

Invernaderos

Calefactar con biomasa

Futuro y presente

AMAYA URIBARRI, JUAN A. DEL CASTILLO, GREGORIO AGUADO, SALOMÓN SÁDABA, JAVIER SANZ DE GALDEANO

En las explotaciones de invernaderos, la introducción de sistemas de calefacción basados en gasoil, supone un importante handicap a la viabilidad de los cultivos debido al continuo incremento de su precio.

Además, ante el ajuste de rentabilidad de todo el sector y la incertidumbre de precios de este combustible (ahí está la tendencia de precios que todos conocemos), esto no ayuda precisamente al invernaderista a lanzarse a esta piscina. Cosa que, por otro lado, haría que se entrase en otra dinámica de ciclos de producción, otros momentos de mercado o simplemente se incrementase la producción total alcanzada, así como su calidad.

Ante estas circunstancias, las calderas de biomasa apuntan

como elementos de gran interés, ya que permitirían la utilización de combustibles de menor precio y de menor impacto ambiental.

En este artículo, sin ser muy ambiciosos, vamos a hacer una pequeña presentación del tema, que es ya una realidad muy interesante.

Haremos una descripción del tema, bien a riesgo de ser un poco farragoso. Finalmente veremos un ejemplo de un estudio real. En él, se valora económicamente lo que supondría la instalación de una caldera de biomasa en una explotación que ya cuenta con una calefacción de gasoil. El estudio se ha realizado en un invernadero de la Finca Experimental de Sartaguda y ha sido realizado por el CENER (Centro Nacional de Energías Renovables).



¿Qué es la Biomasa?

Es un término muy amplio usado para denominar toda materia orgánica utilizable como fuente de energía.

En definitiva, hablamos de restos vegetales susceptibles de ser utilizados como sustitutos del gasoil.

La heterogeneidad es la característica fundamental de la biomasa. Una heterogeneidad que afecta no sólo a los materiales en sí mismos, sino también a los posibles usos energéticos que se les dé.

Tipos de biomasa:

- Biomasa de **cultivos energéticos** (biodiésel, bioetanol, biogás)
- Biomasa de **subproductos y residuos tanto agrícolas como forestales** (alpechín y otros residuos del proceso de elaboración de aceite de oliva, cáscaras de frutos secos como la almendra, restos de carpintería, restos de podas, siegas y limpiezas de montes, serrín, residuos de la industria alimentaria,...)
- **Residuos ganaderos:** (purines, excrementos del ganado,...)

Para facilitar su uso en las calderas y su manipulación, se transforman en:

- Biocombustible sólido: pellets, briquetas o astillas,...
- Biocombustible líquido: biodiésel o bioetanol
- Biocombustible gaseoso: biogás.

Nos centraremos principalmente en los sólidos, los más habituales como fuente energética de las calderas de biomasa de uso agrícola.



Características de los biocombustibles sólidos

Se ha dicho anteriormente que la heterogeneidad es la característica fundamental de la biomasa, y es precisamente esta heterogeneidad la que nos obliga a considerar varios aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de valorar las distintas biomásas para su uso como combustible sólido.

❑ **Poder calorífico:** es la cantidad de energía producida por un kg de combustible al quemarse. El poder calórico está relacionado directamente con su contenido de humedad.

Un elevado porcentaje de humedad reduce la eficiencia de la combustión debido a que una gran parte del calor liberado se usa para evaporar el agua. Por ello, es necesario conocer del biocombustible su verdadero Poder Calorífico, aquel que hace referencia a la energía realmente aprovechable una vez evaporada el agua producida en la combustión.

❑ **Densidad:** Es el peso del material por unidad de volumen.

Aquellas biomásas con alta densidad, favorecen la relación de energía por unidad de volumen, requiriéndose menores tamaños de los equipos y au-

mentando los períodos entre cargas o reposiciones de biomasa.

Por otro lado, materiales con baja densidad necesitan mayor volumen de almacenamiento y transporte y algunas veces, presentan problemas en la alimentación de la caldera, lo cual complica el proceso de combustión, y eleva los costos del proceso.

❑ **Contenido de humedad:** El contenido de humedad de la biomasa es la relación de la masa de agua contenida por kilogramo de materia seca.



Para la mayoría de los procesos es imprescindible que la biomasa tenga un contenido de humedad inferior al 30%. Muchas veces, los residuos salen del proceso productivo o de transformación con un contenido de humedad muy superior, que obliga a operaciones de acondicionamiento (secado), antes de poder ser utilizado.

