADENA-DE-ACEITE-DE-OIIVA.pdf	4,35E+03	kcal/kg poda	11.600	kcal/kg aceite
ALMAZARA									
68	Compost	Co-producto	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	1.047,8	kg/año	0,0	kg/kg aceite
70	Alimentación animal	Co-producto	Almazara	-	https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Potencial%20energ%C3%A9tico.pdf	9648,9	kg/año	0,0	kg/kg aceite
72	Aceite de oliva	Producto principal	Almazara	-	-	1,00E+00	l	1	l
EXTRACTORA									
73	Calor del orujillo	Co-producto	Planta de cogeneración	Orujillo	https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Potencial%20energ%C3%A9tico.pdf	0,00E+00	kcal/año	1.957	kcal/kg aceite
REFINO ORUJO									
74	Aceite de orujo refinado	Co-producto	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,9	kg/kg aceite orujo crudo	0,1	kg/kg aceite
REFINO LAMPANTE									
75	Aceite de oliva refinado	Co-producto	Refino	Lampante	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,9	kg/kg aceite lampante	0,3	kg/kg aceite

Figura 7-1. Inventario olivar tradicional

7.2 Inventario del olivar superintensivo

SUPERINTENSIVO REGADÍO PORTUGAL									
Item	Nombre	Tipo	Sección	Sub-sección	Referencia datos	Valor	Unid.	Por u.f.	Unid.
CULTIVO DEL OLIVAR									
1	Agua de riego	Entrada	Riego	Riego	Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible	6.400	m3/ha	4,1	m3/kg aceite
2	Aplicación por aspersor	Entrada	Cultivo aceituna	Riego	Ecoinvenet	4,1	m3/kg aceituna	26,6	m3/kg aceite
3	Nitrógeno	Entrada	Cultivo aceituna	Fertilización	https://www.tecnicoagricola.es/a/bonado-del-olivo/	120,0	kg/ha	0,08	kg/kg aceite
4	P ₂ O ₅	Entrada	Cultivo aceituna	Fertilización	https://www.tecnicoagricola.es/a/bonado-del-olivo/	48,0	kg/ha	0,03	kg/kg aceite
5	K ₂ O	Entrada	Cultivo aceituna	Fertilización	https://www.tecnicoagricola.es/a/bonado-del-olivo/	84,0	kg/ha	0,05	kg/kg aceite
6	Combustible desbrozadora	Entrada	Cultivo aceituna	Laboreo	https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/244033-Sistemas-de-manejo-de-suelo-en-olivar-las-cubiertas-vegetales.html	9,00	l/ha	5,8E-03	l/kg aceite
7	Combustible podadora de discos	Entrada	Cultivo aceituna	Poda	https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10255_Consumos_energeticos_operaciones_agricolas_Espana_05_d94c1676.pdf	7,00	l/h	0,1	l/kg aceite
8	Acetamiprid	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-099050_15-Mar-02.pdf	0,06	kg/ha	3,9E-05	kg/kg aceite
9	Alfacerpermetrin	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	http://item.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/24.htm	0,06	kg/ha	3,9E-05	kg/kg aceite
10	Deltametrin	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	https://www.co.thurston.wa.us/Health/ehipm/pdf_insect/insecticide%20actives/deltamethrin.pdf	0,003	kg/ha	1,6E-06	kg/kg aceite
11	Lambdacialotrin	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	http://item.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/415.htm	0,07	kg/ha	4,7E-05	kg/kg aceite
12	Fosmet	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	http://item.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/521.htm	0,8	kg/ha	4,8E-04	kg/kg aceite
13	Zetacipermetrin	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	https://www.co.thurston.wa.us/Health/ehipm/pdf_insect/insecticide%20actives/cypermethrin.pdf	0,01	kg/ha	6,5E-06	kg/kg aceite
14	Aplicación de pesticidas	Entrada	Cultivo aceituna	Fumigación	Application of plant protection product, by field sprayer (CA-QC) application of plant protection product, by field sprayer APOS, U	1,7	kg/ha	1,1E-03	l/kg aceite
15	Combustible cosechadora integral de olivar en seto	Entrada	Cultivo aceituna	Recolección	https://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/216066-Lanueva-Braud-9090X-de-New-Holland-vendimia-197-6-toneladas-en-8-horas.html	1,0	l/t aceituna	6,4E-03	l/l aceite
16	Transporte a almazara	Entrada	Cultivo aceituna	Transporte	Comunicación personal	10,0	km	64,5	tkm/kg aceite
ALMAZARA									
17	Electricidad	Entrada	Almazara	-	http://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/03198.pdf	0,2	kWh/kg aceituna	0,2	kWh/kg aceite
18	Agua de lavado	Entrada	Almazara	-	http://teslaproject.chil.me/download-doc/63909	0,1	l/kg aceituna	0,7	l/kg aceite
19	Transporte desde almazara a refino orujo	Entrada	Extractor de orujo	-	Comunicación personal	100,0	km	0,6	tkm/kg aceite
20	Transporte desde almazara a extractora	Entrada	Extractor de orujo	-	Comunicación personal	10,0	km	0,1	tkm/kg aceite
EXTRACTORA									
21	Electricidad	Entrada	Extractor de orujo	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	2,3	kWh/t alperujo	9,0E-03	kWh/kg aceite
22	Diesel	Entrada	Extractor de orujo	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	1,1	kg/t alperujo	4,2E-03	kg/kg aceite
23	Hexano	Entrada	Extractor de orujo	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,03	kg/t alperujo	1,0E-04	kg/kg aceite

SUPERINTENSIVO REGADÍO PORTUGAL									
Item	Nombre	Tipo	Sección	Sub-sección	Referencia datos	Valor	Unid.	Por u.f.	Unid.
REFINO ORUJO									
24	Agua	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	164,7	kg/kg aceite de orujo	15,4	kg/kg aceite
25	Electricidad	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,005	kWh/kg aceite de orujo	4,4E-04	kWh/kg aceite
26	Calor	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,06	MJ/kg aceite de orujo	5,9E-03	MJ/kg aceite
27	NaOH	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,005	kg/kg aceite de orujo	4,5E-04	kg/kg aceite
28	Transporte desde extractora a refino	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	100,0	km	0,6	tkm/kg aceite
REFINO LAMPANTE									
29	Transporte desde almazara a refino	Entrada	Extractor de orujo	-	Comunicación personal	100,0	km	0,4	tkm/l aceite
30	Agua	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	164,7	kg/kg aceite de orujo	15,4	kg/kg aceite
31	Electricidad	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,005	kWh/kg aceite de orujo	4,4E-04	kWh/kg aceite
32	Calor	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,06	MJ/kg aceite de orujo	5,9E-03	MJ/kg aceite
33	NaOH	Entrada	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,005	kg/kg aceite de orujo	4,5E-04	kg/kg aceite
34	Aceitunas	Corriente intermedia	Almazara	-	https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/operaciones/consulta/anual/1956?CodOper=b3_151&codConsulta=1956	Portugal	t/año	6,5	kg/kg aceite
35	Aceite lampante	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	65.490	t/año	0,4	kg/kg aceite
36	Alperujo	Corriente intermedia	Almazara	-	https://www.researchgate.net/profile/Julio-Berbel/publication/325644931_VALORIZACION_DE_LOS_SUBPRODUCTOS_DE_LA_CADENA_DEL_ACEITE_DE_OLIVA/links/5b1a3b6eaca272021cf24e84/VALORIZACION-DE-LOS-SUBPRODUCTOS-DE-LA-CADENA-DEL-ACEITE-DE-OLIVA.pdf	671.550	t/año	3,9	kg/kg aceite
37	Aceite de orujo crudo	Corriente intermedia	Extractor de orujo	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,02	t/t alperujo	0,1	kg/kg aceite
38	Hojín a vender	Corriente intermedia	Almazara	-	https://www.researchgate.net/profile/Julio-Berbel/publication/325644931_VALORIZACION_DE_LOS_SUBPRODUCTOS_DE_LA_CADENA_DEL_ACEITE_DE_OLIVA/links/5b1a3b6eaca272021cf24e84/VALORIZACION-DE-LOS-SUBPRODUCTOS-DE-LA-CADENA-DEL-ACEITE-DE-OLIVA.pdf	39.161	t/año	0,2	kg/kg aceite
38.1	Hojín a compost	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	940	t/año	0,01	kg/kg aceite
38.2	Hojín a energía térmica	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	13.432	t/año	0,1	kg/kg aceite
38.3	Hojín a alimentación animal	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	8.655	t/año	0,1	kg/kg aceite
39	Hueso de aceituna	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	159.840	t/año	0,9	t/kg aceite
39.1	Hueso de aceituna a energía térmica	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	127.872	t/año	0,7	t/kg aceite
40	Orujillo seco no graso	Corriente intermedia	Extractor de orujo	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,2	t/t alperujo	0,9	kg/kg aceite
41	Restos de poda	Corriente intermedia	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,6	t/t aceitunas	3,6	kg/kg aceite

