

•  
•  
•  
•  
•  
•  
•

# Potencial energético de los subproductos de la industria olivarera en Andalucía

**Agosto de 2010**

SECRETARÍA GENERAL DEL MEDIO RURAL Y LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA



JUNTA DE ANDALUCÍA

*La Secretaría General del Medio Rural y la Producción Ecológica ha sido la encargada de la coordinación y la dirección facultativa del presente estudio.*

*José Antonio Callejo López, Teresa Parra Heras y Trinidad Manrique Gordillo del Área de Estudios y Prospectiva de la Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero, se han encargado de su elaboración.*

# Potencial energético de los subproductos de la industria olivarera en Andalucía

## Índice de contenidos

<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
<b>2. AGROINDUSTRIAS DEL OLIVAR Y SUBPRODUCTOS CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DERIVADOS DE LAS MISMAS.....</b>	<b>10</b>
<i>2.1. Procesos productivos en las industrias del sector del olivar.....</i>	<i>11</i>
2.1.1. Proceso de obtención de aceite de oliva en las almazaras.....	11
2.1.2. Proceso de obtención de aceite de orujo de oliva en las extractoras .....	13
2.1.3. Proceso de obtención de aceituna de mesa en las entamadoras.....	14
<b>3. SUBPRODUCTOS DE LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR DEL OLIVAR.....</b>	<b>16</b>
3.1. Restos de hojas y ramas finas (hojín) .....	16
3.2. Orujo o alperujo .....	16
3.3. Hueso de aceituna.....	16
3.4. Orujillo.....	17
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>19</b>
4.1. Fuentes de información utilizadas .....	19
4.1.1. Base de datos de la Agencia para el Aceite de Oliva (AAO).....	19
4.1.2. Base de datos del Registro de Industrias Agrarias.....	19
4.1.3. Encuestas realizadas a las industrias del sector .....	19
4.1.3.1. Almazaras.....	20
4.1.3.2. Extractoras .....	21
4.1.3.3. Entamadoras .....	22
4.2. Modelo de información geográfica utilizado .....	23
4.3. Estimación del potencial de producción disponible de subproductos .....	27
4.3.1. Almazaras .....	27

4.3.2. Extractoras .....	28
4.3.2.1. Clasificación de las extractoras andaluzas en función del tratamiento del orujo y autoconsumo de subproductos .....	28
4.3.2.2. Metodología de estimación según el tipo de extractora .....	31
4.3.3. Entamadoras .....	33
4.4. <i>Estimación del potencial energético</i> .....	33
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
5.1. <i>Resultados obtenidos de las encuestas</i> .....	35
5.1.1. Subproductos generados en las almazaras .....	35
5.1.1.1. Hueso de aceituna.....	35
5.1.1.2. Hojín .....	38
5.1.2. Tipos de extractoras andaluzas según su modo de funcionamiento y producción de subproductos.....	39
5.1.3. Subproductos generados en las extractoras .....	40
5.1.3.1. Hueso de aceituna.....	40
5.1.3.2. Orujillo .....	42
5.1.4. Subproductos generados en las entamadoras .....	43
5.1.4.1. Hueso de aceituna.....	43
5.1.4.2. Hojín .....	44
5.2. <i>Estimación del potencial de producción de subproductos</i> .....	46
5.3. <i>Estimación del potencial energético</i> .....	47
5.4. <i>Representación geográfica del potencial energético estimado</i> .....	51
5.4.1. Almazaras .....	51
5.4.2. Extractoras .....	53
5.4.3. Entamadoras.....	55
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
Resultados de las encuestas .....	57
Potencial de producción de subproductos en la agroindustria del sector del olivar .....	58
Potencial energético de los subproductos de las extractoras .....	58
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO 1: CUESTIONARIO UTILIZADO PARA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LAS ALMAZARAS .....</b>	<b>61</b>
1. Cuestionario sobre el hojín .....	61
2. Cuestionario sobre el hueso de aceituna.....	63
<b>Anexo 3: CUESTIONARIO UTILIZADO PARA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LAS EXTRACTORAS.....</b>	<b>65</b>

**Anexo 4: CUESTIONARIO UTILIZADO PARA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LAS ENTAMADORAS ..... 68**

# Potencial energético de los subproductos de la industria olivarera en Andalucía

## Resumen

La industria del sector del olivar tiene una gran relevancia en Andalucía, tanto por el número de instalaciones que existen como por su capacidad de producción; en Andalucía se encuentra representado la mayor parte del sector existente a nivel nacional. Asimismo, el aumento progresivo del aprovechamiento energético de los subproductos de esta industria en los últimos años ha implicado que Andalucía se sitúe también en una posición de liderazgo en cuanto al uso de la biomasa a nivel nacional, tanto en aplicaciones eléctricas como térmicas.

El objetivo principal de este estudio es estimar y caracterizar territorialmente el potencial de producción de subproductos de las industrias del olivar, así como su potencial energético. Su alcance comprende por tanto a las almazaras, las extractoras de aceite de orujo de oliva y las entamadoras, incluyendo los siguientes subproductos: restos de hojas y ramas finas (hojín), hueso de aceituna y orujillo. El estudio se engloba en una de las medidas del Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC) 2007 – 2012: Programa de Mitigación.

Para la realización de este estudio se han utilizado distintas fuentes de información, entre las que se incluyen las bases de datos de la Agencia para el Aceite de Oliva y del Registro de Industrias Agrarias. Asimismo, se ha utilizado información directa obtenida a través de encuestas realizadas al sector.

La representación de los parámetros estudiados se ha llevado a cabo utilizando un modelo de información geográfica ráster cuya unidad mínima de información espacial es un píxel de 1 km × 1 km (100 ha). El objetivo es obtener información sobre la producción de biomasa a nivel de píxel, en este caso de los subproductos de las agroindustrias del sector del olivar, y su potencial energético.

La metodología empleada para estimar el potencial de producción de subproductos y su potencial energético consiste en utilizar índices que relacionan la producción y autoconsumo de subproductos con la cantidad de materia prima procesada. Los índices han sido elaborados a partir de la información obtenida mediante encuestas al sector acerca de los valores medios de producción y autoconsumo de subproductos obtenidos en las campañas 2006/2007 y 2007/2008.

Aplicando dicha metodología se ha estimado que el conjunto de las agroindustrias del sector del olivar en Andalucía produjeron anualmente y en conjunto **277.063** toneladas de hueso de aceituna (con una humedad media del 13%), **432.984** toneladas de hojín (37% de humedad) y **985.552** toneladas de orujillo (10% de humedad)<sup>1</sup>.

El potencial energético derivado de estos subproductos asciende a **567.702** tep/año, lo que representa el **2,8%** del consumo total de energía primaria de la región. Del total de este

<sup>1</sup> Media de las campañas 2006/2007 y 2007/2008.

potencial energético, el 87,6% (497.440 tep/año) no se autoconsume en el mismo sector, de modo que se encuentra disponible para otros usos.

Expresada en otros términos, la cantidad estimada equivale a una producción eléctrica de **1.425,7 GWh** anuales, lo que representa el consumo doméstico de una población de **922.919 habitantes**. La sustitución de esta energía eléctrica por la generada a partir de combustibles fósiles equivaldría a una reducción de **530.349 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq** al año, el 0,8% de las emisiones totales de Andalucía en 2006.

La mayor parte del potencial energético se concentra en la provincias de Jaén y Córdoba, que aglutinan respectivamente el **45,7%** y el **33,6%** del total (en conjunto cerca del 80%). Le siguen por orden de importancia las provincias de Málaga (8,9%), Granada (5,8%) y Sevilla (5,4%). A nivel comarcal destacan las comarcas de La Loma, el Condado, Campiña del Norte y Campiña del Sur, en Jaén; Campiña Alta, en Córdoba; y Antequera, en Málaga.

# 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Andalucía lidera el uso de la biomasa como fuente de energía renovable a nivel nacional, tanto en aplicaciones térmicas como eléctricas. Este liderazgo ha sido impulsado en gran medida gracias al aprovechamiento de los subproductos de la agroindustria del olivar, principalmente orujillo y hueso de aceituna, y es consecuencia de la importancia que tiene este sector en la región. Concretamente en Andalucía se procesan actualmente en torno a 4.700.000 toneladas de aceitunas al año<sup>2</sup> en 821 almazaras (el 47% del total nacional) y 223 entamadoras (55% de las que hay en España), existiendo además 33 extractoras de aceite de orujo (el 60% del total nacional).

La utilización como biocombustible del hueso de aceituna para usos térmicos se encuentra bastante extendida en Andalucía, principalmente en agroindustrias, explotaciones ganaderas, invernaderos, establecimientos del sector de los servicios, etc. El orujillo por su parte se utiliza para la generación de energía eléctrica o cogeneración<sup>3</sup>. En el caso del hojín, su uso para la producción de energía eléctrica ha aumentado en los últimos años, sin embargo, posee otras aplicaciones más comunes como son la alimentación animal, el esparcido directo en los suelos como abono o la fabricación de compost.

El proceso de transformación de la aceituna y la valorización de sus subproductos pueden inscribirse en la actualidad como partes de un mismo ciclo integral de aprovechamiento. Esta situación, que representa un modelo de producción más sostenible, ha sido resultado de la evolución paulatina que ha experimentado el sector en los últimos años, promovida mayoritariamente por iniciativa propia, como ha ocurrido, por ejemplo, en el caso de las plantas de producción eléctrica con biomasa establecidas por cooperativas agrarias o por empresas del sector agroindustrial relacionadas con el olivar.

De esta forma, el olivar andaluz ha ido progresivamente ampliando su función tradicional alimentaria para constituirse también en proveedor de recursos energéticos. Entre los beneficios que genera el uso de la biomasa como fuente de energía renovable se incluyen la reducción de la dependencia energética del exterior y de las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del uso de combustibles fósiles. Asimismo, constituye un estímulo para la generación de empleo, especialmente en las áreas rurales.

El objetivo principal de este estudio es estimar y caracterizar territorialmente el potencial de producción de subproductos de las industrias del sector del olivar, así como su potencial energético<sup>4</sup>. Como objetivos de carácter específico se incluyen:

- Elaborar una metodología de estimación de la producción de subproductos de estas agroindustrias.
- Estimar la cantidad de subproductos generados y su potencial energético.

---

<sup>2</sup> Como media de las campañas 2006/2007, 2007/2008 y 2008/2009.

<sup>3</sup> Producción simultánea de electricidad y calor.

<sup>4</sup> El estudio trata de analizar el **potencial energético total**, es decir, la energía generada por la biomasa que es susceptible de aprovechamiento sin considerar su posibilidad real de explotación o los aprovechamientos que de ella se hagan actualmente. Se distingue del *potencial real* (energía generada por toda la biomasa que puede utilizarse con las tecnologías existentes, que no posee otro valor que el energético y cuyo aprovechamiento es técnica y económicamente viable) y del *potencial disponible* (energía generada por la biomasa que en el momento de su aprovechamiento no esté siendo utilizada para ningún otro fin).



- Conocer la distribución espacial de este potencial en Andalucía.

El estudio forma parte del proyecto “Potencial energético de la biomasa agrícola, ganadera y agroindustrial de Andalucía” y se engloba en una de las medidas del Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC) 2007 – 2012: Programa de Mitigación, concretamente en la medida 94 “Desarrollar un Plan de Acción para el Impulso de la Producción y Uso de la Biomasa y Biocarburantes en Andalucía”.

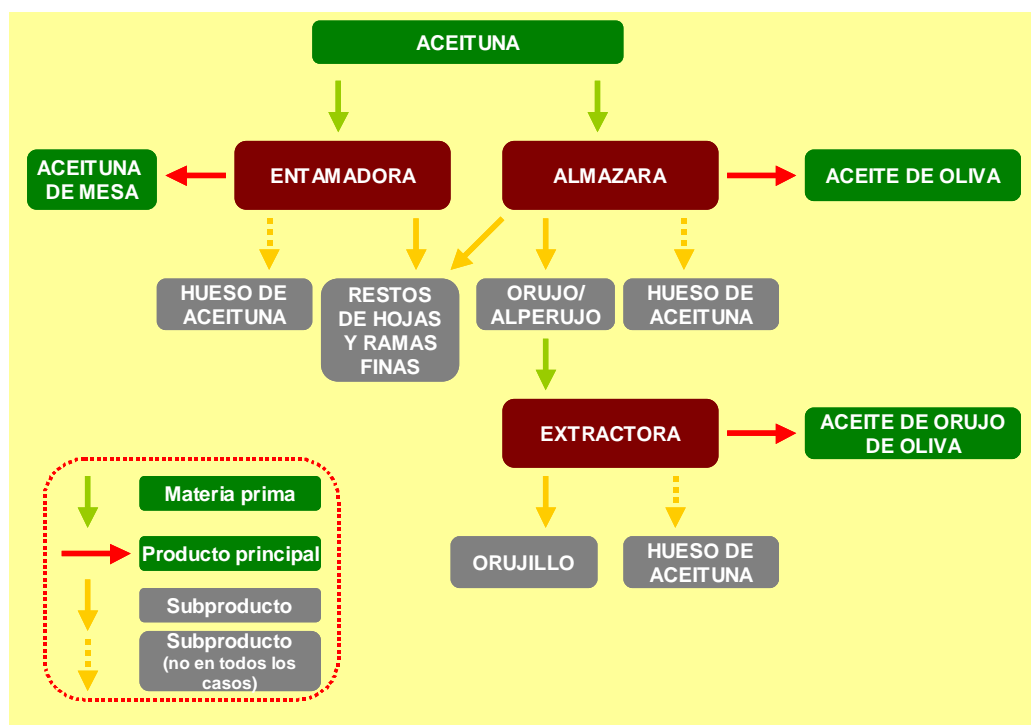
## 2. AGROINDUSTRIAS DEL OLIVAR Y SUBPRODUCTOS CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DERIVADOS DE LAS MISMAS

Las agroindustrias del sector del olivar son las siguientes:

- **Almazaras:** agroindustrias en las que se extrae el aceite de oliva a partir de la aceituna por medios físicos.
- **Extractoras:** obtienen aceite de orujo de oliva crudo por medios físicos o químicos a partir del orujo grasoso que se genera como subproducto en las almazaras.
- **Entamadoras:** dedicadas al procesado de la aceituna mediante fermentación o salazón para su consumo como aceituna de mesa.

Los subproductos que se generan en estas agroindustrias incluyen los restos de hojas y ramas finas (hojín), el orujo o alperujo, el orujillo y el hueso de aceituna<sup>5</sup> (Figura 1).

**Figura 1** Materias primas, productos y subproductos en la industria del sector del olivar.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describen brevemente los procesos productivos que se llevan a cabo en cada una de las industrias del olivar, así como los subproductos que se generan en ellas.

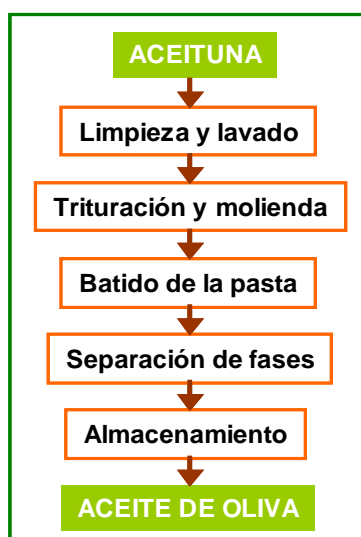
<sup>5</sup> Otros subproductos del olivar con un elevado potencial energético son los restos de poda, sin embargo, no se han tenido en cuenta en este estudio por estar analizándose el sector de la agroindustria. Señalar, además, que la evaluación de este recurso energético se realizó en el estudio "Potencial energético de la biomasa residual agrícola y ganadera en Andalucía" (Consejería de Agricultura y Pesca, 2008).

## 2.1. Procesos productivos en las industrias del sector del olivar

### 2.1.1. Proceso de obtención de aceite de oliva en las almazaras

El proceso productivo de la elaboración de aceite de oliva consta fundamentalmente de tres etapas: molienda, batido y separación de fases (Figura 2). Previamente, la aceituna se **limpia** para eliminar restos de hojas, ramas y polvo, y se lava con el fin de eliminar el resto de elementos que pueda llevar consigo.

**Figura 2** Fases del proceso de elaboración del aceite de oliva.



Fuente: Elaboración propia.

En la **molienda** se tritura la aceituna con el objetivo de romper sus células y liberar el aceite que contienen. Este proceso se lleva a cabo mediante molinos o trituradores metálicos de martillo, de discos dentados o de cilindros estriados.

La pasta obtenida en la molienda se lleva a la batidora, que consta de un depósito con paletas giratorias rodeado por una camisa por donde circula agua caliente. El **batido** se realiza a una temperatura lo suficientemente alta como para disminuir la viscosidad de la pasta y facilitar la formación de la fase oleosa, pero inferior a los 30° C para que no se pierdan compuestos aromáticos y no se aceleren los procesos de oxidación. En algunos casos se añaden sustancias coadyuvantes para mejorar las características de la pasta y facilitar la formación de la fase oleosa. La fase oleosa continua se forma por aglutinación de las gotas de aceite.

La **separación de fases** puede llevarse a cabo mediante tres sistemas diferentes. En el sistema tradicional de **prensa hidráulica** la separación de fases se logra mediante filtrado sometiendo la pasta a presión. El material filtrante está formado por una serie de discos (capachos) fabricados con fibras naturales o plástico que se disponen unos sobre otros. Este sistema se ha sustituido prácticamente en su totalidad por los sistemas continuos, y sólo se mantiene en algunas almazaras ecológicas.

En los sistemas continuos la separación se realiza mediante centrifugación, proceso en el que la masa de aceituna batida se hace girar a gran velocidad en un cilindro horizontal llamado

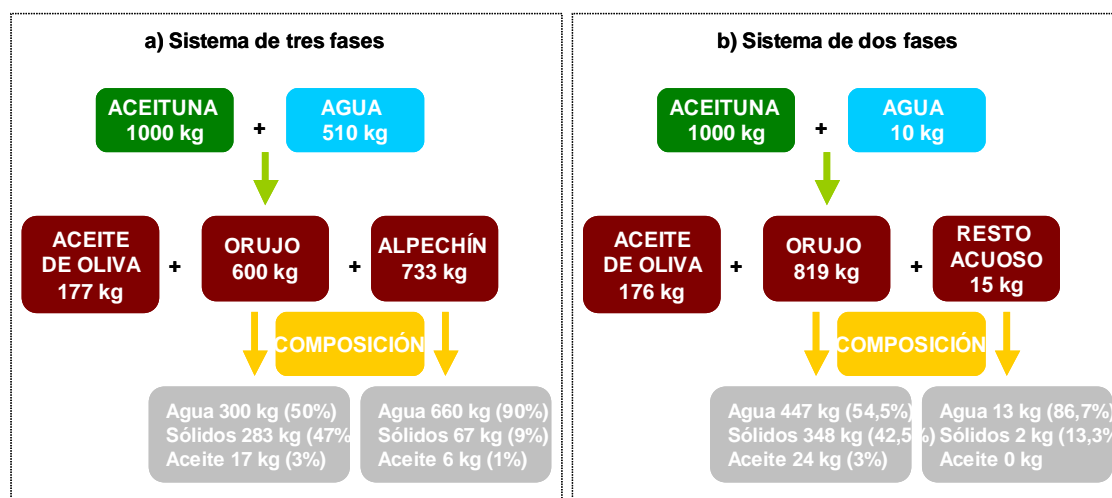
centrífuga horizontal o decanter, consistente en un rotor cilindro-troncocónico con un sinfín hueco en su interior que gira en sentido contrario. La separación se consigue por la diferencia de densidad de los distintos elementos que componen la masa. Tras la salida del decanter, el aceite se lleva a una centrífuga vertical, para eliminar el resto de impurezas y agua que pudiera contener.

