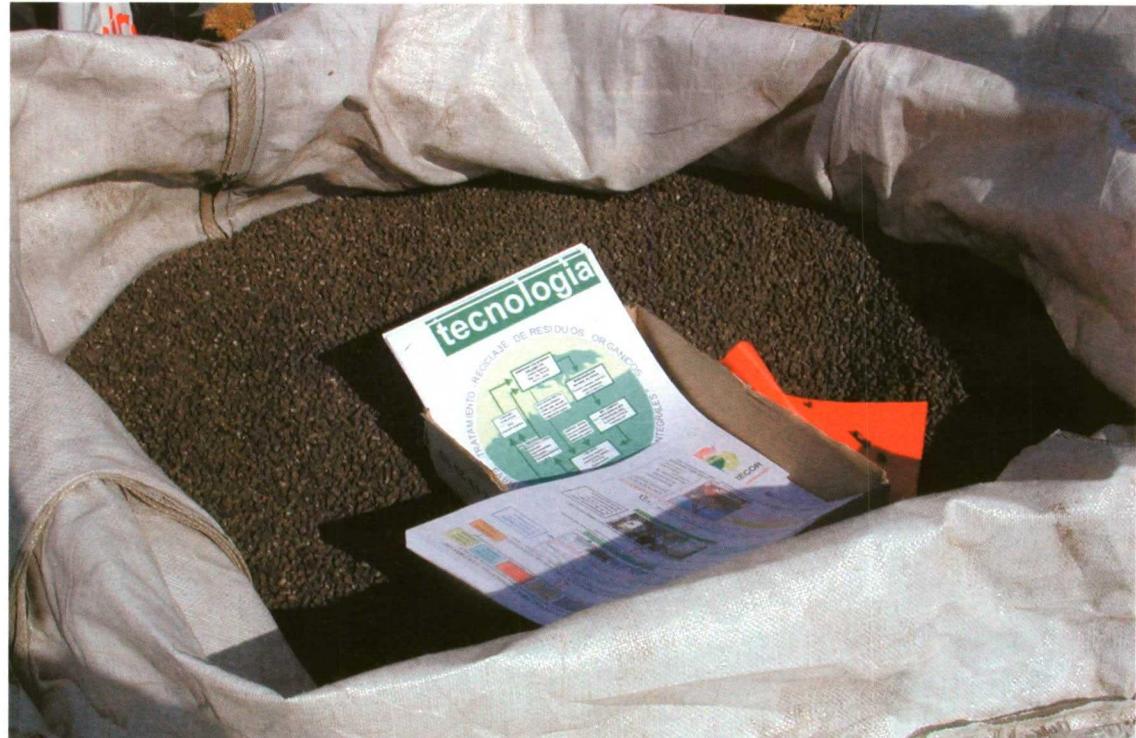


Los residuos de las agroindustrias como combustibles sólidos (II)

Producción de pellets para la alimentación de instalaciones térmicas

Los pellets representan la alternativa más clara que ofrece la biomasa a los biocombustibles fósiles, y están adquiriendo un desarrollo espectacular en el mercado europeo. En este artículo se tratará en detalle la tecnología de la peletización, el consumo energético del proceso de transformación de la biomasa en pellets y la rentabilidad de las plantas de peletizado, dejando para una tercera parte la elección de la materia prima más adecuada para la elaboración de pellets y la aplicación de éstos como biocombustibles.

Jesús Fernández.
Catedrático de Producción Vegetal.
ETS de Ingenieros Agrónomos.
Universidad Politécnica de Madrid.



En la actualidad, los principales biocombustibles sólidos de empleo directo que se utilizan en España para usos domésticos son las leñas mientras que para usos industriales se emplean residuos procedentes de almazaras (hueso de aceituna y orujo), de industrias de frutos secos (cáscaras de almendra o piñón) o de industrias de la madera (astillas y serrín). Los biocombustibles procedentes de las industrias agrarias tienen la ventaja de su fácil manejo y la posibilidad de comercializarse como graneles

para alimentar automáticamente las calderas mediante tornillos sinfín o cintas transportadoras. Sin embargo, debido a que se trata de residuos, su producción es limitada y no pueden satisfacer toda la demanda nacional de energía para fines térmicos.