SUPERINTENSIVO REGADÍO PORTUGAL									
Item	Nombre	Tipo	Sección	Sub-sección	Referencia datos	Valor	Unid.	Por u.f.	Unid.
CULTIVO DEL OLIVAR									
42	Acetamiprid	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,06	kg/ha	3,9E-05	kg/kg aceite
43	Alfacypermetrin	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,06	kg/ha	3,9E-05	kg/kg aceite
44	Deltametrin	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,003	kg/ha	1,6E-06	kg/kg aceite
45	Lambdacihalotrin	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,07	kg/ha	4,7E-05	kg/kg aceite
46	Fosmet	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,75	kg/ha	4,8E-04	kg/kg aceite
47	Zetacypermetrin	Emisión al suelo	Cultivo de aceitunas	Fumigación	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,01	kg/ha	6,5E-06	kg/kg aceite
CULTIVO DEL OLIVAR									
48	NO ₃ -	Emisión al agua	Cultivo aceituna	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	0,000	kg/kg N	0,0E+00	kg/kg aceite
CULTIVO DEL OLIVAR									
49	CO ₂	Emisión al aire	Cultivo aceituna	Diesel	https://www.insst.es/documents/94886/175731/N%C3%BAmero+73+(versi%C3%B3n+pdf)	74.100	kg /TJ	2,5E-01	kg/kg aceite
50	CH ₄	Emisión al aire	Cultivo aceituna	Diesel	https://www.insst.es/documents/94886/175731/N%C3%BAmero+73+(versi%C3%B3n+pdf)	10,0	kg /TJ	3,4E-05	kg/kg aceite
51	NO ₂	Emisión al aire	Cultivo aceituna	Diesel	https://www.insst.es/documents/94886/175731/N%C3%BAmero+73+(versi%C3%B3n+pdf)	0,6	kg /TJ	2,0E-06	kg/kg aceite
52	NH ₃	Emisión al aire	Cultivo de aceitunas	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	0,1	kg/kg N	0,0E+00	kg/kg aceite
53	NO ₂	Emisión al aire	Cultivo de aceitunas	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	0,01	kg/kg N	0,0E+00	kg/kg aceite
54	NO _x	Emisión al aire	Cultivo de aceitunas	Fertilización	Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. ELSERVIER	0,04	kg/kg N	0,0E+00	kg/kg aceite
EXTRACTORA									
55	CO ₂	Emisión al aire	Extractor	Diesel	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	74.100	kg/TJ	1,3E-02	kg/kg aceite
56	CH ₄	Emisión al aire	Extractor	Diesel	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	10,0	kg/TJ	1,8E-06	kg/kg aceite
57	NO ₂	Emisión al aire	Extractor	Diesel	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,6	kg/TJ	1,1E-07	kg/kg aceite
58	CO ₂	Emisión al aire	Extractor	Orujillo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	64.200	kg/TJ	5,4E-01	kg/kg aceite
59	CH ₄	Emisión al aire	Extractor	Orujillo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	10,0	kg/TJ	8,5E-05	kg/kg aceite
60	NO ₂	Emisión al aire	Extractor	Orujillo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,6	kg/TJ	5,1E-06	kg/kg aceite
ALMAZARA									
61	CO	Emisión al aire	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	60,0	mg/MJ	2,2E-07	kg/kg aceite
62	NO _x	Emisión al aire	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	90,0	kg/año	3,3E-07	kg/kg aceite
ALMAZARA									
63	Residuo sólido a vertedero	Residuo sólido a vertedero	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	647	kg/año	3,8E-03	kg/kg aceite
ALMAZARA									
64	Agua de almazara	Agua a tratamiento	Almazara	-	https://www.researchgate.net/publication/325644931_VAIORIZACION_DE_IOS_SUBPRODUCTOS_DE_IA_CADENA_DEI_ACEITE_DE_OIIVA/links/5b1a3b6eaca272021cf24e84/VAIORIZACION-DE-IOS-SUBPRODUCTOS-DE-IA-CADENA-DEI-ACEITE-DE-OIIVA.pdf	0,06	kg/kg aceituna	0,4	kg/kg aceituna

SUPERINTENSIVO REGADÍO PORTUGAL									
Item	Nombre	Tipo	Sección	Sub-sección	Referencia datos	Valor	Unid.	Por u.f.	Unid.
REFINO ORUJO									
65	Agua de refino	Agua a tratamiento	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	3,1	m ³ /t alperujo	0,01	m ³ /kg aceite
REFINO LAMPANTE									
66	Agua de refino	Agua a tratamiento	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	3,1	m ³ /t alperujo	0,01	m ³ /kg aceite
CULTIVO DEL OLIVAR									
67	Calor de poda	Co-producto	Cultivo de aceitunas	-	https://www.researchgate.net/profile/Julio-Berbel/publication/325644931_VAIORIZACION_DE_IOS_SUBPRODUCTOS_DE_IA_CADENA_DEL_ACEITE_DE_OIIVA/links/5b1a3b6eaca272021cf24e84/VAIORIZACION-DE-IOS-SUBPRODUCTOS-DE-IA-CADENA-DE-ACEITE-DE-OIIVA.pdf	4.350	kcal/kg poda	15.716	kcal/kg aceite
ALMAZARA									
68	Compost	Co-producto	Almazara	-	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	940	kg/año	5,5E-03	kg/kg aceite
69	Calor	Co-producto	Almazara	-	https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Potencial%20energ%C3%A9tico.pdf	0,00E+00	kcal/año	170	kcal/kg aceite
70	Alimentación animal	Co-producto	Almazara	-	https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Potencial%20energ%C3%A9tico.pdf	8.655	kg/año	0,05	kg/kg aceite
71	Calor de hueso aceituna	Co-producto	Almazara	-	https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Potencial%20energ%C3%A9tico.pdf	0,00E+00	kcal/año	3.722	kcal/kg aceite
72	Aceite de oliva	Producto principal	Almazara	-	-	1,0	l	1,0	l
EXTRACTORA									
73	Calor del orujillo	Co-producto	Planta de cogeneración	Orujillo	https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Potencial%20energ%C3%A9tico.pdf	0,00E+00	kcal/año	2.868	kcal/kg aceite
REFINO ORUJO									
74	Aceite de orujo refinado	Co-producto	Refino	Orujo	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,9	kg/kg aceite orujo crudo	0,08	kg/kg aceite
REFINO LAMPANTE									
75	Aceite de oliva refinado	Co-producto	Refino	Lampante	Campaña 2013/14 Instituto de la grasa CSIC	0,9	kg/kg aceite lampante	0,3	kg/kg aceite

Figura 7-2. Inventario olivar superintensivo

8 ANEXO II: MODELOS DE SIMAPRO

8.1 Modelos del olivar tradicional

1) Cultivo_T_TFM

Tabla 8-1. Modelo del olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Olivar tradicional_T_TFM	1	kg
Recursos		
Occupation, annual crop, non-irrigated, monotone-intensive	0,00136	ha
Entradas		
Fertilización T TFM	1	kg
Poda T TFM	1	kg
Fumigación T TFM	1	kg
Manejo del suelo T TFM	1	kg
Recolección T TFM	1	kg
Transport, tractor and trailer, agricultural {RoW} processing APOS, U TFM	0,476	tkm
Quema biomasa T TFM	11600	kcal

1.1) Fertilización_T_TFM

Tabla 8-2. Modelo de fertilización olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Fertilización_T_TFM	1	kg
Entradas		
Fertilising, by broadcaster {RoW} processing APOS, U	0,00136	ha
Nitrogen fertiliser, as N {GLO} market for APOS, U TFM	0,0612	kg
Phosphate fertiliser, as P2O5 {GLO} market for APOS, U TFM	0,0218	kg
Potassium fertiliser, as K2O {GLO} market for APOS, U TFM	0,0980	kg
Emisiones al aire		
Ammonia	0,005939	kg
Nitrogen dioxide	0,000612	kg
Nitrogen oxides	0,002449	kg

Emisiones al agua		
Nitrate	0,000055	kg

1.2) Poda_T_TFM

Tabla 8-3. Modelo de poda olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Poda_T_TFM	1	kg
Entradas		
Diesel {Europe without Switzerland} market for APOS, U	0,02552	kg
Emisiones al aire		
Carbon dioxide	6,89E-2	kg

1.3) Fumigación_T_TFM

Tabla 8-4. Modelo de fumigación olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Fumigación_T_TFM	1	kg
Entradas		
Acetamide-anillide-compound, unspecified {RoW} production APOS, U	0,000032	kg
Pyrethroid-compound {RoW} production APOS, U	0,000032	kg
Pyrethroid-compound {RoW} production APOS, U	0,000001	kg
Pyrethroid-compound {RoW} production APOS, U	0,000039	kg
Organophosphorus-compound, unspecified {RoW} production APOS, U	0,000005	kg
Pyrethroid-compound {RoW} production APOS, U	0,000396	kg
Application of plant protection product, by field sprayer {RoW} processing APOS, U_TFM	0,00136	ha
Transport, freight train {GLO} market group for APOS, U	0,2756	tkm
Transport, freight, inland waterways, barge {GLO} market group for transport, freight, inland waterways, barge APOS, U	0,0466	tkm
Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified APOS, U	0,1485	tkm
Transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods {GLO} market for transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods APOS, U	0,8409	tkm
Emisiones al aire		
Acetamiprid	0,000032	kg
Deltamethrin	0,000032	kg
Lambda-cyhalothrin	0,000001	kg
Zeta-cypermethrin	0,000039	kg

Alpha-cypermethrin	0,000396	kg
Phosmet	0,000005	kg

1.4) Manejo del suelo_T_TFM

Tabla 8-5. Modelo de manejo de suelo olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Manejo del suelo_T_TFM	1	kg
Entradas		
Diesel {Europe without Switzerland} market for APOS, U	0,018	kg
Emisiones al aire		
Carbon dioxide	4,74E-2	kg

1.5) Recolección_T_TFM

Tabla 8-6. Modelo de recolección olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Recolección_T_TFM	1	kg
Entradas		
Diesel {Europe without Switzerland} market for APOS, U	0,0077	kg
Emisiones al aire		
Carbon dioxide	2,19E-2	kg