Los sistemas continuos se clasifican en dos tipos en función del número de fases obtenidas a la salida del decanter. Mediante el **sistema continuo de tres fases** se obtiene una fase oleosa, que contiene el aceite junto con restos de agua y partículas sólidas finas; una fase acuosa denominada alpechín, que contiene agua, restos de aceite y algunas partículas sólidas; y una fase sólida correspondiente al orujo con restos de agua y aceite.

En el **sistema continuo de dos fases** se obtiene la fase oleosa y un único subproducto denominado alperujo (u orujo) que incorpora los constituyentes del alpechín y que tiene una composición similar al orujo de tres fases pero con un contenido significativamente mayor en humedad (60-65%). En la década de los 90, este sistema se implantó con rapidez debido a sus ventajas.

Las principales diferencias entre los sistemas continuos son que en el sistema de dos fases se emplea una cantidad de agua caliente menor, lo que supone un ahorro tanto de agua como de energía necesaria para calentarla, y no se genera alpechín. Además se produce un ahorro de energía en la centrifugación ya que la cantidad de masa procesada es menor.

**Figura 3** Balance de materia típico en los sistemas continuos de extracción de aceite de oliva.



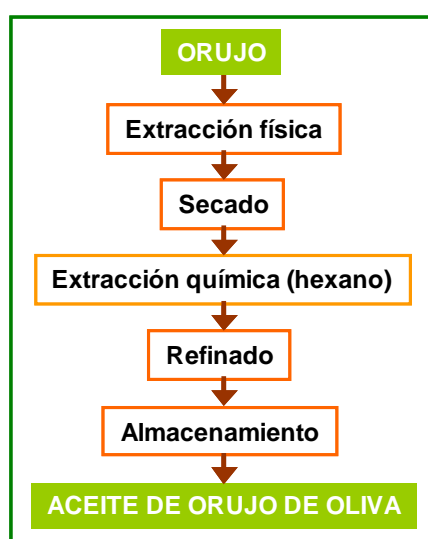
Fuente: Elaboración propia a partir de *El orujillo de aceituna como materia prima para la producción de energía eléctrica* (Sancho y García, 2001).

Finalmente, se procede al **almacenamiento** y conservación del aceite en depósitos de acero inoxidable.

## 2.1.2. Proceso de obtención de aceite de orujo de oliva en las extractoras

El aceite de orujo de oliva crudo se obtiene mediante la extracción por procedimientos físicos o químicos del aceite que contiene el orujo graso generado en las almazaras<sup>6</sup>. La extracción por medios físicos se realiza mediante centrifugas horizontales o decanters. El mecanismo básico de estos dispositivos consiste en un tambor cilíndrico-cónico de eje horizontal que gira a gran velocidad, sometiendo al orujo a una centrifugación. La separación del aceite de orujo del resto de materiales se produce por diferencia de densidad, siendo posible extraer de esta forma entre el 40 y el 60% del aceite que contiene el orujo (Sánchez, 2006).

**Figura 4** Fases del proceso de elaboración del aceite de orujo de oliva.



Fuente: Elaboración propia.

El proceso de obtención de aceite de orujo por medios químicos se basa en una extracción sólido-líquido, en la que el aceite de orujo es extraído empleando un disolvente orgánico (hexano). La operación de extracción del aceite de orujo tiene, aparte de una fase previa de remolido, dos fases fundamentales, el secado del orujo, y la extracción propiamente dicha.

La fase de secado se realiza en secaderos rotativos y continuos (trommel) por los que se hace circular una corriente de aire caliente a alta temperatura (400-800°C). El calor necesario se obtiene generalmente a partir de la combustión de los subproductos generados en las mismas extractoras, orujillo y hueso de aceituna (de los que se hablará a continuación), o mediante sistemas de cogeneración<sup>7</sup> con gas natural.

Para llevar a cabo la fase de extracción química, existen actualmente dos sistemas, los discontinuos o clásicos y los continuos. En ambos se carga el aparato extractor con el orujo desecado y se añade hexano, que se macera con el orujo y actúa como solvente.

<sup>6</sup> Cabe indicar que la evolución tecnológica que han experimentado los sistemas de separación en las almazaras (desde el sistema de prensas hasta el sistema continuo de dos fases) ha supuesto importantes cambios en las características del orujo graso, especialmente en su contenido en humedad, obligando a las extractoras a adaptarse en aspectos relacionados con el transporte, almacenamiento y secado de su materia prima.

<sup>7</sup> Generación de energía térmica y eléctrica de forma simultánea.

El aceite de orujo de oliva crudo obtenido por las extractoras debe someterse a un proceso de refinado. Asimismo, el aceite de orujo de oliva refinado debe mezclarse con aceite de oliva virgen con el objeto de mejorar su sabor, color y olor, obteniéndose como producto final el aceite de orujo de oliva apto para el consumo.

### 2.1.3. Proceso de obtención de aceituna de mesa en las entamadoras

Según la Norma de Calidad emitida por el Consejo Oleícola Internacional (1980), se denomina aceituna de mesa al fruto de determinadas variedades de olivo cultivado, sano, cogido en el estado de madurez adecuado y de calidad tal que, sometido a las preparaciones adecuadas, dé un producto de consumo y de buena conservación como mercancía comercial. Las aceitunas de mesa se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- **Verdes:** proceden de frutos recogidos durante el ciclo de maduración. Su coloración varía del verde al amarillo paja. Para su elaboración se someten a fermentación láctica.
- **De color cambiante:** elaboradas a partir de frutos de color rosa vinoso o castaño, recogidos antes de su completa madurez, sometidos o no a tratamiento alcalino.
- **Negras naturales:** obtenidas de frutos recogidos en plena madurez o poco antes de ella, de color negro rojizo, negro violáceo, violeta oscuro, negro verdoso o castaño oscuro.
- **Negras oxidadas:** se obtienen de frutos no totalmente maduros que han sido oscurecidos mediante oxidación y han perdido el amargor mediante tratamiento con hidróxido sódico (sosa cáustica), envasándose en salmuera y conservándose por esterilización con calor.

Para la elaboración de la aceituna de mesa existen diversos métodos cuyo objetivo es eliminar el amargor natural que presenta debido a la presencia de compuestos fenólicos, principalmente oleuropeína, y lograr su conservación. El método más común por volumen procesado e importancia económica es el utilizado para obtener la denominada aceituna verde estilo español o sevillano. En este caso, el proceso productivo consta fundamentalmente de dos etapas: el “cocido” y la fermentación en salmuera. Con carácter previo la aceituna se **limpia** para eliminar restos de hojas, ramas y polvo, y se **lava** con el fin de eliminar otros elementos que pueda llevar consigo.

**Figura 5** Fases del proceso de elaboración de la aceituna de mesa.



Fuente: Elaboración propia.

El **cocido** consiste en el tratamiento de la aceituna con una solución diluida de sosa cáustica (hidróxido sódico) que tiene como fin eliminar su amargor. En este proceso se produce la hidrólisis del glucósido oleuropeína, sustancia que le confiere el carácter amargo. Una vez cocida la aceituna se lava con agua para eliminar la sosa.

A continuación la aceituna se coloca en salmuera para realizar la **fermentación**. La salmuera es una disolución de sal (cloruro sódico), que puede incluir azúcar, vinagre o ácido láctico, aceite y otras sustancias y aromatizarse con diversas especias y plantas. El control de la concentración inicial de sal es importante debido a que si es más elevada que su óptimo se produce el arrugado del fruto por aumento de la presión osmótica y alteración de la velocidad de fermentación; y si es menor, se desarrollan alteraciones como la fermentación butírica, provocada por la presencia de especies de Clostridios en las primeras fases del proceso que generan ácido butírico alterando el sabor.

La fermentación se lleva a cabo durante 4 o 5 meses en fermentadores de fibra de vidrio o plástico por levaduras y bacterias lácticas, principalmente pertenecientes a la especie *Lactobacillus pentosus*. Las levaduras y bacterias lácticas se desarrollan consumiendo los azúcares que contiene el fruto produciendo ácido láctico, provocando una importante bajada del pH. En el estado inicial del proceso, las bacterias representan entre 0,01 y 1% del total de la población microbiana de las salmueras. El desarrollo adecuado de las bacterias en las salmueras de fermentación es imprescindible para lograr un producto final con las características organolépticas apropiadas, que evite a su vez el deterioro de los frutos. La acidez, el ácido láctico y otros metabolitos secundarios producidos por las bacterias permite la conservación adecuada del producto final, preservándolo del desarrollo de otros microorganismos no deseados.

Tras la fermentación se realiza el clasificado de las aceitunas. En algunos casos se realiza deshuesado para la presentación de aceituna sin hueso, o deshuesado y relleno con diferentes productos para la aceituna rellena.

## 3. SUBPRODUCTOS DE LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR DEL OLIVAR

### 3.1. Restos de hojas y ramas finas (hojín)

Los restos de hojas y ramas finas, material comúnmente denominado hojín, se generan como resultado de la limpieza de la aceituna antes de su procesado, tanto en las almazaras como en las entamadoras.

El hojín se ha utilizado tradicionalmente para alimentación animal, y más recientemente, para producir compost junto con otros residuos orgánicos<sup>8</sup>. Sin embargo, en una buena parte de los casos constituye un residuo del que su productor se tiene que deshacer.

Actualmente, en Andalucía se está produciendo un aumento de su uso en plantas de generación eléctrica a partir de biomasa, si bien su contenido en humedad, en torno al 40% (Martínez *et al.*, 2004), supone un inconveniente para su uso energético. Su poder calorífico se encuentra en torno a 4.378 kcal/kg de materia seca.

### 3.2. Orujo o alperujo

El orujo o alperujo es el subproducto que se genera en las almazaras en el proceso de obtención de aceite de oliva. Como se ha visto en el apartado anterior, la producción de orujo o alperujo depende del sistema de separación de fases utilizado. A pesar de sus diferencias suele denominarse orujo indistintamente.

La mayor parte del orujo generado en las almazaras se utiliza como materia prima en las extractoras para la obtención de aceite de orujo de oliva, por lo que no puede considerarse como un subproducto disponible en gran parte de las almazaras. No obstante, una parte del orujo generado en Andalucía se utiliza como combustible para la generación de electricidad<sup>9</sup>, previo repasado (extracción física de aceite de orujo de oliva) y secado hasta una humedad en torno al 40% (AAE, 2008). Otro uso alternativo de este subproducto que está aumentando en la actualidad es su compostaje junto con hojín y otros residuos orgánicos. La aplicación de este compost en los suelos ayuda a mejorar su contenido en nutrientes y materia orgánica.

### 3.3. Hueso de aceituna

El hueso de aceituna es uno de los componentes sólidos que contiene el orujo generado en las almazaras, pudiéndose extraer del mismo mediante procedimientos físicos. Se trata de un combustible muy adecuado para usos térmicos debido a su reducida humedad (13%) y elevado poder calorífico, en torno a 4.440 kcal/kg en base seca. Su combustión es muy eficiente en términos de energía, coste e impacto ambiental debido a su bajo contenido en cenizas y tipo de combustión (Sánchez *et al.*, 2006).

<sup>8</sup> En el apartado 5.1.1.2 y 5.1.4.2 se muestran los destinos principales del hojín obtenidos de las encuestas realizadas al sector.

<sup>9</sup> Actualmente, en Andalucía, este tipo de combustión solo es posible en una planta de generación eléctrica con biomasa que funciona con una caldera de lecho fluido, tecnología que posibilita el uso de combustibles con un elevado contenido en humedad.



La extracción del hueso de aceituna se realiza en gran parte de las almazaras andaluzas, con el fin de utilizarlo como biocombustible para producir el calor necesario de la fase de batido, así como en algunas extractoras para producir el calor de proceso de la fase de secado del orujo, previamente<sup>10</sup> al secado y extracción de aceite de orujo (ver apartados 5.1.1.1 y 5.1.3). En ambos casos, el excedente que no se utiliza en el proceso es vendido, principalmente a industrias, invernaderos, hogares y establecimientos del sector servicios.

Un inconveniente de la extracción del hueso de aceituna del orujo es que se produce un aumento de la humedad de este último al retirarse una parte de su fracción sólida, lo que implica que las extractoras tengan que aplicar más energía en el secado del orujo antes de la extracción del aceite.

En las entamadoras que producen aceituna sin hueso o rellena se genera también hueso de aceituna como subproducto, sin embargo éste junto con la aceituna de destrío<sup>11</sup> se lleva a las almazaras en las que se incorporan al ciclo de la elaboración de aceite de oliva (ver apartado 5.1.4.1), por lo que no se ha incluido en el estudio<sup>12</sup>.

## 3.4. Orujillo

El orujillo es el subproducto que se produce en las extractoras como resultado del proceso de secado y extracción de aceite del orujo graso. Su fracción seca está compuesta por piel (15-30%), hueso (30-45%) y sólidos finos de pulpa (30-50%) (Cruz, 2006). Posee un porcentaje de humedad que varía entre el 9% y el 12%, y un poder calorífico en torno a 4.100 kcal/kg en base seca, lo que le confiere un elevado valor como combustible.

Parte del orujillo generado en las extractoras se autoconsume en la propia instalación para el secado del orujo (ver apartado 5.1.3.2). El resto se utiliza principalmente para la generación de electricidad en plantas de biomasa andaluzas, generalmente en centrales con tecnología de turbina de vapor<sup>13</sup> ubicadas en el mismo complejo agroindustrial de la extractora. El orujillo no utilizado en Andalucía suele exportarse a otros países.

El uso de orujillo para el secado tiene como inconvenientes una elevada emisión de partículas, que sobrepasan los límites establecidos si no se aplican sistemas de captación adecuados, y la producción de benzopirenos como resultado de las altas temperaturas alcanzadas en la

---

<sup>10</sup> La extracción del hueso en las extractoras se realiza con carácter previo al secado y extracción de aceite de orujo, es decir, al igual que en las almazaras, a partir del orujo húmedo. En el caso del orujo obtenido por el sistema de presión y el de tres fases la extracción del hueso se realizaba después del secado mediante procesos neumáticos (Sánchez, 2006).

<sup>11</sup> Aceituna que por sus características, normalmente su aspecto, no es apta para su transformación posterior.

<sup>12</sup> Teniendo en cuenta el balance global de materia de estos sectores en conjunto, se produciría una duplicidad a la hora de contabilizar el hueso generado en las entamadoras, ya que su mayor parte es fracción sólida que tras su molturación en la almazara formará parte del subproducto de esta última.

<sup>13</sup> Existen otros sistemas de aprovechamiento energético alternativos para estos subproductos, previamente transformados en combustibles líquidos o gaseosos mediante procesos bioquímicos o termoquímicos, entre los que se incluye su uso en motores de combustión interna y turbinas de gas. Sin embargo, las tecnologías utilizadas para esta transformación se encuentran actualmente en fase de I+D con el fin de reducir costes. Su transformación a un combustible gaseoso mediante procesos termoquímicos (gasificación) hace que sea posible su uso en turbinas de gas, lo que permite el uso de un ciclo combinado para la generación de electricidad, el cual posee un mayor rendimiento en la conversión de energía que un ciclo simple de vapor. Un ciclo combinado consiste en producir energía eléctrica mediante dos turbinas: una turbina de gas, que se alimenta con un gas combustible, y una turbina de vapor, que se acciona mediante el vapor de agua que se produce aprovechando el calor residual de los gases de escape de la anterior. El rendimiento global de conversión eléctrica mejora sustancialmente, aproximadamente desde el 26 al 28% que posee una central térmica convencional de ciclo de vapor a valores superiores al 50%.

combustión<sup>14</sup>. Por el contrario, la cogeneración con gas natural se caracteriza por unas bajas emisiones de partículas y una mayor eficiencia energética<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> Los benzopirenos representan un riesgo para la salud encontrándose establecido su contenido máximo permitido en el Reglamento (CE) nº. 466/2001. La Decisión (CE/108/2005) reitera la necesidad de desarrollar líneas de investigación para intentar mitigar los efectos y limitar los niveles de estas sustancias nocivas.

<sup>15</sup> Adicionalmente esta tecnología ofrece atractivos beneficios económicos a los productores por la venta de la energía eléctrica producida, ya que esta actividad está contemplada en el régimen especial de producción eléctrica (RD 661/2007). Sus principales inconvenientes son que al tratarse de un combustible fósil, contribuye al efecto invernadero y está sujeto a las fluctuaciones del mercado energético internacional, de modo que variaciones en su precio pueden afectar la viabilidad económica de estas plantas.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Fuentes de información utilizadas

A continuación se describen las fuentes de información de las que se ha hecho uso en el estudio entre las que se encuentran las utilizadas para consultar información relativa al **poder calorífico inferior (PCI) y humedad media** de cada tipo de biomasa residual.

#### 4.1.1. Base de datos de la Agencia para el Aceite de Oliva (AAO)

La AAO es una agencia pública de la Administración española adscrita al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). A partir de la base de datos de la AAO se ha obtenido la siguiente información, para las campañas 2006/07 y 2007/08, a nivel de agroindustria:

- Almazaras y entamadoras:
  - Entrada de aceituna en toneladas.
- Extractoras:
  - Entrada de orujo graso húmedo en toneladas.
  - Entrada de orujo graso seco en toneladas.
  - Salida de aceite de orujo de oliva en toneladas.
- En todos los casos:
  - Número de Registro Industrial (R.I.A.): identifica cada agroindustria y permite el cruce de información con otras bases de datos.

#### 4.1.2. Base de datos del Registro de Industrias Agrarias

Esta base de datos está gestionada por la Dirección General de Industrias y Calidad Agroalimentaria de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. De ella se ha obtenido la siguiente información a nivel de agroindustria:

- Número de Registro Industrial (R.I.A.).
- Municipio en el que se ubica.
- Coordenadas geográficas.

#### 4.1.3. Encuestas realizadas a las industrias del sector

La estimación del potencial energético de los subproductos de las agroindustrias en estudio se ha realizado utilizando información recabada a través de encuestas. Mediante los cuestionarios elaborados a tal efecto se ha obtenido información sobre producción y autoconsumo de

subproductos en las campañas 2006/07 y 2007/08, precios obtenidos por la venta de los subproductos, destino de los mismos, etc. A continuación se describe el proceso seguido para llevar a cabo las encuestas en función del tipo de agroindustria, así como el porcentaje de respuesta obtenido en cada caso.

#### 4.1.3.1. Almazaras

En el caso de las almazaras se han utilizado dos cuestionarios, uno para cada subproducto estudiado (hojín y hueso de aceituna), debido a que las encuestas se han realizado a través de dos vías diferentes. Los cuestionarios pueden consultarse en el **Anexo 1**.

