

Agencia Extremeña de la Energía



Acciones Gratuitas Cofinanciadas por el FSE



Los residuos de industrias agrícolas

Agencia Extremeña de la Energía



Agencia Extremeña de la Energía

www.formatebio.es

www.agenex.org

info@formatebio.es

Teléfonos y Direcciones:

Rnd. De San Francisco
Nº 3, 1ª Planta
10005 Cáceres

Telf.: +34 927 625 794

Fax: +34 927 625 795

agenex@dip-caceres.es

Avda. Antonio Masa Campos

Nº 26, Bajo

06011 Badajoz

Telf.: +34 924 26 21 61

Fax: +34 924 25 84 21

agenex@dip-badajoz.es

PRÓLOGO

Desde la Agencia Extremeña de la Energía, dentro del Programa Emplea Verde 2007-2013 y en coordinación con La Fundación Biodiversidad, se lanza el Proyecto FORMATE-BIO destinado a dar formación a trabajadores de Pymes y trabajadores agrarios que se encuentran involucrados en la cadena de valor de la biomasa. El proyecto tiene como objetivo la formación específica sobre cada una de sus potenciales áreas de mejora dentro de las empresas en las que se encuentran.

Dentro de la producción de energías con nuevas fuentes, algunas son ya suficientemente conocidas y otras no tanto. De ahí la labor por parte de la Agencia Extremeña de la Energía de dar a conocer qué es la biomasa y su gran potencial como fuente de energía en la región.

La biomasa, entendida como el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma, es un tipo de energía con amplio espectro de posibles materias primas.

El presente trabajo pretende ser un libro de consulta para todo aquel que tenga inquietudes sobre las distintas opciones dentro de la biomasa.

AGENCIA EXTREMEÑA DE LA ENERGÍA



residuos de
industrias ag

ÍNDICE

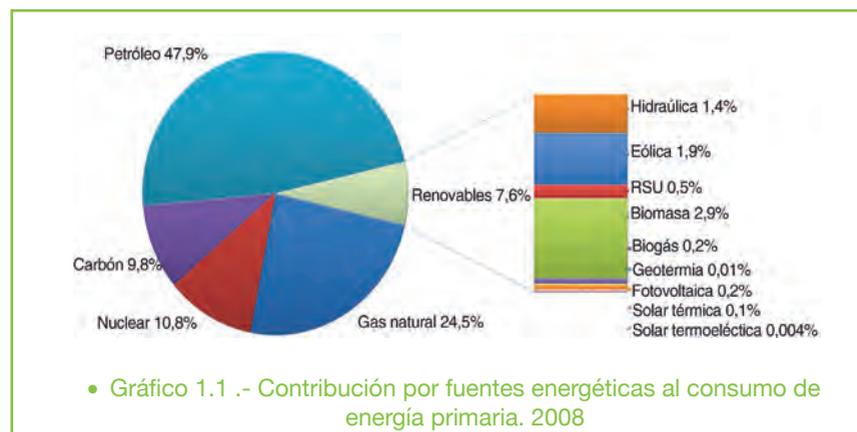
1. INTRODUCCIÓN	6
2. RESIDUOS DE INDUSTRIAS AGRÍCOLAS	9
2.1 Situación en Extremadura	9
2.1.1 Biomasa del olivar	9
2.1.2 Biomasa de industrias alcohólicas	12
2.1.3 Biomasa de industrias de transformación del tomate	14
2.1.4 Biomasa de industrias arroceras	15
2.2 Otros residuos agrícolas con interés en Extremadura	17
2.2.1 Frutos secos	17
2.2.2 Biomasa de la madera	17
2.2.3 Residuos de industrias corcheras	18
3. POTENCIAL DE BIOMASA EN EXTREMADURA	19
4. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA RESIDUAL DE INDUSTRIAS AGRÍCOLAS	21
4.1 Aprovechamiento energético de los Orujos/Alperujos	21
4.2 Aprovechamiento energético de otro tipo residuos	24
5. USOS Y APLICACIONES DE LA BIOMASA RESIDUAL DE INDUSTRIAS AGRÍCOLAS	25
5.1 Generación de energía térmica	25
5.2 Generación de energía eléctrica	26
5.3 Generación de hidrógeno	27
6. BIBLIOGRAFÍA	28

1. INTRODUCCIÓN

Las informaciones que se están difundiendo en los últimos años sobre las energías renovables y, dentro de ellas, sobre las posibilidades energéticas de la biomasa hacen pensar que tenemos a la vista una oportunidad interesante desde varios puntos de vista.

Materiales residuales de otras actividades económicas (agricultura, silvicultura, industrias asociadas a las anteriores, residuos ganaderos, etc) constituyen un amplio recurso energético. Objetivos energéticos y ambientales armonizarían bien en este planteamiento: se elimina un problema a la vez que se obtiene un nuevo beneficio.

En España, el consumo de energía primaria decreció un 3,1% respecto a 2007, mientras que el consumo primario de energías renovables aumentó casi un 8,9%. Con un consumo de 10,8 millones de tep en 2008, las energías renovables han aumentado en términos absolutos en un escenario de decrecimiento de los consumos primarios, contribuyendo a satisfacer cerca de un 7,6% de las necesidades de energía primaria, un incremento de casi un punto porcentual respecto a 2007. A ello han contribuido principalmente la energía eólica, solar y biocarburantes. No obstante, la biomasa es el recurso renovable más relevante, cubriendo cerca del 50% de toda la producción de energía primaria procedente de las energías renovables, como se muestra en el Gráfico 1.1.



En relación al recurso, se podría definir biomasa como “todo tipo de materia orgánica de origen biológico, ya sea vegetal, animal o industrial”. Se excluyen los productos energéticos fósiles o sus derivados, y todos los productos agrícolas que sirven de alimentación al hombre y a los animales domésticos.

A grandes rasgos, la biomasa se puede clasificar en tres tipos:

- **Biomasa natural**, es la disponible en los ecosistemas naturales.
- **Biomasa residual**, que es la procedente del desarrollo principal de diferentes actividades.
- **Biomasa producida**, que es la cultivada con el propósito de obtener biomasa transformable en combustible.