1.6) Quema biomasa_T_TFM

Tabla 8-7. Modelo de quema de biomasa olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Quema biomasa_T_TFM	1	MJ
Productos evitados		
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW APOS, U TFM	1	MJ
Emisiones al aire		
Carbon monoxide	70	mg
Nitrogen oxides	100	mg
Sulfur dioxide	4	mg
Sulfur trioxide	4	mg

2) *Almazara_T_TFM*

Tabla 8-8. Modelo de almazara olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Almazara_T_TFM	1	kg
Productos evitados		
Nitrogen fertiliser, as N {GLO} market for APOS, U TFM	0,0000532	kg
Phosphate fertiliser, as P2O5 {GLO} market for APOS, U TFM	0,0000073	kg
Potassium fertiliser, as K2O {GLO} market for APOS, U TFM	0,000027	kg
Barley grain, feed {GLO} market for APOS, U	0,037	kg
Entradas		
Water, unspecified natural origin, TR	0,52	l
Transport, tractor, and trailer, agricultural {RoW} processing APOS, U TFM	0,52	tkm
Quema hojín T TFM	1,26E2	kcal
Quema hueso de aceituna T TFM	2,76E3	kcal
Electricity, medium voltage {ES} market for APOS, U	0,18	kWh
Emisiones al aire		
Carbon monoxide	1,62E-7	kg
Nitrogen oxides	2,43E-7	kg
Flujos residuos		
Fly ash	2,78E-3	kg
Emisiones para tratamiento		
Biowaste {RoW} treatment of biowaste, industrial composting APOS, U	0,004032	kg
Wastewater, unpolluted {RoW} treatment of, capacity 5E9l/year APOS, U TFM	0,2	l

2.1) *Quema hojín_T_TFM*

Tabla 8-9. Modelo de quema de hojín olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Quema hojín_T_TFM	1	MJ
Productos evitados		
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW APOS, U TFM	1	MJ
Emisiones al aire		
Carbon monoxide	70	mg
Nitrogen oxides	100	mg
Sulfur dioxide	4	mg

Sulfur trioxide	4	mg
-----------------	---	----

2.2) *Quema hueso de aceituna_T_TFM*

Tabla 8-10. Modelo de quema de hueso olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Quema hueso de aceituna_T_TFM	1	MJ
Productos evitados		
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW APOS, U TFM	1	MJ
Emisiones al aire		
Carbon monoxide	70	mg
Nitrogen oxides	100	mg
Sulfur dioxide	4	mg
Sulfur trioxide	4	mg

3) *Extractor_T_TFM*

Tabla 8-11. Modelo de extractora olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Extractor_T_TFM	1	MJ
Entradas		
Diesel {Europe without Switzerland} market for APOS, U	0,0029	kg
Hexane {GLO} market for APOS, U	0,000069	kg
Quema hueso de aceituna_T_TFM	1,96E3	MJ
Electricity, medium voltage {ES} market for APOS, U	0,0062	kWh
Emisiones al aire		
Carbon dioxide	0,3748	kg
Methane	0,0000612	kg
Nitrogen dioxide	0,0000031	kg

4) Refino de orujo_TFM

Tabla 8-12. Modelo de refino de orujo olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Reino de orujo_TFM	1	kg
Productos evitados		
Palm oil, refined {GLO} palm oil refinery operation APOS, U	1	kg
Entradas		
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {GLO} market for APOS, U	0,004856	kg
Tap water {GLO} market group for APOS, U	164,68	kg
Electricity, medium voltage {GLO} market group for APOS, U	0,004709	kWh
Heat, district, or industrial, natural gas {GLO} market group for APOS, U	0,063088	MJ
Emisiones a tratamiento		
Wastewater from vegetable oil refinery {GLO} treatment of APOS, U	0,139702	m ³

5) Refino de lampante_TFM

Tabla 8-13. Modelo de refino de lampante olivar tradicional

Salidas	Cantidad	Unidad
Reino de lampante_TFM	1	kg
Productos evitados		
Palm oil, refined {GLO} palm oil refinery operation APOS, U	1	kg
Entradas		
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {GLO} market for APOS, U	0,004856	kg
Tap water {GLO} market group for APOS, U	164,68	kg
Electricity, medium voltage {GLO} market group for APOS, U	0,004709	kWh
Heat, district, or industrial, natural gas {GLO} market group for APOS, U	0,063088	MJ
Emisiones a tratamiento		
Wastewater from vegetable oil refinery {GLO} treatment of APOS, U	0,139702	m ³

8.2 Modelos del olivar superintensivo

1) Cultivo_S_TFM

Tabla 8-14. Modelo del olivar superintensivo

Salidas	Cantidad	Unidad
Olivar superintensivo_S_TFM	1	kg
Recursos		
Occupation, annual crop, non-irrigated, monotone-intensive	0,000645	ha
Entradas		
Fertilización S_TFM	1	kg
Poda S_TFM	1	kg
Fumigación S_TFM	1	kg
Manejo del suelo S_TFM	1	kg
Recolección S_TFM	1	kg
Transport, tractor and trailer, agricultural {RoW} processing APOS, U_TFM	0,6	tkm
Quema biomasa T_TFM	15716	kcal
Riego S_TFM	1	kg
Manejo del suelo S_TFM	1	kg

1.1) Fertilización_S_TFM

Tabla 8-15. Modelo de fertilización olivar superintensivo

Salidas	Cantidad	Unidad
Fertilización_S_TFM	1	kg
Entradas		
Nitrogen fertiliser, as N {GLO} market for APOS, U	0,077	kg
Phosphate fertiliser, as P2O5 {GLO} market for APOS, U	0,031	kg
Potassium fertiliser, as K2O {GLO} market for APOS, U	0,054	kg
Emisiones al aire		
Ammonia	0,0075	kg
Nitrogen dioxide	0,001	kg
Nitrogen oxides	0,003	kg
Emisiones al agua		
Nitrate	0,000088	kg

1.2) Poda_S_TFM

Tabla 8-16. Modelo de poda olivar superintensivo

Salidas	Cantidad	Unidad
Poda_S_TFM	1	kg
Entradas		
Diesel {Europe without Switzerland} market for APOS, U	0,1129	kg
Emisiones al aire		
Carbon dioxide	2,96E-1	kg

1.3) Fumigación_S_TFM

Tabla 8-17. Modelo de fumiación olivar superintensivo

Salidas	Cantidad	Unidad
Fumigación_S_TFM	1	kg
Entradas		
Acetamide-anillide-compound, unspecified {RoW} production APOS, U	0,000039	kg
Pyrethroid-compound {RoW} production APOS, U	0,000039	kg
Pyrethroid-compound {RoW} production APOS, U	0,000002	kg
Pyrethroid-compound {RoW} production APOS, U	0,000047	kg
Organophosphorus-compound, unspecified {RoW} production APOS, U	0,000484	kg
Pyrethroid-compound {RoW} production APOS, U	0,000006	kg
Application of plant protection product, by field sprayer {RoW} processing APOS, U_TFM	0,000645	ha
Transport, freight train {GLO} market group for APOS, U	0,2756	tkm
Transport, freight, inland waterways, barge {GLO} market group for transport, freight, inland waterways, barge APOS, U	0,0466	tkm
Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified APOS, U	0,1485	tkm
Transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods {GLO} market for transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods APOS, U	0,8409	tkm
Emisiones al aire		
Acetamiprid	0,000038700	kg
Deltamethrin	0,000038700	kg
Lambda-cyhalothrin	0,000001613	kg
Zeta-cypermethrin	0,000047408	kg
Alpha-cypermethrin	0,000483750	kg
Phosmet	0,000006450	kg

1.4) Manejo del suelo_S_TFM

Tabla 8-18. Modelo de manejo de suelo olivar superintensivo

Salidas	Cantidad	Unidad
Manejo del suelo_S_TFM	1	kg
Entradas		
Diesel {Europe without Switzerland} market for APOS, U	0,0058	kg
Emisiones al aire		
Carbon dioxide	1,54E-2	kg

1.5) Recolección_S_TFM

Tabla 8-19. Modelo de recolección olivar superintensivo

Salidas	Cantidad	Unidad
Recolección_S_TFM	1	kg
Entradas		
Diesel {Europe without Switzerland} market for APOS, U	0,0063855	kg
Emisiones al aire		
Carbon dioxide	1,70E-3	kg

1.6) Riego_S_TFM

Tabla 8-20. Modelo de fertilización olivar superintensivo

Salidas	Cantidad	Unidad
Riego_S_TFM	1	kg
Entradas		
Water, unspecified natural origin, ES	26,65	m ³
Irrigation {ES} irrigation, sprinkler APOS, U TFM	26,65	m ³

2) *Almazara_S_TFM*

Tabla 8-21. Modelo de almazara olivar superintensivo

Salidas	Cantidad	Unidad
Almazara_S_TFM	1	kg
Productos evitados		
Nitrogen fertiliser, as N {GLO} market for APOS, U TFM	0,0000587	kg
Phosphate fertiliser, as P2O5 {GLO} market for APOS, U TFM	0,0000080	kg
Potassium fertiliser, as K2O {GLO} market for APOS, U TFM	0,000028	kg
Barley grain, feed {GLO} market for APOS, U	0,05	kg
Entradas		
Water, unspecified natural origin, TR	0,71	l
Transport, tractor, and trailer, agricultural {RoW} processing APOS, U TFM	0,71	tkm
Quema hojín T TFM	1,70E2	MJ
Quema hueso de aceituna T TFM	3,72E3	MJ
Electricity, medium voltage {ES} market for APOS, U	0,23	kWh
Emisiones al aire		
Carbon monoxide	2,0E-7	kg
Nitrogen oxides	3,0E-7	kg
Flujos residuos		
Fly ash	2,38E-6	kg
Emisiones para tratamiento		
Wastewater, unpolluted {RoW} treatment of, capacity 5E9l/year APOS, U TFM	0,271	l

