

# RECOLECCIÓN MECANIZADA DE LOS FORRAJES



## LA SIEGA DE LA HIERBA

La siega, y los procesos de acondicionado constituyen el primer paso en la recolección de los forrajes.

**LUIS MÁRQUEZ**

El proceso de recogida de plantas con aprovechamiento forrajero, cualquiera que sea su destino final se inicia con la siega, que suele estar asociada a los procesos de acondicionado para que la pérdida de humedad se acelere desde el momento del corte, aunque esta operación se puede completar con el movimiento de los cordones segados que realizan los rastrillos. Seguidamente se analizan los

equipos mecánicos que intervienen en los procesos de siega, incluidos los cabezales para la siega del maíz forrajero.

### ■ Maquinaria para la siega

Se entiende como siega la separación de la parte aérea de una planta para aprovecharla como forraje. Con esta operación se inicia cualquier cadena de recolección y consiste en cortar el tallo separándolo de la raíz, que permanece unida al suelo, en toda la superficie del campo. La calidad de esta operación se debe valorar en función de:

- La limpieza del corte para facilitar el posible rebrote.
- El embozado de la herramienta cuando trabaja en condiciones difíciles.
- La contaminación de la hierba con tierra, lo que repercute en la calidad del forraje.

Hay diferentes sistemas para realizar el corte: alternativo con cuchilla y contra-cuchilla, rotativo con mayales (rotor de eje horizontal) y rotativo con discos o tambores con cuchillas (rotores de eje vertical). Además, para plantas de tallo muy consistente, como es el caso del

maíz, se necesita un dispositivo de corte especialmente robusto diseñado para esta operación.

Los diferentes sistemas de siega se valoran atendiendo a la velocidad de trabajo, la calidad del corte, las posibilidades de actuación con el forraje tumbado, así como por las necesidades de mantenimiento y demanda de potencia para su accionamiento. Si el corte no se realiza limpiamente se produce un retardo en el rebrote (como en la alfalfa) y aumenta la velocidad de fermentación del producto segado.

Dos son los principios básicos generalizados para realizar la siega: el empleo de cuchilla y contracuchilla, que actúan durante el corte como una tijera, produciendo un cierre por aplastamiento en la zona cortada, y el corte por golpe con una cuchilla desplazándose a alta velocidad (sin contra-cuchilla), que solo producirá un corte limpio si la velocidad es suficientemente alta y la cuchilla está bien afilada, pero sin el aplastamiento y cierre de la zona cortada que produce la acción de la cuchilla sobre la contracuchilla.

### Barras guadañadoras

Entre los equipos que utilizan el principio de siega por la acción de la cuchilla sobre la contracuchilla se encuentran los conocidos como barras guadañadoras o barras de corte, con dedos fijos (contra-cuchillas) y cuchillas móviles. Se ofrecen tres separaciones normalizadas entre dedos fijos, recomendándose utilizar los dedos más juntos (menor desplazamiento de los tallos antes del corte) a

medida que sean más finos los tallos de forraje que se tiene que segar. La principal ventaja de este sistema es la limpieza del corte, sin que el forraje se contamine con la tierra, pero la velocidad de avance debe ser baja (menor de 4-6 km/h) para evitar el embozado. Necesita un afilado periódico de las cuchillas, y tiene limitada utilidad en praderas con fruta caída, ya que ésta se clava en los dedos.

Una de las mejoras más significativas de las barras de

FIGURA 1.- SEGADORA PARA TRACCIÓN ANIMAL



FIGURA 2.- BARRA GUADAÑADORA



FIGURA 3.- DOBLE CUCHILLA ALTERNATIVA



corte fue la doble cuchilla alternativa (barra de corte tipo 'busatis'). Al no utilizar dedos fijos, ya que las dos cuchillas frotan entre sí, al igual que lo hacen las hojas de una tijera, el corte es limpio y puede trabajar a velocidades que superan los 10 km/h sin problemas de embozado, incluso cuando encuentra fruta caída o material leñoso. El coste de adquisición es algo mayor que el de la barra de corte, así como los de mantenimiento y reparaciones.