La biomasa de origen residual puede definirse como el conjunto de materiales orgánicos generados en las actividades de producción, transformación y consumo, que en el contexto en el que se generan no tienen valor económico. La biomasa residual puede clasificarse dependiendo de su origen en: residuos agrícolas, forestales, ganaderos, e industriales.

Los residuos de las industrias agroalimentarias corresponden a aquellos de naturaleza orgánica que son producidos por las industrias derivadas de la agricultura (azucareras, fábricas de cervezas, destilerías, etc) y la ganadería (matareros, lecherías, etc).

Los residuos que merecen destacarse por su importancia cuantitativa son los procedentes de la fabricación del aceite de oliva (orujo, alpechines, alperujo), de la extracción de aceites de semillas (cáscaras), de la elaboración de frutos secos, de la industria conservera y de la fabricación de cerveza y malta.

En general estos residuos están condicionados a la actividad industrial que los genera. Este tipo de actividad, es en muchos casos, estacional, lo que obliga a una logística de recogida más complicada para el abastecimiento de plantas de generación eléctrica.

	Enero	Febr	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Octub	Noviem	Diciem
Cáscara arroz												
Orujos uva												
Residuo tomate												
Orujo aceituna												
Alperujo												

• Tabla 1.1.- Estacionalidad de los residuos agroindustriales.

El conocimiento de la localización geográfica de las cantidades de residuos que se generan resulta fundamental para proponer un posible aprovechamiento energético de los mismos, o por el contrario descartar su utilización por ser inviable económicamente, puesto que la localización de los residuos nos determinará a su vez si pueden usarse en el lugar donde se han generado y los posibles costes de transporte. La proximidad entre los puntos de generación y utilización de un residuo es uno de los factores fundamentales que van a determinar la viabilidad del posible aprovechamiento energético.

Por sus características, la biomasa es la energía renovable con mayor capacidad de desarrollo. Existe potencial biomásico suficiente, es una fuente de energía que genera entre 7.500 y 8.000 horas al año, lo que significa una alta producción por kW instalado a la vez que aporta una gran seguridad de suministro al sistema eléctrico.

Pero la realidad de la biomasa es más profunda, estamos hablando de un vector energético que a corto plazo puede ser básico en nuestra sociedad, tanto desde el punto de vista energético y ambiental, como para el desarrollo socioeconómico de las zonas rurales.

A lo largo del presente documento, se analizará la situación de la biomasa residual de las industrias agrícolas en Extremadura, su potencial, su aprovechamiento y las aplicaciones dadas a estos residuos.

2. RESIDUOS DE INDUSTRIAS AGRÍCOLAS

2.1 Situación en Extremadura

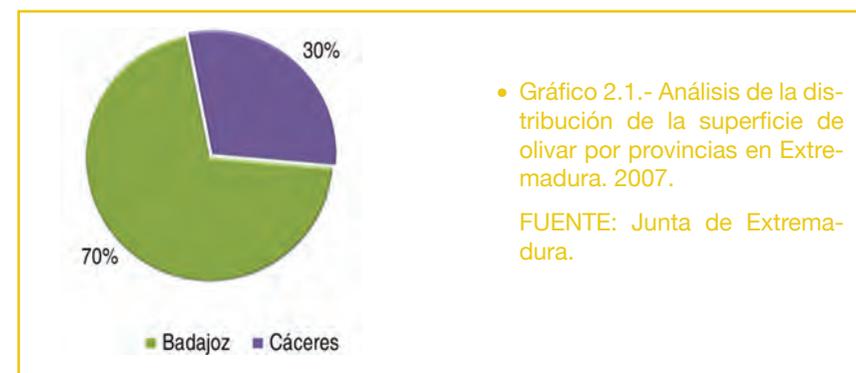
Extremadura, que presenta un marcado carácter agrícola y forestal, cuenta con una importante riqueza biomásica. Las ingentes cantidades de residuos procedentes de las actividades desarrolladas en este sector alcanzan cifras considerables, y pueden suponer un gran problema, ya que muchos de estos residuos tienen un poder altamente contaminante y no se les da una solución del todo satisfactoria.

Se consideran residuos concentrados aquellos que se obtienen a partir de los diferentes procesos de elaboración de las distintas industrias transformadoras. Presentan una gran ventaja respecto a los residuos dispersos (aquellos que quedan diseminados en el lugar de generación), y es que se generan unas cantidades considerables en un mismo punto, por lo que será más fácil su gestión.

En las siguientes páginas del presente documento trataremos los residuos generados por las industrias agrícolas más representativas de la región: biomasa del olivar, el orujo de uva lavado procedente de las industrias alcoholeras, la piel y semillas obtenidas del tomate industrial ocasionadas en las industrias de transformación del tomate y la cascarilla de arroz procedente del arroz cáscara transformado en las industrias arroceras.

2.1.1 Biomasa del olivar

Extremadura cuenta con 262.700 hectáreas de olivar, de las que 185.200 hectáreas se distribuyen en la provincia de Badajoz, lo que supone un 70 % del total y 77.500 hectáreas se distribuyen en la provincia de Cáceres, suponiendo un 30 % del total, tal y como se muestra en la Gráfico 2.1.



Del total de superficie de olivar, 61.800 hectáreas corresponden a olivar de aceituna de mesa y 200.900 hectáreas al olivar de aceituna de almazara.

En una campaña media se producen unas 312.727 toneladas de aceitunas, de las que en torno a 87.210 toneladas van a industria de aderezo y 225.517 toneladas se destinan a la obtención del aceite de oliva. La cantidad de aceite que se produce es de unas 44.521 toneladas anuales.

Además, este cultivo y sus industrias derivadas generan una serie de subproductos con un contenido energético importante.

Los subproductos susceptibles de valoración energética son: orujo, orujillo y hueso de aceituna. A continuación se describen cada uno de ellos.