3) *Extractoradora_S_TFM*

Tabla 8-22. Modelo de extractora olivar superintensivo

Salidas	Cantidad	Unidad
Extractoradora_S_TFM	1	MJ
Entradas		
Diesel {Europe without Switzerland} market for APOS, U	0,0042	kg
Hexane {GLO} market for APOS, U	0,000101	kg
Quema hueso de aceituna T TFM	2,87E3	MJ
Electricity, medium voltage {ES} market for APOS, U	0,0090	kWh
Emisiones al aire		
Carbon dioxide	0,556	kg
Methane	0,0000816	kg
Nitrogen dioxide	0,0000051	kg

9 ANEXO III: REDES DE FLUJO

9.1 Redes de flujo de calentamiento global

9.1.1 Olivar tradicional

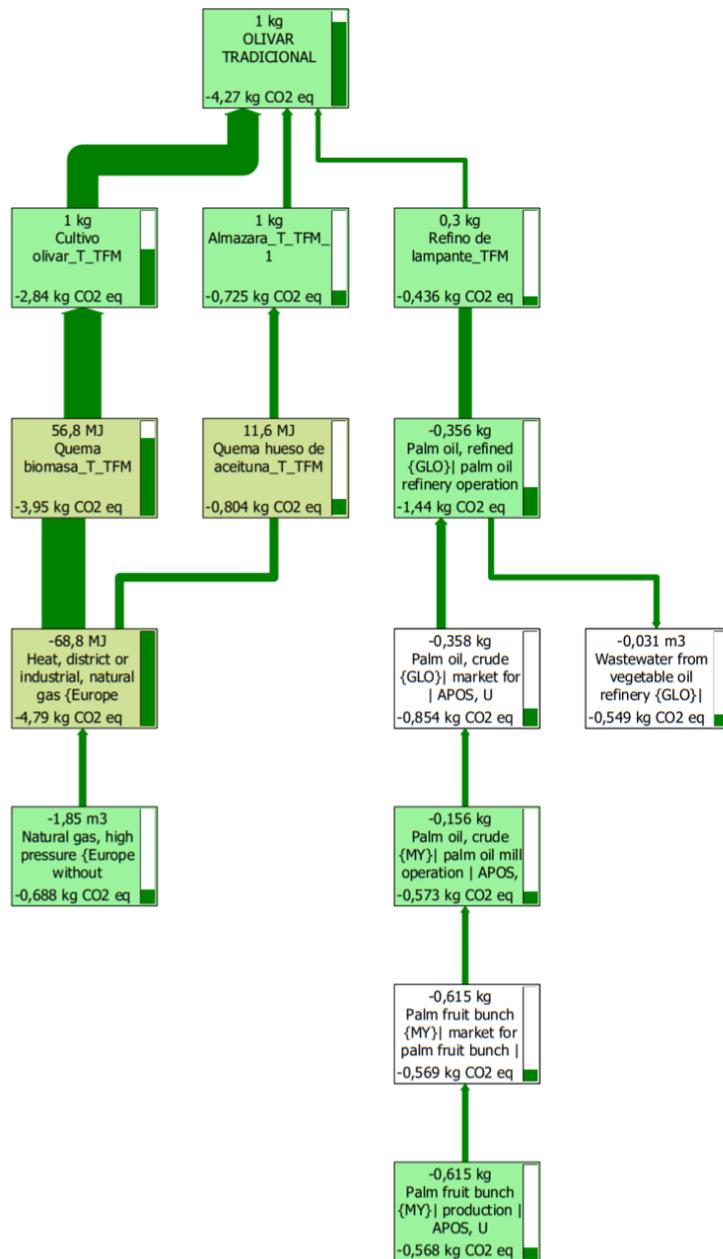


Figura 9-1. Red de flujo de calentamiento global en olivar tradicional

9.1.2 Olivar superintensivo

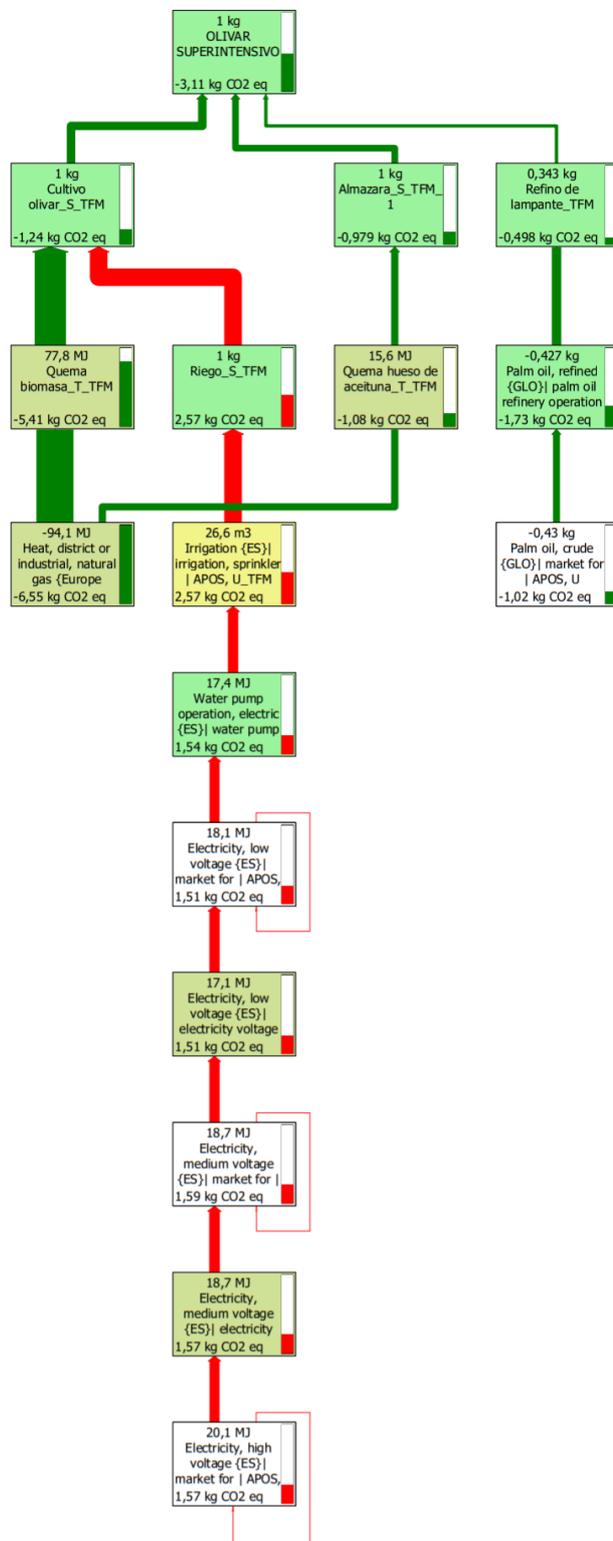


Figura 9-2. Red de flujo de calentamiento global en olivar superintensivo

9.1.3 Refino de lampante

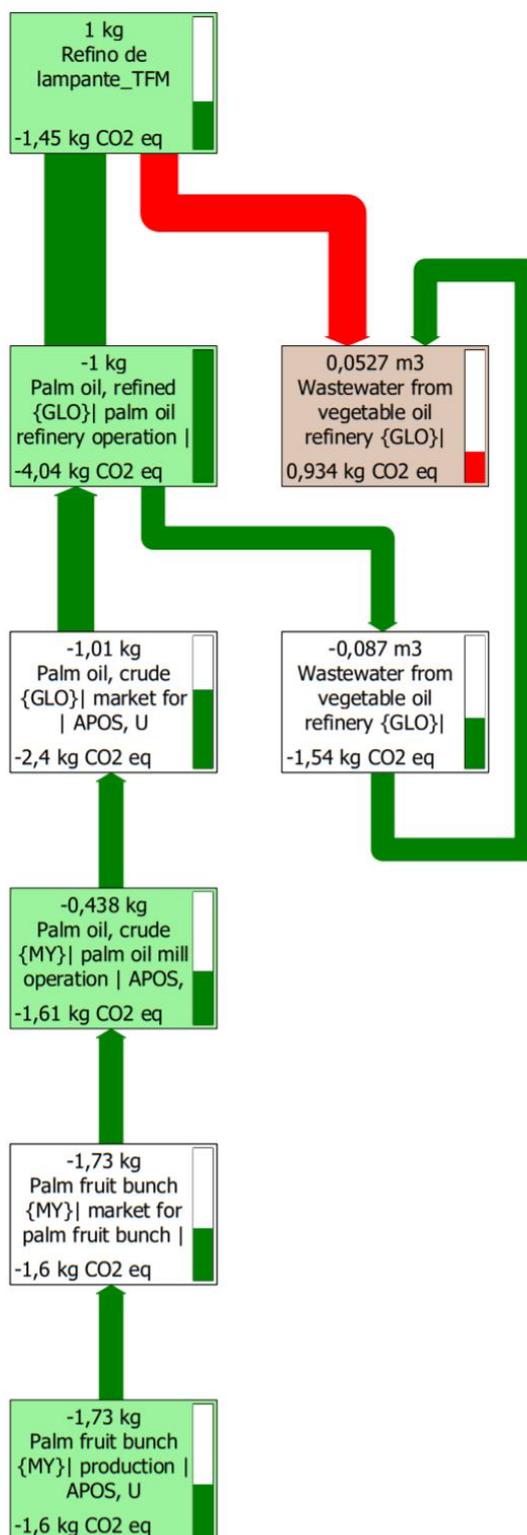


Figura 9-3. Red de flujo de calentamiento global en el refino de lampante

9.2 Redes de flujo de uso de suelo

9.2.1 Olivar tradicional

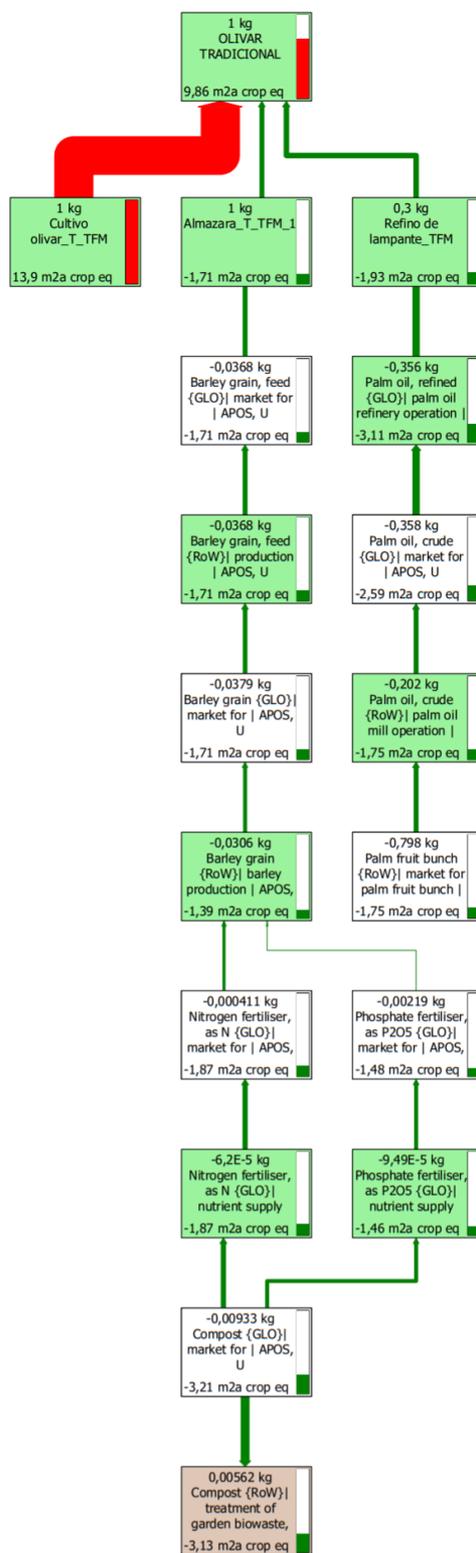


Figura 9-4. Red de flujo de uso de suelo en olivar tradicional

9.2.2 Olivar superintensivo

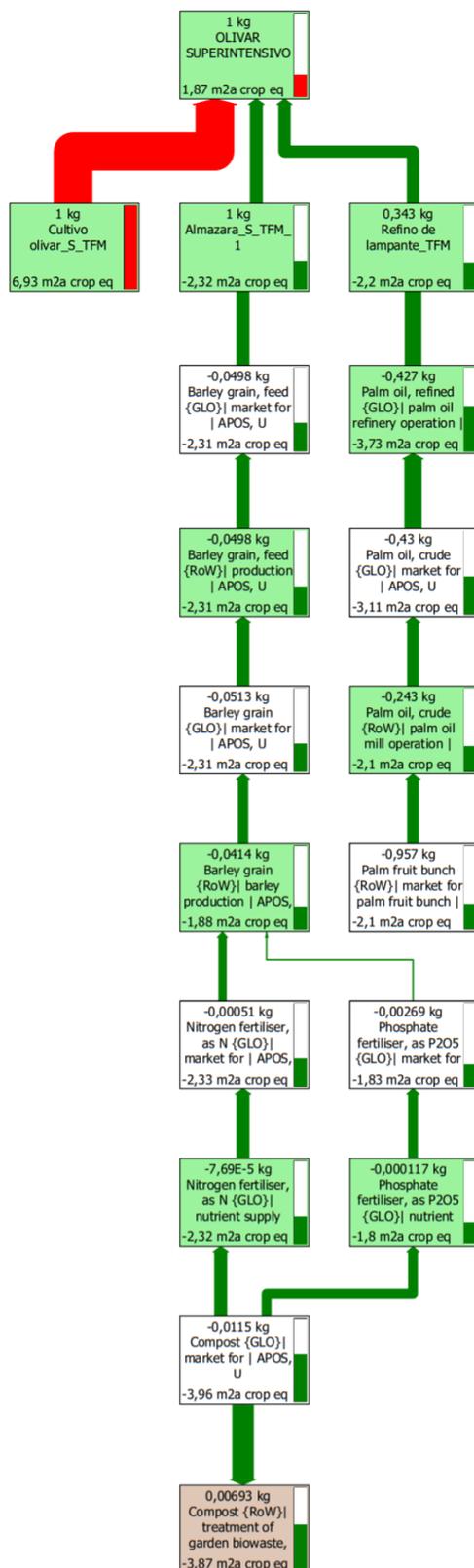


Figura 9-5. Red de flujo uso de suelo en olivar superintensivo

9.2.3 Refino de lampante

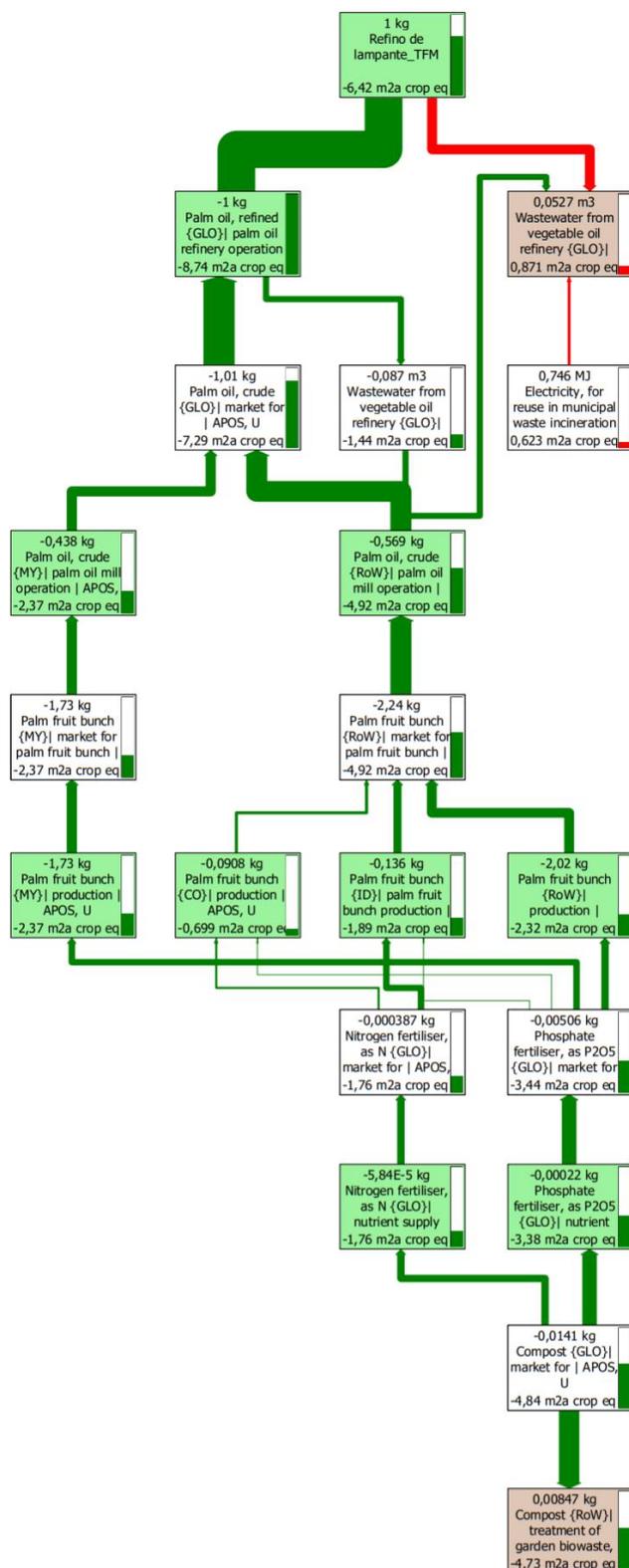


Figura 9-6. Red de flujo uso de suelo en el refino de lampante

9.3 Redes de flujo de acidificación del terreno

9.3.1 Olivar tradicional

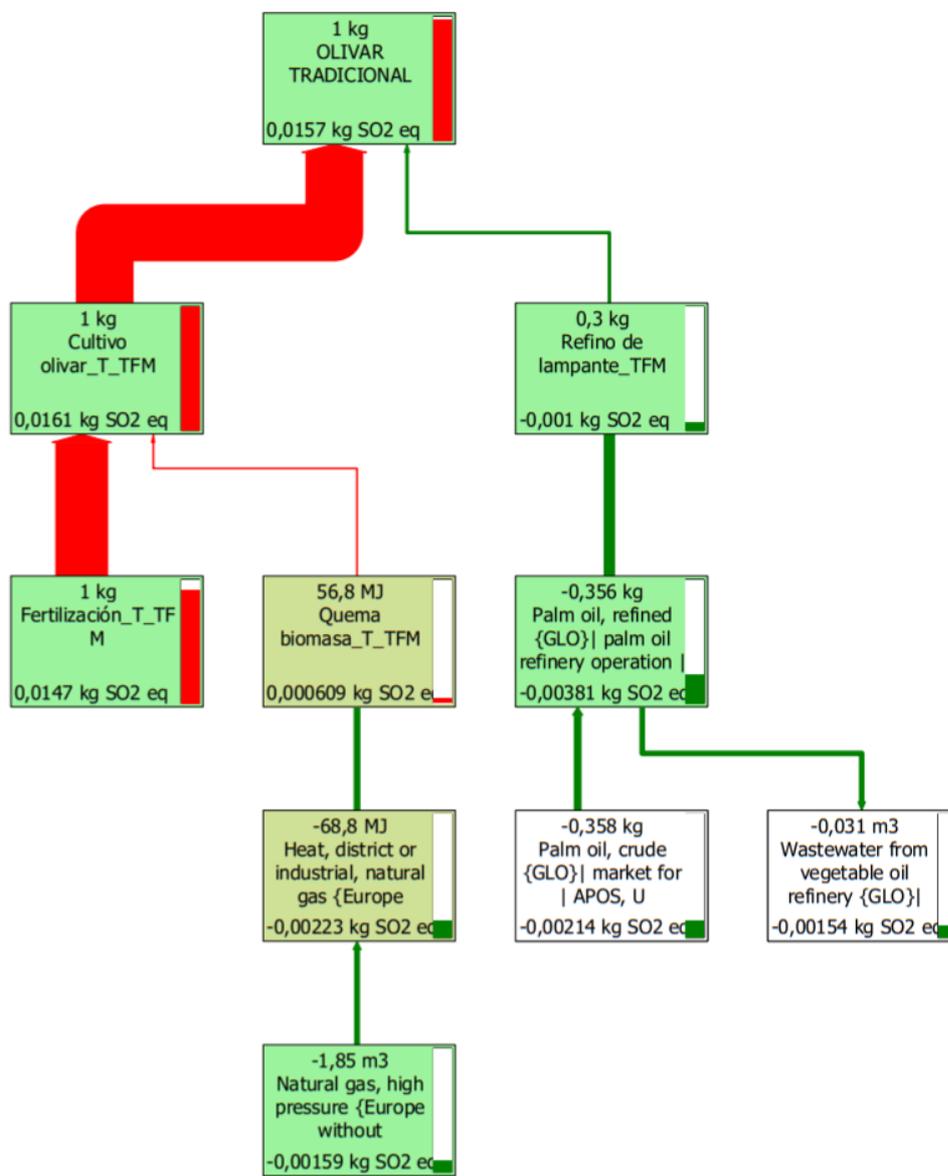


Figura 9-7. Red de flujo acidificación en olivar tradicional

9.3.2 Olivar superintensivo

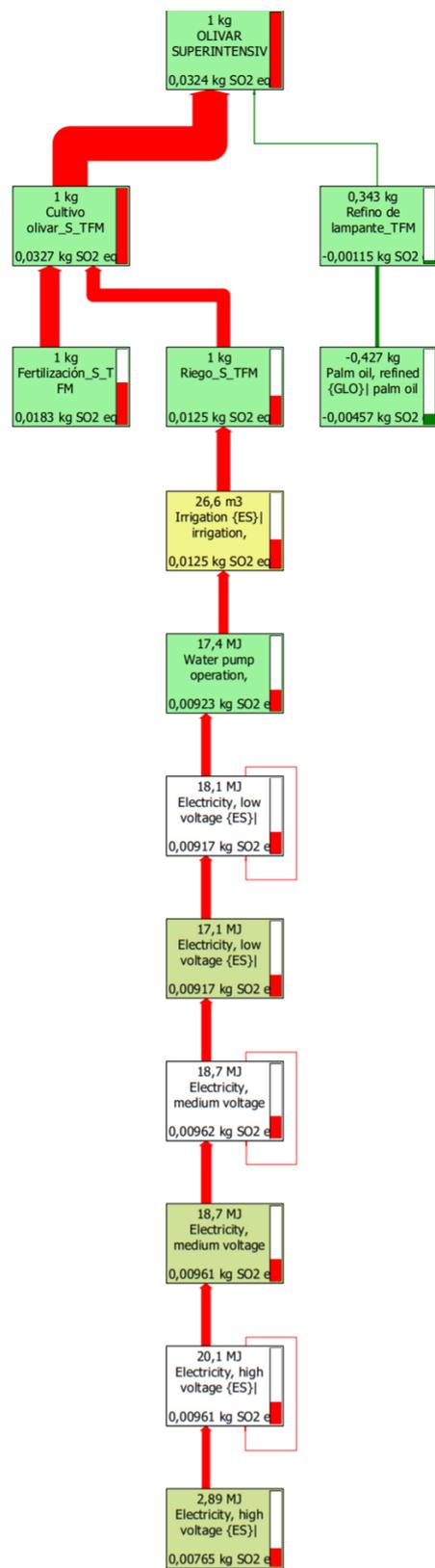


Figura 9-8. Red de flujo acidificación en olivar superintensivo

9.3.3 Refino lampante

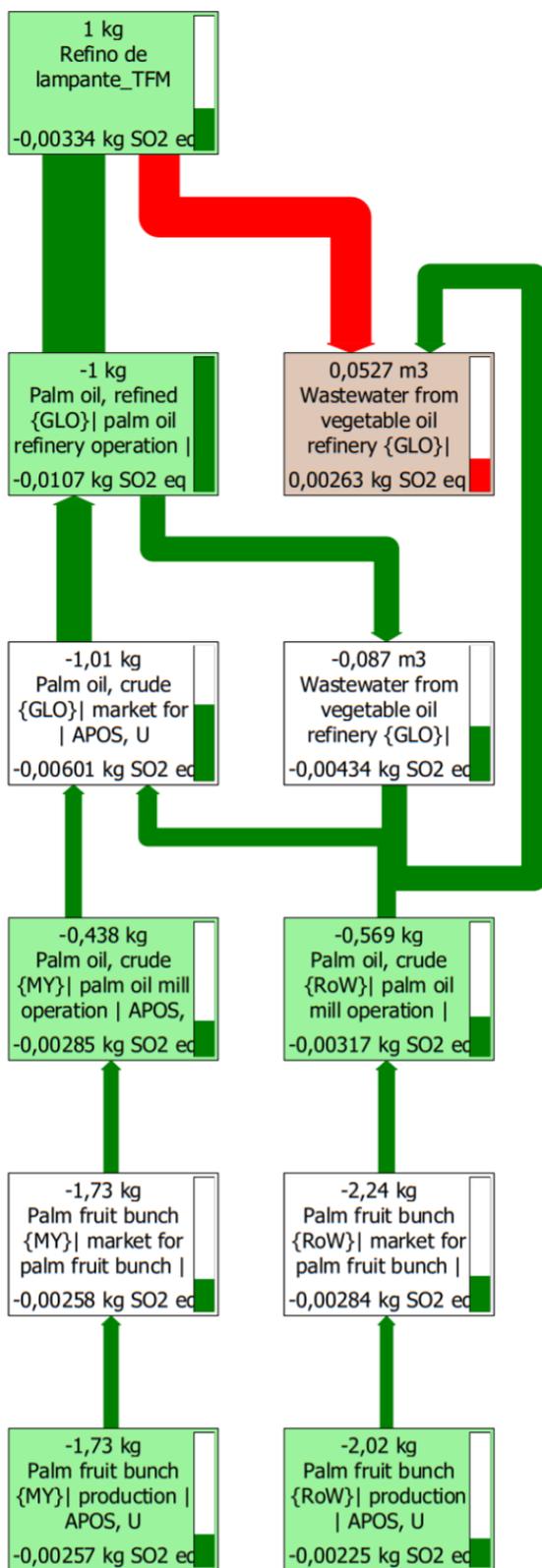


Figura 9-9. Red de flujo acidificación en el refino de lampante

10 ANEXO IV: CALIDAD DE DATOS

10.1 Calidad de datos del olivar tradicional

TRADICIONAL SECANO JAÉN																
Item	Nombre	Age	Geographical origin	Source	Completeness	Reproducibility/reliability/consistency	Calidad datos (cantidad)	Back-ground	Comentarios back-ground	Age	Geographical origin	Source	Completeness	Reproducibility/reliability/consistency	Calidad datos (background)	Calidad datos (item)
CULTIVO DEL OLIVAR								MODELO SIMAPRO: CULTIVO DE ACEITUNA_T_TFM								
1	Nitrógeno	3	3	3	3	3	30	Nitrogen fertiliser, as N (GLO) market for APOS, U	Datos válidos entre años 2011 y 2019	3	2	2	3	3	26	28
2	P ₂ O ₅	3	3	3	3	3	30	Phosphate fertiliser, as P2O5 (GLO) market for APOS, U	Datos válidos entre años 2011 y 2029	3	2	2	3	3	26	28
3	K ₂ O	3	3	3	3	3	30	Potassium fertiliser, as K2O (GLO) market for APOS, S	Datos válidos entre años 2012 y 2019	3	2	2	3	3	26	28
4	Aplicación mecánica	1	1	3	2	3	22	Fertilising, by broadcaster (RoW) processing APOS, U	No incluido fertilizante	3	2	2	3	3	26	24