El cuestionario para el hojín se integró en las encuestas que la Consejería de Agricultura y Pesca realiza anualmente para elaborar las estimaciones de producción de aceite de oliva de cada campaña<sup>16</sup>. En este proceso las encuestas se enviaron mediante correo electrónico a 254 almazaras, recibándose respuesta de 49 a través de e-mail (19,3% del total de las contactadas) y de 6 por fax (2,4%). Las almazaras que no respondieron (199) se encuestaron por teléfono, obteniéndose respuesta de 156, el 61,4% del total de las almazaras contactadas. En total el número de almazaras encuestadas fue de 211, lo que representa el 83,1% del total de las contactadas y el 25,7% del total de las existentes en Andalucía.

En el caso del hueso de aceituna las encuestas se han realizado mediante correo electrónico, contactándose con un total de 345 almazaras, siendo el número de total de respuestas obtenidas de 87<sup>17</sup>, lo que representa el 25,2% de las empresas contactadas y el 10,6% del total de las existentes a nivel andaluz. Los cuestionarios cumplimentados se han recibido tanto por correo electrónico como por fax. El número de respuestas recibidas mediante correo electrónico fue de 49, el 14,2% del total de contactadas, y por fax de 38, el 11,0%.

Por otra parte, indicar que se ha puesto de manifiesto que en muchas de las almazaras no se realiza una contabilidad precisa de la producción de estos subproductos por lo que la información obtenida en relación a esta cuestión ha sido limitada. En concreto, el número de almazaras que ha proporcionado información cuantitativa en cuanto a la producción de hojín y hueso de aceituna ha sido de 76 y 71 respectivamente; las industrias restantes han respondido a aspectos cualitativos del subproducto, como su destino, y en algunos casos, con datos aproximados de su producción, que no se han tenido en cuenta por su falta de fiabilidad.

---

<sup>16</sup> Está previsto incluir también el hueso de aceituna en este proceso con el fin de realizar un seguimiento continuo de su producción

<sup>17</sup> Correspondiente al tamaño mínimo para que la muestra sea representativa con un nivel de confianza del 0,05.

**Tabla 1** Número de empresas contactadas, encuestas realizadas y porcentajes de respuesta sobre el total de almazaras contactadas y sobre el total de almazaras andaluzas para recabar información sobre el hojín y sobre el hueso de aceituna.

			HOJÍN	HUESO DE ACEITUNA
Número de empresas contactadas			254	345
		Vía de contacto		
Número de respuestas obtenidas		teléfono	156	
		e-mail	49	49
		fax	6	38
		<b>Total</b>	<b>211</b>	<b>87</b>
Porcentaje de respuesta	Sobre el total de almazaras contactadas	teléfono	61,4%	-
		e-mail	19,3%	14,2%
		fax	2,4%	11,0%
		<b>Total</b>	<b>83,1%</b>	<b>25,2%</b>
	Sobre el total de almazaras andaluzas	teléfono	19,0%	-
		e-mail	6,0%	6,0%
		fax	0,7%	4,6%
		<b>Total</b>	<b>25,7%</b>	<b>10,6%</b>
<b>Número total de almazaras en Andalucía</b>			<b>821</b>	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3.2. Extractoras

En este caso la encuesta se ha abordado prácticamente como un censo debido al reducido número de extractoras existente (33 en funcionamiento en Andalucía en el momento de su realización). Para ello, en primer lugar se contactó telefónicamente con todas las extractoras andaluzas con el fin de comunicarles que recibirían un cuestionario (**Anexo 2**) a través del correo electrónico. Posteriormente, se envió el cuestionario, y en los casos en los que así fue requerido, se remitió por fax.

La mayor parte de los cuestionarios cumplimentados se recibieron por correo electrónico, siendo el número total de extractoras que respondieron al cuestionario de 29, de lo que resulta una presión de muestreo del 88%.

Como en el caso anterior, no se han obtenido datos cuantitativos sobre producción y autoconsumo de los subproductos en todas las encuestas ya que en muchos casos la cantidad de subproducto no se contabiliza, o se contabiliza parcialmente (por ejemplo, existen extractoras que solo conocen la cantidad de subproducto vendida). El número de extractoras que aportaron datos cuantitativos fue de 17.

### 4.1.3.3. Entamadoras

Las encuestas a las entamadoras se han realizado por teléfono y correo electrónico, siendo en este último caso respondidas tanto a través de correo electrónico como del fax. El número de total de empresas con las que se contactó fue de 176, obteniéndose respuesta de 68<sup>18</sup> (lo que representa el 38,6% de las entamadoras contactadas y el 30,4% del total de entamadoras andaluzas) (Tabla 2).

Por vía telefónica se cumplimentaron 46 cuestionarios tras contactar con un total de 152 entamadoras, lo que supone el 26,1% del total de entamadoras contactadas. Además de la respuesta a los cuestionarios se obtuvo información sobre la generación de hueso de aceituna (si se deshuesaba o no y en caso de que se hiciese, el destino del hueso) de todas las entamadoras contactadas telefónicamente. Esta información resultaba fundamental a la hora de determinar la inclusión de este subproducto en el estudio. Los resultados de esta consulta se muestran en el apartado 5.1.4.1.

El número de cuestionarios enviados mediante correo electrónico fue de 76, de los que se recibieron 7 cumplimentados por este mismo medio (el 4,0% de las empresas contactadas) y 15 por fax (8,5%). Estos cuestionarios se enviaron tanto a las entamadoras que lo solicitaron mientras se realizaban las encuestas telefónicas, ya que preferían realizarlo de esta forma, como a otras que no habían sido contactadas telefónicamente pero de las que se disponía de su e-mail.

Como en los casos anteriores, muchas de las entamadoras no realizan una contabilidad precisa de la producción de hojín por lo que la información obtenida en relación a esta cuestión ha sido limitada. En concreto, el número de entamadoras que ha proporcionado información cuantitativa en cuanto a la producción de hojín ha sido sólo de 21.

**Tabla 2** Número de empresas contactadas, encuestas realizadas y porcentajes de respuesta sobre el total de entamadoras contactadas y sobre el total de entamadoras andaluzas.

		Número o porcentaje	
Número de empresas contactadas (por teléfono o correo electrónico)		176	
Número de respuestas obtenidas	teléfono	46	
	e-mail	7	
	fax	15	
	<b>Total</b>	<b>68</b>	
Porcentaje de respuesta	Sobre el total de entamadoras contactadas	teléfono	26,1%
		e-mail	4,0%
		fax	8,5%
		<b>Total</b>	<b>38,6%</b>
	Sobre el total de entamadoras andaluzas	teléfono	20,6%
		e-mail	3,1%
		fax	6,7%
		<b>Total</b>	<b>30,4%</b>
<b>Número total de entamadoras en Andalucía</b>		<b>223</b>	

<sup>18</sup> Que corresponde al tamaño mínimo para que la muestra sea representativa con un nivel de confianza del 0,05.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Modelo de información geográfica utilizado

El modelo de información geográfica utilizado es un ráster cuya unidad mínima de información espacial es un píxel de 1 km × 1 km (100 ha)<sup>19</sup>. El objetivo es obtener información sobre la producción de biomasa a nivel de píxel, en este caso de los subproductos de las agroindustrias del sector del olivar, y su potencial energético, expresado en toneladas y tep<sup>20</sup> respectivamente (o tep/ha si se quiere expresar en términos de densidad energética superficial).

Cada píxel tiene asignado un código municipal único, correspondiente al municipio en el que se localiza (en el caso de que toda la superficie del mismo se encuentre dentro de ese municipio), o al que contiene una mayor superficie del mismo, en el caso de los píxeles con superficie en más de un municipio. Esto permite obtener resultados y realizar análisis a niveles de agregación superiores como el municipal, el comarcal o el provincial.

La ventaja de utilizar este modelo es que cada unidad de información mantiene una superficie constante en el tiempo en la que puede integrarse información georreferenciada de carácter diverso, lo que permite la realización de análisis de muy distinta índole. Asimismo, el modelo permite analizar la evolución de los parámetros de estudio en distintos períodos o la obtención de valores medios para varios años.

Tanto para alimentar el modelo con la información sobre las agroindustrias objeto de estudio como para representar y analizar esta información se han utilizado los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los SIG permiten la integración, almacenamiento, manipulación, análisis y representación de información referenciada geográficamente.

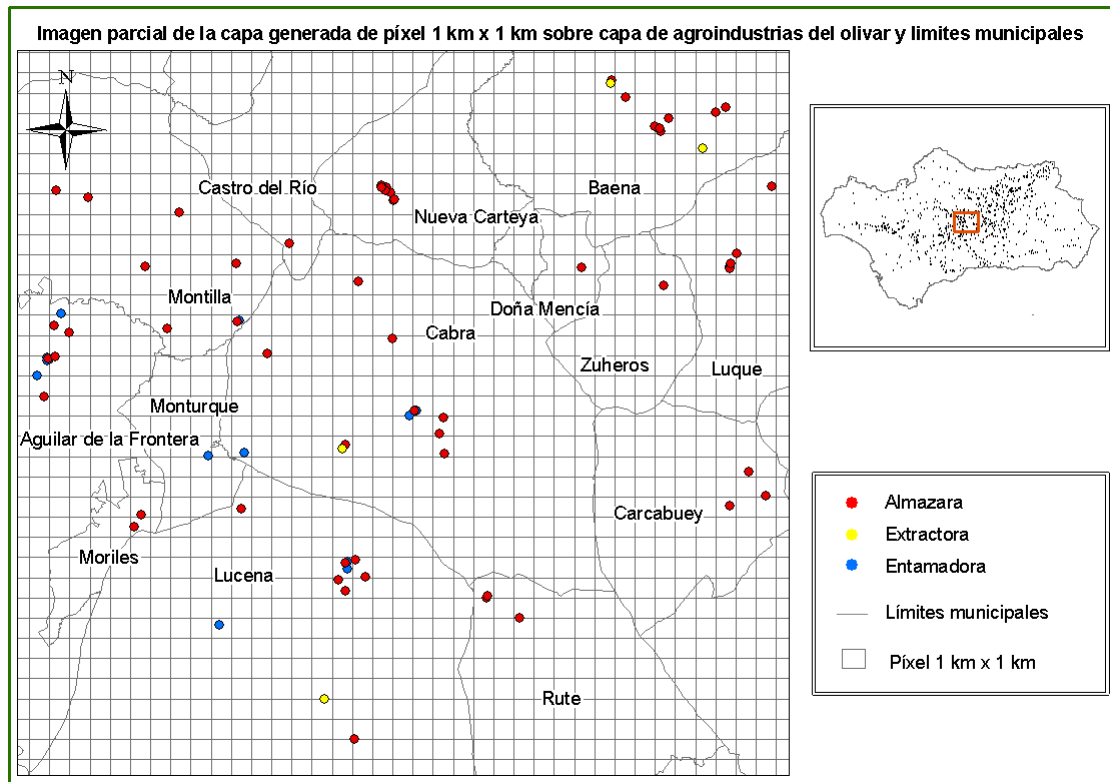
La primera fase de integración del sector de estudio en el modelo consiste en asignar cada una de las agroindustrias a un píxel determinado. Para ello se realiza una unión entre la capa de píxeles y la capa de puntos de las agroindustrias utilizando como herramienta los SIG (geográficamente cada agroindustria es un punto georreferenciado) (Figura 6).

---

<sup>19</sup> El modelo utilizado en este estudio fue creado y utilizado por primera vez en un estudio dirigido a la estimación del potencial energético de la biomasa residual agrícola y ganadera en Andalucía (Consejería de Agricultura y Pesca, 2008), con el carácter de herramienta básica para la realización de estudios relacionados con la biomasa agraria y en el que se pudiese agregar información variada relacionada con este sector.

<sup>20</sup> tep: tonelada equivalente de petróleo. 1 tep = 10<sup>7</sup> Kcal.

**Figura 6** Imagen parcial de la capa generada para la representación geográfica (píxel de 1 km x 1 km) sobre la capa de puntos de agroindustrias y de límites municipales.



Fuente: Elaboración propia.

Dado que los píxeles que se localizan en más de un municipio están asignados a aquel que contiene una mayor superficie del mismo, se puede dar el caso de encontrar agroindustrias que se ubican en un píxel asignado a un municipio distinto al que corresponden en realidad, lo que puede provocar errores a la hora de realizar análisis a niveles de agregación municipal. Para corregir esta situación, estas agroindustrias se han reasignado a píxeles contiguos a los de la asignación inicial ubicados en los municipios a los que pertenecen en la realidad.

La metodología general aplicada para integrar el sector de estudio en el modelo consta de cuatro fases:

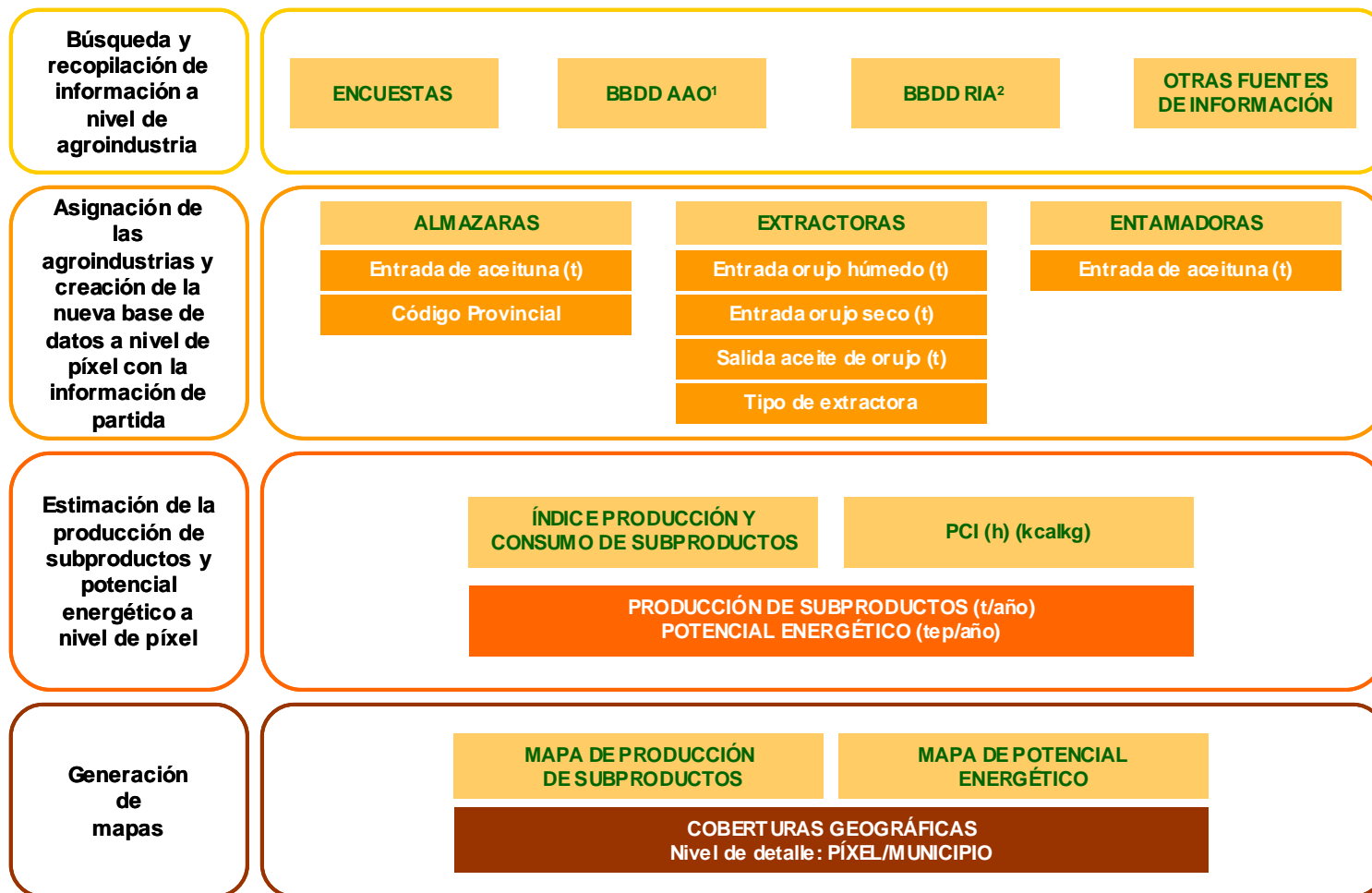
1. Búsqueda y recopilación de información a nivel de agroindustria procedente de las fuentes indicadas anteriormente.
2. Asignación de cada una de las agroindustrias y creación de una nueva base de datos a nivel de píxel con la información de partida en función del tipo de agroindustria:
  - a. Almazaras: entrada de aceituna y código provincial.
  - b. Extractora: entrada de orujo graso húmedo y orujo graso seco, salida de aceite de orujo y tipo de extractora.
  - c. Entamadoras: entrada de aceituna.
3. Estimación de la producción y autoconsumo de subproductos y de su potencial energético a nivel de píxel. La estimación se realiza utilizando índices que relacionan la producción y autoconsumo de subproductos con la cantidad de materia prima de



entrada. El potencial energético se estima a partir del poder calorífico inferior (PCI) de cada tipo de subproducto, teniendo en cuenta su contenido en humedad.

4. Generación de mapas de producción de subproductos y de potencial energético.

**Figura 7** Metodología utilizada para la estimación y representación geográfica del potencial energético.



Fuente: Elaboración propia. <sup>1</sup> Bases de datos de la Agencia para el Aceite de Oliva. <sup>2</sup> Bases de datos del Registro de Industrias Agrarias.

## 4.3. Estimación del potencial de producción disponible de subproductos

La metodología utilizada para estimar el potencial de producción y el potencial energético de los subproductos de las agroindustrias en estudio se basa en el uso de índices que relacionan la producción y autoconsumo de subproductos con la cantidad de materia prima procesada.

Los índices utilizados se han calculado a partir de la información obtenida del sector a través de las encuestas, utilizando los valores medios obtenidos de producción y autoconsumo de subproductos en las campañas 2006/2007 y 2007/2008.

La ventaja de utilizar esta metodología es que la información de partida se encuentra disponible a nivel de agroindustria después de cada campaña, lo que permite la actualización de los resultados en años sucesivos.

La integración del sector objeto de estudio en el SIG se realiza trasladando la información de partida a cada píxel y calculando los parámetros buscados.

Cabe indicar que el término disponible utilizado hace referencia a la cantidad que no se autoconsume con fines energéticos dentro del mismo sector, y que por tanto se encuentra disponible para otros usos, y no al *potencial disponible*, en el que habría que tener en cuenta también la parte utilizada fuera de estas instalaciones para otros fines.

### 4.3.1. Almazaras

En este caso los índices utilizados relacionan la producción y autoconsumo de subproductos con la cantidad de aceituna procesada. El cálculo de la producción de subproducto, y de su autoconsumo también en el caso del hueso de aceituna, se realiza mediante la siguiente expresión:

$$[PRODUCCION / AUTOCONSUMO] (t) = Ip \left( \frac{t}{t} \right) \times [ACEITUNA\_ENTRADA] (t)$$

Los índices se han calculado a partir de la información recabada de las encuestas, obteniéndose índices diferentes para cada provincia. En la siguiente tabla se indican los índices provinciales calculados según el tipo de subproducto.

**Tabla 3** Índices provinciales de producción y autoconsumo de subproductos (t de subproducto/ t de aceituna de entrada).