Orujo

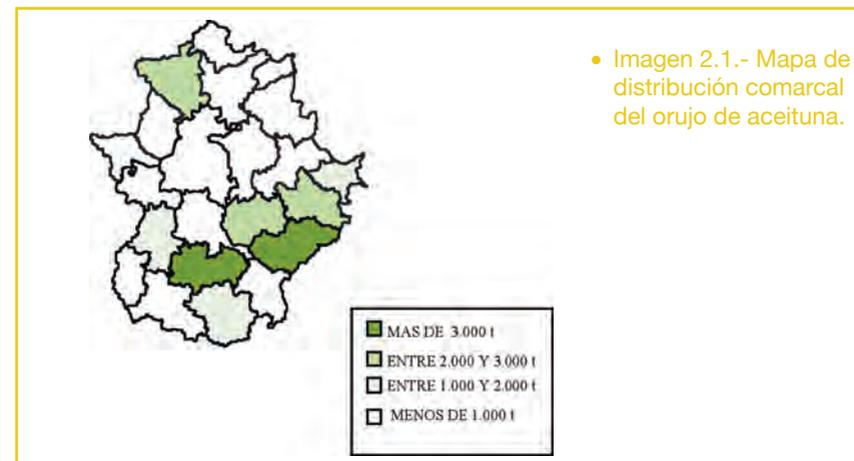
El proceso de obtención del aceite de oliva en las almazaras que siguen un sistema de molturación tradicional o sistema continuo tres fases, genera como subproducto el orujo.

El orujo generado en las almazaras se almacena en balsas para su procesamiento posterior, que puede tratarse de un proceso físico de segunda centrifugación, también llamado repaso y/o un proceso químico en las extractoras, obteniéndose aceite de orujo.

Las cantidades de aceite producido por campaña serán empleadas para determinar las cantidades totales del residuo orujo que es generado como subproducto en la industria almazarera.

Por cada tonelada de aceituna procesada se obtiene aproximadamente 0,2 toneladas de aceite de oliva y 0,8 toneladas de orujo. Es decir, una campaña media genera unos 180.000 t/año de orujo con una humedad aproximada del 60%-65%.

La distribución comarcal de este residuo puede verse en la Imagen 2.1.



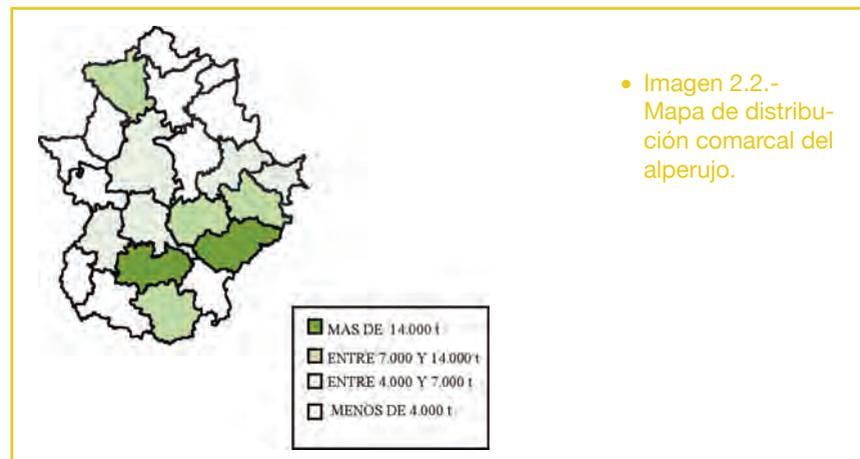
Orujillo

El orujo, una vez secado y sometido al proceso de extracción de aceite, se transforma en orujillo. Se trata de un subproducto con una humedad en torno al 10% que tiene unas buenas propiedades como combustible, con un poder calorífico en torno a 4.200 kcal/kg en base seca, y que puede utilizarse tanto para generación de energía térmica en industrias como para generación de energía eléctrica.

Alperujos

En el sistema continuo de dos fases, el residuo obtenido es el alperujo, subproducto semisólido procedente de las almazaras, tras el proceso de obtención del aceite de oliva, resultante de la mezcla de hueso, resto de pulpa y agua vegetal. La humedad con la que se presenta este subproducto oscila entre un 65-70%. Al igual que en el caso del residuo orujo de aceituna, conociendo la cantidad de aceituna molturada en dicho sistema de elaboración y el porcentaje de subproducto que se genera sobre el total de materia prima, se determinarán las cantidades totales de alperujos producidos.

La distribución comarcal de este residuo puede verse en la siguiente figura Imagen 2.2.



Hueso de aceituna

La aceituna está compuesta por un 85% de pulpa y un 15% de hueso. Debe diferenciarse entre el hueso generado en las industrias de aderezo de aceituna de mesa y el obtenido en el proceso de obtención de aceite de oliva y de orujo.

Las industrias de aderezo deshuesan aproximadamente la mitad de la aceituna que procesan, para comercializar la aceituna sin hueso.

Respecto a la aceituna destinada a obtención de aceite de oliva, prácticamente toda se deshuesa en mayor o menor medida tras la molturación, mediante un proceso de separación pulpa-hueso, bien en la almazara o bien en la extractora.

El hueso es un combustible de unas características excelentes: elevada densidad, humedad en torno al 15%, granulometría muy uniforme y poder calorífico en torno a 4.500 kcal/kg en base seca. Es muy adecuado para usos térmicos, tanto en el sector industrial como doméstico y residencial.

2.1.2 Biomasa de industrias alcoholeras

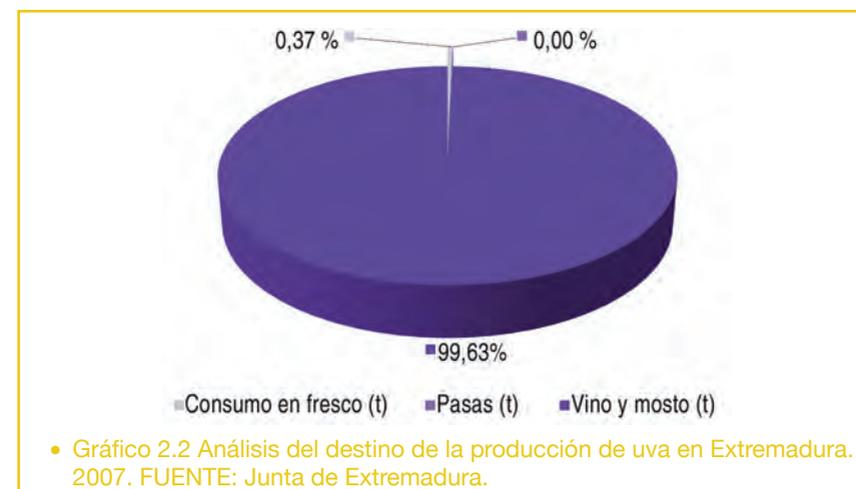
En este caso el dato de partida serán las producciones de vino, que se utilizarán para determinar las cantidades totales de uva entrante en la industria bodeguera. Del 100% de uva que es introducida en la tolva de descarga, un 43% se transforma en mosto de yema, procedente del estrujado y recogido tanto en la propia estrujadora como en el sinfín escurridor; este mosto de yema representa el principal producto de valor de la industria transformadora considerada.