5	Combustible motosierra	3	3	3	2	2	26	Diesel (Europe without Switzerland) market for APOS, U	Datos válidos entre años 1989 y 2019	3	3	2	3	3	27	27
6	Combustible cultivador ligero	3	3	2	3	2	25	Diesel (Europe without Switzerland) market for APOS, U	Datos válidos entre años 1989 y 2020	3	3	2	3	3	27	26
7	Combustible grada de púas	3	3	3	3	3	30	Diesel (Europe without Switzerland) market for APOS, U	Datos válidos entre años 1989 y 2021	3	3	2	3	3	27	29
8	Acetamiprid	2	1	3	3	1	22	Acetamide-anilide-compound, unspecified (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2019	3	2	2	3	3	26	24
9	Alfacypermetrin	2	1	3	3	1	22	Pyrethroid-compound (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2019	2	2	2	3	3	24	23
10	Deltametrin	2	1	3	3	1	22	Pyrethroid-compound (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2020	2	2	2	3	3	24	23
11	Lambdacialotrin	2	1	3	3	1	22	Pyrethroid-compound (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2021	2	2	2	3	3	24	23
12	Fosmet	2	1	3	3	1	22	Organophosphorus-compound, unspecified (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2019	2	2	2	3	3	24	28
13	Zetacypermetrin	2	1	3	3	1	22	Pyrethroid-compound (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2020	2	2	2	3	3	24	23
14	Aplicación de pesticidas	1	1	3	2	2	20	Application of plant protection product, by field sprayer (RoW) production APOS, U	Datos entre 2012 y 2014	2	2	3	3	3	24	22
15	Composture vibrador de	1	3	3	3	3	26	Diesel (Europe without Switzerland) market for APOS, U	Datos válidos entre años 1989 y 2020	3	3	2	3	3	27	26,5
16	Transporte a almazara	1	2	2	2	2	18	Transport, tractor and trailer, agricultural (RoW) processing APOS, U_TFM	No incluye la fabricación del tractor	3	1	2	3	3	25	21,5
ALMAZARA								MODELO SIMAPRO: ALMAZARA_T_TFM								
17	Electricidad	2	3	3	3	2	26	Electricity, medium voltage (ES) market for APOS, U	Válido para 2016	2	3	2	3	3	25	25,5
18	Agua de lavado	2	1	2	2	2	19	Water, harvested from rainwater (GLO) market for water, harvested from rainwater APOS, U	Válido para 2017	2	3	2	3	3	25	22
19	Transporte desde almazara a refino orujo	1	1	1	1	1	10	Transport, tractor and trailer, agricultural (RoW) processing APOS, U_TFM	No incluye la fabricación del tractor	3	1	2	3	3	25	17,5
20	Transporte desde almazara a extractora	2	2	2	1	1	16	Transport, tractor and trailer, agricultural (RoW) processing APOS, U_TFM	Válido para 2017	3	1	2	3	3	25	20,5
EXTRACTORA								MODELO SIMAPRO: EXTRACTORA_T_TFM								
21	Electricidad	2	3	3	3	2	26	Electricity, medium voltage (ES) market for APOS, U	-	2	3	2	3	3	25	25,5
22	Diesel	2	2	2	2	1	18	Diesel (Europe without Switzerland) market for APOS, U	Incluye transporte	3	3	2	3	3	27	22,5
23	Hexano	2	3	2	1	2	19	Hexane (GLO) market for APOS, U	Incluye transporte	2	3	2	2	3	23	21
REFINO ORUJO								MODELO SIMAPRO: REFINO ORUJO_T_TFM								