En los últimos años el empleo de biocombustibles sólidos en los países del centro y norte de Europa ha sufrido un incremento espectacular por razones económicas y medioambientales (protocolo de Kyoto). En efecto, con la subida de los precios del crudo, cada vez resulta mucho más ren-

table quemar biomasa en lugar de gasóleo para fines térmicos (hay que recordar que de 2,5 a 3 kg de biomasa seca tienen la misma energía que 1 kg de gasóleo); por otra parte, la necesidad de reducir emisiones de CO₂ y evitar comprar derechos o certificados de reducción de emisiones hace que las empresas consumidoras de combustibles fósiles estén adecuando sus calderas para utilizar biomasa para cubrir una parte de sus necesidades energéticas. Las formas más generalizadas de utilización de este tipo de combustibles son los pellets y las

astillas, aunque también se emplean otras formas (serrín y briquetas), pero en una proporción mucho menor. Las astillas y los pellets pueden ser utilizados en calderas totalmente automatizadas y las operaciones de suministro y almacenamiento pueden realizarse sin problemas con tecnologías y medios convencionales. Los pellets tienen la ventaja sobre las astillas de tener un mayor poder calorífico debido a su baja humedad y a una alta densidad (del orden de 800 kg/m^3 de densidad aparente), por lo que reducen el volumen unas cuatro veces respecto a las astillas, con lo que facilitan y abaratan el transporte. La utilización más generalizada de los pellets es para calefacciones domésticas y de las astillas para usos industriales o para centrales térmicas de calefacción o producción de electricidad.

Pellets de biomasa,
un mercado emergente

Entre los diversos tipos de biocombustibles sólidos que se emplean actualmente para fines térmicos los pellets representan la alternativa más clara que ofrece la biomasa a los biocombustibles fósiles y están adquiriendo un desarrollo espectacular en el mercado europeo, donde ya se están comercializando más de 2 millones de t/año. En EE.UU. y Canadá también se están desarrollando con celeridad, con un volumen anual de cerca de 2 millones de toneladas.

Los pellets son cilindros de biomasa lignocelulósica densificada (de 5 a 12 mm de diámetro y de 10 a 30 mm de largo), realizados mediante prensas compactadoras, análogas a las utilizadas para la fabricación de los piensos granulados, que producen presiones del orden de los 100 kg/cm². La adhesión de las partículas se consigue por la fusión térmica de algunos componentes naturales de la biomasa sometidos a las altas presiones de la granulación o mediante la adición de productos químicos

CUADRO I.

DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS DE PELETIZACIÓN EXISTENTES EN LOS DIFERENTES PAÍSES EUROPEOS

PLANTAS DE PELETIZACION EN EUROPA					
PAÍS	Plantas	Capacidad kt/año	PAÍS	Plantas	Capacidad kt/año
Alemania	20	380	Francia	11	62*
Austria	15	509	Holanda	1	100
Bélgica	2	18*	Hungría	1	?
Bielorrusia	2	?	Italia	36	169*
Bulgaria	1	?	Letonia	8	340
Chequia	2	11	Lituania	7	110
Dinamarca	8	535	Noruega	9	138
Eslovaquia	7	?	Polonia	19	356
Eslovenia	3	90	Reino Unido	3	110
España	3	70	Rusia	25	758
Estonia	5	345	Suecia	32	1.356
Finlandia	18	460	Suiza	4	60
TOTAL				242	5.977*

* Datos incompletos.

Fuente: *Bioenergy International*, nº17, dic. 2005.

que no contengan elementos contaminantes en la combustión. La materia prima puede ser de naturaleza herbácea o leñosa y debe tener poca humedad y baja granulometría. El poder calorífico inferior de los pellets está alrededor de las 4.500 kcal/kg, con un 6-8% de humedad, aunque depende mucho de la naturaleza del material que se densifica.

Los pellets representan un producto compacto y estandarizado, muy manejable mediante transporte neumático o mecánico (tornillo sinfín principalmente), que puede servir para automatizar instalaciones térmicas de pequeño o mediano tamaño, con la ventaja de ser un combustible renovable, limpio y con un balance prácticamente neutro respecto a la

de CO₂. Además, el uso de los pellets implica una utilización de los recursos propios en una opción favorable para el medio ambiente y el cambio climático.