Según se ha contrastado experiencia en diferentes industrias bodegueras, se aceptará que, del total de la cantidad de uva entrante en la industria, el 72% se transforma en mosto, el 14% en lías y el 14% en subproducto orujo. En consecuencia, dividiendo entre 0,72 la producción de vino se obtendrá, aproximadamente, las cantidades de uva procesadas. A continuación, multiplicando por 0,14 dicha magnitud, se calculan los orujos verdes generados por campaña.

Ahora bien, estos orujos no son un residuo propiamente dicho, pues una parte de estos pueden ser utilizados como materia prima en las industrias alcoholeras. El objetivo de estas industrias es el de transformar los caldos, procedentes de la fermentación de los orujos de uva y vinos de baja calidad, en alcoholes de diversos tipos, mediante la destilación o rectificación de los mismos.

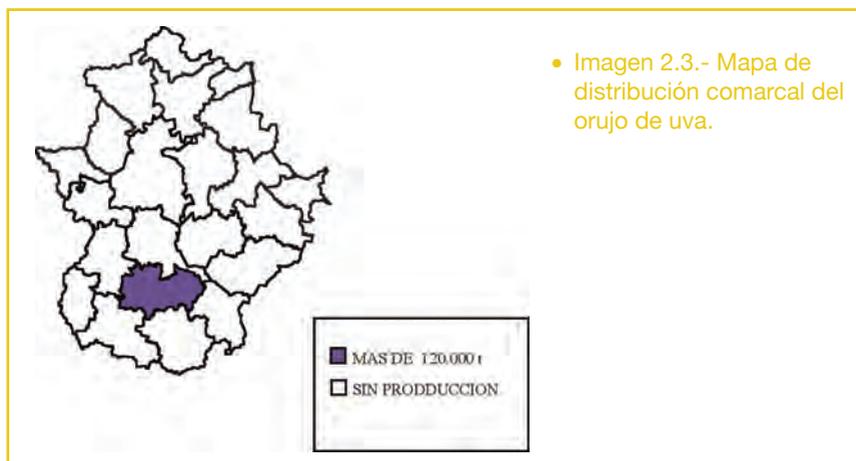
Extremadura cuenta con 89.750 hectáreas de viñedos, siendo una de las principales productoras a nivel nacional, contribuyendo en un 7% a la producción de vinos.

En la campaña 2007, Extremadura produjo 403.264 toneladas de uva de las cuales casi el 100% tuvieron como destino la producción de vino y mosto, como se muestra en el Gráfico 2.2.



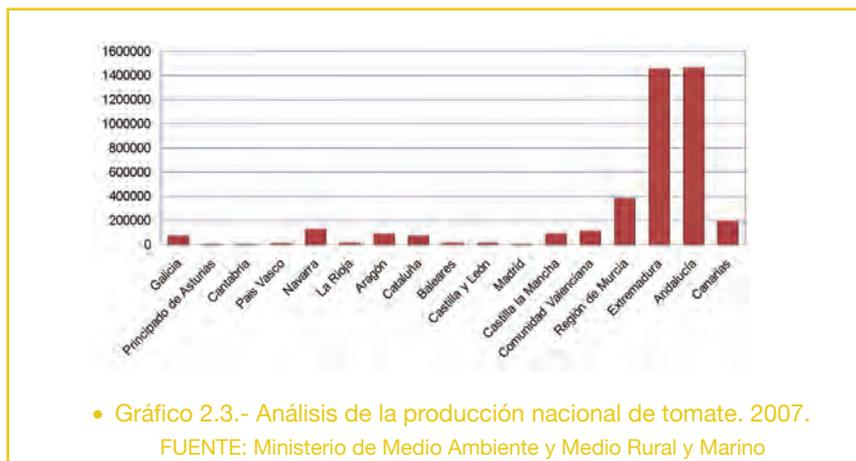
Teniendo presente que la humedad inicial con la que se presentan estos orujos lavados es superior al 50%, y despreciando la pérdida de peso que sufren en el proceso de lavado, las cantidades de orujos agotados, generados por campaña, se podrían estimar en unas 15.600 toneladas.

La distribución comarcal de este residuo puede verse en la Imagen 2.3.



2.1.3 Biomasa de industrias de transformación del tomate

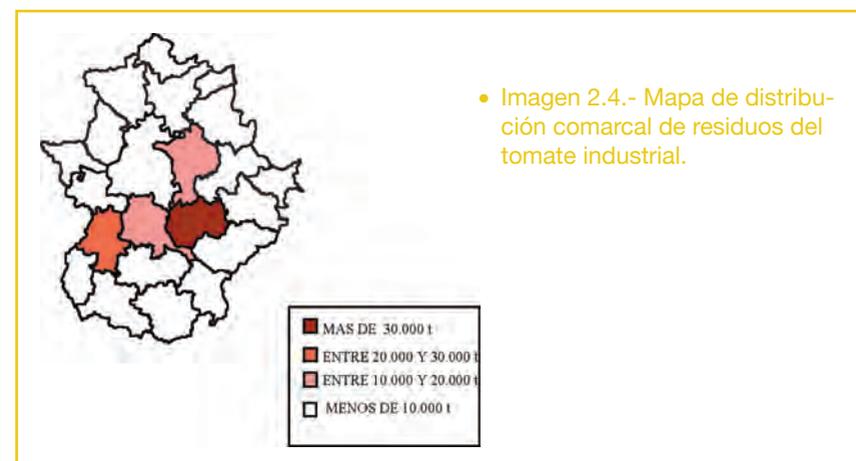
El tomate es, sin duda, el cultivo hortícola más importante en Extremadura, siendo la segunda comunidad autónoma con mayor producción a nivel nacional tal y como se muestra en la Gráfico 2.3.