24	Agua	2	2	2	1	1	16	Orujo oil, refined (GLO) orujo oil refinery operation APOS, U	Datos válidos entre años 2012 y 2019	2	2	2	3	3	24	28
25	Electricidad	2	2	1	1	1	13									
26	Calor	2	2	1	1	1	13									
27	NaOH	2	2	1	1	1	13									
28	Transporte desde extractora a refino	2	2	2	1	1	16	Transport, tractor and trailer, agricultural (RoW) processing APOS, U_TFM	No incluye la fabricación del tractor	3	1	2	3	3	25	20,5
REFINO LAMPANTE								MODELO SIMAPRO: REFINO LAMPANTE_T_TFM								
29	Transporte desde almazara a refino	2	2	2	1	1	16	Transport, tractor and trailer, agricultural (RoW) processing APOS, U_TFM		3	1	2	3	3	25	20,5
30	Agua	2	2	2	1	1	16	Orujo oil, refined (GLO) orujo oil refinery operation APOS, U	Datos válidos entre años 2012 y 2019	2	2	2	3	3	24	23
31	Electricidad	2	2	1	1	1	13									
32	Calor	2	2	1	1	1	13									
33	NaOH	2	2	1	1	1	13									

TRADICIONAL SECANO JAÉN																
Item	Nombre	Age	Geographical origin	Source	Completeness	Reproducibility/reliability/consistency	Calidad datos (cantidad)	Back-ground	Comentarios back-ground	Age	Geographical origin	Source	Completeness	Reproducibility/reliability/consistency	Calidad datos (background)	Calidad datos (item)
34	Aceitunas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	Aceite lampante	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	Alperujo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	Aceite de orujo crudo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Hojín a vender	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38.1	Hojín a compost	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38.1	Hojín a alimentación animal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38.1	Hojín a energía térmica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39.1	Hueso de aceituna a energía térmica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	Orujillo seco no graso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	Restos de poda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CULTIVO DEL OLIVAR								MODELO SIMAPRO: CULTIVO DE ACEITUNA_T_TFM								
42	Acetamiprid	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	Alfacypermetrin	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	Deltametrin	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	Lambdacialotrin	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	Fosmet	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	Zetacypermetrin	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CULTIVO DEL OLIVAR								MODELO SIMAPRO: CULTIVO DE ACEITUNA_T_TFM								
48	NO3-	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CULTIVO DEL OLIVAR								MODELO SIMAPRO: CULTIVO DE ACEITUNA_T_TFM								