En los países del centro y norte de Europa, existen mercados emergentes o definitivamente establecidos. El futuro es muy prometedor, con un potencial de mercado de entre 4 y 5 millones de t y miles de nuevas calderas operando anualmente. Recientemente, la revista sueca *Bioenergy International* (www.bioenergyinternational.com) publicó en su número de diciembre de 2005 el mapa con la localización de las 242 instalaciones de producción de pellets que se estima existen en estos momentos en Europa, la gran mayoría de capacidad superior a las 5.000 t/año (**figura 1**). Como se aprecia en el **cuadro I** adjunto, existen dos zonas principales de producción de pellets:

- Centro de Europa, donde solamente Alemania, Austria y Polonia cuentan en conjunto con 54 plantas.
 - Los países nórdicos (Finlandia, Dinamarca y Suecia), que en conjunto tienen 58 plantas con una capacidad de producción de más de 2 millones de t/año.

FIGURA 1.

El mapa incluye, además, una referencia a trece puertos receptores de pellets, siendo el más importante el de Rotterdam, que funciona para esta actividad desde el año 2002 y recibe pellets importados desde Canadá, costa este de EE.UU. y otros países de América Latina (principalmente de Brasil).

El parque de instalaciones de producción de pellets es heterogéneo; en Køge (Dinamarca) se encuentra la que probablemente sea la mayor planta de producción de pellets del mundo y que a lo largo del año produce 100.000 t de pellets de paja de cereal y 180.000 t procedentes de residuos de

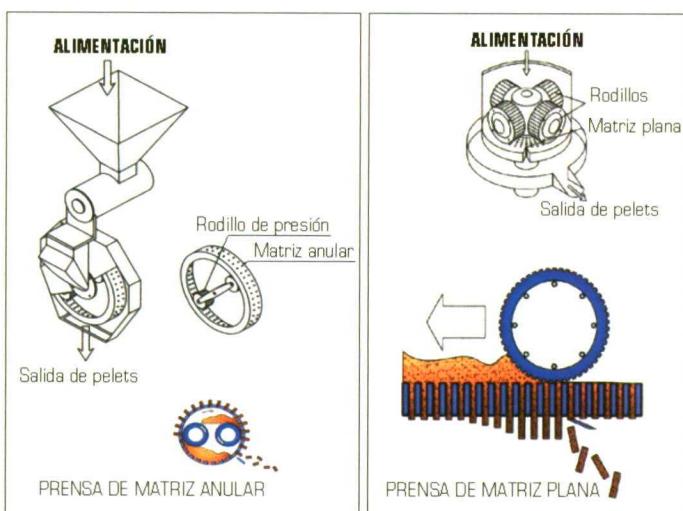


la madera. Los pellets de paja se utilizan en co-combustión en plantas de generación eléctrica con carbón y los pellets de madera, en plantas específicas de biomasa para generar electricidad o calor. La media de las instalaciones tiene una capacidad entre las 20.000 y las 50.000 t/año.

Tecnología de la peletización

Las plantas de peletización son instalaciones que constan de una serie de elementos que densifican el material lignocelulósico, transformándolo en pellets. El elemento principal del sistema es la prensa de peletizadora, que consta de una matriz (plana o anular) en la que están hechas las perforaciones cilíndricas del diámetro adecuado y sobre las que presionan unos cilindros que empujan la biomasa a su través, saliendo peletizada (densificada) por el extremo opuesto (**figura 2**). Pueden funcionar con material herbáceo o leñoso, a condición que tenga un tamaño adecuado (1,5 ó 2 mm menos que el diámetro de los orificios de la matriz como mínimo) y una humedad

FIGURA 2.
ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS PRENSAS DE PELETIZACIÓN



CUADRO II.

RENTABILIDAD DE LAS PLANTAS DE PELETIZACIÓN SEGÚN LA PRODUCCIÓN ANUAL. SE CONSIDERA UN PRECIO DE COMPRA DE LA MATERIA PRIMA ASTILLADA DE 48 €/t Y UN PRECIO DE VENTA DEL PELLET DE 108 €/t.