Provincia	Ip (t/t)					
	Producción de hojín <sup>1</sup>		Producción de hueso de aceituna <sup>2</sup>		Autoconsumo de hueso de aceituna <sup>3</sup>	
	2006/2007	2007/2008	2006/2007	2007/2008	2006/2007	2007/2008
Almería	0,03500	0,03500	0,04932	0,05531	0,01386	0,01353
Cádiz	0,10000	0,10000	0,04932	0,05531	0,01386	0,01353
Córdoba	0,07375	0,07810	0,04854	0,05772	0,01364	0,01407
Granada	0,02583	0,02583	0,05887	0,06220	0,01335	0,01157
Huelva	0,02500	0,02484	0,04932	0,05531	0,00169	0,00291
Jaén	0,12071	0,12284	0,05449	0,05530	0,01441	0,01321
Málaga	0,09289	0,09449	0,03385	0,06766	0,00805	0,01058
Sevilla	0,07010	0,06590	0,03946	0,04641	0,02192	0,02299
<b>Andalucía (media)</b>	<b>0,09289</b>	<b>0,09449</b>	<b>0,04932</b>	<b>0,05531</b>	<b>0,01386</b>	<b>0,01353</b>

Se ha utilizado el rendimiento medio de Andalucía debido a que no se disponía de datos suficientes en los siguientes casos: <sup>1</sup> Málaga; <sup>2</sup> Almería, Cádiz y Huelva; y <sup>3</sup> Almería y Cádiz.

Fuente: Elaboración propia.

El hueso de aceituna disponible se calcula como la diferencia entre el producido y el autoconsumido.

## 4.3.2. Extractoras

Los índices utilizados en el caso de las extractoras de aceite de orujo varían en función del tipo de extractora, ya que el modo de funcionamiento de cada instalación influye en la variedad de subproductos que genera, su cantidad y la disponibilidad para su uso fuera de ella.

### 4.3.2.1. Clasificación de las extractoras andaluzas en función del tratamiento del orujo y autoconsumo de subproductos

Los procesos a los que se somete la materia prima en las extractoras<sup>21</sup> difieren considerablemente de unas a otras. Existen extractoras en las que se realiza el proceso completo de secado de orujos y extracción física y química de aceite de orujo, y otras que se dedican a una sola o algunas de estas fases (secado de orujos y/o extracción física y/o extracción química). Por otra parte, para el secado de los orujos hay extractoras que utilizan como combustible sus propios subproductos, mientras que otras usan gas natural. Asimismo, hay industrias que extraen el hueso de aceituna del orujo húmedo y otras que no lo hacen.

<sup>21</sup> Se han tenido en cuenta las extractoras catalogadas como tales en el Registro de Industrias Agroalimentarias de la Junta de Andalucía y en la Agencia para el Aceite de Oliva. Entre ellas se incluyen las instalaciones que se dedican exclusivamente al secado de orujo (secaderos), aunque no realicen extracción de aceite de orujo.

Debido a estas diferencias en el modo de funcionamiento de las industrias de extracción de aceite de orujo se propone una clasificación que contempla todas las posibilidades que se pueden encontrar en Andalucía en relación a la producción y autoconsumo de subproductos. Para realizar esta clasificación se ha utilizado la información obtenida de las encuestas al sector. La metodología de estimación del potencial energético derivado de los subproductos de cada extractora dependerá de la categoría que a ésta le corresponda dentro de la clasificación<sup>22</sup>.

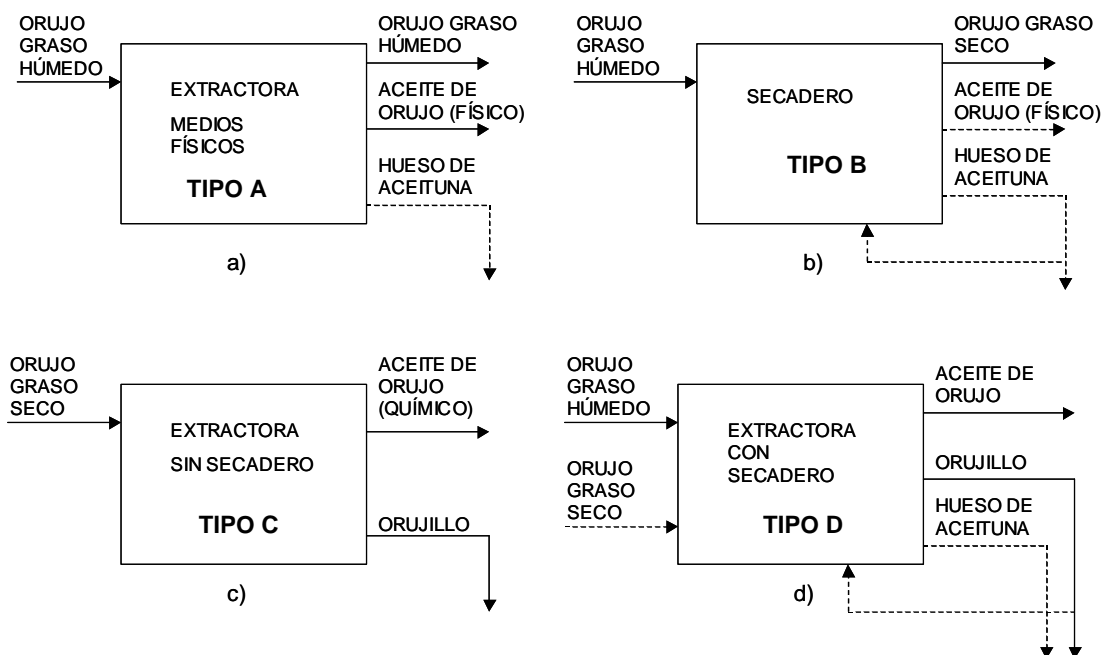
La tipología propuesta consta de cuatro clases que se especifican a continuación:

- 1) Extractoras de aceite de orujo que utilizan exclusivamente procedimientos físicos de extracción (Figura 8a): en este tipo de extractora solo se realiza la extracción física del aceite de orujo directamente a partir de orujo graso húmedo (no requiere el secado previo del orujo). El orujo resultante de este proceso se lleva a otras extractoras donde se extrae el aceite que aún contiene mediante procedimientos químicos. Como consecuencia, en estas instalaciones no se genera orujillo como subproducto. Algunas de las extractoras de este tipo extraen el hueso de aceituna del orujo. En este caso el hueso obtenido se vende en su totalidad ya que no es necesario autoconsumirlo al no realizarse el secado del orujo húmedo. Es importante resaltar que este tipo de extractora es poco frecuente (en Andalucía solo existen dos, ambas directamente asociadas a una almazara).
- 2) Secaderos (Figura 8b): en estas instalaciones se realiza el secado del orujo graso húmedo procedente de las almazaras, con o sin extracción previa del aceite mediante procedimientos físicos, siendo el producto resultante el orujo graso seco que se envía a otras extractoras donde se realiza la extracción química del aceite. Por tanto, tampoco producen orujillo como subproducto. En cuanto a la producción de hueso de aceituna, algunos secaderos deshuesan y otros no, siendo una parte o la totalidad del hueso autoconsumida durante el secado de orujo en aquellos secaderos que no utilizan gas natural.
- 3) Extractoras sin secadero (Figura 8c): realizan la extracción de aceite del orujo graso seco procedente de un secadero u otra extractora mediante procedimientos químicos, generando orujillo, que no se autoconsume ya que no requieren calor para secar el orujo.
- 4) Extractoras con secadero (Figura 8d): extraen aceite de orujo mediante procesos químicos (en algunos casos también por medios físicos) a partir de orujo húmedo, realizando el secado previo del mismo mediante cogeneración con gas natural o utilizando como combustible sus subproductos (hueso de aceituna y/o orujillo). Todas las extractoras de este tipo generan orujillo, y algunas de ellas también hueso de aceituna.

---

<sup>22</sup> Las extractoras que no han respondido a la encuesta (cuatro en total), se han asignado a una categoría u otra teniendo en cuenta la información disponible en la base de datos de la Agencia para el Aceite de Oliva (en función de la entrada de materias primas y salidas de productos) y de otras fuentes mediante las que se ha podido conocer si realizan cogeneración con gas natural. Al no disponer, en estos casos, de información relativa a la extracción de hueso de aceituna, se ha considerado que no se realiza ya que además de ser lo más frecuente, se trata de la opción más conservadora a la hora de estimar su producción.

**Figura 8** Tipología de las extractoras andaluzas.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la siguiente tabla se resumen las características de cada una de las industrias consideradas especificándose los tipos de subproductos obtenidos y si son utilizados como combustible (autoconsumidos) o no.

**Tabla 4** Clasificación de las extractoras de aceite de orujo andaluzas en función del tipo de subproducto que generan y/o autoconsumen.

Tipo de planta	Descripción	Producción subproductos		Autoconsumo subproductos		Subtipo
		Hueso	Orujillo	Hueso	Orujillo	
A	Extractora de aceite de orujo mediante procesos exclusivamente físicos	No	No	No	No	A1
		Si	No	No	No	A2
B	Secadero	No	No	No	No	B1
		Si	No	No	No	B2
		Si	No	Si	No	B3
C	Extractora sin secadero	No	Si	No	No	C1
D	Extractora con secadero	No	Si	No	No	D1
		No	Si	No	Si	D2
		Si	Si	No	No	D3
		Si	Si	Si	Si	D4

Nota: En los subgrupos B1, B2 y B3 el secado puede realizarse utilizando como combustible tanto hueso y orujillo procedente de otras plantas como gas natural.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.2.2. Metodología de estimación según el tipo de extractora

Para la estimación de la cantidad de subproductos generados por cada extractora (total, autoconsumida y disponible), y a partir de ello su potencial energético, se han utilizado las siguientes variables de entrada:

- entrada de orujo húmedo (t),
- entrada de orujo seco (t),
- producción de aceite de orujo (t).
- tipo de extractora

El cálculo de la producción y autoconsumo de subproductos se estima a partir de la cantidad de orujo húmedo de entrada (excepto en el caso de la producción de orujillo). La expresión utilizada es la siguiente, siendo el índice (I) variable en función del tipo de extractora:

$$[PRODUCCION / AUTOCONSUMO] (t) = I \left( \frac{t}{t} \right) \times [ORUJO\_HUMEDO] (t)$$

En el caso de la producción de orujillo se realiza un balance de masa utilizando las variables entrada de orujo húmedo, seco, producción de aceite de orujo y producción de hueso estimada.

Para calcular los índices se han utilizado los datos medios calculados a partir de datos reales suministrados por el sector a través de las encuestas para las campañas 2006/07 y 2007/08. A continuación se indican los supuestos e índices que se han considerado en cada caso.

#### ◆ Producción de hueso de aceituna

El hueso de aceituna se produce en las extractoras de tipo A2, B2, B3, D3 y D4. A partir de la información recabada mediante las encuestas al sector se ha calculado el índice que relaciona la producción de hueso con la cantidad de orujo húmedo que se procesa en la extractora, resultando ser<sup>23</sup>:

$$I_1 = 0,0453$$

#### ◆ Cantidad de hueso autoconsumido

Determinadas extractoras autoconsumen parte del hueso que producen durante el proceso de secado del orujo húmedo. Estas extractoras son las de tipo B3 y D4.

<sup>23</sup> El hueso de aceituna se extrae del orujo húmedo antes de su secado, por lo que solo se tiene en cuenta esta variable de entrada a la hora de estimar su producción.

En las extractoras de **tipo B3** todo el hueso que se produce se autoconsume, por lo que el índice que relaciona la cantidad de hueso autoconsumido con la cantidad de orujo húmedo que se procesa es el mismo indicado en el apartado anterior ( $I_1 = 0,0453$ ).

En las extractoras de **tipo D4** sólo se autoconsume una parte del hueso producido ya que la energía térmica necesaria para el secado del orujo se obtiene del aprovechamiento energético de una mezcla de hueso con orujillo. La mezcla media utilizada se compone de 0,17 toneladas de hueso por cada tonelada de orujillo (relación media obtenida de las encuestas). Teniendo esto en cuenta, que para secar 1 tonelada de orujo húmedo se necesitan 2.176 MJ o 0,0520 tep (Cruz, 2006), y los poderes caloríficos del hueso (3.755,20 kcal/kg a una humedad de 13%) y del orujillo (3.667,75 kcal/kg a una humedad del 10,05%) se puede calcular el índice I como:

$$I_2 = \frac{0,052(\text{tep}/t)}{0,37552(\text{tep}/t) + \frac{0,366775(\text{tep}/t)}{0,17}} = 0,02053$$

### ◆ Producción de orujillo

La cantidad de orujillo que se genera en las extractoras del tipo **C1, D1, D2, D3, y D4** se ha estimado realizando un balance de masa en lugar de hacerlo mediante el cálculo de un índice como en el resto de casos. Para ello se utilizan las variables de entrada *entrada de orujo seco* y *producción de aceite de orujo de oliva* y la *producción de hueso estimada*. En su cálculo se ha considerado un grado de humedad para el orujo húmedo de entrada del 66,25%, del 9,00% para el orujo seco de entrada y del 10,05% para el orujillo (correspondiente a los valores medios obtenidos de las encuestas). La expresión utilizada para su cálculo sería la siguiente:

$$[ORUJILLO](t) = \frac{[ORUJO\_HUMEDO](t) \times (0,3375) + [ORUJO\_SECO](t) \times (0,91) - [ACEITE](t) - [HUESO](t)}{0,8995}$$

### ◆ Cantidad de orujillo autoconsumido

El orujillo autoconsumido es la parte del orujillo producido que se consume en la propia planta para su proceso productivo (secado de orujo húmedo). Al igual que en el caso del hueso autoconsumido, su valor se ha estimado considerando unas necesidades térmicas de 2.176 MJ/t de orujo húmedo (Cruz, 2006) y un poder calorífico del orujillo de 3667,75 kcal/kg a la humedad de 10,05%. Este supuesto se ha aplicado a las extractoras del **tipo D2** en las que el índice I sería:

$$I_3 = \frac{0,052(\text{tep}/t)}{0,366775(\text{tep}/t)} = 0,14178$$



En el caso de que la extractoras **tipo D4**, que utilizan su propio hueso y orujillo para el secado del orujo, se ha tenido en cuenta la misma relación de mezcla de 0,17 t de hueso/ t de orujillo utilizada anteriormente. El valor de I sería:

$$I_4 = \frac{0,052(tep/t)}{0,37552(tep/t) \times 0,17 + 0,366775(tep/t)} = 0,12076$$

#### ◆ Otras variables estimadas

El resto de variables se calcula en función de las obtenidas en la fase anterior:

##### ➤ *Hueso y orujillo no autoconsumido*

El hueso y orujillo no autoconsumido es la cantidad que resulta de restar el autoconsumido del producido, y que por tanto queda disponible para otras aplicaciones. Actualmente, su principal destino es la generación de energía eléctrica y térmica, siendo una parte exportada a otros países.

### 4.3.3. Entamadoras

El índice utilizado para las entamadoras relaciona la producción de subproducto (hojín) con la cantidad de aceituna procesada. A diferencia de las almazaras, no se ha considerado utilizar índices diferenciados a nivel provincial debido a que la mayor parte de las entamadoras se localizan en una sola provincia.

El cálculo de la producción de hojín se realiza mediante la siguiente expresión:

$$[PRODUCCION] (t) = I \left( \frac{t}{t} \right) \times [ACEITUNA\_ENTRADA] (t)$$

Como en los casos anteriores, el índice se ha calculado a partir de la información obtenida de las encuestas realizadas al sector. Su valor es de **I = 0,01791** t de subproducto/t de aceituna procesada.

## 4.4. Estimación del potencial energético

El potencial energético se calcula a partir de la producción de subproductos estimada y los poderes caloríficos (PCI) que se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 5** Poderes caloríficos de los subproductos de las extractoras.

Biocombustible	PCI (kcal/kg)	Humedad (%)
Hojín <sup>1</sup>	2.360,00	37,46
Hueso de aceituna <sup>2</sup>	3.755,20	13,00
Orujillo <sup>2</sup>	3.667,75	10,05

Fuente: <sup>1</sup> Dato proporcionado por Oleícola el Tejar Ntra. Sra. de Araceli, S.C.A. <sup>2</sup> Calculados a la humedad indicada a partir de Fernández, 2009.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

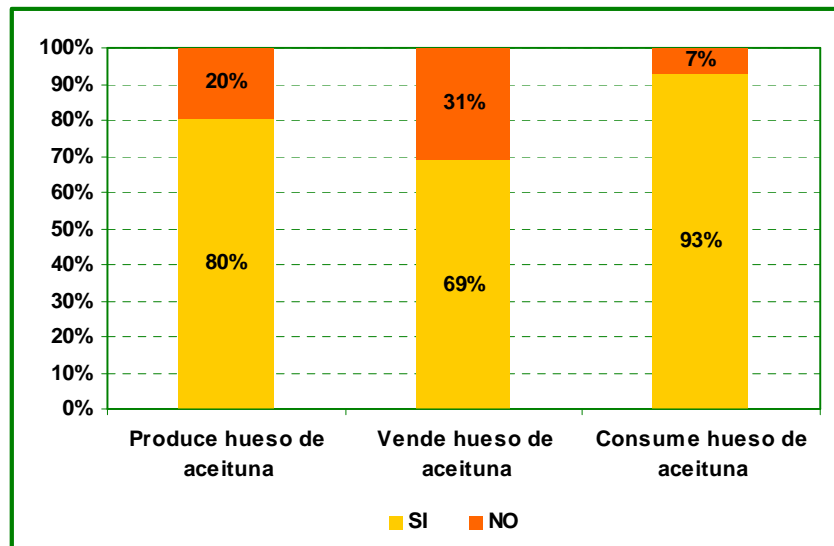
### 5.1. Resultados obtenidos de las encuestas

#### 5.1.1. Subproductos generados en las almazaras

##### 5.1.1.1. Hueso de aceituna

El **80%** de las almazaras encuestadas extrae el hueso de aceituna a partir del orujo que generan como subproducto (Gráfico 1). La mayor parte de estas almazaras (86%) producen más hueso del que necesitan para autoconsumo, de modo que venden su excedente como biocombustible. Concretamente, el **69%** de las almazaras encuestadas vende hueso de aceituna frente al **31%** que no lo hace. En relación al consumo, una parte muy significativa (el **93%**) utiliza este subproducto, ya sea de producción propia o adquirido de otra almazara o de una extractora, como biocombustible para la generación de calor. Cabe indicar que tras un análisis estadístico no se ha encontrado ninguna relación entre estas variables y el tamaño de la almazara.

**Gráfico 1** Proporción de almazaras que producen, venden y/o consumen hueso de aceituna.



Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra la producción, venta y consumo total de hueso de aceituna durante el periodo de estudio de las 71 almazaras de las que se obtuvieron datos cuantitativos. Como se puede observar, la producción total media en estas almazaras fue de 42.463 toneladas al año, de las que se vendieron 32.708 toneladas anuales (el **77%**). Por su parte, el consumo medio de hueso en las almazaras fue de 9.638 toneladas al año, ya sea de producción propia o adquirido (debido a este doble origen, el valor de la producción no tiene por qué ser igual a la suma de la venta y consumo).

