

Segadoras de discos, roto y macroempacadoras adquieren especial protagonismo en explotaciones forrajeras

Segadoras y empacadoras, aspectos técnicos y regulaciones

Las segadoras y las empacadoras son dos máquinas clásicas que, exceptuando la opción de deshidratado industrial para el caso de las empacadoras, pueden formar parte de cualquiera de las cadenas de recolección empleadas en las explotaciones forrajeras: consumo en verde, henificado, ensilado y deshidratado industrial.

En este artículo se analizan los aspectos técnicos más destacados de este tipo de máquinas junto con sus principales regulaciones.

F. Javier García Ramos.

Escuela Politécnica Superior de Huesca.

El elemento diferenciador de una segadora es el sistema de corte. En este sentido, las segadoras se clasifican en dos grandes grupos en función del tipo de órgano de corte: barras de corte alternativas y barras rotativas. Las segadoras con barras de corte alternativas, basadas en la

presencia de una barra guadañadora, han perdido protagonismo en las grandes explotaciones a favor de las segadoras rotativas. Este hecho se basa fundamentalmente en su elevada capacidad de trabajo unida con una calidad de corte adecuada.

Segadoras rotativas

Las segadoras rotativas basan su funcionamiento en el corte del tallo del forraje por una cuchilla que gira a gran velocidad alrede-

dor de un eje. El eje de giro puede ser horizontal (segadoras de mayales) o vertical (segadoras de tambores o de discos). Actualmente, las segadoras rotativas de eje vertical y, especialmente las de discos (**fotos 1, 2 y 3**), son las máquinas más utilizadas en las operaciones de siega de forraje ya que producen un corte de mayor calidad y una menor contaminación del forraje en comparación con las segadoras rotativas de eje horizontal. Tras el órgano de siega, estas máquinas suelen incorporar equipos acondicionadores que pueden ser de dos tipos: de rodillos (**foto 4**) o de dedos (metálicos o plásticos) siendo estos últimos más agresivos. Los acondicionadores actúan sobre el forraje mediante la quiebra y aplastamiento de los tallos y hojas acelerando así el proceso de secado y produciendo un secado más uniforme, igualando la velocidad de deshidratado de tallos y hojas que sería menor para los tallos en ausencia de dicho proceso de acondicionado.

El **cuadro 1** detalla las principales características técnicas de los diferentes tipos de segadoras.



Foto 1 y 2. Segadora frontal (foto 1) y de acople trasero (foto 2) de discos suspendida.



Foto 3. Segadora acondicionadora trabajando formando tres cordones de forraje agrupados utilizando cinta de hilerado lateral.

Las segadoras de discos están formadas por un bastidor con un número de discos entre 3 y 9 que giran sucesivamente en sentido contrario, con velocidades de giro entre 2.500 y 3.000 r/min. Los discos (**foto 4**) son accionados por un sistema de transmisión que suele ser por engranajes o por ejes rígidos con engranajes cónicos. El disco de corte puede ser circular, oval o triangular. En el disco se insertan las cuchillas articuladas libremente, para poder retraerse cuando encuentran un obstáculo. Los discos circulares y ovales montan dos cuchillas dispuestas diametralmente, mientras que los discos triangulares utilizan tres. Los discos se sitúan en el bastidor desfasados entre sí para facilitar el flujo del forraje.

A pesar de su sencillez técnica las segadoras incorporan diferentes sistemas para asegurar una calidad de trabajo elevada, entre ellos destacan: sistemas de flotación del cabezal de siega para adaptarse al contorno del suelo, sistemas globales de protección automática contra impactos, sistemas de enganche automáticos, sistemas de plegado para transporte (**foto 5**), accionamientos oleohidráulicos, sistemas deflectores que permiten el agrupamiento de cordones, cintas hileradoras (**foto 3**) para dirigir el flujo de forraje segado y consolas de mando en cabina para el control de los parámetros de la operación de siega.