Un exceso de humedad en la biomasa, conlleva:

- Gran cantidad de elementos volátiles, que ofrecen una pérdida en la eficiencia energética.
- Un bajo poder calorífico, que pondría en entredicho las expectativas en relación a la sustitución de otros combustibles.
- Cenizas en grandes cantidades. Pueden ocasionar problemas de limpieza en los equipos.
- Las calderas sufrirían continuos problemas, afectando a la durabilidad de vida de éstas.
- Contar con mucho más volumen de almacenamiento para la biomasa.

| Tipo de combustible | Humedad % | Cenizas % | Kg necesarios para generar la misma energía que un litro de gasoil |
|-------------------------|-----------|-----------|--|
| Pellets de madera | Máx 10 | 1 | 2,10 |
| Astillas de haya/encina | 25 | 1,10 | 2,88 |
| Astillas de haya/encina | 35 | 1,50 | 3,47 |
| Astillas de haya/encina | 50 | 1,50 | 4,80 |
| Serrín y virutas | 10 | 1 | 1,98 |
| Serrín y virutas | 15 | 1,10 | 2,29 |
| Serrín y virutas | 35 | 1,10 | 3,15 |
| Orujillo de oliva | 15 | 7 | 2,30 |
| Orujillo de oliva | 35 | 7 | 3,09 |
| Pellets de orujillo | 10 | 8 | 2,10 |
| Cáscara de almendra | 10 | 1 | 2,20 |
| Cáscara de almendra | 15 | 1 | 2,35 |
| Hueso de aceituna | 15 | 1 | 2,06 |
| Paja de cereal | 8 | 2 | 2,24 |
| Paja de cereal | 10 | 2 | 2,39 |
| Paja de cereal | 20 | 2 | 2,74 |

En el siguiente cuadro, podemos comparar el valor energético de los distintos tipos de biomásas en función de sus características y valorar los kilogramos necesarios de cada uno para producir la misma energía que produciría 1 litro de gasoil.



▣ **Porcentaje de cenizas:** El porcentaje de cenizas indica la cantidad de materia sólida no combustible por kilogramo de material. Igualmente, a mayor porcentaje de cenizas, menores rendimientos energéticos y mayores problemas de mantenimiento y limpieza.

Normalización de los combustibles sólidos

Como se aprecia en el cuadro, la gran diversidad de características de estos combustibles, dificulta en gran manera el correcto diseño de la caldera, el buen funcionamiento de la misma, e incluso los estudios económicos comparativos entre calefactar con gasoil y calefactar con biomasa sólida.

Ello obliga al agricultor a valorar la elección del tipo de combustible a utilizar, para decidir un tipo de caldera u otra.

Actualmente se encuentra en tramitación una norma sobre "Biocombustibles sólidos: Especificaciones y clases de combustibles" que ayudará a clarificar estos aspectos.

Uno de los biocombustibles que más puede interesar, por las características energéticas del producto final y facilidad de manejo, es el denominado pelet.

La peletización es el mayor intento de estandarización de las biomásas sólidas. Así se logra mayor uniformidad en el tamaño y en la densidad, llegando hasta los 600 -800 kg/m³, lo que permite una interesante reducción de los costes de transporte del mismo.

Generalmente se obtienen de los residuos de serrerías, industrias forestales y madereras. También existen pelets de otras composiciones como pueden ser los pelets de orujillo.

Su presentación comercial es muy parecida al aspecto de los piensos, en forma de pequeños cilindros de 1 ó 2 cm de longitud.

En los pelets de madera, el material aglomerante más deseable es la propia lignina plastificada por efecto de las temperaturas que se alcanzan en el proceso de elaboración. También aparecen en el mercado pelets con aditivos para su aglomeración y otras sustancias, que pueden llegar a generar problemas en la caldera, mayor porcentaje de cenizas, etc.

También es de gran importancia la resistencia mecánica de los mismos, o, dicho de otra manera, el porcentaje de material fino presente en la partida.

Estos datos nos ayudarán a conocer la resistencia del pelet a la manipulación, en el momento del llenado del silo, en la alimentación de la caldera, etc.

En la actualidad, y a modo de referencia, se contempla la normativa austriaca *Ö-Norm M7135* sobre pelets de madera para combustible, que especifica el poder calorífico mínimo, la densidad, la humedad máxima, el contenido máximo en cenizas, la longitud y el diámetro, el porcentaje máximo de material fino, la composición y los porcentajes máximos de nitrógeno, azufre y cloro.



Dimensionamiento

La potencia calórica (kcal/h) de la caldera a montar en la instalación vendrá determinada básicamente, como en cualquier otro caso, por las condiciones climáticas del lugar en el que se encuentra el invernadero, por las necesidades térmicas del cultivo y por las características del propio invernadero (su volumen, su cubierta, presencia o no de pantallas térmicas,...)