Extremadura cuenta con 17.586 hectáreas, de las que el 84 % se sitúan en la provincia de Badajoz. En una campaña media se producen unas 1.451.195 toneladas de tomate, de las que en torno a 16.820 toneladas se destina para consumo en fresco y 1.209.600 toneladas se destinan a transformación.

Partiendo de la cantidad de tomate procesado por campaña, se calculan las producciones de residuo generadas en el proceso de elaboración de las industrias transformadoras, sabiendo que por cada kilogramo de tomate se obtienen 0,025 kilogramos de piel y semillas. Entonces, considerando las toneladas destinadas a transformación en una campaña media, podemos estimar que se producen en torno a 60.500 toneladas de residuos de peladuras y semilla, siendo una importante fuente energética de biomasa.

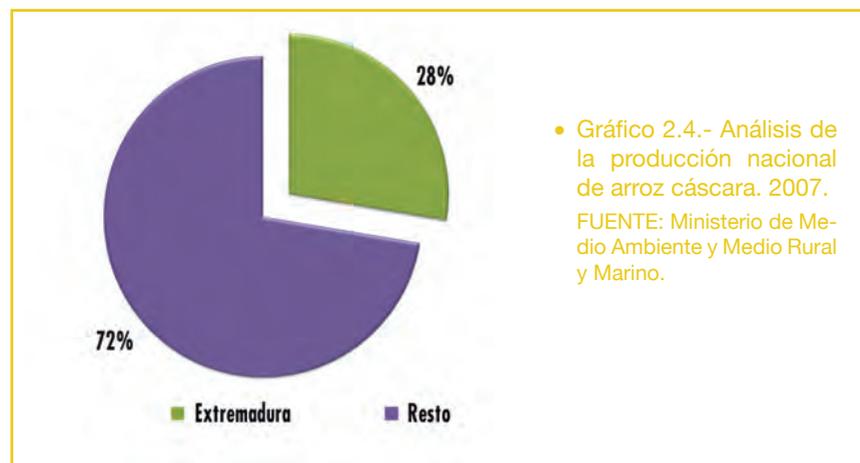
La distribución comarcal de este residuo puede verse en la Imagen 2.4.



Las conserveras de tomate se distribuyen por las diferentes zonas de regadío extremeñas, aunque las de mayor concentración son las Vegas Altas, con un 53,8 % del total regional, y las Vegas Bajas del Guadiana, que acoge el 38,5%.

2.1.4 Biomasa de industrias arroceras

La variedad de arroz más extendida en Extremadura es el arroz cáscara, con una superficie de 26.715 hectáreas, que en una campaña media producen 200.099 toneladas de arroz cáscara que contribuyen en un 28% a la producción nacional, como se observa en la Gráfico 2.4.

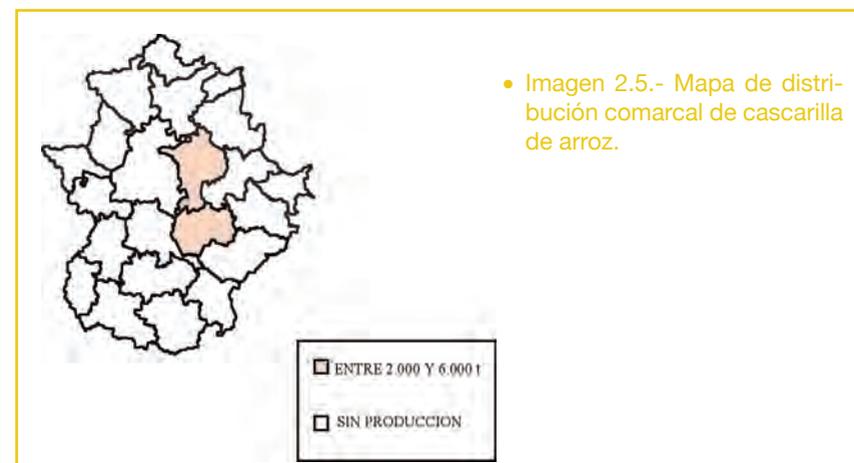


El arroz cáscara tiene una humedad en torno al 20%. Si el agricultor dispone de secaderos o eras, puede secarlo hasta conseguir una humedad relativa entre el 10 y el 14%. Este proceso permite almacenar temporalmente el arroz evitando su fermentación espontánea.

Finalmente el arroz se envía a los molinos, instalaciones industriales donde se descascarilla, se seca y se blanquea. En este proceso, el salvado y la cascarilla de arroz se separan del grano. Por cada 100 Kg de arroz cáscara, se suele obtener entre 14 y 27 kg de cascarilla. Las industrias arroceras extremeñas coinciden en afirmar que la cantidad media que se produce es de 18 kg por cada 100 de arroz cáscara.

Partiendo de la cantidad de arroz cáscara procesado por campaña, se calculan las producciones de residuo generadas en el proceso de elaboración de las industrias transformadoras, sabiendo que por cada kilogramo de arroz se obtienen 0,18 kilogramos de cascarilla. Entonces, considerando una producción de 200.099 toneladas de arroz cáscara producidos, podemos estimar que se producen en torno a 36.000 toneladas de residuos del arroz.

La distribución comarcal de este residuo puede verse en la Imagen 2.5.



2.2 Otros residuos agrícolas con interés en Extremadura

2.2.1 Frutos secos

La cáscara de frutos secos, como piñas, piñones y almendras, constituyen una magnífica biomasa de elevada densidad energética, fácil manejo y almacenamiento, así como humedades bajas en torno al 10-15%, características óptimas para usos térmicos incluso en el sector doméstico y residencial. Tiene un poder calorífico inferior en torno a 4.300 kcal/kg en base seca.

Esta biomasa se genera en las industrias de procesamiento de frutos secos, y con gran frecuencia se autoconsume en parte en calderas de la misma fábrica.