Los principales parámetros que se pueden controlar desde las consolas de mando en cabinas son:

- Pivotamiento de la máquina.

- Elevación y descenso del cabezal de corte.
- Elevación y descenso de la cinta transportadora trasera, en caso de existir.

- Variación del sentido de giro de la cinta transportadora trasera.

- Variación de la velocidad de giro de la cinta transportadora trasera.

La consolidación de los sistemas electrónicos dentro de las máquinas agrícolas junto con los sistemas de posicionamiento global permite también la implementación en este tipo de máquinas de sensores que cuantifican la cantidad de forraje cosechada, pudiendo realizar mapas de rendimiento de cultivo (**figura 1**).

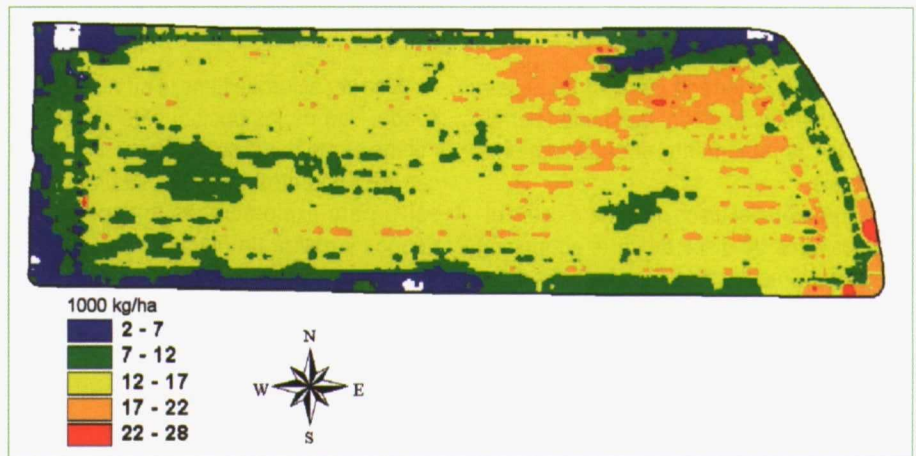
Parámetros de regulación

Para optimizar el uso de la máquina debe estar regulada correctamente. En este sentido, los parámetros de regulación principales son:

- Sistema de suspensión del cabezal de siega. Las segadoras más avanzadas disponen de sistemas de suspensión que permiten seguir el contorno del terreno y mantener una presión constante sobre el mismo. Una correcta regulación de la presión ejercida por el

FIGURA 1.

Mapa de producción de forraje cosechado obtenido mediante un sensor ubicado en el equipo de siega junto con tecnología GPS.



CUADRO I.

Características técnicas de los diferentes tipos de segadoras.

Características	Barra de corte		Rotativas	
	De cuchilla sencilla	De doble cuchilla	Discos / tambores	Mayales
Velocidad de trabajo (km/h)	4-7	6-12	10-16	5-10
Anchura de trabajo (m)	1,5 - 1,8	1,5 - 2,2	1,2 - 4,0	1,2 - 3
Capacidad de trabajo (ha/h)	0,5 - 1	0,7 - 2	0,8 - 4	0,4 - 2,5
Potencia necesaria (kW)	8-20	15-35	20-70	20-70
Calidad del corte	Buena	Muy buena	Media	Mala
Contaminación con tierra	Baja	Baja	Media	Alta
Mantenimiento	Alto	Alto	Bajo	Muy bajo



Foto 4. Discos corte y sistema acondicionador de rodillos. Foto 5. Segadora plegada para transporte.



Foto 6. Sistema de regulación de la presión del cabezal de siega sobre el terreno.

sea conducido adecuadamente al sistema acondicionador de la máquina.

- Ajuste de la altura de corte. Las máquinas incorporan un sistema de regulación que puede disponer de una escala graduada donde se fija la altura de corte. En otros casos existen agujeros calibrados para ubicar posicionar el cabezal de siega en diferentes alturas. Pensando en cultivos forrajeros como la alfalfa son recomendables alturas de corte en torno a 6 cm.