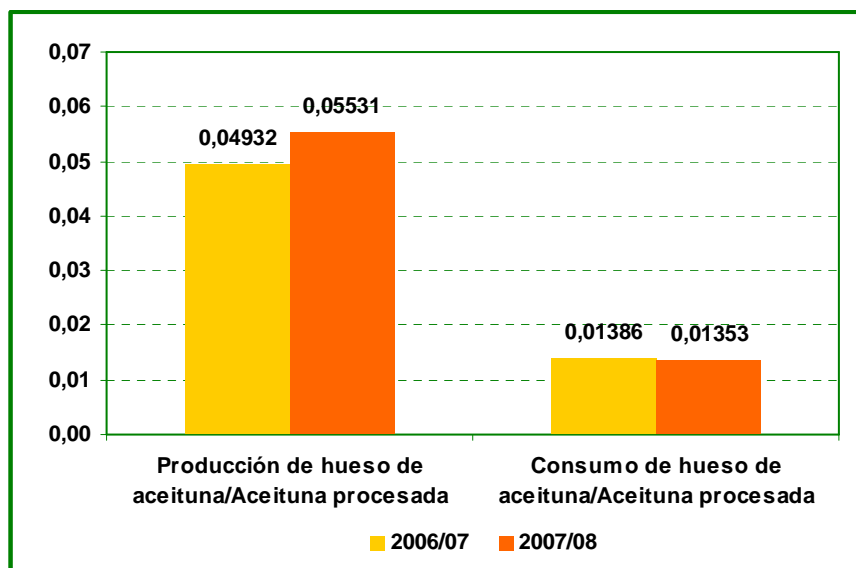
**Tabla 6** Producción, venta y consumo medio de hueso de aceituna en las almazaras encuestadas.

Hueso de aceituna	toneladas		
	Campaña 2006/2007	Campaña 2007/2008	Promedio
Producción	36.949	47.978	<b>42.463</b>
Venta	27.583	37.832	<b>32.708</b>
Consumo	9.342	9.934	<b>9.638</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se indica la relación media obtenida entre la producción y consumo de hueso de aceituna y la cantidad de aceituna procesada en las campañas estudiadas (Gráfico 2). Como se puede observar, mientras que el ratio de consumo se mantiene prácticamente constante en las dos campañas, el de producción ha aumentado en el último año, lo que indica un mayor interés por parte de las almazaras hacia la venta de este biocombustible – vinculado muy probablemente a las buenas perspectivas en cuanto a su precio de mercado. En este sentido, los **precios medios** percibidos por las almazaras por la venta de hueso según las encuestas fueron de **50,85** y **52,54 €/t** en las campañas 2006/07 y 2007/08 respectivamente.

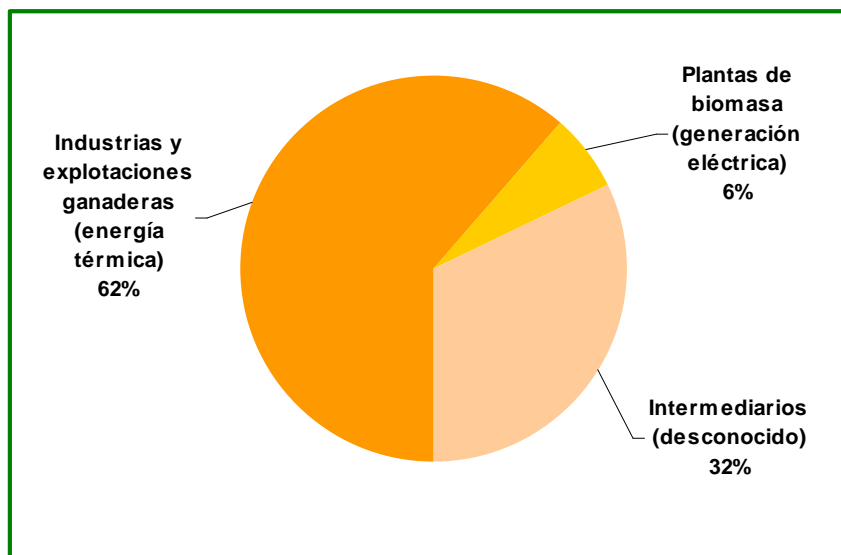
**Gráfico 2** Relación media entre la producción y consumo de hueso de aceituna y a la cantidad de aceituna procesada.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al destino del hueso vendido, la mayor parte (**62%**) se adquirió para la producción de calor en explotaciones ganaderas, mayoritariamente avícolas; agroindustrias como almazaras y extractoras; y otras industrias (cerámica, etc.). El **32%** del hueso se vendió a intermediarios dedicados a su distribución, por lo que se desconoce su destino final (en el que se incluye la exportación), y el 6% a plantas de generación eléctrica con biomasa.

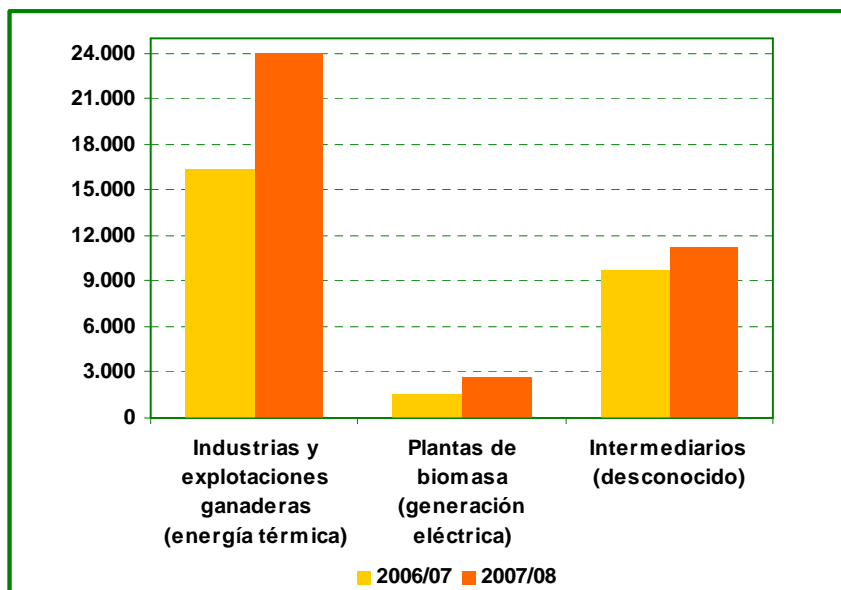
**Gráfico 3** Destino del hueso de aceituna vendido que procede de las almazaras (media de las campañas 2006/07 y 2007/08).



Fuente: Elaboración propia.

Aunque las plantas de generación eléctrica han sido el destino que más ha aumentado al comparar las dos campañas en estudio (un 68%), son las industrias y explotaciones ganaderas las que han absorbido la mayor parte del aumento detectado en la producción de hueso entre ambas campañas (74%).

**Gráfico 4** Destino de la venta de hueso de aceituna procedente de las almazaras (campañas 2006/07 y 2007/08).



Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.1.2. Hojín

A continuación se muestra la producción total de hojín de las almazaras encuestadas que han suministrado datos cuantitativos en relación a este subproducto (76 de las 211). Como su uso en las mismas instalaciones para fines energéticos es mínimo, no se han estimado estos consumos, considerándose que está disponible para usos distintos a la producción de calor de proceso en la misma industria (entre los que se incluyen los energéticos y no energéticos).

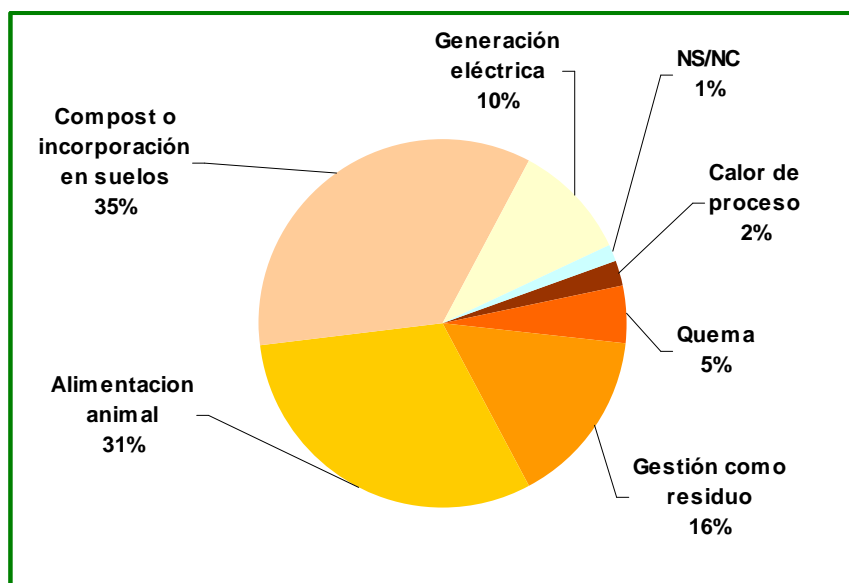
**Tabla 7** Producción media de hojín en las almazaras encuestadas.

Hojín	toneladas		
	Campaña 2006/2007	Campaña 2007/2008	Promedio
Producción	9.342	9.934	<b>9.638</b>

Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte de este hojín (**35%**) es compostado junto con otros residuos agrarios o esparcido directamente en el suelo por los agricultores (media de las campañas 2006/07 y 2007/08) (Gráfico 5). El **31%** se destina a alimentación animal, el **16%** se gestiona como un residuo sin aprovechamiento de ningún tipo y el **10%** para generación eléctrica en plantas de biomasa. El 5% se quema en las mismas almazaras sin aprovechamiento energético y el 2% con aprovechamiento energético para calor de proceso.

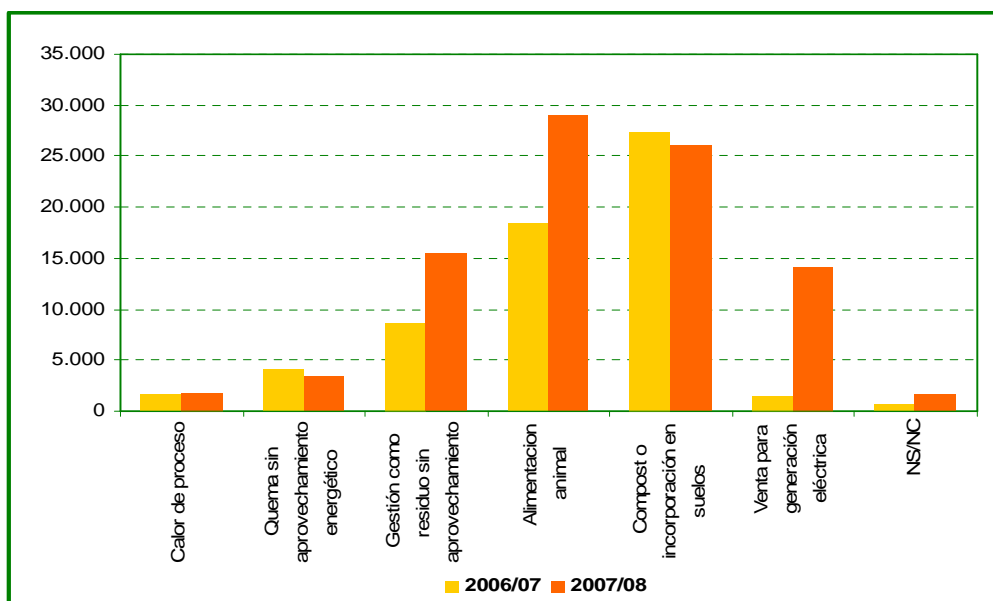
**Gráfico 5** Destino del hojín de las almazaras encuestadas (media de las campañas 2006/07 y 2007/08).



Fuente: Elaboración propia.

Resulta muy llamativo que el incremento que ha presentado su utilización en plantas de generación eléctrica cuando se comparan las campañas estudiadas, sea tan significativo (concretamente un 913%). Igualmente, este destino fue el que más contribuyó al aumento total producido entre ellas ambas campañas (un 43%).

**Gráfico 6** Destino del hojín de las almazaras encuestadas (campañas 2006/07 y 2007/08).

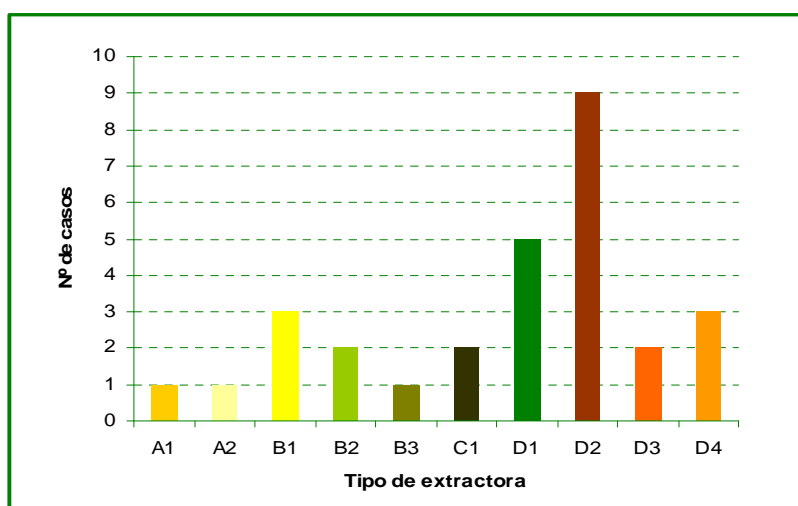


Fuente: Elaboración propia.

## 5.1.2. Tipos de extractoras andaluzas según su modo de funcionamiento y producción de subproductos

En el Gráfico 7 se muestra la frecuencia absoluta de los distintos tipos de extractoras que existen en Andalucía según la clasificación propuesta (apartado 4.3.2.1). El número total de extractoras representado corresponde a las que han respondido a la encuesta (29).

**Gráfico 7** Número de extractoras de cada tipo en Andalucía.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, la clase más frecuente es la D2, que se caracteriza por no separar el hueso del orujillo y utilizar el orujillo que genera como combustible para el secado del orujillo húmedo. En segundo lugar en cuanto a su frecuencia se encuentran las extractoras del tipo D1,

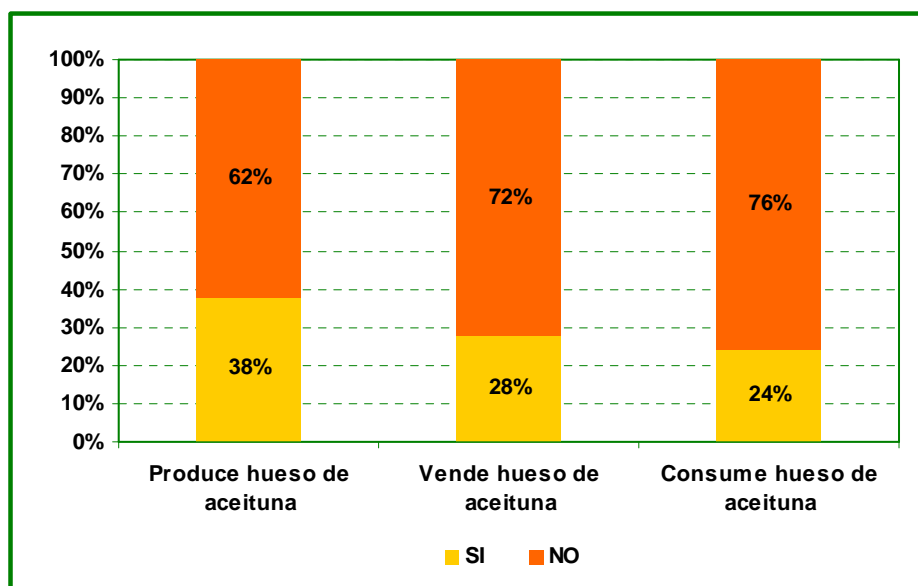
que tampoco extraen el hueso del orujo pero que realizan el secado del orujo mediante cogeneración con gas natural.

### 5.1.3. Subproductos generados en las extractoras

#### 5.1.3.1. Hueso de aceituna

El porcentaje de las extractoras que respondieron al cuestionario remitido que extraen el hueso de aceituna del orujo (Gráfico 8 ) es del **38%**, (**11 industrias**). De ellas, **7** consumen parte o la totalidad del hueso en su proceso productivo, lo que corresponde al **24%** del total.

**Gráfico 8** Proporción de extractoras que producen, venden y/o autoconsumen hueso de aceituna.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra la producción, autoconsumo y disponibilidad de hueso de aceituna de las extractoras que han proporcionado información cuantitativa completa en cuanto a estas tres cuestiones. El número total de ellas que han cumplido con este requisito es de 9. Como se puede observar, la producción media obtenida en estas plantas en las dos campañas de estudio ascendió a 29.298 toneladas, de las que el 29,1% tuvieron como destino el autoconsumo.



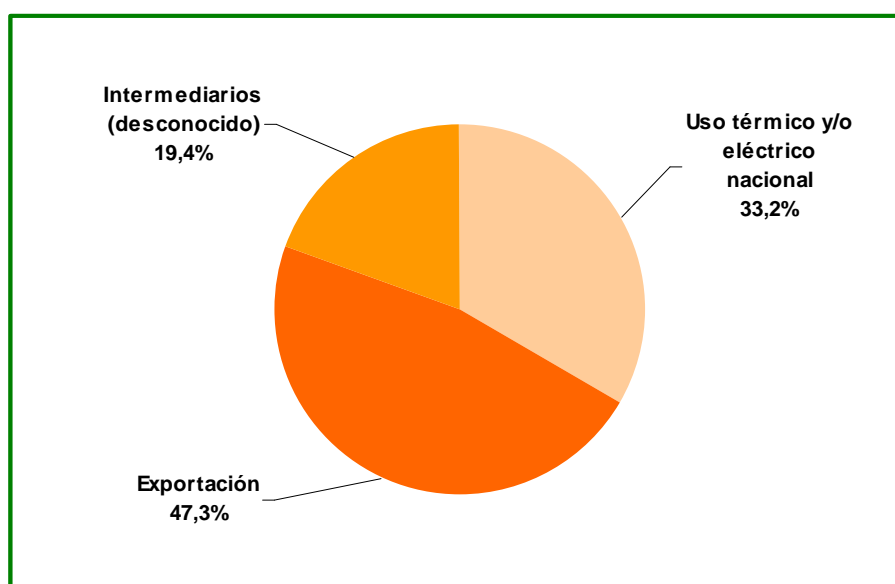
**Tabla 8** Producción, autoconsumo y disponibilidad de hueso de aceituna en las extractoras encuestadas.

Hueso de aceituna	toneladas		
	Campaña 2006/2007	Campaña 2007/2008	Promedio
Producción	26.054	32.542	<b>29.298</b>
Autoconsumo	7.661	9.355	<b>8.508</b>
Disponible	18.393	23.187	<b>20.790</b>

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la cantidad de hueso no autoconsumido o disponible, el **47,3%** se exportó, mientras que el **33,2%** se utilizó para fines térmicos y eléctricos a nivel nacional, principalmente en Andalucía (Gráfico 9). El resto (19,4%) se gestionó a través de intermediarios, por lo que se desconoce su destino final.

**Gráfico 9** Destino de la venta de hueso de aceituna procedente de las extractoras (media de las campañas 2006/07 y 2007/08).



