



Picadora Claas trabajando sobre madera energética

MAQUINARIA ESPECÍFICA

Producción de biomasa: diseños de siempre con tecnología cada vez más depurada

Heliodoro Catalán
Doctor Ingeniero Agrónomo

La idea es convertir tierras agrícolas de dudosa rentabilidad con cultivos “convencionales” en productoras de biomasa para el aprovechamiento energético. Las políticas europeas han apostado por la reducción de uso de energías no renovables (hasta un 20% para 2020), sustituyéndolas por energías renovables. La propuesta del autor es que el agricultor aproveche esta baza y, para ello, expone las líneas generales de inversión en maquinaria.

Si ha existido un denominador común desde que el autor comenzó la colaboración con *Agricultura*, éste ha sido la búsqueda de la rentabilidad de las acciones y opciones de la maquinaria estudiada en cada artículo. En el presente artículo, no podía ser de otra forma, de nuevo el autor se pregunta si la producción de biomasa puede resultar rentable y qué tipo de maquinaria logrará ese objetivo.

¿QUÉ ES LA BIOMASA?

Una definición que me ha gustado es la siguiente: “materia orgánica de origen biológico que se puede utilizar como fuente de energía”.

Lo interesante es que el agricultor sepa reconvertir “las modas” en su provecho. Desde hace unos años, las administraciones están empeñadas en intentar fomentar la línea de producción de biomasa, puesto que es una energía renovable.

La idea es tan vieja como buena, aprovechar la energía acumulada durante el crecimiento de la planta para liberarla en forma de calor que se puede aprovechar de forma direc-

ta, calefacción, para producir gas que pueda ser usado directamente como vapor o bien para producir electricidad.



LA POSTGUERRA ESPAÑOLA, LOS VEHÍCULOS DE GASÓGENO Y LA MODERNIDAD DE LAS CENTRALES ELÉCTRICAS GICC

Algun lector recordará los vehículos movidos por gasógeno (que significa generador de gas) en el periodo de la posguerra española. El inventor fue un tal Georges Christian Peter Imbert. Los coches utilizaban carbón o leña para producir "combustible gaseoso".

Un aparato, gasógeno, colgado o arrastrado, de la parte trasera del vehículo servía para ir quemando residuos vegetales e ir generando CO₂ que tiene cierto poder calorífico. Además se añadía agua para también producir hidrógeno y aumentar la energía disponible.

Hoy, centrales modernas utilizan un sistema similar para producir electricidad: Gasificación Integrada en Ciclo Combinado (GICC).

Coches con gasógeno



Biomasa para abonar el viñedo

FUENTES DE BIOMASA

► ¿Cultivo convencional o cultivo específico?

→ LA CLAVE

No toda la biomasa es factible para un aprovechamiento energético rentable

En la actualidad se trabaja sobre biomasa residual agrícola, ganadera y forestal o con cultivos energéticos, bien leñosos o bien herbáceos. En cualquier caso lo que se aprovecha es la fracción biodegradable de esos residuos o cultivos.

Ya se adivina, por tanto, que hay dos grandes líneas en el aprovechamiento: la residual de cultivos convencionales y la propia de disponer cultivos destinados al aprovechamiento energético.

La ventaja de los residuos agrícolas y forestales es la disponibilidad de una fuente adicional de ingresos del cultivo habitual en la explotación (imagine el lector la cantidad de energía contenida en los restos de poda de viñas, olivos, frutales, paja de cereal, etc.). En el caso de restos de limpieza de bosques no sólo se debe contemplar la ventaja económica de la energía de la biomasa, sino la "ventaja social" ocasionada por la reducción de riesgos de incendios.

La desventaja está en que este tipo de restos tiene una elevada estacionalidad y además no resulta barata su recolección ni su transporte.

► ¿Herbáceo o leñoso?

Esta es otra gran bifurcación en el camino de las decisiones más adecuadas para cada agricultor.

En un primer vistazo, parece que las especies herbáceas son más convenientes para un agricultor convencional puesto que ya posee la experiencia en técnicas de cultivo (lo "mismo" debería dar cultivar un cardo o un trigo). Además el agricultor que, sabiamente, opte por este camino también tendrá, en más o menos medida, la maquinaria necesaria, necesitando solo la maquinaria convencional.

Por el contrario, aquel agricultor que opte por especies arbóreas o leñosas tendrá algunas ventajas y es que sus cultivos, normalmente, tendrán más calidad y poder calorífico.

