

[FORRAJES]

Segadoras y acondicionadores

Helio Catalán

Dr. Ingeniero Agrónomo

En el número 908 de Agricultura, junio de 2008, se realizó una revisión sobre las cosechadoras para la recolección de maíz forrajero. En este artículo deseamos continuar con el análisis de maquinaria para la recogida y el manejo de forrajes. Ahora toca la siega y acondicionamiento de la hierba.



Las condiciones de España como país de clima mediterráneo con sus “caprichos” climáticos no auguran un buen desarrollo de la actividad agrícola forrajera. Si bien, tradicionalmente, en la España húmeda se mecanizaba la recolección de algunos prados naturales se solía hacer con maquinaria poco sofisticada, en cambio en los últimos años se ha detectado un cambio del mercado hacia una mayor profesionalización. Varios acontecimientos influyen en la citada evolución: las empresas de servicios que demandan máquinas más avanzadas, la técnica del microensilado y

el previsible aumento de demanda de biomasa por los nuevos aprovechamientos energéticos (biocombustibles).

Factores que intervienen en el mercado forrajero: Clientes y “material” ofertado

El mercado del forraje está dirigido al ganado y si bien, antes eran los propios ganaderos los que se preocupaban de conseguir el material alimenticio para sus explotaciones, en la actualidad, con técnicas de ensilado, he-

nificado o incluso deshidratado, se tiende a una mayor profesionalización apareciendo empresas de servicios que demandan maquinaria de mayor tecnología.

Si el ganadero es el cliente, ¿qué es lo que compra?, está claro que comida para su ganado, pero la cuestión es ¿qué tipo de comida? El material forrajero varía de forma continua y además lo hace rápidamente. Con los avatares del mercado mundial: disposiciones de la Política Agraria Común; mercado de biomasa para biocombustibles; precios energéticos; “modas” como puede ser la proteína de origen animal (recordemos el mal de las vacas locas), qué es lo que se produce y cómo se produce está en movimiento constante. De contar con maíz ensilado se puede pasar a preferir la alfalfa deshidratada o bien alfalfa henificada si las subvenciones le son favorables o la última moda, la soja.

¿Y de qué forma servimos el alimento?, esta cuestión sí está más clara. En general se puede hablar que la producción de heno es la forma habitual de aprovechar la hierba en condiciones de clima seco y soleado, mientras que la producción de ensilado lo es en los climas húmedos. Si bien con las nuevas técnicas de ensilado o microensilado sobre pacas hacen posible cambiar las concepciones tradicionales.

Siega, acondicionado, recogida y empaquetado

El proceso comienza en el momento en que se cortan las plantas mediante la siega y finaliza cuando se distribuye para su consumo. Todo el proceso se realiza con un escalonamiento de las operaciones en el tiempo que se conoce como cadena de recolección: conjunto de operaciones y máquinas que hay que utilizar desde la siega hasta su conservación. Las máquinas son diferentes según se vaya a obtener heno, silo o forraje “en verde”.

La primera etapa es la siega de la cosecha, independiente de la dedicación

posterior del forraje. En esta etapa se deberá seleccionar el equipo mecánico que será diferente según la consistencia de la planta y el tipo de corte, pensando sobre todo en si interesa o no el rápido rebrote.

La segunda etapa es el acondicionamiento. Es una etapa que puede ir o no asociada a la siega. Su objetivo es acelerar la pérdida de humedad. Se podrá optar por un aplastamiento de los tallos, o bien tan solo airear el forraje ya cortado. Se trata de una etapa crucial en el proceso de henificado mientras que en el ensilado o forraje verde es menos influyente.

La recogida y empaquetado, si bien no objeto del presente artículo, son etapas que ofrecen múltiples alternativas puesto que depende en gran medida de las etapas anteriores, del contenido de humedad del producto y del uso que se vaya a hacer del mismo.

Si el producto es un heno, la densidad aparente es alta y se minimiza el coste de transporte y almacenamiento; si el producto es un ensilado o "verde" la densidad no debe ser alta para evitar fermentaciones indeseadas o bien si se compacta (ensilado de pacas) se deberá recurrir a envolver la paca con plástico y evitar la fermentación aeróbica.