La otra alternativa para cortar la hierba es utilizar solamente cuchillas trabajando a alta velocidad, con lo que deja de ser necesaria la contracuchilla. Las cuchillas deben de ir montada en la periferia de un rotor cuyo eje puede tomar diferentes posiciones relativas respecto al suelo, dando lugar a distintos tipos de máquinas, como son:

### Segadoras de mayales

Utilizan cuchillas ligeramente acodadas, afiladas en un extremo y articuladas en el otro (mayales), por el que van unidas al eje horizontal que gira a una velocidad máxima de 800-1 000 rev/min. La

velocidad de rotación hace que las cuchillas giren perpendicularmente al eje; aumentando la velocidad de giro se favorece la laceración del forraje, lo que se aprovecha en la siega del forraje para silo. El diámetro total del rotor con las cuchillas suele estar entre 45 y 65 cm, lo que hace que el borde cortante de la cuchilla alcance una velocidad periférica entre 19 y 27 m/s.

Como ventajas de este tipo de segadoras de mayales hay que destacar la posibilidad de

FIGURA 4.- SIEGA CON MAYALES

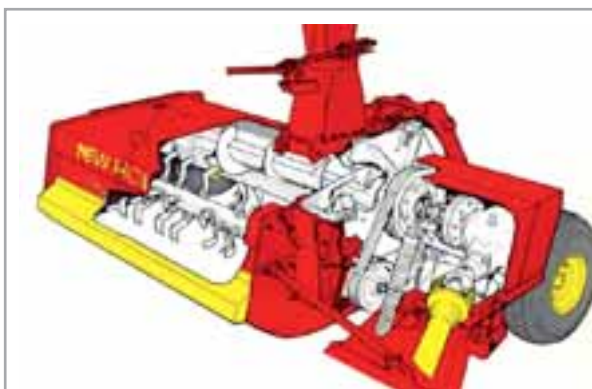


FIGURA 5.- SEGADORA DE TAMBORES



trabajar con hierba tumbada sin que se produzca el embozado, a la vez que la hierba lacerada se seca con mayor rapidez. Por el contrario, como inconvenientes se encuentran el alto consumo de energía, el corte poco limpio con pérdida de hoja y la contaminación del forraje con tierra.

Habitualmente se utilizan para segar la hierba de praderas polifitas, tanto para consumo en verde como ensilado, y se aprovecha el efecto lazador de los mayales para cargar la hierba sobre un remolque enganchado en el propio tractor (la mayor curvatura de los mayales incrementa el efecto lanzador). Son máquinas sencillas, que pueden trabajar a una velocidad de 7 km/h; si se reduce la velocidad de avance aumenta el grado de picado de la hierba.

#### Segadoras de discos y de tambores

En estos casos las cuchillas van colocadas en la periferia de

rotos con eje vertical, accionados de manera que alcanzan una velocidad periférica de 60 a 90 m/s, y se desplazan con el borde de corte próximo a la horizontal.

Pueden establecerse diferencias según la forma en la que se realice la transmisión del movimiento a los rotos. Se consideran segadoras de tambores las que disponen de rotos con cuchillas en la periferia (tambores – diámetro de más de 60 cm) que se accionan desde la parte de arriba, y por tanto van suspendidos de una viga que contiene los elementos de transmisión,

con apoyo en el suelo sobre un plato de eje libre, concéntrico con el de cada tambor, ajustable para modificar la altura de corte. En algunos casos, los tambores exteriores son más grandes que los interiores y el accionamiento de estos se hace desde abajo, lo que proporciona a la máquina una estructura del tipo marco rectangular de gran rigidez mecánica.