2.2.2 Biomasa de la madera

Las actividades industriales relacionadas con la madera generan residuos susceptibles de ser utilizados como combustible. Un factor determinante para el destino último de los residuos de madera es la cantidad generada por cada establecimiento industrial, así como la distribución geográfica y los accesos a las factorías. Si la producción de residuos se concentra en un área determinada, estos son recogidos y aprovechados como materia prima en otras industrias madereras. En caso contrario se suele emplear como combustible doméstico o industrial de las zonas adyacentes.

De entre los establecimientos adscritos al sector de la madera, los más importantes por la cantidad de residuos o subproductos madereros generados son los aserraderos, las factorías de fabricación de productos elaborados de madera, las industrias de productos de corcho y la fabricación de pasta de papel.

Los residuos de la madera pueden valorizarse mediante procesos de densificación, fabricando pellets o astillas. Los pellets son pequeños cilindros de 0,5 cm de diámetro y una longitud de unos 3 cm, mientras que las briquetas tienen 10 cm de ancho y unos 25 cm de longitud, siendo combustibles muy adecuados para el sector doméstico y residencial.

Destacar la nueva incorporación al mercado de briquetas de madera cuadradas en forma de ladrillo, un producto que se destaca de sus competidoras las redondas por su sencillo apilado y por qué no se deshacen.



• Imagen 2.6.- Detalle de pellets y briquetas.

Los pellets tienen la ventaja de poder ofrecer un combustible normalizado, de características constantes, de fácil almacenamiento y manejo, que puede incluso transportarse de forma neumática.

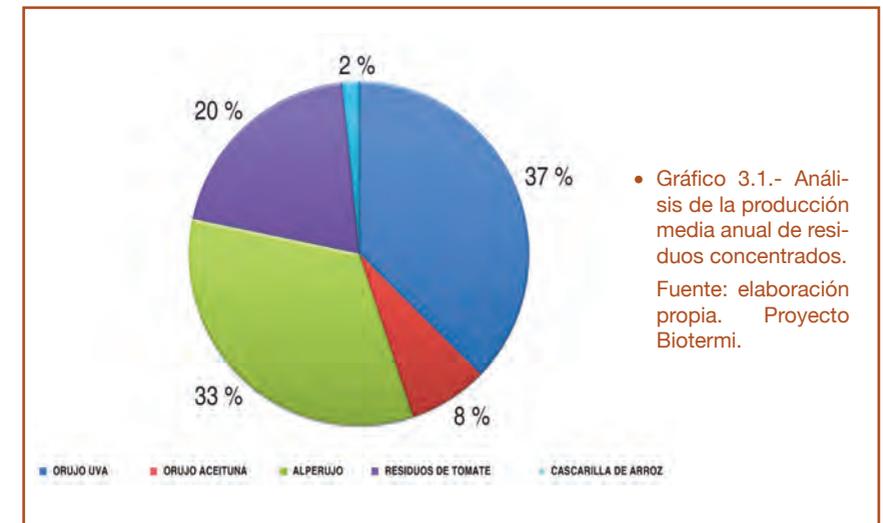
2.2.3 Residuos de industrias corcheras

El depósito de los residuos del corcho en un vertedero para su posterior quema dificulta su gestión, puesto que conlleva dispersión y mezcla de los mismos, y genera un problema de contaminación ambiental. Una forma de gestionar los residuos es aprovecharlos como fuente de energía. Los residuos tienen unas buenas características energéticas, pudiendo sustituir a la leña, muy utilizada en la industria corchera. Pueden obtenerse briquetas a partir del polvo de corcho, que pueden usarse directamente en los hogares de leñas, sin necesidad de cambiar el sistema de alimentación de las calderas. Además tienen en general unas buenas características físicas, con un alto poder calorífico. Son combustibles mucho más limpios que el carbón, ya que en su combustión apenas se generan óxidos de azufre y nitrógeno.

3. POTENCIAL DE BIOMASA EN EXTREMADURA

Como se ha comprobado en apartados anteriores, Extremadura dispone de un fuerte potencial de biomasa procedente de las industrias agrícolas.

El residuo concentrado con mayor importancia cualitativa es el orujo de uva, con cantidades medias anuales que superan las 120.000 t/año mh, representando un 37% del total regional. Le sigue el alperujo con cantidades medias superiores a 100.000 t/año mh y los residuos del tomate con más de 60.000 t/año mh, en cantidades mucho menores el orujo de aceituna y la cascarilla de arroz. La gráfica siguiente muestra la información anterior.



Las comarcas que concentran mayores cantidades de residuos concentrados son Almendralejo, Don Benito, Badajoz y Castuera. Como puede observarse en el Gráfico 3.2.



En Almendralejo se producen cantidades medias anuales de 140.000 t mh, siendo el residuo más representativo el orujo de uva, seguido en menor medida por el alperujo. Ya en niveles muy inferiores, le sigue Don Benito, con una importante concentración de residuos de tomate.

Los resultados obtenidos (más de 1.1×10^6 t de residuos) ponen de manifiesto la importancia de este tipo biomasa en la región extremeña.

4. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA RESIDUAL DE INDUSTRIAS AGRÍCOLAS

En general, la baja densidad física y energética de gran parte de la biomasa, tal como se recupera de los residuos, así como su contenido en humedad, muchas veces alto, determinan que en la mayoría de los casos no sea adecuada como tal.

Se hace necesaria, pues, la transformación previa de la biomasa en combustibles de mayor densidad energética y física, contándose para ello con diversos procedimientos.

4.1 Aprovechamiento energético de los Orujos/Alperujos

El uso de los residuos de la extracción de aceite para la generación de electricidad puede desarrollarse a partir de varias tecnologías destacando la digestión anaerobia y la combustión. A escala mucho más reducida podría considerarse la gasificación.

En las plantas de digestión anaerobia, un sistema de reactores anaerobios procesa el alperujo produciendo biogás. Este gas puede ser valorizado energéticamente en motores preparados para este combustible y generar energía. El alperujo desgasificado puede ser aprovechado energéticamente en una central termoeléctrica de biomasa de combustión directa.