- Ángulo de la barra de corte. El ángulo debe ser fijado más plano cuanto más rocoso sea el terreno.

Empacadoras

Una vez el forraje tiene la humedad adecuada, una de las opciones de almacenamiento es mediante su conformación en pacas de diferentes tamaños. Actualmente, salvo para explotaciones muy pequeñas donde se realiza un manejo de pacas manual, la utilización de empacadoras convencionales que forman pacas de 25 a 40 kg

está claramente en desuso. Por lo tanto, las empacadoras han evolucionado hacia máquinas de gran capacidad que realizan pacas prismáticas o cilíndricas de gran tamaño. El **cuadro II** refleja la evolución durante los últimos años del número de máquinas empacadoras inscritas en nuestro país.

Para obtener pacas cilíndricas se utilizan las rotoempacadoras (**fotos 7, 8 y 9**). Las pacas cilíndricas son resistentes a la penetración del agua, especialmente si se envuelven con film plástico pudiendo entonces almacenarse incluso a la intemperie (**fotos 10, 11 y 12**). Como alternativa a las pacas cilíndricas durante los últimos años se ha generalizado el uso de macroempacadoras (**fotos de la 13 a la 16**) que son capaces de confeccionar pacas prismáticas de gran tamaño, similares en peso y densidad a las pacas cilíndricas pero con un mejor aprovechamiento del espacio de cara a almacenamiento y transporte.

El **cuadro III** sintetiza las principales características técnicas de las empacadoras de grandes pacas.

Rotoempacadoras

Las rotoempacadoras son unas de las máquinas de empacado más aceptadas por nuestros agricultores dada su simplicidad técnica. Las pacas obtenidas por enrollamiento tienen forma cilíndrica, variando su diámetro entre 0,6 y 2 m, mientras que la longitud está comprendida entre 1 y 1,5 m, siendo la medida más normal 1,2 m. En función del sistema de formación de la paca existen básicamente dos tipos de rotoempacadoras: de cámara fija (**foto 7 y 8**) y de cámara variable (**foto 9**). Las rotoempa-



Fotos 7 y 8. Rotoempacadoras de cámara fija.



Foto 9. Rotoempacadora de cámara variable.

CUADRO II.

Número de empacadoras registradas en España durante el periodo 2006-2008.

	2006	2007	2008
Empacadoras convencionales (pacas prismáticas pequeñas)	114	110	98
Rotoempacadoras (pacas cilíndricas)	450	446	529
Macroempacadoras (grandes pacas prismáticas)	357	356	299

CUADRO III.

Características técnicas de las empacadoras de grandes pacas.

	Rotoempacadoras	Macroempacadoras
Pistón	Presión por muelles	Rectilíneo
Canal:		
Anchura o diámetro (cm)	60-180	80-120
Altura (cm)	100-150	45-130
Densidad (kg/m ³)	85-120 (paja)	120-200 (paja)
	130-200 (heno)	200-275 (heno)
	>220 (ensilado)	250-400 (ensilado)
Velocidad de trabajo (km/h)	5-8	5-8
Rendimiento superficial (ha/h)	2-3	2-3
Producción media horaria (t/h)	5-10	6-12
Peso de la paca (kg)	150-250 (paja)	150-400 (paja)
	250-350 (heno)	250-650 (heno)
	400-700 (silo)	350-800 (silo)
Potencia del tractor (kW)	30-80	60-150

doras de cámara fija disponen de un volumen de cámara único, por lo que la compresión del heno es más irregular, aumentando en las capas superficiales. En las de cámara variable, el volumen de la cámara varía a medida que se introduce el forraje manteniendo la presión constante, produciendo pacas de diámetro variable y compresión muy uniforme. Actualmente, las rotoempacadoras de cámara variable van ganando terreno respecto a las de cámara fija dada su mayor versatilidad en el trabajo, pues permiten obtener pacas de diferentes diámetros