En las segadoras de discos el accionamiento de los rotos, en cuya periferia están las cuchillas (discos), se realiza desde abajo, por lo que la caja que contiene las transmisiones permanece apoyada sobre el suelo. La altura mínima de corte está condicionada por el espesor del cuerpo de la segadora que transmite el movimiento, aunque se puede inclinar ligeramente para reducir la altura de corte.

En cualquiera de los casos las cuchillas se montan sobre ejes libres y se mantienen perpendiculares al eje de rotación por la fuerza centrífuga, y pueden esconderse al chocar con un obstáculo.

Dependiente del diámetro del rotor (disco o tambor) la velocidad periférica que precisa el corte se consigue con mayor o menor régimen de giro (2 000 a 4 000 rev/min). Las características de las segadoras rotativas de eje vertical se resumen en el Cuadro 1.

En general, con las segadoras de discos y de tambores se obtiene menor calidad y precisión en la altura de corte que con las barras guadañadoras.

FIGURA 6.- SEGADORA DE DISCOS



CUADRO 1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS SEGADORAS ROTATIVAS DE EJE VERTICAL

	Discos	Tambores
Accionamiento	inferior	superior
Diámetro (cm)	40-50	60-120
Régimen giro (rev/min)	2 500-3 000	1 500-2 500
Nº cuchillas por disco	2 - 3	3-4
Forma del disco	redonda / oval / triangular	redonda
Altura corte (mm)	30-150	25-65

También aumenta el consumo de energía, hay cierto peligro de proyección de piedras, por lo que deben trabajar tapadas por pantallas flexibles, las cuchillas se pueden dañar con los choques, y se produce alguna contaminación del forraje con tierra, pero mucho menos que con las segadoras rotativas de eje horizontal. Las cuchillas se sustituyen periódicamente, ya que el filo se pierde por el desgaste que provoca el corte.

Por la gran velocidad a la que pueden trabajar (superando los 12 km/h), su alta resistencia al embozado, y menores tiempos de mantenimiento, ya que no se necesita afilado y solo la sustitución de las cuchillas desgastadas, son las máquinas que en estos momentos dominan el mercado de las segadoras.

Según el tipo de rotor utilizado aparecen algunas diferencias en cuanto a las recomendaciones de empleo. Las segadoras de discos no trabajan bien en condiciones áridas, ya que el conjunto de las transmisiones, al desplazarse sobre el suelo, se calientan de manera excesiva; los discos, al ser de menor diámetro, tienen que trabajar a mayor velocidad que en los tambores. Por el contrario la siega es más uniforme que en las de tambor y la hierba queda depositada en cordones de pequeño tamaño. Se utilizan generalmente máquinas de 4 o más rotores.

Las segadoras de tambor se adaptan mejor a las condiciones difíciles: tallos de mayor grosor, malezas, condiciones áridas, etc. Pueden cortar más bajo, los cordones son de mayor tamaño y se construyen equipos con un número par de rotores a partir de dos unidades.

#### Diferencias constructivas en las segadoras de discos

La oferta de segadoras de discos es muy abundante, ya que aquí se encuentra la mayor demanda actual del mercado. Las diferencias entre los modelos están en las características de los discos, en la forma en la que se colocan las cuchillas y en los elementos que componen las transmisiones.

Inicialmente el número de discos era par y trabajaban por parejas en contra-rotación. Luego, algunos fabricantes, empezaron a comercializar segadoras con número de discos impar (5 y 7), en las que los dos discos del extremo giran hacia dentro. De esta manera se busca concentrar la hierba segada para formar un cordón más estre-

cho. Recientemente se ofrecen modelos en los que todos los discos de un lado giran en el mismo sentido y la otra mitad en sentido contrario, justificando con la necesidad de agrupar toda la hierba en el centro del corte. Más recientemente han llegado al mercado modelos que permiten que el usuario cambie voluntariamente el sentido de giro de los discos para pasar, según sus preferencias, del corte por parejas de discos en contra-rotación, a corte por mitades (todo hacia el centro).