// LA VENTAJA DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS Y FORESTALES ES LA DISPONIBILIDAD DE UNA FUENTE ADICIONAL DE INGRESOS DEL CULTIVO HABITUAL EN LA EXPLOTACIÓN //

fico como combustible que cualquier herbáceo. Además, el elector de especies leñosas no dependerá tanto de la estacionalidad pudiendo simplificar y planificar su cosecha de forma casi continua con la ventaja que eso tiene también desde el punto de vista de mano de obra, pero también deberá hacer una mayor inversión inicial (plantación, compra de maquinaria específica) y, sobre todo, tendrá el inconveniente de la "inercia" del cambio.

Sea cual sea la elección, lo ideal de un cultivo energético es que cuando se proceda a quemarse para producir calor (calefacciones, turbinas, etc.), las emisiones de CO₂ que despiden sean iguales, o menores, a la cantidad absorbida de CO₂ que la planta haya realizado a la atmósfera durante su fase de crecimiento. De esta forma, el balance en la generación de gases con efecto invernadero es neutral.

► La apuesta leñosa: madera energética

→ LA CLAVE

Algunas especies elegidas son el eucalipto, el pino, la acacia, chopo, sauce, álamo, tojo, arce y paulownia

En países con amplias zonas forestales, la madera es una importante fuente de energía. Países europeos como Suecia, Finlandia, Alemania o Letonia y americanos como Canadá o Brasil, tienen en la madera el origen de más de un 25% de su generación total de energía (uso directo en calefacción o producción eléctrica en plantas energéticas).

A la madera como fuente de biomasa se le denomina madera energética y puede tener su origen en bosques de "baja calidad" o en plantaciones de especies de rápido crecimiento con gran capacidad de regeneración o incluso madera residual de la industria maderera. Para su uso y transporte es necesario trocearla o "empaquetarla".



Miscanthus sinensis. Fuente: Wikipedia



Tractor Fendt Katana trabajando sobre forraje

Para la elección de especies, hay que tener en cuenta que algunas de más éxito son el eucalipto (apuesta segura), el pino, la acacia, plantas de la familia de las salicáceas (chopos, sauces, álamos) sin olvidar el tojo, olmo, arce o la "súper popular" paulownia.

► La apuesta herbácea

→ LA CLAVE

Las especies más empleadas: cardo, caña común, sorgo, maíz y miscanthus

Quizá para agricultores "tradicionales" les resultará más familiar y adecuado convertir sus tierras a la siembra y explotación de especies herbáceas. En este caso las especies más de "moda" son el cardo (*Cynara cardunculus*) la caña (*Arundo donax*) o las especies forrajeras como el sorgo (*Sorghum bicolor*) y el maíz, o una muy popular últimamente, llegada de Japón y Filipinas, el miscanthus, que es elegido por su rápido crecimiento y alta biomasa (es también un "elegido" para la fabricación de biofuel).

MAQUINARIA "CONVENCIONAL"

En ningún momento piense el lector que estamos hablando de un "nicho" limitado cuando se habla de maquinaria para la producción de biomasa. En primer lugar, hay que hacer notar que se puede distinguir entre maquinaria convencional (aquella que se pue-

// QUIZÁ PARA AGRICULTORES "TRADICIONALES" LES RESULTARÁ MÁS FAMILIAR Y ADECUADO CONVERTIR SUS TIERRAS A LA SIEMBRA Y EXPLOTACIÓN DE ESPECIES HERBÁCEAS, QUE A LEÑOSAS //

de utilizar en cultivos energéticos pero que es la misma que la utilizada para cultivos alimentarios) y la maquinaria específica (aquella que en realidad se diseña y fabrica con el fin último del aprovechamiento de especies energéticas).

La apuesta del agricultor es entender la biomasa como un cultivo más, lo cual quiere decir que, ya sea biomasa herbácea o leñosa, el cultivo se debe mecanizar todo lo posible para reducir costes con lo que ello conlleva: aumento de productividad y disminución de los trabajos manuales.

Existen una serie de trabajos que pueden ser comunes, ya se vaya a sembrar o plantar especies herbáceas o leñosas: preparación del suelo (subsoladores, vertederas, chisel, etc.), el abonado (abonadoras), la siembra o plantación (sembradoras o plantadoras) o incluso las segadoras, rastrillos, picadoras o empacadoras.

Se entiende que este artículo no se detenga en este tipo de máquinas más o menos conocidas por todos.

MAQUINARIA "ESPECÍFICA"

Se hablará de maquinaria específica cuando se trate de producción de biomasa leñosa. En cualquier caso, hay que aclarar que la mecanización en España en el terreno forestal está en pañales.

► Tractor forestal

Objeto de otro artículo sería por ejemplo tratar el tractor forestal pues, en realidad, un auténtico tractor forestal (no un tractor agrícola "tuneado") poco tiene en común con el agrícola. Esto no significa que un tractor agrícola adaptado no pueda hacer un buen trabajo en el monte, y en determinadas labores de forma mucho más eficiente y barata que un tractor forestal. Esto es así porque en absoluto son comparables, ni por la labor, ni por diseño, ni por coste de adquisición.