Maquinaria de siega

El proceso de siega consiste en separar la parte aérea de la planta (parte del tallo y hojas) y dejarla en condiciones de un rápido secado. Aunque en la actualidad, generalmente, la siega se realiza simultáneamente con la operación de acondicionamiento, la maquinaria a tal uso se analizará por separado. Lo más habitual en España es encontrar máquinas para el tripuntal del tractor y que se enganchan lateralmente para evitar el pisado de la hierba antes de la siega.

El corte se podrá conseguir bien con sistemas de corte alternativo o rotativo. El alternativo mediante cuchilla y contracuchilla o cuchillas alternativas y el rotativo mediante un rotor de eje horizontal (mayales) o rotor de eje vertical (discos o tambores con cuchillas).

1. Corte alternativo: La más conocida es la barra guadañadora que consiste en la acción de una cuchilla (dedos móviles) y una contracuchilla



Barra de corte y detalle de cuchilla

(dedos fijos). Al método también se le denomina corte simple. La regulación de la máquina permite variar la separación entre dedos, buscándose menor distancia para tallos finos. Es un buen sistema que contamina poco la hierba pero que es muy dependiente del afilado de las cuchillas.

Dentro de este sistema existe otro denominado corte doble en el cual se sustituyen los dedos fijos por otros dedos móviles, es decir, imitando la acción de la tijera con las dos hojas afiladas. En ambos casos, por su modo de trabajo, no producen proyección de piedras y simplifica su diseño y requieren bastidores poco pesados.

2. Corte rotativo: El corte se realiza sin contracuchilla y entonces se elige una cuchilla, bien afilada y dotada de alta velocidad de rotación consiguiéndose un corte más limpio. Las cuchillas van montadas sobre un rotor que se puede disponer de forma horizontal o vertical.

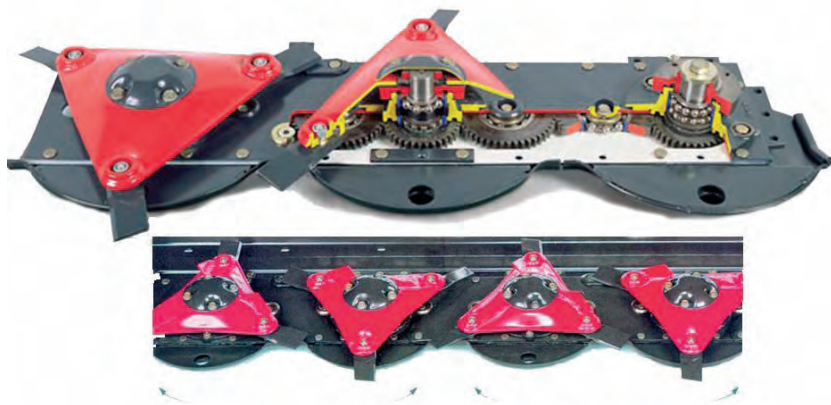
• **Rotor horizontal:** Conocida como segadora de mayales. Unas cuchillas, afiladas en un extremo, se articulan sobre el otro extremo al rotor que gira a unas 800 rev/min. Por acción de la rotación las cuchillas giran perpendiculares al eje. El corte se realiza por laceración del tallo, por lo que el proceso es más apropiado para ensilado. Su principal ventaja frente a otros tipos de siega es que trabaja mejor sobre hierba tumbada, además son máquinas con poco peligro de embozo, e incluso puede utilizarse el efecto de "onda" para cargar la hierba sobre un re-

molque anexo. En cualquier caso son máquinas muy polivalentes que incluso se pueden usar para desbroces. Sus principales desventajas es que no son apropiadas para especies de rebrote por su mala calidad de corte y alto índice de ensuciamiento del forraje.



Segadora arrastrada

• **Rotor vertical:** Se disponen de varios rotores que van suspendidos de un bastidor. Los rotores incorporan las cuchillas, 2, 3 ó 4 por rotor. En sí el rotor puede tener forma de disco o de tambor dando lugar a la subclase dentro de este tipo de máquinas. Los tambores son de mayor diámetro y se accionan desde arriba girando, en sentido inverso, por parejas. En cambio, los discos son de menor diámetro. Las velocidades de rotación son variables encontrando cifras desde las 1500 hasta las 3000 rev/min que consiguen en las cuchillas velocidades periféricas de más de 50 m/s. Para evitar que la cuchilla descansa en el suelo y el consiguiente desgaste y roturas se hace que descansen sobre un plato de eje libre concéntrico a cada tambor.