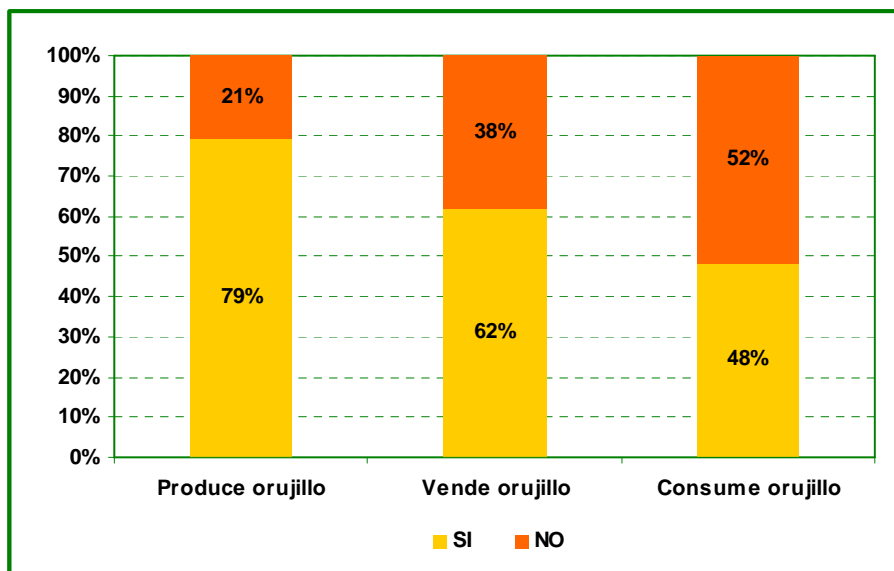
Fuente: Elaboración propia.

Los **precios medios** percibidos por el hueso de aceituna en las extractoras encuestadas fue de **53,22** y **57,02 €/t**, en las campañas 2006/07 y 2007/08 respectivamente.

### 5.1.3.2. Orujillo

De las extractoras encuestadas, **23** generan orujillo, es decir, el **79%** de los casos<sup>24</sup>. Las plantas que lo autoconsumen asciende a **14**, lo que representa casi la mitad (**48%**).

**Gráfico 10** Proporción de extractoras que producen, venden y/o autoconsumen orujillo.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra la producción, autoconsumo y disponibilidad de orujillo de las 11 extractoras que han proporcionado información cuantitativa completa en cuanto a estas tres cuestiones. Como se puede observar, la producción media obtenida en estas plantas en las dos campañas de estudio asciende a 532.959 toneladas, de las que se autoconsumieron el 16,4%.

**Tabla 9** Producción, autoconsumo y disponibilidad de subproductos en las extractoras encuestadas.

	toneladas		
	Campaña 2006/2007	Campaña 2007/2008	Promedio
Producción de orujillo	503.499	562.419	<b>532.959</b>
Autoconsumo de orujillo	92.453	81.588	<b>87.020</b>
Orujillo disponible	411.047	480.831	<b>445.939</b>

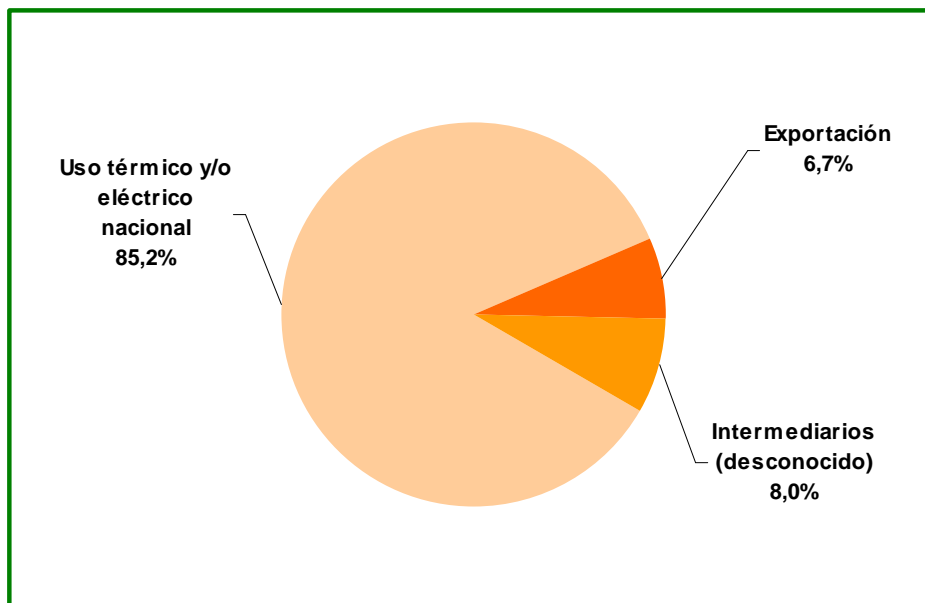
Fuente: Elaboración propia.

En relación a la cantidad de orujillo no autoconsumido o **disponible**, el 85,2% se destinó a las plantas de generación eléctrica con biomasa andaluzas, mientras que el 6,7% se exportó a

<sup>24</sup> Como ya se ha indicado, no se genera orujillo en todas las extractoras porque en el estudio se han incluido también los secaderos y las extractoras de aceite de orujo que utilizan procedimientos exclusivamente físicos, y en ambos tipos de industrias no se genera este subproducto.

otros países (Gráfico 11 ). El resto (8,0%) se gestionó a través de intermediarios, por lo que se desconoce su destino final.

**Gráfico 11** Destino los subproductos no autoconsumidos (media de las campañas 2006/07 y 2007/08).



Fuente: Elaboración propia.

Los **precios medios** percibidos por la venta de orujillo fueron respectivamente de **43,55** y **47,76 €/t** en las campañas 2006/07 y 2007/08.

Otros datos de interés proporcionados por el sector a través de las encuestas fueron la humedad media del orujo húmedo (66,25%), del orujo seco (9,00%) y del orujillo (10,05%). Asimismo, del análisis de la información recabada en las encuestas se deduce que existen 9 empresas que utilizan cogeneración con gas natural para obtener calor de proceso (el 30% del total), siendo las industrias de mayor tamaño.

## 5.1.4. Subproductos generados en las entamadoras

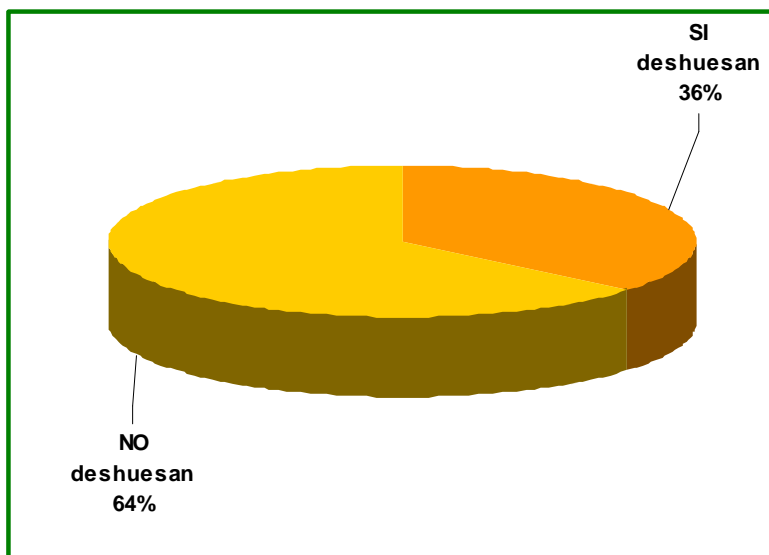
### 5.1.4.1. Hueso de aceituna

Como se ha indicado anteriormente, en el estudio no se ha contabilizado el hueso de aceituna producido en las entamadoras (generado en la elaboración aceituna sin hueso o rellena). En este apartado se muestran los resultados obtenidos de las encuestas en cuanto a la proporción de entamadoras que generan este subproducto y el precio medio percibido por el mismo, información obtenida de 152 entamadoras (ver apartado 4.1.3.3)

El **36%** de las entamadoras consultadas (152) deshuesa para producir aceituna sin hueso o rellena frente al 64% que no lo hace (Gráfico 12 ). La totalidad de este hueso se lleva junto con la aceituna de destrío a las almazaras, siendo incorporado al ciclo de producción de aceite de oliva. En ningún caso se utiliza para la producción de energía debido a que el precio obtenido es superior al que puede alcanzar en el mercado energético. Los **precios medios** percibidos

por las entamadoras por la venta del hueso junto con la aceituna de destrío fue de **67,70** y **69,04 €/t**, en las campañas 2006/07 y 2007/08 respectivamente.

**Gráfico 12** Proporción de entamadoras que realizan deshuesado.



Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.4.2. Hojín

A continuación se muestra la producción total de hojín de las entamadoras encuestadas que han suministrado datos cuantitativos a este respecto (21), así como sus principales destinos. La producción media en estas plantas fue de 863 toneladas al año.

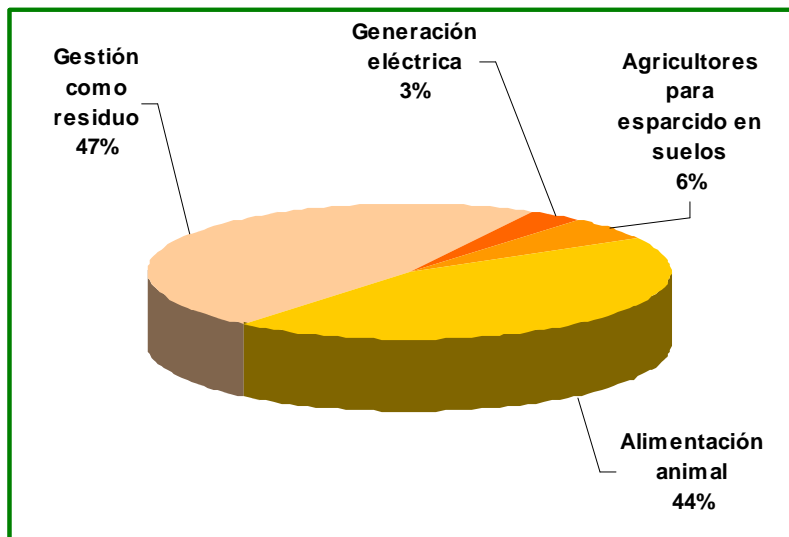
**Tabla 10** Producción de hojín en las entamadoras encuestadas.

Hojín	toneladas		
	Campaña 2006/2007	Campaña 2007/2008	Promedio
Producción	687	1.040	863

Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte de este hojín se gestiona como un residuo sin aprovechamiento de ningún tipo (**47%**) o es retirado por ganaderos para su utilización en alimentación animal (**44%**)(media de las campañas 2006/07 y 2007/08) (Gráfico 13 ). El **6%** es retirado por agricultores que lo utilizan como abono esparcido directamente en el suelo. Una pequeña parte (**3%**) es adquirida por plantas de generación eléctrica a partir de biomasa.

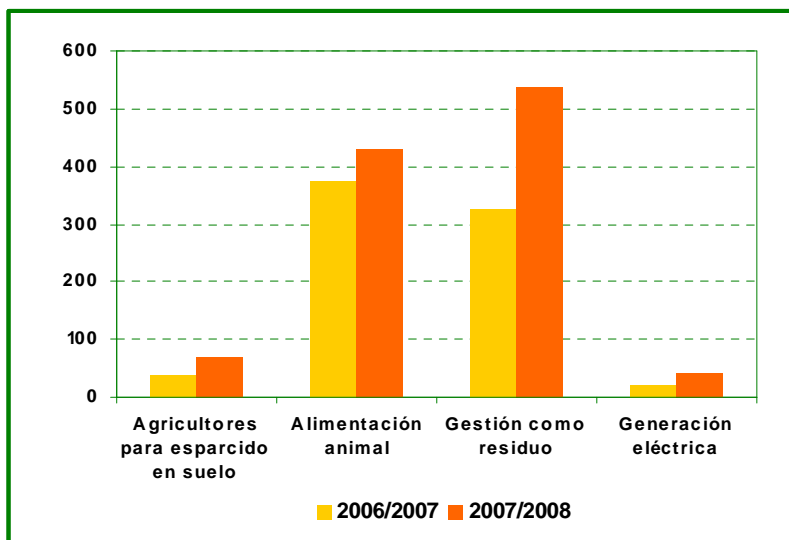
**Gráfico 13** Destino del hojín de las entamadoras encuestadas (media de las campañas 2006/07 y 2007/08).



Fuente: Elaboración propia.

Aunque la generación eléctrica en plantas de biomasa es el destino que más ha aumentado entre las dos campañas de estudio (un 109%), es la gestión como un residuo el que ha absorbido la mayor parte del aumento que se ha producido en la producción de hojín entre ellas (Gráfico 14 ).

**Gráfico 14** Destino de los restos de hojas y ramas finas de las almazaras encuestadas (campañas 2006/07 y 2007/08).



Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. Estimación del potencial de producción de subproductos

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la estimación realizada con la metodología propuesta (apartado 4.3).

La producción media estimada de hueso de aceituna de las campañas 2006/2007 y 2007/2008 fue de **277.063** toneladas anuales (13,00% de humedad), de las que el 86,7% se produjo en las almazaras y el 13,3% en las extractoras (Tabla 11). De esta cantidad el sector (almazaras y extractoras) autoconsumió 78.427 toneladas (el 28,3%) en la obtención de calor para su proceso productivo. La cantidad no autoconsumida o disponible para otros usos fue de 198.636 toneladas anuales, el 71,7% del total.

En cuanto a hojín, la cantidad media producida fue de **432.984** toneladas anuales (37,46% de humedad), en su mayor parte en las almazaras (98,2%) y el resto en las entamadoras (1,7%). Este subproducto se encuentra disponible en su totalidad para diferentes usos ya que no se suele utilizar con fines energéticos en estas agroindustrias.

La producción estimada media de orujillo en las extractoras andaluzas fue de **985.551** toneladas anuales (10,05% de humedad), de las que estas mismas agroindustrias autoconsumieron 111.270 toneladas anuales (11,3% del total) para la obtención de calor de proceso. Por tanto, la cantidad disponible para otros usos se estima en **874.282** toneladas anuales (88,7%).

**Tabla 11** Producción, autoconsumo y disponibilidad de subproductos del sector del olivar en Andalucía (toneladas).

	toneladas		
	Campaña 2006/2007	Campaña 2007/2008	Promedio
<b>TOTAL SECTOR DEL OLIVAR</b>			
<b>Hueso de aceituna</b>	256.861	297.264	<b>277.063</b>
<i>Autoconsumo</i>	78.496	78.357	<b>78.427</b>
<i>Disponible</i>	178.365	218.907	<b>198.636</b>
<b>Hojín</b>	423.488	442.479	<b>432.984</b>
<i>Autoconsumo</i>	0	0	<b>0</b>
<i>Disponible</i>	423.488	442.479	<b>432.984</b>
<b>Orujillo</b>	899.040	1.072.064	<b>985.552</b>
<i>Autoconsumo</i>	112.185	110.355	<b>111.270</b>
<i>Disponible</i>	786.855	961.709	<b>874.282</b>
<b>ALMAZARAS</b>			
<b>Hueso de aceituna</b>	222.017	258.532	<b>240.274</b>
<i>Autoconsumo</i>	62.314	62.944	<b>62.629</b>
<i>Disponible</i>	159.703	195.588	<b>177.646</b>
<b>Hojín</b>	416.809	434.490	<b>425.649</b>
<i>Autoconsumo</i>	0	0	<b>0</b>
<i>Disponible</i>	416.809	434.490	<b>425.649</b>
<b>EXTRACTORAS</b>			
<b>Hueso de aceituna</b>	34.845	38.732	<b>36.788</b>
<i>Autoconsumo</i>	16.182	15.413	<b>15.798</b>
<i>Disponible</i>	18.662	23.319	<b>20.991</b>
<b>Orujillo</b>	899.040	1.072.064	<b>985.552</b>
<i>Autoconsumo</i>	112.185	110.355	<b>111.270</b>
<i>Disponible</i>	786.855	961.709	<b>874.282</b>
<b>ENTAMADORAS</b>			
<b>Hojín</b>	6.679	7.989	<b>7.334</b>
<i>Autoconsumo</i>	0	0	<b>0</b>
<i>Disponible</i>	6.679	7.989	<b>7.334</b>

Nota: Los valores están expresados a una humedad del 13,00% en el caso del hueso de aceituna, 10,05% en el del orujillo y 37,46% en el del hojín.

Fuente: Elaboración propia.

## 5.3. Estimación del potencial energético

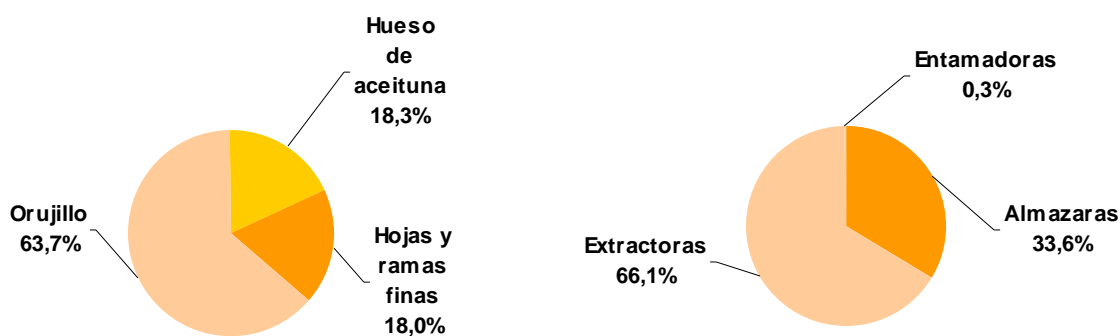
El potencial energético total de los subproductos generados en las agroindustrias del olivar de Andalucía, en términos de energía primaria, se estima en **567.702 tep/año** (media de las campañas estudiadas), lo que representa el **2,8%** del consumo total de energía primaria que se

produjo en Andalucía en el año 2008, que fue de 20.143,8 ktep (AAE, 2010). Del total de este potencial energético, **497.440 tep/año** (87,6%) no se autoconsumen en el mismo sector.

La mayor parte de este potencial procede del orujillo, que con 361.476 tep/año representa el 63,7% del total estimado para todos los subproductos del sector. El potencial del hueso de aceituna es de 104.043 tep y el del hojín de 102.183 tep, lo que representa una participación en el total del 18,3% y 18,0% respectivamente.

Por subsectores, los subproductos de las extractoras tienen un potencial de 375.290 tep anuales, lo que representa el 66,1% del total. Le siguen en importancia los subproductos de las almazaras, que representan el 33,6% (190.228 tep/año), mientras que los de las entamadoras tan solo contribuyen con el 0,3%.

**Gráfico 15** Participación de los distintos tipos de subproductos y agroindustrias al potencial energético total estimado (media de las campañas 2006/2007 y 2007/2008).



Fuente: Elaboración propia.