Un tractor forestal está pensado para sobrevivir en un medio tan complicado como es el monte y, aparte de las características de los motores, pocas son las coincidencias entre ambos diseños.

Con independencia de que en el futuro se pueda dedicar un artículo a la descripción del tractor forestal, y para "abrir boca", se pueden enumerar algunas de las características y diferencias del tractor forestal con el agrícola:

- En el tractor forestal el reparto de pesos entre ejes es diferente a un agrícola.
- Un "auténtico" (léase también grande) tractor forestal no lleva sistema tripuntal.



Tractor Valtra y pinza cargadora



Tractor forestal autocargador

- Son tractores muy robustos, con amplias protecciones de bajos y también en el puesto de conducción (se incorporan ROPS (*Roll Over Protection System*) que son sistemas de protección antivuelco y consiste en el refuerzo de la estructura de la cabina. También es habitual encontrar cabinas autonivelantes.
- Los neumáticos forestales son mucho más anchos (por ejemplo 600/55B26.5) y con diferente diseño de garra. También son más comunes los tractores de cadenas.
- Mejores condiciones todo terreno que el agrícola, con ángulos de salida y ataque mayores que éste.
- La idea imperante es que en todo momento las ruedas deben estar en contacto con el suelo. Para ello, y pensando en el difícil terreno por el que pisarán, se utilizan diseños, o bien de eje basculante, o bien diseños de semichasis articulados que permiten el giro de uno de ellos respecto al otro en un plano vertical: el semichasis divide el chasis tradicional en dos partes, cada uno con su eje, cada uno motriz y ninguno direccional. El volante obliga al semichasis a girar en la dirección requerida mediante cilindros situados en la articulación. También se usa como elemento que une los dos ejes el denominado "bogie" que se une al chasis por el punto medio, eje de basculación, y consigue que, al superar un obstáculo, el centro de gravedad no varíe tanto como la altura del obstáculo.
- La diferencia fundamental en la transmisión es que el tractor forestal cuenta con convertidor de par (embrague hidráulico) que impide el calado del motor además de poder reducir el número de velocidades de la caja de cambios.

- Sistema de frenado muy potente (siempre discos húmedos en todas las ruedas y con circuitos independientes).

Autocargadores

Se trata de unos tractores forestales singulares: cabeza tractora y remolque. Son tractores con un remolque unido por medio de un sistema de articulación que permite que los dos componentes se sitúen en planos distintos (el remolque no es enganchable, si no un todo con el sistema). El autocargador incorpora una grúa para ir cargando de material vegetal la caja.

Los dos diseños básicos de tractores autocargadores son el "típico" semichasis por un doble eje en "bogie". Cualquiera que sea el diseño suele llevar una hoja "dozer" delantera para acceder a la masa que también se usa como freno en fuertes pendientes.

► Máquinas de compactación y astillado

El éxito de la biomasa como combustible reside en la habilidad del productor de reducir costes, tanto de producción como de distribución.

Si existe una labor principal en la producción de biomasa es, ante todo, garantizar un tamaño de piezas más o menos homogéneo. Con ello, se consigue disminuir el volumen, aumentar la densidad y facilitar el transporte (máquinas de pelletizado, empacado, briquetado, etc.).

Astillado y triturado

Las astilladoras generan un material vegetal tan fino que se puede transformar para ser usado en acondicionamiento vegetal (*mulching*) compost o bien material para ser usado como biomasa energética.



Empacadora forestal



El rendimiento de una astilladora es tanto mayor cuanto mayor sea la superficie de contacto del elemento cortante con el material a cortar.

Encontraremos astilladoras estáticas y móviles autopropulsadas o bien arrastradas. En España, se han desarrollado máquinas accionadas por tractor especialmente diseñadas para rama de olivar y sarmiento de vid, aunque también sirven para el aprovechamiento del cañote de girasol o la mata de algodón.

Empacado

En realidad, la empacadora forestal es una máquina que, por realizar la misma labor que las empacadoras agrícolas, se le da el mismo nombre, aunque su diseño se parece poco.

Como ha quedado claro, el transporte de la biomasa es tanto más eficiente cuanto mayor masa se acarrée para un volumen determinado. La empacadora forestal disminuye el volumen de carga, al igual que el astillado, pues disminuye los huecos del haz. La compresión de la biomasa puede llegar hasta $0,7 \text{ t/m}^3$ y además consigue una forma de los restos fácilmente manejable y almacenable.

Una auténtica empacadora forestal es un autocargador en el cual la caja de carga se ha sustituido por un sistema de compresión y embalaje.