En cuanto al combustible, previamente concretado con el futuro proveedor, habrá que especificar, cuál va a ser éste y sus características:

- Poder calorífico real
- Densidad
- Humedad
- Granulometría
- Porcentaje de Cenizas

Otro aspecto fundamental es asegurar el suministro en cuanto a cantidades necesarias y periodicidad. Es importante acordar con los suministradores de biomasa la continuidad en el suministro y también su precio. Debe hacerse un contrato de precio, con vistas a varios años.

Calderas

En estos últimos años, las cámaras de combustión se han desarrollado de tal forma que en la actualidad permiten su funcionamiento con rendimientos comparables a las de gasoil.

El control automatizado de la temperatura idónea de combustión, durante el

máximo tiempo posible y con la máxima turbulencia, son la base de este singular avance.

La alimentación de la caldera se realiza generalmente a través de un sinfín que transporta el combustible y su nivel es controlado automáticamente. El encendido lo es también.

Como ocurre con otros casos, es necesario utilizar calderas que reúnan las condiciones más adecuadas para el fin que están diseñadas. Es necesario informarse y comparar precios, pues a veces, lo barato resulta al final caro.

El funcionamiento de una caldera de biomasa podemos resumirlo de la siguiente forma:

Dos circuitos de aire circunvalan la cámara. El llamado aire primario, inyecta aire en la cámara para aportar oxígeno y así activar y mejorar la combustión.

Pero generalmente, una combustión de este tipo mantiene presencia de cenizas e inquemados volátiles en los gases de combustión. Una elevada magnitud de estos parámetros disminuye el rendimiento de la caldera. Para evitar este fenómeno, por distintas toberas, se inyecta el aire secundario con el fin de provocar una nueva combustión de los gases de destilación y de las partículas sólidas en suspensión.

Con todos estos datos en la mano, podremos dimensionar el silo de recepción del combustible y definir su ubicación más adecuada tanto con respecto a facilitar la descarga desde el camión, como con respecto a la caldera. Hay que poner la máxima atención en el evitar infiltraciones de agua en el silo de almacenaje para evitar que la biomasa adquiera humedad.

Las calderas, deben ir dotadas de todas las medidas de seguridad obligatorias, así como disponer de sistemas de limpieza automática.

Silo y dispositivo extractor

En función del biocombustible que utilice la caldera, se deberá dimensionar el silo de recepción del mismo y definir la ubicación más adecuada tanto con respecto a facilitar la descarga desde el camión, como con respecto a la caldera.

Posteriormente, se deberá definir el dispositivo extractor del combustible para ser llevado a la caldera. Es éste un elemento importante, pues debe absorber grandes esfuerzos.

Existen en el mercado, numerosas soluciones estandarizadas para la carga y transporte del biocombustible del silo hasta la caldera. No hay un único sistema único adecuado, sino que vendrá dado en función de la ubicación del silo con respecto a la caldera, de la forma del mismo y de las características del biocombustible utilizado.

Filtros y chimeneas

Las chimeneas deben estar perfectamente homologadas y térmicamente aisladas. Deberán poseer sistemas que impidan la salida de cenizas por la chimenea, con el consiguiente peligro para la cubierta del invernadero, tanto por quemaduras como por manchado.



Costes de los sistemas de calefacción de biomasa

Ejemplo práctico

Estos sistemas de calefacción de biomasa, se caracterizan por su alto coste de inversión y bajos costes de mantenimiento.

De manera general, actualmente una caldera de biomasa viene a salir de unas 3 a 4 veces más cara que una de gasoil a igualdad de potencia, mientras que el combustible viene a salir unas 4 veces más barato. La rentabilidad por lo tanto estará en función del funcionamiento y uso que se le de a la caldera.

En un invernadero del ITGA en Sartaguda, con cultivo de tomate en hidroponía, calefactado con agua caliente a baja temperatura y aire, el CENER (Centro nacional de energías renovables) realizó un estudio dentro de un proyecto "Best Results", de lo que supondría la sustitución de los actuales sistemas de calefacción basados en gasoil por sistemas de biomasa. Exponemos los resultados alcanzados.

El aporte térmico necesario se realiza actualmente utilizando gasoil como combustible en dos calentadores de aire (2 x 250 kW) y una gran caldera de agua caliente (30 kW).

La temperatura en el interior del invernadero se regula entre 15 y 18°C. La temperatura del sustrato entre 18 y 20°C

El consumo térmico anual es de 123.400 kWh (equivalentes a 12.220 L de gasoil) y el consumo punta máximo 100 kW.