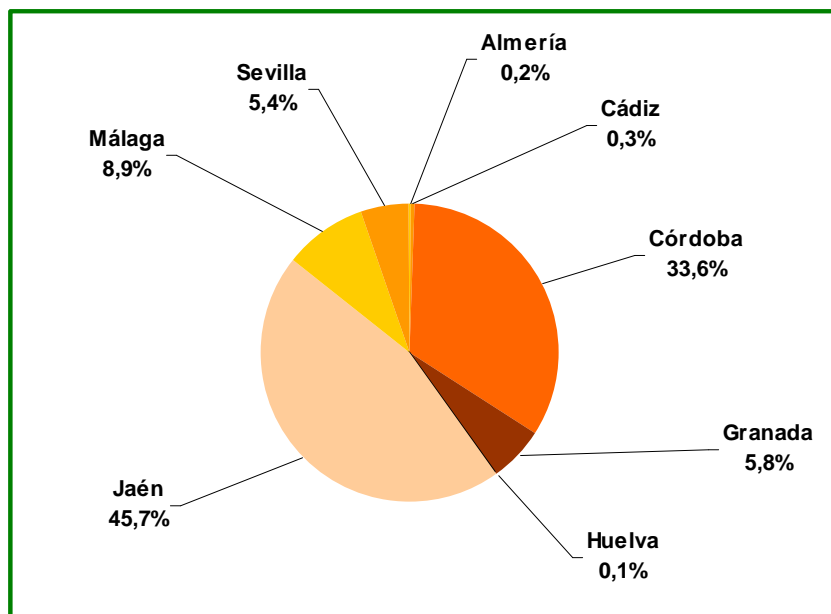
**Tabla 12** Potencial energético de los subproductos de las agroindustrias del sector del olivar.

	tep		
	Campaña 2006/2007	Campaña 2007/2008	Promedio
<b>TOTAL SECTOR DEL OLIVAR</b>	<b>526.145</b>	<b>609.259</b>	<b>567.702</b>
<i>Total autoconsumo</i>	70.624	69.900	70.262
<i>Total disponible</i>	455.521	539.359	497.440
<b>Hueso de aceituna</b>	96.457	111.629	<b>104.043</b>
<i>Autoconsumo</i>	29.477	29.425	<b>29.451</b>
<i>Disponible</i>	66.980	82.204	<b>74.592</b>
<b>Hojín</b>	99.942	104.424	<b>102.183</b>
<i>Autoconsumo</i>	0	0	0
<i>Disponible</i>	99.942	104.424	<b>102.183</b>
<b>Orujillo</b>	329.746	393.206	<b>361.476</b>
<i>Autoconsumo</i>	41.147	40.475	<b>40.811</b>
<i>Disponible</i>	288.599	352.731	<b>320.665</b>
<b>ALMAZARAS</b>	<b>181.738</b>	<b>199.623</b>	<b>190.681</b>
<b>Hueso de aceituna</b>	83.372	97.084	<b>90.228</b>
<i>Autoconsumo</i>	23.400	23.637	<b>23.518</b>
<i>Disponible</i>	59.972	73.447	<b>66.709</b>
<b>Hojín</b>	98.366	102.539	<b>100.453</b>
<i>Autoconsumo</i>	0	0	0
<i>Disponible</i>	98.366	102.539	<b>100.453</b>
<b>EXTRACTORAS</b>	<b>342.830</b>	<b>407.751</b>	<b>375.290</b>
<b>Hueso de aceituna</b>	13.085	14.545	<b>13.815</b>
<i>Autoconsumo</i>	6.077	5.788	<b>5.932</b>
<i>Disponible</i>	7.008	8.757	<b>7.882</b>
<b>Orujillo</b>	329.745	393.206	<b>361.476</b>
<i>Autoconsumo</i>	41.147	40.475	<b>40.811</b>
<i>Disponible</i>	288.599	352.731	<b>320.665</b>
<b>ENTAMADORAS</b>	<b>1.576</b>	<b>1.885</b>	<b>1.731</b>
<b>Hojín</b>	1.576	1.885	<b>1.731</b>
<i>Autoconsumo</i>	0	0	0
<i>Disponible</i>	1.576	1.885	<b>1.731</b>

Fuente: Elaboración propia.

A nivel provincial, la mayor parte del potencial energético se concentra en Jaén y Córdoba, que aglutinan el 45,7% y el 33,6% del total respectivamente (en conjunto cerca del 80%) (Gráfico 16 ). Le siguen por orden de importancia las provincias de Málaga (8,9%), Granada (5,8%) y Sevilla (5,4%).

**Gráfico 16** Participación de las distintas provincias en el potencial energético total de los subproductos de las agroindustrias del sector del olivar (media de las campañas 2006/07 y 2007/08).



Fuente: Elaboración propia.

El potencial energético estimado equivale a una producción eléctrica de **1.425,7 GWh<sup>25</sup>** anuales, lo que representa el consumo doméstico de una población de **922.919 habitantes** (297.729 hogares)<sup>26</sup>. Esto equivaldría a una reducción de emisiones de **530.349 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq** al año<sup>27</sup>, el 0,8% de las emisiones totales de Andalucía en 2006, que fue de 65.415.000 tCO<sub>2</sub>-eq (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008). El uso de este potencial para cogeneración (producción eléctrica y térmica) o exclusivamente para la generación de energía térmica podría evitar la emisión de hasta **1.742.845 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq** anuales<sup>28</sup>, el 2,7% del total de emisiones de Andalucía en 2006.

<sup>25</sup> Valor calculado en base a un factor de conversión de 0,3982 tep/MWh (IDAE, 2005) correspondiente a biomasa eléctrica (para simplificar los cálculos se ha considerado que toda la biomasa se utiliza para la generación eléctrica sin tener en cuenta que una parte se puede usar para co-combustión).

<sup>26</sup> Valores calculados en base a un consumo de 1.544,74 kWh/hab.año y de 4.788,49 kWh/hogar.año respectivamente, obtenidos a partir del consumo de energía eléctrica del sector residencial en Andalucía (12.320,3 GWh en 2006 según datos de la Agencia Andaluza de la Energía) y de la población y número de hogares existente en ese mismo año (7.975.672 habitantes y 2.572.900 hogares, respectivamente, según datos del Instituto de Estadística de Andalucía).

<sup>27</sup> Las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas se han calculado considerando que la energía generada sustituyera a la electricidad procedente de una central de ciclo combinado con gas natural que tuviera un rendimiento del 54% (372 tCO<sub>2</sub>/GWh) (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, 2005).

<sup>28</sup> Calculado considerando la sustitución de la misma cantidad de energía para usos térmicos procedente de gasóleo C (3,070 tCO<sub>2</sub>/tep) (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, 2005).

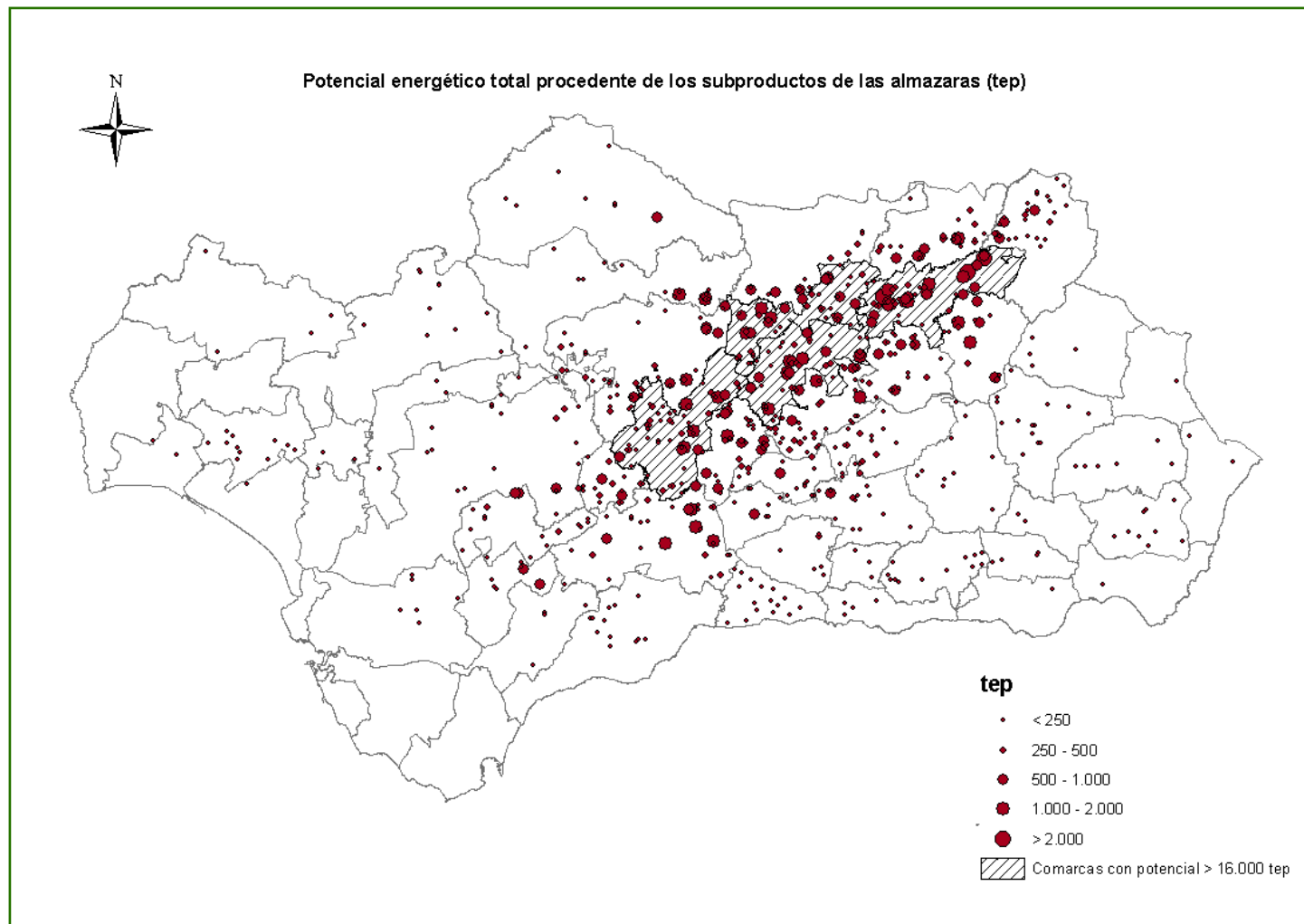
## 5.4. Representación geográfica del potencial energético estimado

En los siguientes mapas se muestra el potencial energético total estimado de los subproductos de las agroindustrias del sector del olivar utilizando símbolos graduados, es decir, mediante símbolos de tamaño proporcional a los valores de las clases consideradas de potencial energético. En todos los casos el valor representado corresponde a la media de las campañas 2006/07 y 2007/08.

### 5.4.1. Almazaras

El potencial energético de los subproductos de las almazaras se distribuye con una gran amplitud en Andalucía, concentrándose principalmente por el área del cultivo del olivo. Cabe destacar la concentración existente en cuatro comarcas: La Loma, Campiña del Sur y Campiña del Norte, en Jaén; y Campiña Alta, en Córdoba.

**Mapa 1** Potencial energético total estimado de los subproductos de las almazaras representado mediante símbolos graduados (tep).

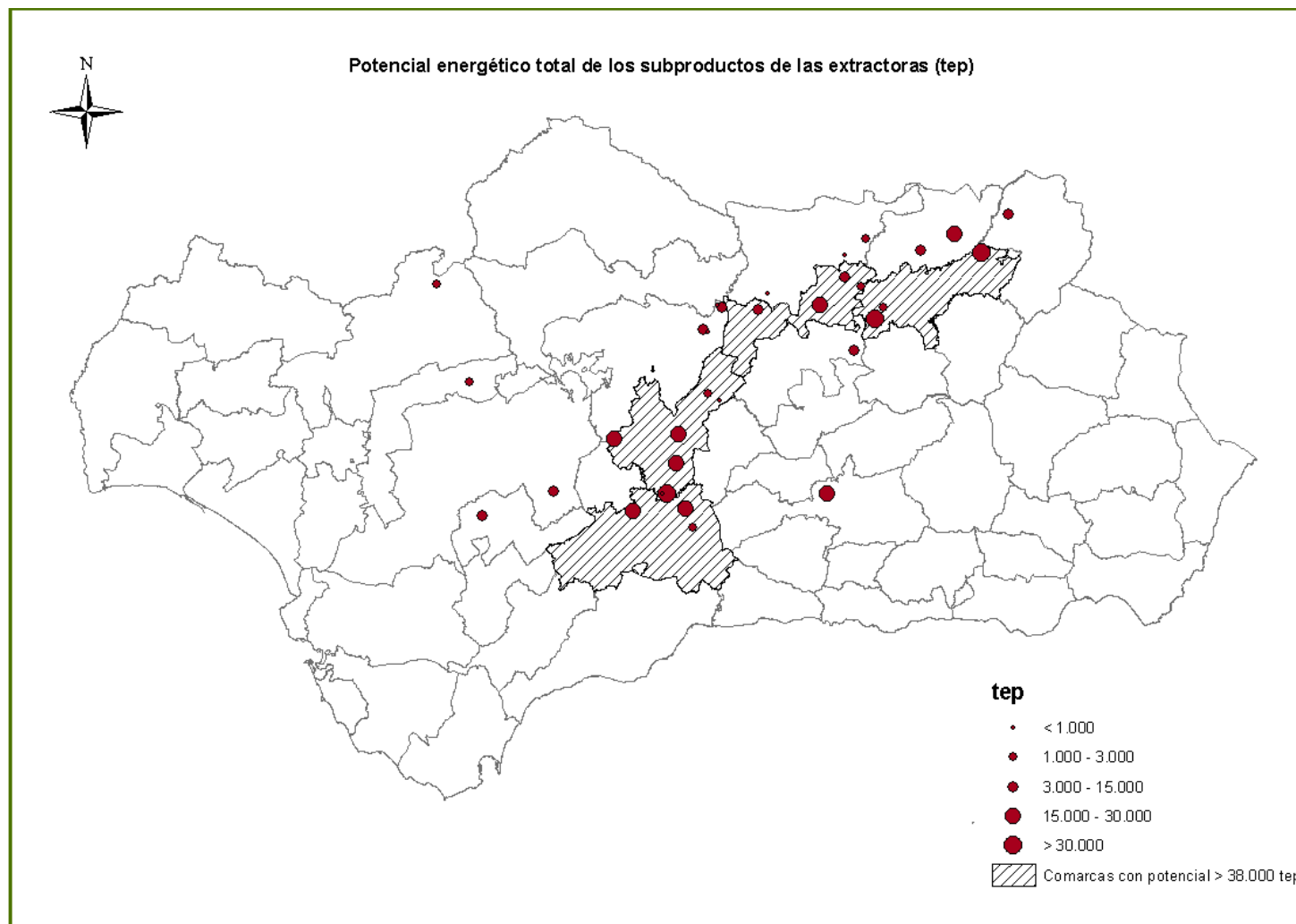


Fuente: Elaboración propia.

## 5.4.2. Extractoras

El potencial de las extractoras se concentra principalmente en tres zonas. La primera y más importante, con cinco enclaves de máximo potencial energético (> 30.00 tep), se encuentra entre la comarca cordobesa de Campiña Alta y la de Antequera (provincia de Málaga). Las otras dos zonas de concentración se sitúan en la provincia de Jaén: una al norte, en las comarcas de La Loma y el Condado y la otra en el centro, en las comarcas de la Campiña del Norte y suroeste de La Loma.

**Mapa 2** Potencial energético total estimado de los subproductos de las extractoras representado mediante símbolos graduados (tep).

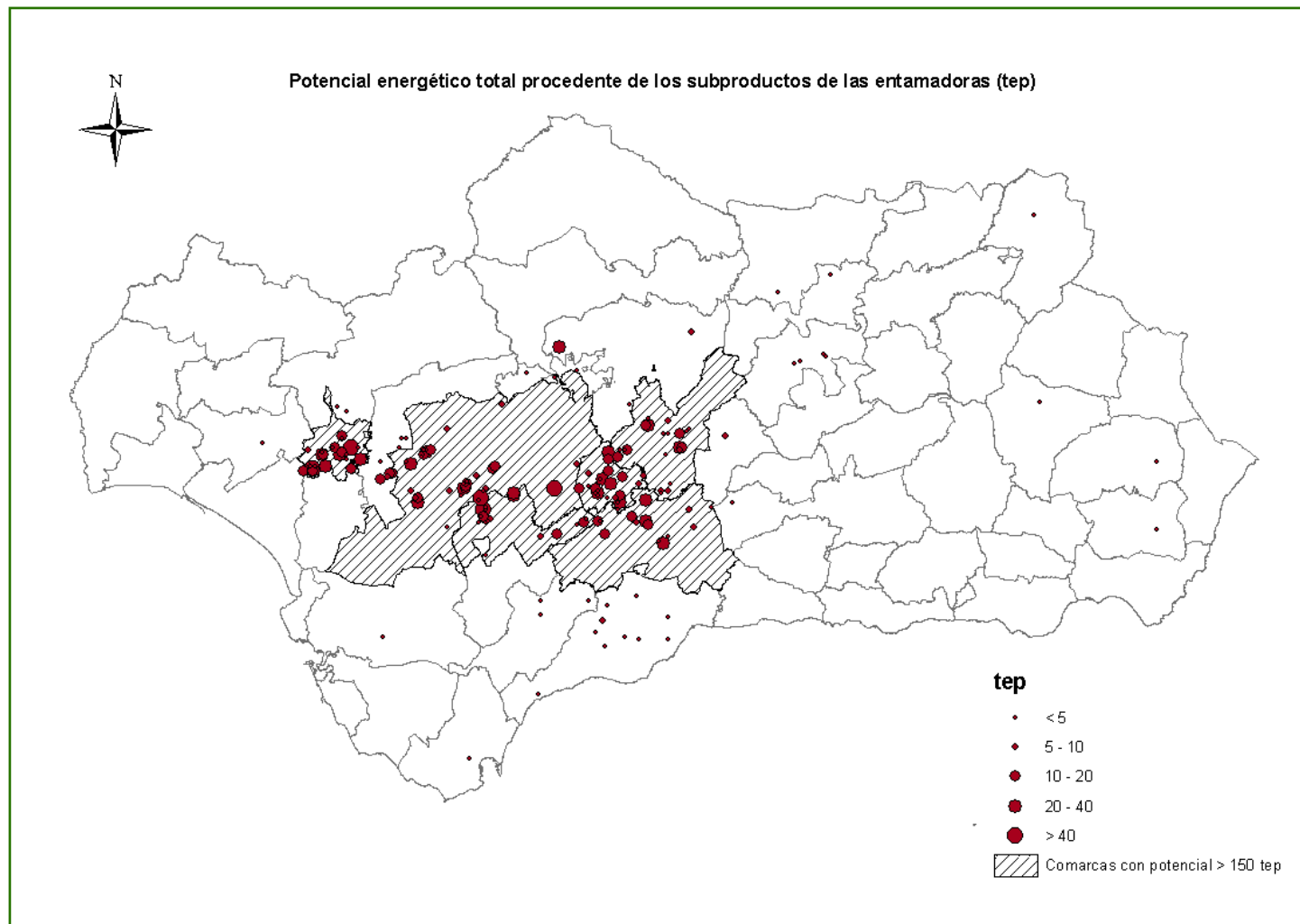


Fuente: Elaboración propia.

### 5.4.3. Entamadoras

Como se puede observar, este potencial energético se concentra principalmente en cuatro zonas. La primera, por orden de oeste a este, comprende gran parte de la comarca de El Aljarafe (Sevilla). La segunda incluye zonas de las comarcas de La Vega y La Campiña (ambas en Sevilla). La tercera incluye parte de La Campiña y la Sierra Sur (ambas también en Sevilla). La última zona se extiende por una amplia extensión que incluye las comarcas de Estepa y Sierra Sur, en la provincia de Sevilla; Norte o Antequera, en Málaga; y Campiña Alta, en Córdoba.

**Mapa 3** Potencial energético total estimado de los subproductos de las entamadoras representado mediante símbolos graduados (tep).