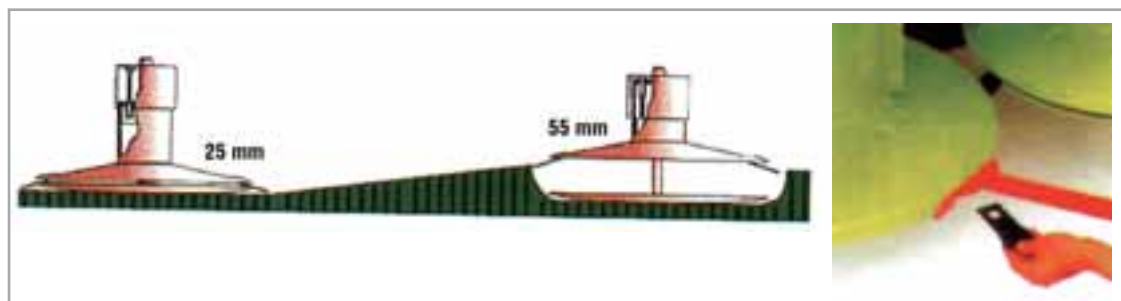
Cuando se utilizan acondicionadores de rodillos, el trabajo de los discos en contra rotación ofrece una alimentación más homogénea; si el acondicionador es de mayales, la agrupación de la hierba cortada no ocasiona problemas, e incluso puede ser ventajosa para conseguir un acondicionado más uniforme. En cualquier caso, no es posible realizar una valoración objetiva de un sistema frente al otro; siempre es necesario conseguir que la hierba segada pase al acondicionador cuando se trata de segadoras-acondicionadoras.

Por otra parte, los discos triangulares con tres cuchillas, trabajando en contra-rotación, son la referencia en cuanto a calidad del corte, por el máximo solapamiento entre las cuchillas de discos contiguos, aunque existe el riesgo de 'doble corte' con pérdida de cosecha si se trabaja a poca velocidad. Los discos de forma oval, al entrar en la contra-rotación uno sobre el otro, ofrecen un buen solapamiento. Otras empresas mantienen los discos redondos con cuchillas solapadas para provocar un efecto de succión que eleva la hierba tendida. En ciertos casos, los discos están dotados de un

FIGURA 7.- ESTRUCTURA DE UNA SEGADORA DE DISCOS



FIGURA 8.- MODIFICACIÓN DE LA ALTURA DE CORTE EN LAS SEGADORAS DE DISCOS Y SISTEMA RÁPIDO DE CAMBIO DE CUCHILLAS



sistema de suspensión que les permite desplazarse hacia arriba en dos fases para adaptarse a las irregularidades del terreno.

Otras diferencias, que van unidas a la forma de los discos, son los diseños de las transmisiones y del cárter que las contiene, para que ofrezcan fiabilidad y facilidad de mantenimiento, teniendo en cuenta que la transmisión de la potencia y el rozamiento del cárter con el suelo eleva considerablemente la temperatura del aceite lubricante, y no se puede recurrir a aumentar mucho el volumen de aceite, ya que lo haría el espesor del conjunto, con lo que el corte tendría que ser más alto, a menos que se variara el ángulo de incidencia de los discos, con lo que se pierde uniformidad. Todas las segadoras de discos llevan unas protecciones inferiores sobre las que se apoyan durante la siega, aunque son diferentes según la marca.