49	CO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	CH ₄	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	NO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	NH ₃	3	3	3	2	2	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	NO ₂	3	3	3	2	2	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	NO _x	3	3	3	2	2	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXTRACTORA								MODELO SIMAPRO: EXTRACTORA_T_TFM								
55	CO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	CH ₄	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	NO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	CO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	CH ₄	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	NO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALMAZARA								MODELO SIMAPRO: ALMAZARA_T_TFM								
61	CO	3	3	3	3	2	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	NO _x	3	3	3	3	2	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALMAZARA								MODELO SIMAPRO: ALMAZARA_T_TFM								
63	Residuo sólido a vertedero	3	2	2	1	2	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALMAZARA								MODELO SIMAPRO: ALMAZARA_T_TFM								
64	Agua de almazara	3	3	2	1	1	19	Wastewater, unpolluted (RoW) treatment of, capacity 5E9l/year APOS, U_TFM	-	3	2	3	2	2	25	22
REFINO ORUJO								MODELO SIMAPRO: REFINO ORUJO_T_TFM								
65	Agua de refino	3	2	2	1	1	18	Wastewater from vegetable oil refinery (GLO) treatment of APOS, U	-	3	2	3	2	2	25	21,5
REFINO LAMPANTE								MODELO SIMAPRO: REFINO LAMPANTE_T_TFM								
66	Agua de refino	3	2	2	1	1	18	Wastewater from vegetable oil refinery (GLO) treatment of APOS, U	-	3	2	3	2	2	25	21,5

TRADICIONAL SECANO JAÉN																
Item	Nombre	Age	Geographical origin	Source	Completeness	Reproducibility/reliability/consistency	Calidad datos (cantidad)	Back-ground	Comentarios back-ground	Age	Geographical origin	Source	Completeness	Reproducibility/reliability/consistency	Calidad datos (background)	Calidad datos (item)
CULTIVO DEL OLIVAR								MODELO SIMAPRO: CULTIVO DE ACEITUNA_T_TFM								
67	Calor de poda	3	2	3	2	1	23	Quema biomasa_T_TFM	2	3	2	2	2	2	22	22.5
ALMAZARA								MODELO SIMAPRO: ALMAZARA_T_TFM								
68	Compost	3	2	2	1	1	18	Compostaje_T_TFM	2	2	2	3	2	3		
69	Calor	1	2	2	1	2	16	Quema biomasa_T_TFM	2	3	2	2	2	2	22	19
70	Alimentación animal	3	2	2	1	1	18	Energy feed, gross (GLO) grass fibre to generic market for energy feed APOS, U	1	2	2	2	3	2	22	20
71	Calor de hueso aceituna	1	2	2	1	2	16	Quema biomasa_T_TFM	2	3	2	2	2	2	22	19
72	Aceite de oliva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXTRACTORA								MODELO SIMAPRO: EXTRACTORA_T_TFM								
73	Calor del orujillo	1	2	2	1	2	16	Quema biomasa_T_TFM	2	3	2	2	2	2	22	19
REFINO ORUJO								MODELO SIMAPRO: REFINO ORUJO_T_TFM								
74	Aceite de orujo refinado	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REFINO LAMPANTE								MODELO SIMAPRO: REFINO LAMPANTE_T_TFM								
75	Aceite de oliva refinado	3	2	2	3	1	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 10-1. Calidad de datos olivar tradicional