Discos triangulares

Con la regulación de dichos platos se consigue modificar la altura de corte. Otros sistemas consisten en unos patines o dispositivos similares.

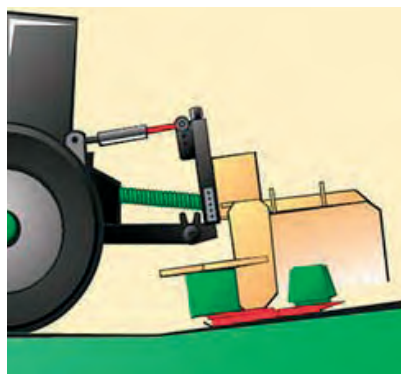
No es el objetivo de este artículo describir las diferencias constructivas que se pueden encontrar en el mercado. Baste decir que se pueden encontrar con un número de discos diferente: 4, 5, 6, 7...; que el número puede ser par o impar; que pueden girar todos en el mismo sentido o algunos en sentido contrario, por ejemplo se suele poner que los discos de los extremos giren hacia dentro para concentrar la hierba en un cordón más estrecho o bien todos los discos de un lado giran en un sentido y el otro lado en el contrario o incluso que el cliente pueda cambiar fácilmente el sentido de giro de los discos; que los discos pueden ser ovales, circulares (ambos con 2 cuchillas diametralmente opuestas) o triangulares (3 cuchillas).

[Valoración y elección del sistema de siega

Si bien en este artículo se valora solamente la elección de un sistema para variedades de tallo fino: prateses, alfalfa, leguminosas e incluso soja (El caso de variedades de tallo grueso como por ejemplo el maíz quedó valorado en el artículo de la revista Agricultura de junio 2008).

La elección de un sistema de siega u otro se debe hacer atendiendo a algunas de las siguientes características:

- **Limpieza del corte:** en el caso, por ejemplo, de alfalfa, se buscará un corte limpio que permita el rá-



Siguiendo el perfil del terreno

pido rebrote; sin embargo en otros casos, por ejemplo el material que se va a ensilar, interesará un corte con aplastamiento para incrementar la rápida fermentación.

- **Precisión de corte:** se refiere a la capacidad que tiene el operario, regulando la máquina, de poder precisar la altura de corte. En el caso de barras guadañadoras la precisión de la altura es bastante superior que cuando se trata de regular la segadora de corte rotativo.

- **Contaminación de la hierba con tierra:** se debe evitar la mezcla de tierra con hierba para no incrementar el peso de transporte y ante todo no disminuir la palatabilidad del forraje. Las máquinas de accionamiento rotativo, por ejemplo mayales, son proclives a una mayor contaminación que las de rotor vertical, siendo las de corte alternativo las menos propensas a la contaminación.

- **Embozado:** sobre todo en condiciones difíciles del cultivo, se deberá buscar una máquina capaz de procesar la masa cortada y retirarla de la zona de trabajo para evitar atoramientos que repercuten nega-

tivamente en los tiempos de operación. Una guadañadora tiene más posibilidades de embozarse que una segadora de mayales o una segadora de disco o tambor.

- **Potencia de accionamiento:** En general se puede afirmar que las máquinas de accionamiento alternativo demandan menor energía que las de accionamiento rotativo y de entre éstas, la segadora de mayales es la que más energía demanda. Si una barra guadañadora requiere del orden de 10 CV por metro de anchura de corte, una segadora de discos requiere del orden de 15 CV por metro de anchura de corte y la de mayales en torno a los 18 CV por metro. El uso de acondicionador en la misma máquina incrementa, naturalmente, la potencia necesaria del conjunto de forma variable según el tipo de acondicionador pudiéndose llegar incluso al 70%.

- **Acción sobre el forraje tum-bado:** si nuestro cultivo tiene la particularidad de encontrarse tum-bado hay que desechar el trabajo de las segadoras de corte alternativo y recurrir a las rotativas de eje horizontal.

- **Velocidad de trabajo:** No cabe duda que a mayor velocidad, mayor capacidad de trabajo. Cada sistema de segado tiene unas características y su óptimo funcionamiento se produce a una determinada velocidad que a su vez es variable según las condiciones de la hierba.

- Un sistema de barra de corte o barra guadañadora demanda velocidad baja (< 6 km/h).