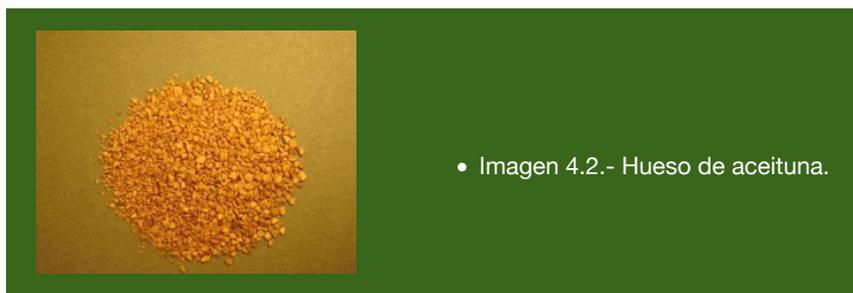
Las plantas de combustión directa, pueden utilizar como combustibles orujo, orujillo, alpechín, siempre con unas condiciones de humedad adecuadas para que sea posible su combustión en caldera.

Cuando el contenido acuoso de los residuos es elevado, se precisa de un proceso de deshidratación previa para su utilización energética por vía de la incineración, o bien, el empleo de procesos de digestión anaerobia en los que se produce biogás (mezcla de metano y CO_2).



• Imagen 4.1.- Orujo seco.

Si el residuo es seco se puede utilizar la combustión directa para obtener energía como forma más sencilla de su aprovechamiento y eliminación, como por ejemplo el hueso de aceituna que con un sencillo sistema mecánico puede recuperarse para su aprovechamiento.



• Imagen 4.2.- Hueso de aceituna.

Existe un desarrollo muy importante en plantas de gasificación, donde la biomasa es descompuesta por acción térmica dando como producto principal un gas constituido principalmente por metano, hidrógeno y monóxido de carbono, que es susceptible de ser utilizado como combustible en ciclos de generación eléctrica más eficientes que los de vapor tradicionales.

El aprovechamiento más rentable actualmente de la biomasa por gasificación es la generación de electricidad. Esta transformación puede realizarse a través de su combustión en turbinas o bien en motores de combustión interna.

El orujillo no necesita someterse a tratamientos previos ya que sus características de humedad y granulometría son adecuadas para la alimentación del gasificador.

Plantas de biogás combinadas con centrales térmicas de biomasa

En principio, no hay tratamiento inicial al que someter el producto recepcionado de las almazaras, directamente se almacena en balsas de tamaño adecuado, considerando que la recepción se lleva a cabo una vez al año. El único proceso que se ha de realizar sobre el alperujo es la homogeneización del mismo para su posterior tratamiento anaeróbico.

Cuando no se utilice el alperujo para digestión anaerobia, dada la humedad del material debe llevarse a cabo un secado, para facilitar operaciones posteriores (combustión...)

Otra de las características que definen el producto es una granulometría diversa, por consiguiente el alperujo podrá necesitar de un proceso de limpieza y separación de elementos ajenos al mismo, tales como piedras, metales... o productos con un mayor tamaño de grano del requerido para un proceso concreto.

Si la planta de biogás está unida a una central térmica para el aprovechamiento energético de los lodos de digestión (llamados alperujo desgasificado), es necesario un tratamiento posterior a la desgasificación y anterior a su combustión. El alperujo desgasificado debe ser sometido a un proceso que elimine parte de la humedad que acumula y alcance valores tales que sea posible su combustión directa en parrilla.

Plantas de aprovechamiento energético mediante combustión en centrales térmicas.

Al extenderse en algunas almazaras la práctica del reproceso de la masa, en sus propias instalaciones, es necesario tener asegurada la salida para un producto agotado, con una riqueza grasa inferior al 1% y una humedad del orden del 60%.

El alperujo resultante de la molturación de la aceituna en las almazaras, que se recibe, tiene una humedad (base húmeda) media del 65% y un contenido graso del orden del 2,3%. Antes de su aprovechamiento energético, es sometido a los siguientes procesos:

- Deshuesado parcial en húmedo, obteniéndose un 7% de hueso con un 18% de humedad.
- Centrifugación, obteniéndose sobre un 1% de aceite.
- Opcionalmente y en función de la grasa residual que contenga, puede secarse y extractarse, obteniéndose aceite de orujo y pulpa extractada.

En caso de no llevar a cabo esta última operación, es necesario un secado parcial o una mezcla de orujo seco y húmedo para alcanzar la humedad idónea del 50 % o del 40% según tipo de caldera a que se destine en la generación eléctrica.

4.2 Aprovechamiento energético de otro tipo residuos

En el caso de los residuos de industrias alcoholeras, el orujo de uva desecado puede ser utilizado como combustible, empleado con frecuencia para la alimentación de las calderas de las alcoholeras, alcanzando un poder calorífico de 3.800 kcal por kg de orujo seco con un 12% a 13% de humedad.



• Imagen 4.3.- Orujo de uva seco.

El residuo de peladuras y semillas originado en los procesos de transformación de las industrias tomateras, se destinan fundamentalmente a la alimentación ganadera, siendo una fuente energética de biomasa desaprovechada.

Para mejorar el poder calorífico de estos residuos necesitan ser tratados para eliminar su porcentaje de humedad. La eliminación de humedad del combustible supone una mejora del rendimiento calorífico pero en contrapartida, genera una gran reducción del peso.

De la misma manera sucede en el aprovechamiento energético de la cáscara de arroz, necesita ser sometido a un proceso de secado para eliminar el porcentaje de humedad.



• Imagen 4.4.- Cáscara de arroz seca.

5. USOS Y APLICACIONES DE LA BIOMASA RESIDUAL DE INDUSTRIAS AGRÍCOLAS

Como ya se ha reflejado anteriormente en el documento, la biomasa es una energía renovable que nos permite obtener energía final en cualquiera de sus formas: energía térmica, electricidad y energía mecánica (biocarburantes). En este apartado se recogen los principales usos de la biomasa.

5.1 Generación de energía térmica

Las aplicaciones térmicas con producción de calor y agua caliente sanitaria son las más comunes dentro del sector de la biomasa.

La producción térmica sigue una escala de usos que comienza en las calderas o estufas individuales utilizadas tradicionalmente en los hogares. Hoy en día existen aparatos tanto de aire, (las estufas de toda la vida, mejoradas y actualizadas a las necesidades de los usuarios de hoy) que calientan una única estancia, como de agua, que permiten su adaptación a un sistema de radiadores o de suelo radiante y a otros sistemas con producción de agua caliente sanitaria.