La Solución propuesta fue la sustitución de la caldera de gasoil para el agua caliente existente por una caldera de biomasa. La caldera de biomasa suministrará el consumo base con un menor gasto anual en combustible y las demandas punto serán cubiertas por los calentadores de aire existentes que consumen gasoil. Como podemos ver,

| | | | |
|---|------------|--------------|-------------------|
| Pot. maxima demandada | 101 | Kw | |
| Potencia biomasa | 40 | Kw | 40% |
| Inversión caldera biomasa anualizada | 28.275 | € | |
| Mantenimiento | 3.842 | €/año | 6%; 10 años |
| Demanda cubierta con gasoil | 889 | €/año | |
| Consumo gasoil | 20.713 | KWh/año | 17% |
| | 25.891 | KWh/año | 2.563 litros /año |
| | 1.683 | €/año | |
| Demanda cubierta con biomasa | 102.678 | KWh/año | 83% |
| Consumo Biomasa | 128.348 | KWh/año | |
| | 3.850 | €/año | |
| | 29 | Tm/año | Pellets de madera |
| Total consumos anuales (con biomasa) | 6.422 | €/año | |
| Consumo gasoil sin biomasa | 10.026 | €/año | |
| Ahorro operación | 3.603 | €/año | |
| Ahorro total | 238 | €/año | |
| Tiempo retorno de la inversión | 7,8 | años | |
| Coste calor consumido | 83 | €/MWH | |

- Parámetros obtenidos en los resultados

la solución contemplaba un uso mixto de caldera de biomasa y de gasoil.

Los resultados finales señalan la viabilidad en "la sustitución de la caldera de gasoil (para el agua caliente), por otra de biomasa, para cubrir el 40% de la demanda puntual máxima del año -por tanto con menos de la mitad de inversión que aporta el 83% del consumo de combustible anual -. El resto de la energía necesaria, se aportaría con calentadores de aire, ya existentes, de gasoil".

Es decir, el consumo base se aportaría con biomasa y las puntas de demanda con gasoil.

El ahorro anual es de aproximadamente 3.603 € por lo que la inversión necesaria (aproximadamente 28.300 €) se amortiza en algo menos de 8 años.

La conveniencia económica de instalar un sistema de calefacción de biomasa se basa en el gasto de

combustible que se realice en la explotación. A mayor superficie de invernadero y a mayor temperatura a mantener, mayor ahorro en el gasto, según se elija un combustible u otro.



Conclusiones

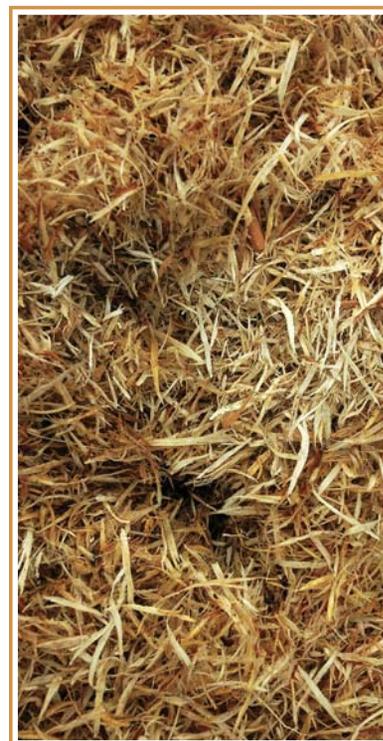
□ En la actualidad y de forma general, tres son los **principales escollos** para la generalización de este tipo de sistemas:

- **Necesidad de estandarización de los combustibles.**
- **Mejora de la logística en la distribución de los mismos**
- **Alto precio inicial de las instalaciones**

Sin embargo en muchos casos, la cercanía física a un recurso dado reduce en gran medida la importancia de los dos primeros factores. En estos casos, la estudiada elección de las propuestas de los profesionales contrastados del sector, convertirán las calderas de biomasa en una opción a tener en cuenta.

□ **Es fundamental la acertada elección del biocombustible**, en función de sus características y cercanía de distribución. Es de igual importancia aquilatar la periodicidad del suministro, el consumo total a realizar y el mantenimiento del precio del biocombustible.

□ Los casos estudiados señalan la **viabilidad económica** de este tipo de instalaciones, que estará **en función del funcionamiento y uso que se de a la caldera.**



Nuestro sistema de REDES DE SEGURIDAD permite realizar el montaje del invernadero sin riesgos.

ULMA
Agrícola

Gama de Equipamientos

- Pantalla térmica y de Sombreo
- Mesas de Cultivo Fijas y Móviles
- Calefacción
- Humidificación
- Extractores
- Removedores
- Fertirrigación
- Cámara Hinchable

Las mejores soluciones para cultivos bajo abrigo

Realizamos instalaciones integrales de invernaderos "llave en mano" con la equipación específica para cada cultivo.

ULMA Agrícola cumple con la normativa europea de diseño, fabricación y montaje con el objetivo de ofrecer productos con Calidad Total. >



UNE EN 13031-1