- Sistema de doble cuchilla hasta 8-10 km/h

- Segadora rotativa de eje horizontal (mayales) en torno a los 8 km/h

- Indiscutible líder de velocidad de trabajo las segadoras rotativas de eje vertical que ronda los 12 km/h

- **Capacidad de trabajo:** aunque directamente depende de la velocidad de avance y de la anchura de corte, indirectamente también hay que considerar la forma y el tamaño de la parcela, el tiempo que requiere su puesta en marcha, la conveniente regulación y el mantenimiento. La segadora de mayales posee quizá la mayor capacidad de trabajo, seguidas por las de discos y tambores y por último las de corte alternativo.



Detalle de dedos retráctiles



Segadoras en paralelo con hasta 9 m de ancho de trabajo

• **Mantenimiento de la máquina:** se deben contemplar las labores de engrase, de afilado de cuchillas (grande en las guadañadoras y nula en la segadora de disco); rapidez de cambio e intervalo de vida de los elementos de corte; peligro de proyección de elementos como piedras (¡ojo a este dato! Pues en segadoras de rotor vertical suele ser grande por lo que se deberá proveer a la máquina de pantallas); cambio de aceite lubricante de las transmisiones que es también importante en la segadora de discos. En general la segadora de mayales es la más económica de mantener, seguida de las rotativas de discos y por encima de todas las de corte alternativo.



Cambio de cuchillas

Maquinaria de acondicionado: rastrillos hileradores y acondicionadores

El siguiente paso en la cadena de recolección es el acondicionamiento del “verde” segado. El objetivo es acelerar la deshumidificación de la hierba exponiéndola al sol y al aire el tiempo suficiente hasta alcanzar una humedad en torno al 25 %. En realidad se pueden encontrar máquinas de hilerado o acordonado y los más propiamente acondicionadores que actúan sobre la hierba lacerando o machacándola. El hilerador puede ser un equipo independiente que trabaja sobre hierba ya cortada o trabajar a la vez que la segadora y entonces la máquina en su conjunto incorpora los dos procesos.

1. **Equipos post-siega.** Pasan tras la siega dejando transcurrir unas horas hasta alcanzar la humedad ideal para mover el material cortado. En el grupo se encuentran los conocidos rastrillos en sus múltiples variantes, según su forma de trabajo. La labor de los rastrillos se subdivide según se formen cordones a intervalos regulares (anchura de trabajo) o bien uniendo cordones (a ambos se les suele denominar hileradores) o incluso esparcir el forraje acordonado (volteadores). Todos ellos trabajan extendido o agrupando el forraje sobre la tierra, formando cordones, acondicionando e incrementando la capacidad de trabajo de las máquinas posteriores que recogerán el material segado. En cualquier caso deben poseer la capacidad de conseguir hileras de diferentes anchuras y posición relativa variable.

Su funcionamiento se basa en el movimiento de unos dedos que van barriendo el forraje transversalmente al avance de la máquina. Según se unan los dedos en su soporte se puede hablar de rastrillos de molinete horizontal o de peine, molinete vertical y rastrillos de “soles” (su eje de giro es más o menos horizontal a la superficie de trabajo).

Según se unan los dedos en su soporte se puede hablar de rastrillos de molinete horizontal o de peine, molinete vertical y rastrillos de “soles” (su eje de giro es más o menos horizontal a la superficie de trabajo).

Según se unan los dedos en su soporte se puede hablar de rastrillos de molinete horizontal o de peine, molinete vertical y rastrillos de “soles” (su eje de giro es más o menos horizontal a la superficie de trabajo).

• **Molinete vertical:** Quizá en este grupo encontramos las máquinas más demandadas del mercado en la actualidad. Las púas giran alrededor de un eje perpendicular al suelo. Dentro del grupo se encuentra una gran variedad de máquinas siendo el más común los llamados hileradores en los cuales los “dedos” se colocan sobre unos brazos (alrededor de 10) que giran y barren el terreno. No apoyan en el suelo consiguiendo no contaminar la hierba y tienen una capacidad de trabajo alta. La anchura de trabajo ronda los 4, 5 m pero se pueden encontrar de 8 y hasta 12 m (según el número de rotores).