Macroempacadoras

Considerando la formación de pacas prismáticas, las macroempacadoras (fotos de la 13 a la 16) han adquirido gran prota-



Tecnologías para horticultura



TRASPLANTADORAS



TRASPLANTADORAS

DUAL 12/8 GOLD

MAQUINAS PARA PATATAS



ARRAÑCADORA SP100



AL-S14

ACOLCHADORAS Y ENTABLONADORAS

SOLICITEN NUESTRO CATALOGO

Via Guizzard, 38 40054 BUDRIO BOLOGNA ITALIA

Tel. 051.80.02.53 Fax 051.69.20.611

www.chechimagli.com



Fotos 10, 11 y 12. Rotoempacadoras encintadoras.

gonismo en las explotaciones forrajeras ya que las macropacas son cada vez más utilizadas en la alimentación del ganado. A este hecho ha colaborado el desarrollo de sistemas de distribución del producto empacado diseñados para la utilización de este tipo de pacas. Las macroempacadoras permiten producir pacas de grandes dimensiones, con anchuras de 80-120 cm, alturas de 45-130 cm y longitudes entre 2 y 3 m. Cabe destacar que el precio de estas máquinas

es mucho más elevado que el de las rotoempacadoras debido a su mayor complejidad técnica.

Centrándonos en las macroempacadoras, la máquina debe ser regulada correctamente para conseguir pacas bien conformadas y de calidad sin dejar restos de forraje en la parcela. Así, las principales regulaciones a efectuar son:

- Velocidad de trabajo del tractor. La velocidad del tractor sobre el terreno debe

permitir una recolección limpia de la cosecha y que no sobrecargue el sistema de alimentación de la cámara de pacas. En general, debe irse más despacio cuando el forraje está húmedo, la densidad es baja y la producción por hectárea es elevada. Como velocidad orientativa se pueden citar 7-8 km/h.

- Ajuste del pick-up. El recogedor se debe ajustar con los dedos lo más alto posible evitando que golpeen el suelo, con altu-



Fotos 13, 14 y 15. Macroempacadoras de grandes pacas prismáticas. Fotos 16. Macroempacadora multipaca equipada con rastrillo hilerador de alimentación delantero.

ras ideales de 4-5 cm sobre el terreno. Las hileras con mucho producto no requieren una altura de recolección tan baja como las hileras poco cargadas. Operando con los dientes muy bajos se produce un mayor ensuciamiento del producto con piedras y tierra y además se incrementa notablemente el desgaste del pick-up. Se debe empacar en la misma dirección en que se han realizado los cordones para obtener un producto más limpio. El sistema de flotación del recogedor debe ser regulado correctamente.

- Longitud de la paca. La longitud de las pacas depende de la frecuencia de atado y ésta, a su vez, del recorrido de la estrella que controla el disparo de los órganos de atado. La longitud de la paca puede regularse a partir de este sistema, variando entre 100 y 300 cm.

- Regulación de la densidad de la paca. Las macroempacadoras disponen de sensores de carga que permiten variar el nivel de compresión ejercido en función de las condiciones de la mies. Normalmente, se puede fijar la carga de émbolo requerida que es fun-



Fotos 17. Canal de compresión de una macroempacadora.

ción del producto a empacar. Dicha carga dependerá de la densidad deseada y de la flexibilidad del producto a empacar. Actualmente los sistemas de regulación de la densidad de la paca son automáticos de modo, que fijando en el monitor de la empacadora

la carga deseada en el émbolo, el sensor de carga actúa mediante electroválvulas sobre el sistema hidráulico que comanda un sistema de cilindros hidráulicos que actúan sobre los laterales y la parte superior del canal de compresión (foto 17).



**IMPLEMENTOS FIABLES
Y DE ALTO RENDIMIENTO**

Kverneland Group Ibérica S.A.
Zona Franca, Sector C, Calle F nº28
08040 Barcelona
Tel.: 93.264.90.50 Fax: 93.336.19.63
E-mail: kv.iberica@kvernelandgroup.com