10.2 Calidad de datos del olivar superintensivo

SUPERINTENSIVO REGADÍO PORTUGAL																
Item	Nombre	Age	Geographical origin	Source	Completeness	Reproducibility/reliability/consistency	Calidad datos (cantidad)	Back-ground	Comentarios back-ground	Age	Geographical origin	Source	Completeness	Reproducibility/reliability/consistency	Calidad datos (background)	Calidad datos (item)
CULTIVO DEL OLIVAR								MODELO SIMAPRO: CULTIVO DE ACEITUNA_S_TFM								
1	Agua de riego	3	3	3	3	3	30	Water, unspecified natural origin, ES	1	2	1	2	3	2	21	25,5
2	Aplicación por aspersor	3,000	3	3	3	3	30	Irrigation (ES) irrigation, sprinkler APOS, U_TFM	Válido para 2016	2	3	2	3	3	25	27,5
1.1	Nitrógeno	3,000	3	3	3	3	30	Nitrogen fertiliser, as N (GLO) market for APOS, U	Datos válidos entre años 2011 y 2019	3	2	2	3	3	26	28
1.2	P ₂ O ₅	1	1	3	2	3	22	Phosphate fertiliser, as P ₂ O ₅ (GLO) market for APOS, U	Datos válidos entre años 2011 y 2029	3	2	2	3	3	26	24
1.3	K ₂ O	3	3	3	2	2	26	Potassium fertiliser, as K ₂ O (GLO) market for APOS, S	Datos válidos entre años 2012 y 2019	3	2	2	3	3	26	26
6	Combustible desbrozadora	3	3	2	3	2	25	Diesel (Europe without Switzerland) market for APOS, U	Datos válidos entre años 1989 y 2020	3	3	2	3	3	27	26
	Combustible podadora de discos	3	3	3	3	3	30	Diesel (Europe without Switzerland) market for APOS, U	Datos válidos entre años 1989 y 2021	3	3	2	3	3	27	28,5
8	Acetamiprid	2	1	3	3	1	22	Acetamide-anilide-compound, unspecified (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2019	3	2	2	3	3	26	24
9	Alfacipermetrin	2	1	3	3	1	22	Pyrethroid-compound (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2019	2	2	2	3	3	24	23
10	Deltametrin	2	1	3	3	1	22	Pyrethroid-compound (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2020	2	2	2	3	3	24	23
11	Lambdahalotrin	2	1	3	3	1	22	Pyrethroid-compound (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2021	2	2	2	3	3	24	23
12	Fosmet	2	1	3	3	1	22	Organophosphorus-compound, unspecified (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2019	2	2	2	3	3	24	23
13	Zetacipermetrin	2	1	3	3	1	22	Pyrethroid-compound (RoW) production APOS, U	Datos válidos entre años 2000 y 2020	2	2	2	3	3	24	23
14	Aplicación de pesticidas	1	1	3	2	2	20	Application of plant protection product, by field sprayer (CA-QC) application of plant protection product, by field sprayer APOS, U	-	1	1	3	2	2	20	20
9	Combustible cosechadora integral de olivar en seto	2	2	2	1	1	16	Diesel (Europe without Switzerland) market for APOS, U	Datos válidos entre años 1989 y 2021	3	3	2	3	3	27	21,5
10	Transporte a almazara	2	2	2	1	1	16	Transport, tractor and trailer, agricultural (RoW) processing APOS, U_TFM	No incluye la fabricación del tractor	3	1	2	3	3	25	20,5
ALMAZARA								MODELO SIMAPRO: ALMAZARA_S_TFM								
17	Electricidad	2	3	3	3	2	26	Electricity, medium voltage (ES) market for APOS, U	Válido para 2016	2	3	2	3	3	25	25,5
18	Agua de lavado	2	1	2	2	2	19	Water, harvested from rainwater (GLO) market for water, harvested from rainwater APOS, U	Válido para 2017	2	3	2	3	3	25	22
19	Transporte desde almazara a refino orujo	1	1	1	1	1	1	Transport, tractor and trailer, agricultural (RoW) processing APOS, U_TFM	No incluye la fabricación del tractor	3	1	2	3	3	25	13
20	Transporte desde almazara a extractora	2	2	2	1	1	16	Transport, tractor and trailer, agricultural (RoW) processing APOS, U_TFM	Válido para 2017	3	1	2	3	3	25	20,5
EXTRACTORA								MODELO SIMAPRO: EXTRACTORA_S_TFM								
21	Electricidad	2	3	3	3	2	26	Electricity, medium voltage (ES) market for APOS, U	-	2	3	2	3	3	25	25,5
22	Diesel	2	2	2	2	1	18	Diesel (Europe without Switzerland) market for APOS, U	Incluye transporte	3	3	2	3	3	27	22,5
23	Hexano	2	3	2	1	2	19	Hexane (GLO) market for APOS, U	Incluye transporte	2	3	2	2	3	23	21
REFINO ORUJO								MODELO SIMAPRO: REFINO ORUJO_T_TFM								
24	Agua	2	2	2	1	1	16	Orujo oil, refined (GLO) orujo oil refinery operation APOS, U	Datos válidos entre años 2012 y 2019	2	2	2	3	3	24	20,5
25	Electricidad	2	2	1	1	1	13									
26	Calor	2	2	1	1	1	13									
27	NaOH	2	2	1	1	1	13									
28	Transporte desde extractora a refino	2	1	2	1	2	17	Transport, tractor and trailer, agricultural (RoW) processing APOS, U_TFM	No incluye la fabricación del tractor	3	1	2	3	3	25	21
REFINO LAMPANTE								MODELO SIMAPRO: REFINO LAMPANTE_T_TFM								
29	Transporte desde almazara a refino	2	2	2	1	1	16	Transport, tractor and trailer, agricultural (RoW) processing APOS, U_TFM	-	3	1	2	3	3	25	20,5
30	Agua	2	2	2	1	1	16	Orujo oil, refined (GLO) orujo oil refinery operation APOS, U	Datos válidos entre años 2012 y 2019	2	2	2	3	3	24	21
31	Electricidad	2	2	1	1	1	13									
32	Calor	2	2	1	1	1	13									
33	NaOH	2	2	1	1	1	13									

SUPERINTENSIVO REGADÍO PORTUGAL																
Item	Nombre	Age	Geographical origin	Source	Completeness	Reproducibility/reliability/consistency	Calidad datos (cantidad)	Back-ground	Comentarios back-ground	Age	Geographical origin	Source	Completeness	Reproducibility/reliability/consistency	Calidad datos (background)	Calidad datos (item)
34	Aceitunas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	Aceite lampante	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	Alperujo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	Aceite de orujo crudo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Hojín a vender	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38.1	Hojín a compost	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38.1	Hojín a energía térmica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38.1	Hojín a alimentación animal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	Hueso de aceituna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39.1	Hueso de aceituna a energía térmica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	Orujillo seco no graso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	Restos de poda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CULTIVO DEL OLIVAR								MODELO SIMAPRO: CULTIVO DE ACEITUNA_S_TFM								
42	Acetamidrid	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	Alfacipermetrin	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	Deltametrin	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	Lambdacihalotrin	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	Fosmet	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	Zetacipermetrin	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CULTIVO DEL OLIVAR																
48	NO3-	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CULTIVO DEL OLIVAR																
49	CO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	CH ₄	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	NO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	NH ₃	3	3	3	2	2	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	NO _x	3	3	3	2	2	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	NO _x	3	3	3	2	2	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXTRACTORA																
55	CO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	CH ₄	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	NO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	CO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	CH ₄	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	NO ₂	3	2	2	1	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALMAZARA																
61	CO	3	3	3	3	2	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	NO _x	3	3	3	3	2	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALMAZARA								MODELO SIMAPRO: ALMAZARA_S_TFM								
63	Residuo sólido a vertedero	3	2	2	1	2	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALMAZARA								MODELO SIMAPRO: ALMAZARA_S_TFM								
64	Agua de almazara	3	3	2	1	1	19	Wastewater, unpolluted (RoW) treatment of, capacity 5E9/year APOS, U_TFM	-	3	2	3	2	2	25	22
REFINO ORUJO								MODELO SIMAPRO: REFINO ORUJO_T_TFM								
65	Agua de refino	3	2	2	1	1	18	Wastewater from vegetable oil refinery (GLO) treatment of APOS, U	-	3	2	3	2	2	25	21,5
REFINO LAMPANTE								MODELO SIMAPRO: REFINO LAMPANTE_T_TFM								
66	Agua de refino	3	2	2	1	1	18	Wastewater from vegetable oil refinery (GLO) treatment of APOS, U	-	3	2	3	2	2	25	21,5
CULTIVO DEL OLIVAR								MODELO SIMAPRO: CULTIVO DE ACEITUNA_S_TFM								
67	Calor de poda	3	2	3	2	1	23	Quema biomasa_T_TFM	2	3	2	2	2	2	22	22,5
ALMAZARA								MODELO SIMAPRO: ALMAZARA_S_TFM								
68	Compost	3	2	2	1	1	18	Compostaje_T_TFM	2	2	2	3	2	3		
69	Calor	3	2	2	1	1	18	Quema biomasa_T_TFM	2	3	2	2	2	2	22	20
70	Alimentación animal	3	2	2	1	1	18	Energy feed, gross (GLO) grass fibre to generic market for energy feed APOS, U	1	2	2	2	3	2	22	20
71	Calor de hueso aceituna	2	1	2	1	2	17	Quema biomasa_T_TFM	2	3	2	2	2	2	22	19,5
72	Aceite de oliva	3	3	3	3	3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXTRACTORA								MODELO SIMAPRO: EXTRACTORA_S_TFM								
73	Calor del orujillo	1	2	1	2	3	1	Quema biomasa_T_TFM	2	3	2	2	2	2	22	11,5
REFINO ORUJO								MODELO SIMAPRO: REFINO ORUJO_T_TFM								
74	Aceite de orujo refinado	3	2	2	1	1	18	Orujo oil, refined (GLO) orujo oil refinery operation APOS, U_TFM	-	-	-	-	-	-	-	-
REFINO LAMPANTE								MODELO SIMAPRO: REFINO LAMPANTE_T_TFM								
75	Aceite de oliva refinado	3	2	2	3	1	22	Orujo oil, refined (GLO) orujo oil refinery operation APOS, U_TFM	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 10-2. Calidad de datos olivar superintensivo