Existen diferentes diseños, algunos claramente dominantes en el mercado. Algunos consisten en un conjunto de rodillos dispuestos longitudinalmente en el interior de

la caja que se monta sobre la base de un autocargador, la carga se introduce por la parte superior, se comprime por los rodillos internos y se ata dando lugar a una paca prismática que sale por la parte inferior cuando la caja bascula hacia un lado.

Otros diseños consisten en un cilindro montado sobre el semichasis trasero del tractor forestal autocargador. La carga entra por un extremo del cilindro y sale por el otro, en sentido longitudinal. La longitud la determina la orden que se le da a una sierra de cadenas para que corte el haz.

Un ejemplo español de empresa de vanguardia es el modelo "enfo2000", que se ha realizado en colaboración con el Centro Tecnológico (Prodintec). La "enfo 2000" consta de cuatro rodillos (dos horizontales y dos verticales), que suministran el material vegetal a una prensa fija que realiza un primer prensado y un carro móvil (presa móvil y unidad atadora) que hace un segundo prensado y el atado.

Otros diseños de empacadoras son las autopropulsadas, en este caso un solo operario va manejando la pluma que incorpora la empacadora para ir recogiendo el material a empacar. Son grandes máquinas capaces de procesar ramas de hasta 15 cm de diámetro.

Desbrozadora forestal

Dentro del término desbrozadora entra un abanico muy amplio de máquinas bastante diferentes entre sí. Por una parte, encontraremos desbrozadoras manuales, o bien desbrozadoras de cadenas arrastradas por tractor. Pero es que incluso encontraremos equipos autónomos (robots) con capacidad para realizar esta labor.

En cualquier caso, la labor de todas es conseguir el desbroce y limpieza de matorral para evitar incendios y en lo que difieren es en la capacidad de trabajo y masa forestal sobre la que actúan. Si hace unos años, y por supuesto todavía en vigor y haciendo un trabajo muy necesario, la tota-



Cabeza desbrozadora podadora de cuchillas

lidad del trabajo se hacía con operarios con su motosierra, sierra o hacha, hoy, con la introducción de la mecanización han mejorado las condiciones de trabajo y se ha incrementado la productividad y eficiencia, reduciendo costes.

Desbrozadora-podadora

Consiste en unas cabezas desbrozadora-podadoras normalmente con diseños basados en cuchillas de doble filo y cortando en ambos sentidos. El eje normalmente se acciona por medio de un motor hidráulico para independizar la cabeza de corte del resto del equipo.



Biomasa y limpieza de bosques para abonar viñedo

Robot desbrozador

Existen equipos autónomos que permiten trabajar en sitios completamente inaccesibles para equipos tripulados (fuertes

pendientes, laterales de autovías, líneas de transporte eléctrico...). Son robot de hasta 120 CV que están dirigidos por control remoto. Son diseños muy versátiles capaces de superar pendientes superiores a 45º debido a su centro de gravedad muy bajo.

También se suelen utilizar para la apertura de cortafuegos de forma rápida y sin riesgos para los operarios.

BIBLIOGRAFÍA

Biomasa. IDAE (Instituto para la Diversificación y ahorro de la energía).

Los biocombustibles. M. Camps y F. Marcos. ISBN 9788484763604. Ed. Junio 2008.

<http://www.serrat.es> empresa fabricante de trituradoras.

<http://www.cervisimag.com> Comercializadora de maquinaria forestal Neuson -Ecotec.

<http://www.elcogas.es/> Central eléctrica de Ciclo combinado.

<http://monraforestal.com> Empresa española líder en investigación en maquinaria forestal

TOLEDO

c/ Italia, 113 - 45005 (Toledo)
Teléfono: 925 280 468
Fax: 925 280 472
castillalamancha@sohiscert.com

SEVILLA

Finca La Cañada, Ctra. Sevilla - Utrera km. 20,8
Apartado de Correos 349 - 41710 Utrera (Sevilla)
Tel: 955 868 051 - Fax: 955 868 137
sohiscert@sohiscert.com

CIUDAD REAL

c/ Amargura, 2 - 13630 Socuéllamos (C. Real)
Teléfono: 926 500 221
Fax: 926 539 073
manchaecologica@sohiscert.com

SOHISCERT - PROFESIONALIDAD, INDEPENDENCIA Y CONFIANZA EN LA CERTIFICACIÓN AGROALIMENTARIA

CERTIFICACIONES DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA (AGRICULTURA Y GANADERÍA, INSUMOS, ACUICULTURA)

CERTIFICACIONES INTERNACIONALES (NOP, JAS, BIOSUISSE, DELINAT)

VINOS (DOP, IGP, VARIETALES, MARCAS COLECTIVAS)

GLOBALGAP, IFS, BRC

AVES DE CORRAL

GALLINAS CAMPERAS