Hilerador de dedos

• **Molinete horizontal:** El movimiento les llega o bien desde alguna rueda motriz o incluso desde la tdf (mejor pues se permite variar la velocidad de rotación independientemente de la velocidad de avance). Las púas no deben llegar a tocar el terreno (deben estar a una altura aproximada de 1 a 2 cm) por lo que apenas contaminan la hierba. Producen un cordón óptimo para la empacadora pero trabajan a velocidad de avance reducida. Se puede invertir el sentido de giro y así se podrán usar tanto para volteo como para acordonar consiguiéndose una estupenda calidad de trabajo aunque en su contra figura el precio que suele ser más elevado que las otras alternativas.

• **Rastrillo de “soles”:** Son los más económicos y su mantenimiento es mínimo. Una serie de ruedas (en torno a 1 m de diámetro) con eje común (soles) terminan en una serie de púas o dedos que mueven el forraje. Su avance es oblicuo a la dirección de marcha. El movimiento lo produce el propio avance del tractor puesto

que las púas apoyan sobre el terreno. Es una máquina con una elevada capacidad de trabajo pero más contaminante con tierra que los de molinete.



Rastrillo de soles

En cualquier caso es prioritario trabajar sobre forraje con el contenido de humedad preciso pues si el material segado está excesivamente seco el porcentaje de pérdidas se eleva rápidamente.

2. Equipo con siega. El acondicionador va asociado a la segadora y por lo general ambas trabajando sobre la misma anchura de trabajo. La máquina combinada dispone el forraje en un cordón hueco y voluminoso. Los tipos de acondicionadores más habituales que encontraremos en el mercado son los de rodillos y los de dedos.

• **Acondicionador de dedos:** Varias filas de dedos colocados sobre un eje horizontal y con movimiento de rotación chocan contra el forraje cortado. Los dedos, metálicos o plásticos o ambos, pueden tener diferentes formas siendo las más comunes la de dedos rectos o en forma de Y invertida. El efecto de lacerado se incrementa según la velocidad de rotación (entre 600 y 800 rev/min).



Detalle de discos con acondicionador de dedos



Detalle de discos con acondicionador de rodillos

• **Acondicionador de rodillos:** 2 rodillos, girando en sentido contrario, provocan el aplastamiento de la hierba. Según sea el material de los rodillos, su velocidad de rotación, la presión entre ambos, la forma superficial del propio rodillo, etc. marcará su forma de trabajo.

- Rodillos lisos: generalmente están recubiertos de una capa de goma o caucho. Aplastan el tallo en toda su longitud, pero tienen el inconveniente que el forraje se puede enrollar en los cilindros, para evitar esto se suelen tallar en la goma algunos surcos o dibujos en espiral.

- Rodillos dentados: actúan como si se tratase de unos "engranajes" y a diferencia de los lisos que actúan en toda la longitud del forraje, los dentados aplastan el forraje a intervalos. Otra alternativa, y quizá la más utilizada, es contar con rodillos combinados: uno liso y otro dentado.

Comparando los dos sistemas de acondicionado, dedos y rodillos, se puede resumir que el acondicionador de dedos se utiliza cuando el forraje necesita un mayor acondicionado y son más agresivos que los de rodillos. También consumen más potencia que los de rodillos (se deben barajar cifras de 3 CV/m de anchura de trabajo).

• **Cinta hileradora:** se trata de un hilerador en el momento de la siega. Si bien existen varios sistemas (cinta o chapas deflectoras), todos ellos deben permitir variar la anchura del cordón. Las cintas también varían su velocidad y su sentido de giro independientemente del sentido y veloci-

dad de avance del tractor, con ello se logra que el volumen o ancho del hilerado se adapte a la máquina siguiente de la cadena, normalmente empacadoras o remolques autocargadores.

¿Y cuál es la máquina más vendida?

Cuando se analizan las cifras del mercado español se observa una clara tendencia al alza de las máquinas de corte rotativo de eje vertical y dentro de éstas las de discos son las más demandadas, si bien las cifras varían según zonas. Por ejemplo en zona más bien seca la segadora de discos es menos recomendable puesto que el conjunto de transmisión se calienta de forma excesiva por lo que allí el corte alternativo parece tener preferencia. Una de las razones para dicha tendencia es que la segadora de discos posibilita perfectamente la incorporación de un sistema de acondicionado o hilerado en el conjunto, pero también por su elevada capacidad de trabajo. •