En un segundo escalafón se sitúan las calderas diseñadas para un bloque o edificio de viviendas, equiparables en su funcionamiento a las habituales de gasóleo C o gas natural, que proveen a las viviendas de calefacción y agua caliente. Debido a la necesidad de disponer de un lugar amplio y seco para el almacenamiento del biocombustible este tipo de instalaciones pueden tener problemas en edificios con salas de calderas pequeñas y poco espacio aprovechable. En cambio son una buena solución, tanto económica como medioambiental, para edificios de nueva construcción.

Otra aplicación importante de estas calderas es la conversión de las antiguas calefacciones de carbón o gasóleo C a instalaciones de biomasa, existiendo muchos ejemplos en nuestro país. La buena disposición de los vecinos que encontrarán un ahorro económico en su consumo de calefacción y agua caliente, un acertado asesoramiento profesional y espacio suficiente para el almacenamiento forman la base para este tipo de cambios.

Una red de calefacción centralizada, conocida en inglés como *district heating*, supone el siguiente nivel dentro de las aplicaciones térmicas de la biomasa. Este tipo de instalaciones están muy extendidas en el Centro y Norte de Europa. La red de calor y agua caliente llega no sólo a urbanizaciones y otras viviendas residenciales sino también a edificios públicos, centros deportivos, complejos comerciales y un amplio elenco de edificios e incluso industrias. El mayor tamaño, tanto de las calderas como de los silos de almacenamiento del combustible,

requiere de instalaciones exclusivas para estas centrales térmicas. Dadas las características de nuestro país, en España están iniciándose las primeras redes de climatización centralizada alimentadas con biomasa, las cuáles no sólo proveen de calefacción en invierno a los usuarios sino que permiten la distribución de frío para la climatización de las viviendas y otros edificios en verano.

Por último, los consumos térmicos de determinadas industrias también son abastecidos por calderas de biomasa. Se trata principalmente del aprovechamiento de residuos de las industrias para producción de calor que, en ocasiones, es acompañado de producción eléctrica (cogeneración con biomasa).

Las materias más utilizadas para las aplicaciones térmicas de la biomasa son, entre otros, los residuos de las industrias agrícolas tratados en puntos anteriores, residuos de la biomasa del olivar (orujo, hueso de aceituna...), residuos de las industrias alcohólicas, cáscaras de frutos secos...con los tratamiento previos necesarios en algunas ocasiones.

5.2 Generación de energía eléctrica

La producción de electricidad precisa de sistemas aún más complejos dado el bajo poder calorífico de la biomasa, su alto porcentaje de humedad y su gran contenido en volátiles. Para ello se necesitan centrales térmicas específicas con grandes calderas, con volúmenes de hogar mayores que si utilizaran un combustible convencional, que conllevan inversiones elevadas y reducen su rendimiento. Todo ello, unido a la dificultad de aprovisionamiento de la biomasa, explica el poco peso de la biomasa eléctrica en el cómputo global de esta energía.

La gran demanda de combustible de este tipo de plantas obliga a asegurar un abastecimiento continuo, que tiene la dualidad de encarecer su precio por la distancia a la que se debe buscar el suministro, pero también puede reducirlo al adquirir grandes cantidades.

Son pocas las plantas de producción eléctrica que existen en España y la mayor parte de la potencia instalada procede de instalaciones ubicadas en industrias que tienen asegurado el combustible con su propia producción, como en las industrias agroalimentarias que aprovechan los residuos generados en el proceso de fabricación para reutilizarlos como combustibles.

Entre los combustibles más utilizados en aplicaciones eléctricas se encuentran los residuos de la industria del aceite de oliva, como el orujillo y el alperujo, existiendo plantas de gran tamaño en el Sur de España que se alimentan de estos combustibles. Otras industrias agroalimentarias (como por ejemplo las alcohólicas) también tienen su cuota de importancia al producir energía eléctrica con sus propios residuos (cascarilla de arroz, granilla de uva,...).

PROCESO	ENERGÍA OBTENIDA		MATERIA PRIMA			
	Electricidad	Térmica	Orujo húmedo	Orujo seco	Orujillo	Hueso
Combustión directa		X			X	X
Ciclo de vapor	X	X	X	X	X	X
Gasificación	X	X		X	X	X
Metanización	X	X	X			

- **Tabla 5.1.- Resumen de las posibilidades de aprovechamiento energético de los subproductos de la industria del aceite de oliva.**

En Extremadura está prevista la puesta en funcionamiento de 15 MW de potencia en el 2010 y otros 14 MW en el 2011 de generación de energía eléctrica con biomasa. Como materia prima utilizada para la generación eléctrica se encuentra, entre otros, el aprovechamiento de los residuos del tomate.

5.3 Generación de hidrógeno

La biomasa tiene otra aplicación, aún incipiente, pero de enorme potencial: utilizarla para obtener hidrógeno, el gran vector energético del futuro, como coinciden en señalar la inmensa mayoría de los expertos.

¿Y cómo se hace para sacar hidrógeno de la biomasa? En teoría el proceso es sencillo. Los compuestos orgánicos hidrogenados, caso del bioetanol, se someten a un proceso de “reformado”, para romper las moléculas orgánicas en sus componentes elementales (carbono, hidrógeno y, eventualmente, oxígeno) mediante reacciones con vapor de agua en presencia de un catalizador.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- Proyecto Biotermi, Valoración de la producción de biomasa en Extremadura, 2007.
- Xavier Elías Castells, Tratamiento y valorización energética de residuos.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), Optimización del consumo de energía en el sector del aceite de oliva. Aprovechamiento energético de residuos. 2001
- José Hidalgo Togores, Tratado de Enología.
- Agencia Andaluza de la Energía, Situación de la Biomasa en Andalucía.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), Energía de la Biomasa. 2007
- Observatorio de la Sostenibilidad en España, Sostenibilidad en España 2009.
- Plan de Energías Renovables 2005-2010.

Web:

- <http://www.marm.es/> Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Anuario de estadística. 2008
- <http://aym.juntaex.es/servicios/estadisticas/> Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural, Junta de Extremadura.