### El rozamiento del cárter con el suelo eleva considerablemente la temperatura del aceite lubricante

Las transmisiones, para facilitar el cambio de componentes, se diseñan de manera modular y para que se puedan cambiar sin tener que desarmar toda la barra; esto es una característica de los modelos más recientes. Otro detalle diferencial es la forma en la que se fijan las cuchillas para que sean fácilmente cambiables, pero sin riesgo de que se desprendan durante el trabajo

#### Capacidad de trabajo de las segadoras

La capacidad de trabajo de una segadora depende de su anchura de corte y de la veloci-

dad a la que se puede trabajar. Esta velocidad está condicionada por el dispositivo de corte utilizado y por el cultivo, su densidad y el estado de la cosecha. Además, el tamaño de la parcela y las irregularidades que aparezcan en la misma, como la instalación de riego, condicionan los tiempos muertos y con ello la eficiencia de operación. En el Cuadro 2 se resumen los datos técnicos relativo a las segadoras para los diferentes sistemas de corte.

Para accionar las segadoras de cuchilla y contra-cuchilla se necesita una potencia de unos 30 CV por metro de anchura de

CUADRO 2.- DATOS TÉCNICOS Y PRESTACIONES DE LAS SEGADORAS

	alternativas		rotativas		
	sencilla	doble	mayales	discos	tambores
Velocidad de trabajo (km/h)	5-7	6-10	8-10	10-15	10-15
Capacidad de trabajo (h/ha y m corte)					
Praderas de baja producción	2.0-2.5	1.2-1.4	2.0-2.5	1.2-1.4	1.2-1.4
Praderas de alta producción	4.0-5.0	2.5-2.8	4.0-5.0	2.5-2.8	2.5-2.8
Calidad de corte	muy buena	muy buena	mala	buena	buena
Contaminación del forraje con tierra	baja	baja	alta	media	media
Siega del forraje tumbado	no	poco	si	poco	poco
Costes de mantenimiento	alto	alto	bajo	medio	medio
Potencia necesaria	baja	media	muy alta	alta	alta

FIGURA 9.- POTENCIA NECESARIA PARA EL CORTE

(Fuente: CEMAG)

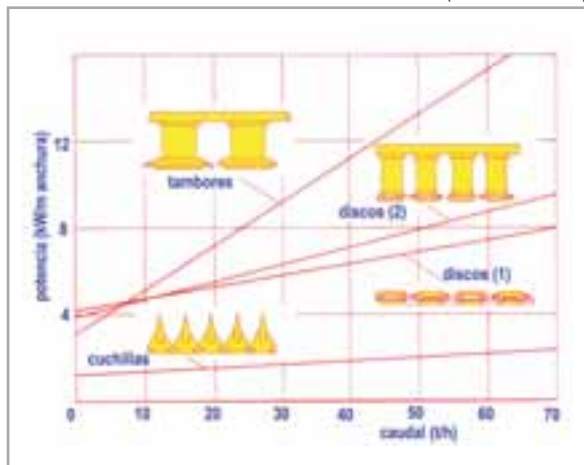


FIGURA 10.- POTENCIA NECESARIA PARA EL CORTE+ACONDICIONADO

(Fuente: CEMAG)

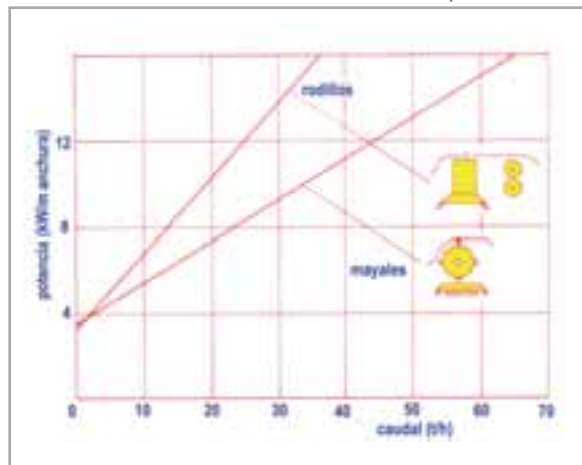


FIGURA 11.- CABEZAL PARA LA SIEGA DE MAÍZ



FIGURA 12.- CABEZAL ROTATIVO PARA LA SIEGA DE TALLOS GRUESOS



FIGURA 13.- PLEGADO DEL CABEZAL PARA FACILITAR SU TRANSPORTE



corde, por lo que para segadoras de anchura de corte de menos de 1.70 m es suficiente con tractores de 75 CV de potencia nominal (55 kW); para anchuras hasta de 2.50 m basta con un tractor de 90 CV (75 kW). En general los sistemas de siega rotativos precisan para su accionamiento de un 10 a 20% de potencia más que los alternativos.