Producción anual (t)	Inversión sin contar la edificación (€)	Rentabilidad %
1.129	147.000	23,3
11.300	905.750	25,6
33.900	1.992.650	63,0

Fuente: Eneragro (rafaelsantos@eneragro.com).

biomasa se transforma en pellets, con una densidad del orden de 1.000-1.200 kg/m³, si bien su densidad aparente en su presentación a granel suele ser del orden de los 800 kg/m³. Los cilindros de biomasa que salen de la prensa presentan a una temperatura elevada (80-90°C), por lo que tras ser cortados al tamaño adecuado (10-30 mm), pasan por un sistema de enfriado rápido que ayuda a eliminar el exceso de humedad, y acto seguido pasan a la línea de ensacado o a un sistema de almacenamiento adecuado para su distribución a granel (**figura 3**).

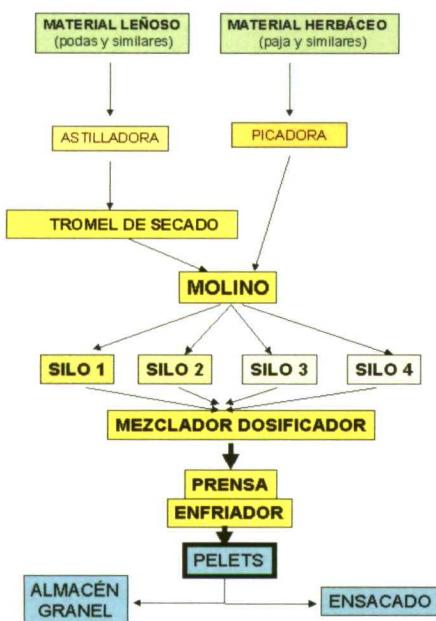
El consumo energético de la prensa peletizadora suele ser del orden de las 90 kcal/kg, por lo que el consumo global de la operación de peletizado, incluyendo el secado de la biomasa, puede representar un coste energético (expresado en energía final) de un 15% sobre el contenido energético del pellet (supuesto de 4.500 kcal/kg). En el caso de que no hubiera necesidad de secar, el gasto energético sería de la tercera parte. En términos generales, se puede considerar que el gasto de energía eléctrica para producir 1 kg de pellets (excluyendo el secado) está alrededor de 0,1 kWh.

El tamaño de las plantas peletizadoras es muy variable, desde las pequeñas para uso particular en granjas y cooperativas que producen del orden de 100 a 500 kg/h, hasta las plantas industriales de 1.500 a 5.000 kg/h. En las plantas de gran producción se suelen instalar varias líneas de peletización en paralelo, con trabajo a tres turnos.

Según datos facilitados por Eneragro, partiendo de materia prima astillada comprada a un precio de 48 €/t y considerando un precio de venta de los pellets de 108 €/t, la rentabilidad de las instalaciones de peletización puede estar alrededor del 25% para las de pequeña talla (1.000-10.000 t/año) y superior al 50% para las plantas industriales del orden de las 30.000 t/año (**cuadro II**). ■

FIGURA 3.

LÍNEA DE PELETIZACIÓN



comprendida entre 8 y 15%. La biomasa leñosa astillada en verde suele tener bastante humedad (40-60%), por lo que se requiere un secado previo, con un consumo energético del orden de las 450 kcal/kg.

Para conseguir el tamaño adecuado de la biomasa al llegar a la prensa, previamente debe triturarse de forma conveniente. Si la biomasa inicial es de tipo herbáceo, antes de la molienda se necesita un picado (en el caso de que no lo esté), y si se trata de biomasa leñosa,

se requiere un astillado previo.

En la molienda, es necesario que el material esté con un grado de humedad adecuado, ya que si ésta es superior al 50%, se produce el cegado de las mallas del molino, y si es muy baja, se generan importantes cantidades de polvo que hay que eliminar mediante filtros adecuados. La energía necesaria para el astillado y molienda depende, como es natural, del tipo de material y del tamaño de la instalación, pero puede establecerse en unas 30 kcal/kg de material con un 10% de humedad para las astillas y en 45 kcal/kg para la molienda, en las mismas condiciones que el astillado. Esto representa para el astillado un gasto energético equivalente al 0,6% de la energía contenida en las astillas y del 1% en el caso de la molienda.

A su paso por la prensa, la