Fuente: Elaboración propia.



## 6. CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones obtenidas en este estudio agrupadas según la temática a la que hacen referencia:

### Resultados de las encuestas

#### Almazaras:

- La mayor parte de las almazaras andaluzas extrae el hueso de aceituna del orujo que generan como subproducto (concretamente el 80% de las encuestadas), con el objetivo de utilizarlo como biocombustible para obtener calor de proceso y vender el excedente.
- La producción de hueso ha aumentado entre las dos campañas estudiadas en relación a la cantidad de aceituna procesada, lo que indica un mayor interés hacia la venta de este biocombustible, vinculado muy probablemente a las buenas perspectivas en cuanto a su precio de mercado.
- La mayor parte del hueso vendido (62%) se destinó a explotaciones ganaderas, mayoritariamente avícolas; agroindustrias como almazaras y extractoras; y otras industrias (cerámica, etc.). Una pequeña parte (6%) se utiliza para la generación de electricidad en plantas de biomasa.
- Respecto al hojín, la mayor parte (35%) es retirado para utilizarse como abono, ya sea compostado previamente junto con otros residuos agrarios o esparcido directamente en el suelo por los agricultores. El 31% es retirado por ganaderos para destinarse a alimentación animal, el 16% se gestiona como un residuo sin aprovechamiento de ningún tipo y el 10% para generación eléctrica en plantas de biomasa. Éste último es el destino del hojín que ha aumentado en mayor medida entre las dos campañas estudiadas, concretamente ha experimentado un crecimiento del 913%.

#### Extractoras:

- Según los datos suministrados por las extractoras para las campañas estudiadas, el 29,1% del hueso de aceituna y el 16,4% del orujillo obtenido en las mismas fue autoconsumido para obtener calor de proceso.
- La mayor parte del hueso no autoconsumido en las campañas estudiadas se exportó a otros países (47,3%). En cuanto al orujillo no autoconsumido, el 85,2% se destinó a las plantas andaluzas de generación eléctrica con biomasa.
- Las extractoras que han optado por la cogeneración para obtener calor de proceso son en general las de mayor tamaño. Esto indica que su rentabilidad sigue una economía de escala y que las más pequeñas tienen mayor dificultad para afrontar la elevada inversión inicial requerida.

#### Entamadoras

- La totalidad del hueso producido en las entamadoras que elaboran aceituna con hueso o rellena se destina junto con la aceituna de destrío a las almazaras, incorporándose al ciclo de producción de aceite de oliva. En ningún caso se utiliza para la producción de energía

debido a que el precio pagado por las almazaras es superior al que puede alcanzar en el mercado energético.

- La mayor parte del hojín generado en las entamadoras se gestiona como un residuo sin aprovechamiento de ningún tipo (47%) o es retirado por ganaderos para su utilización en alimentación animal (44%). El 6% es retirado por agricultores que lo utilizan como abono esparcido directamente en el suelo. Una pequeña parte (3%) es adquirida por plantas de generación eléctrica a partir de biomasa, que es el destino que ha aumentado en mayor medida entre las dos campañas de estudio.

## Potencial de producción de subproductos en la agroindustria del sector del olivar

- Como media de las campañas 2006/2007 y 2007/2008 se estima que las agroindustrias del sector del olivar en conjunto produjeron anualmente en Andalucía **277.063** toneladas de hueso de aceituna (13% de humedad), **432.984** toneladas de hojín (37% de humedad) y **985.552** toneladas de orujillo (10% de humedad).
- Sólo una pequeña parte de estos subproductos se autoconsume en las mismas agroindustrias donde se producen (para la producción de calor de proceso), por lo que existe una gran cantidad disponible para distintos usos; concretamente el **71,7%** del total del hueso de aceituna (198.636 toneladas), el **100,0%** del hojín (432.984 toneladas) y el **88,7%** del orujillo (874.282 toneladas).

## Potencial energético de los subproductos de las extractoras

- El potencial energético de los subproductos de la agroindustria del olivar en Andalucía asciende a **567.702** tep/año (media de las campañas estudiadas), lo que representa el **2,8%** del consumo total de energía primaria de la región. Del total de este potencial energético, **497.440** tep/año (87,6%) no se autoconsumen en el mismo sector, de modo que se encuentran disponibles para otros usos.
- La mayor parte de este potencial procede del orujillo, representado el 63,7% del total (361.476 tep/año). Debido a ello, los subproductos de las extractoras representan la mayor parte del potencial, aglutinándose en ellas el 66,1% del potencial total (375.290 tep anuales). Le siguen en importancia los subproductos de las almazaras, que representan el 33,6% (190.228 tep/año), debido tanto a la aportación de hueso de aceituna como de hojín. Las entamadoras por el contrario, tan solo contribuyen con un 0,3%.
- El potencial energético de estos subproductos equivale a una producción eléctrica de **1.425,7 GWh** anuales, lo que representa el consumo doméstico de una población de **922.919 habitantes**. La sustitución de esta energía eléctrica por la generada a partir de combustibles fósiles equivaldría a una reducción de **530.349 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq** al año, el 0,8% de las emisiones totales de Andalucía en 2006. El uso de este potencial para cogeneración (producción eléctrica y térmica) o exclusivamente para la generación de energía térmica podría evitar la emisión de hasta **1.742.845 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq** anuales, el 2,7% del total de emisiones de Andalucía en 2006.
- A nivel provincial, la mayor parte del potencial energético se concentra en Jaén y Córdoba, que aglutinan el **45,7%** y el **33,6%** del total respectivamente (en conjunto cerca del 80%).

Le siguen por orden de importancia las provincias de Málaga (8,9%), Granada (5,8%) y Sevilla (5,4%).

- A nivel comarcal se concentra principalmente en:
  - Almazaras: La Loma, Campiña del Sur y Campiña del Norte, en Jaén; y Campiña Alta, en Córdoba.
  - Extractoras: Campiña Alta, en Córdoba; Antequera, en Málaga; y La Loma, el Condado y Campiña del Norte, en Jaén.
  - Entamadoras: El Aljarafe, La Vega, La Campiña, Estepa y Sierra Sur, en Sevilla; Norte o Antequera, en Málaga; y Campiña Alta, en Córdoba.

## BIBLIOGRAFÍA

- AAE (2008). *Situación de la biomasa en Andalucía*. Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía.
- AAE (2010). *Datos Energéticos de Andalucía 2008*. Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía.
- Consejería de Agricultura y Pesca (2008). *Potencial Energético de la biomasa residual agrícola y ganadera en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Consejería de Medio Ambiente, CMA (2007). *Plan Andaluz de Acción por el Clima. Programa de Mitigación 2007-2012*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Cruz, F., Palomar, J.M., Ortega, A. (2006). "Ciclo energético integral del sector oleícola en la provincia de Jaén (España)". *Grasas y Aceites*. Abril – Junio, 219-228. ISSN. 0017-3495
- Domínguez, J., M. J. Marcos (2000). "GIS applied to evaluate biomass power in Andalucía (Spain)". *Cybergeo. European Journal of Geography*. Nº142. 14. p. ISSN. 1278-3366.
- Domínguez, J., Ciria, P., Esteban, S., Sánchez, D., Lasry, P. (2003). "Evaluación de la biomasa potencial como recurso energético en la región de Navarra (España)". *GeoFocus (Informes y Comentarios)*, 3:1-10. ISSN: 1578- 5157.
- Fernández, J. (2009). *Biocombustibles sólidos modernos: producción y aplicaciones*. Hojas divulgadoras Núm. 2128 HD. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España.
- Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, IDAE (2005). *Plan de Energías Renovables, 2005-2010*. IDAE, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Madrid.
- Martínez, G., Giraldez, J.V. y Ordóñez R., (2004). *Evolución temporal del madurado de alperujo procedente de almazara*. E.T.M.S.I.M.A. Universidad de Córdoba.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008). Nota sobre emisiones GEI por Comunidades Autónomas a partir del Inventario Español. [http://www.mma.es/secciones/calidad\\_contaminacion/pdf/Notas\\_GEI\\_por\\_CCAA\\_con\\_anio\\_base.pdf](http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/pdf/Notas_GEI_por_CCAA_con_anio_base.pdf)
- Sánchez, P., Ruiz, M. V. (2006). "Production of pomace olive oil". *Grasas y Aceites*. Enero – Marzo, 47-55. ISSN. 0017-3495.
- Sancho, A., García, M.B.(2001). "El orujillo de aceituna como materia prima para la producción de energía eléctrica". *Energía: Ingeniería energética y medioambiental*. Nº. 157, 55-70. ISSN. 0210-2056.
- SODEAN (1999). *Potencial y aprovechamiento energético de la biomasa del olivar en Andalucía*. SODEAN, Junta de Andalucía.

# ANEXO 1: CUESTIONARIO UTILIZADO PARA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LAS ALMAZARAS

## 1. Cuestionario sobre el hojín

### ENCUESTA DIRIGIDA A ALMAZARAS

Estudio: "Potencial energético de la biomasa residual de la industria del sector del olivar"

#### DATOS IDENTIFICATIVOS

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

Número de registro industrial (RIA): \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_

Nombre de la persona entrevistada: \_\_\_\_\_

Cargo que ocupa en la empresa: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

#### CUESTIONARIO

Antes de la molturación de la aceituna se procede a su limpieza para eliminar las pequeñas ramas y hojas de olivo que lleva consigo.

1. ¿Qué cantidad, o porcentaje respecto al peso de aceituna de entrada, se produce por campaña de este residuo?      **2006/2007**      **2007/2008**

(Indicar unidad: kg o %) \_\_\_\_\_

2. ¿Cuál es su destino?

- se aprovecha junto a otra biomasa en la propia planta para producir calor para el proceso productivo
- se elimina quemándolo sin aprovechamiento energético
- se elimina mezclándolo con el resto de residuos no aprovechables de la almazara y se gestiona como un residuo no peligroso

alimentación animal

otros \_\_\_\_\_



## 2. Cuestionario sobre el hueso de aceituna

### ENCUESTA DIRIGIDA A ALMAZARAS

*Estudio: "Potencial energético de la biomasa residual de la industria del sector del olivar"*

#### DATOS IDENTIFICATIVOS

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

Número de registro industrial (RIA): \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_

Nombre de la persona entrevistada: \_\_\_\_\_

Cargo que ocupa en la empresa: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

#### CUESTIONARIO

3. En el caso de que produzcan hueso de aceituna<sup>29</sup>, mediante el deshuesado del orujo o alperujo que se genera en sus instalaciones, ¿podría indicar la cantidad que obtuvieron en las campañas 2006/2007 y 2007/2008?

2006/2007    2007/2008

Cantidad de **hueso de aceituna producida (kg)**:    \_\_\_\_\_

4. En el caso de que vendan todo o parte del hueso de aceituna que producen, ¿podría indicar la cantidad vendida en las campañas 2006/2007 y 2007/2008, su precio de venta y principal destinatario?

2006/2007    2007/2008

Cantidad de **hueso de aceituna vendida (kg)**:    \_\_\_\_\_

**Precio de venta (€/kg)**:    \_\_\_\_\_

**Destino principal**:

<sup>29</sup> El hueso de aceituna es un subproducto de las industrias de transformación de la aceituna, almazaras y extractoras que posee unas características adecuadas para su uso como combustible limpio y renovable en calderas industriales y domésticas.

Cliente que utiliza el hueso como biocombustible (¿Cuál: Almazara, industria de cerámica, planta eléctrica, etc?: \_\_\_\_\_)

Empresa dedicada a su distribución (intermediario)

Otros \_\_\_\_\_

5. En el caso de que utilicen hueso de aceituna como biocombustible en su almazara, ya sea obtenido dentro o fuera de ella, podría indicar la cantidad que consumieron en las campañas 2006/2007 y 2007/2008, su precio en el caso de la compra y para que lo utilizan.

**2006/2007    2007/2008**

Cantidad de **hueso de aceituna consumida (kg)**: \_\_\_\_\_

**Precio de compra (€/kg)**: \_\_\_\_\_

**¿Para que lo utilizan?** \_\_\_\_\_



## Anexo 3: CUESTIONARIO UTILIZADO PARA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LAS EXTRACTORAS

### ENCUESTA DIRIGIDA A EXTRACTORAS DE ACEITE DE ORUJO

Estudio: "Potencial energético de la biomasa residual de la industria del sector del  
olivar"

#### DATOS IDENTIFICATIVOS

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

Número de registro industrial (RIA): \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_

Nombre de la persona entrevistada: \_\_\_\_\_

Cargo que ocupa en la empresa: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

#### CUESTIONARIO

6. ¿Qué cantidad de orujo graso húmedo y/o seco<sup>30</sup> procesaron en las campañas  
2006/2007 y 2007/2008? Indique el grado de humedad.

2006/2007 2007/2008

Cantidad procesada de orujo húmedo (toneladas): \_\_\_\_\_

Humedad (%): \_\_\_\_\_

Cantidad procesada de orujo seco (toneladas): \_\_\_\_\_

Humedad (%): \_\_\_\_\_

<sup>30</sup> Se refiere al orujo seco que entra en la fábrica, no al procedente del secado del orujo graso húmedo.

**7. ¿Qué producción aceite de orujo obtuvieron en las campañas 2006/2007 y 2007/2008?**

**2006/2007    2007/2008**

**Producción de Aceite de orujo (toneladas):**        \_\_\_\_\_

**8. Antes de proceder a la extracción del aceite de orujo ¿Realizan deshuesado<sup>31</sup> del orujo que llega a la planta?**

**SI.** En este caso:

**2006/2007    2007/2008**

**¿Qué cantidad de hueso obtuvieron? (toneladas):** \_\_\_\_\_

**¿Cuál es el destino del hueso obtenido?:**

**a) Autoconsumo.** En este caso:

**¿Para que lo utilizan?**

- secado de orujo húmedo
- generación de vapor para el proceso de extracción
- generación eléctrica
- Otros \_\_\_\_\_

**¿Lo autoconsumen....**

- Todo.
- Parcialmente. En este caso:

¿En qué porcentaje? \_\_\_\_\_ %

¿Cuál suele ser el destino del resto? Ver las dos opciones siguientes: **b) y c).**

**b) Venta a terceros.** En este caso,        **2006/2007    2007/2008**

**¿Cuál fue el precio**

**medio de venta? (€/kg)**        \_\_\_\_\_

**¿Cuál fue su destino principal?**

- Plantas de generación eléctrica con biomasa  
(Nombre de la planta: \_\_\_\_\_)
- Exportación

---

<sup>31</sup> Extracción del residuo sólido del orujo procedente de las almazaras con carácter previo a la extracción del aceite. Dicho residuo está constituido principalmente por el **hueso de la aceituna triturado** (se suele utilizar en las mismas extractoras para el secado del orujo).

Otros \_\_\_\_\_

c) Otros: \_\_\_\_\_

NO

NS/NC

9. ¿Qué cantidad de orujillo<sup>32</sup> obtuvieron en las campañas 2006/2007 y 2007/2008? Señale la humedad media del orujillo obtenido, y si la cantidad que ha indicado representa el orujillo total producido o el vendido.

2006/2007    2007/2008

Cantidad de **orujillo** producido (toneladas): \_\_\_\_\_

Porcentaje de humedad (%): \_\_\_\_\_

**La cantidad indicada se refiere a:**

Orujillo total producido

Orujillo vendido

10. ¿Cuál es el principal destino del orujillo obtenido?:

a) **Autoconsumo.** En este caso:

**¿Para que lo utilizan?**

secado de orujo húmedo

generación de vapor para el proceso de extracción

generación eléctrica

Otros \_\_\_\_\_

**¿Lo autoconsumen...:**

**Totalmente**

**Parcialmente**    En este caso:

¿En qué porcentaje? \_\_\_\_\_ %

¿Cuál es el destino del resto? Ver las dos opciones siguientes: **b**

y **c.**

b) **Venta a terceros.** En este caso,

2006/2007    2007/2008

**¿Cuál fue el precio medio de venta?** (€/kg) \_\_\_\_\_

**¿Cuál fue su destino principal?**

Plantas de generación eléctrica con biomasa (Nombre: \_\_\_\_\_)

<sup>32</sup> Subproducto generado tras la extracción del aceite de orujo.

Exportación

Otros \_\_\_\_\_

c) Otros: \_\_\_\_\_

**11. ¿Realizan cogeneración<sup>33</sup>?**

SI En este caso:

**¿Qué tipo de combustible utilizan?** \_\_\_\_\_

**¿Qué potencia tiene la instalación?** \_\_\_\_\_ (kW)

NO

NS/NC

**12. Para finalizar, en el siguiente espacio puede realizar los comentarios que estime oportunos en referencia al uso de la biomasa residual de las industrias agroalimentarias como fuente de energía renovable, el ahorro y eficiencia energética en estas industrias, así como sobre otros aspectos relacionados que considere importantes para su sector.**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Anexo 4: CUESTIONARIO UTILIZADO PARA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LAS ENTAMADORAS

### ENCUESTA DIRIGIDA A ENTAMADORAS

<sup>33</sup> Generación simultánea de electricidad y calor.

**Estudio: “Potencial energético de la biomasa residual de la industria del sector del olivar”**

**DATOS IDENTIFICATIVOS**

**Nombre de la empresa:** \_\_\_\_\_

**Número de registro industrial (RIA):** \_\_\_\_\_

**Municipio:** \_\_\_\_\_ **Provincia:** \_\_\_\_\_

**Nombre de la persona entrevistada:** \_\_\_\_\_

**Cargo que ocupa en la empresa:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**CUESTIONARIO**

**13. ¿Qué cantidad de hueso de aceituna<sup>34</sup> generaron en las campañas 2006/2007 y 2007/2008?**

**2006/2007    2007/2008**

Cantidad de **hueso de aceituna** generado (**kg**):    \_\_\_\_\_    \_\_\_\_\_

---

<sup>34</sup> El hueso de aceituna es un subproducto de las industrias de transformación de la aceituna, almazaras y extractoras que posee unas características adecuadas para su uso como combustible limpio y renovable en calderas industriales y domésticas.

**14. ¿Cuál fue el destino del hueso de aceituna obtenido?:**

**Autoconsumo.** En este caso: **¿Para que lo utilizan?** \_\_\_\_\_

**Venta a terceros.** En este caso:

**2006/2007    2007/2008**

**¿Cuál fue su precio medio de venta? (€/kg)** \_\_\_\_\_

**¿Cuál fue su destino principal?**

- Almazara, donde le extraen el aceite que contiene
- Cliente que utiliza el hueso como biocombustible (Tipo de consumidor: industria de cerámica, planta eléctrica, etc.: \_\_\_\_\_)
- Empresa dedicada a la distribución (intermediario) de biomasa o biocombustibles
- Otros \_\_\_\_\_

**Otros:** \_\_\_\_\_

**15. Cuando se lleva la aceituna a las entamadoras, ésta suele llevar consigo pequeñas ramas y hojas de olivo que se separan antes del procesado de la aceituna. ¿Qué cantidad de este residuo generaron en las campañas 2006/2007 y 2007/2008?**

**2006/2007    2007/2008**

**Cantidad de este residuo generada (kg)** \_\_\_\_\_

**¿Cuál fue su destino?** \_\_\_\_\_

**¿Perciben alguna remuneración por su venta?:**

- NO**
- SI.** En este caso: **2006/2007    2007/2008**

**Precio medio de venta: (€/kg)** \_\_\_\_\_