La mayoría de estas máquinas se construyen incorporando un dispositivo acondicionador que puede obligar a reducir la velocidad de trabajo, sobre todo a medida que aumenta la densidad del cultivo. Asimismo, la potencia necesaria para su accionamiento se incrementa, ya que, además de tener que impulsar el acondicionador, suelen ser máquinas con mayor anchura de corte

#### La siega de tallos gruesos

La siega de plantas con tallos gruesos, como es el caso del maíz, siempre ha necesitado unos sistemas de corte más robustos que los utilizados para el resto de especies forrajeras.

En algunos casos se han utilizado segadoras de mayales en máquinas de pequeña capacidad, realizando en parte un picado junto con la siega, pero en la mayoría de las ocasiones se

recurre a mecanismos de corte alternativos con cuchillas y contra-cuchillas, más robustas que las de las barras de corte convencionales; la cuchilla es accionada por una biela, para que abra y cierre alternativamente, y corte los tallos que se introduzcan entre ambas, aprovechando la ventaja de contar con un cultivo sembrado en líneas, por lo que cada unidad de corte atiende una línea. A veces, la cuchilla dotada de movimiento alternativo se sustituye por varias cuchillas montadas sobre un rotor. El mecanismo se sitúa a ambos lados de la máquina (sobre la hilera), encajando las cuchillas entre sí, con lo que el corte es prácticamente continuo. Los rotores de las cuchillas actúan también, en la parte superior, como alimentador.

En la actualidad, estos cabezales han sido desplazados por otros que permiten la siega del maíz en cualquier dirección con respecto a la línea de siembra. Para ello se utilizan dos o más rotores (tambores) con ganchos laterales que tiende a sujetar los tallos de la planta, mientras varias cuchillas situadas por debajo del rotor, y que giran sobre el mismo eje pero a mayor velocidad, realizan el corte. En ocasiones las cuchillas se

FIGURA 14.- CABEZAL PARA TALLOS GRUESOS DE TRANSPORTE LINEAL



sustituyen por tramos de arco de circunferencia con dientes de sierra para que el corte sea continuo.

Las plantas se mantiene en posición vertical después de cortadas y el rotor las traslada hasta la boca de alimentación de la máquina, que puede ser única o doble en función de la anchura de corte y del número de rotores. Estos cabezales, originalmente diseñados por

Kemper, se conocen con este nombre, o también como cabezales segadores rotativos multidireccionales.

Una variante es la que comercializa Krone, en las que las plantas se desplazan transversalmente apoyadas en dos cadenas con ganchos, entre ruedas giratorias situadas a ambos lados de la garganta de alimentación de la máquina. La siega se produce por la ac-

ción de las contracuchilla fijas del cabezal.

Estas máquinas que inicialmente se diseñan para la siega del maíz, se han modificado, reduciendo el tamaño de los rotores, para que se adapten a la siega de especies vegetales con tallos más finos, especialmente cuando se recogen con las cosechadoras autopropulsadas, que también realizan el picado del forraje. ■

## Grada rápida TERRADISC

Gama de 3 a 6 metros



- Chasis para transporte opcional
- Ajuste hidráulico de profundidad



N-640, km 87,5 - La Campaña  
27192 Lugo - España  
Tel. +34 982 227 165  
Fax +34 982 303 101  
info@duranmaquinaria.com



[www.duranmaquinaria.com](http://www.duranmaquinaria.com)