

Principales características teóricas de las máquinas destinadas a la recolección de forraje

Tendencias técnicas de las segadoras y empacadoras

Aunque se trata de máquinas clásicas con una concepción mecánica sencilla, las empacadoras y segadoras han ido incorporando paulatinamente novedades tecnológicas basadas principalmente en la mejora de los mecanismos de regulación de los parámetros de trabajo incrementando así la eficiencia de la máquina.

F. Javier García Ramos

Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza.

Actualmente, el tipo de segadoras utilizadas de forma mayoritaria en las explotaciones forrajeras son las segadoras rotativas de eje vertical equipadas con discos de corte (**fotos 1 y 2**), debido a su mayor capacidad de trabajo frente a las tradicionales barras de corte o guadañadoras. Sin embargo, la tradicional barra guadañadora, conocida como barra de corte Busatis, mantiene sus cuotas de mercado en

zonas de montaña con parcelas pequeñas de difícil acceso.

Aunque pueda resultar repetitivo es interesante recordar las principales características técnicas de los diferentes tipos de segadoras reflejadas en el **cuadro 1**.

Segadoras de discos

Las segadoras de discos incorporan en su barra de corte entre tres y nueve discos, girando sucesivamente en sentido contrario excepto en el caso de que el número de discos sea impar donde los dos discos más ale-

jados del tractor giran en el mismo sentido. La velocidad de giro varía entre 2.500 y 3.000 r/min. Aunque las anchuras de trabajo máximas de máquinas simples se sitúan en torno a 3,5 m, se pueden alcanzar valores superiores combinando varias segadoras en una misma cabeza tractora (**foto 4**). Esto es posible gracias a la existencia de diferentes opciones de enganche al tractor, frontales y trasera, que permiten alcanzar anchuras de trabajo de hasta 9 m en el caso de utilizar tres barras de corte e incluso equipar cinco barras de corte utilizando máquinas autopropulsadas específicas.

Sistemas de acondicionado

Las segadoras rotativas de discos permiten la posibilidad de incorporar sistemas de acondicionado en el mismo equipo constituyendo las segadoras-acondicionadoras, muy útiles en los procesos de henificación donde el forraje debe ser secado en campo hasta el 15-20% de humedad. El acondicionador



Fotos 1 y 2. Segadora rotativa de discos trabajando sobre alfalfa.

CUADRO I.

Características técnicas de los diferentes tipos de segadoras.

Características	SEGADORAS			
	Barra de corte		Rotativas	
	De cuchilla sencilla	De doble cuchilla	Discos / tambores (foto 3)	Mayales
Velocidad de trabajo (km/h)	4-12*	6-12	10-16	5-10
Anchura de trabajo (m)	1,5-5,5*	1,5-2,2	1,2-3,5	1,2-3,0
Capacidad de trabajo (ha/h)	0,5-5,0*	0,7-2,0	0,8-4	0,4-2,5
Potencia necesaria (kW)	8-52*	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

* los valores máximos se presentan en barras de corte arrastradas

puede ser de dos tipos: de rodillos (foto 5) o de dedos metálicos o plásticos (foto 6).

En el caso de los acondicionadores de rodillos la mayoría de las máquinas disponen de rodillos acanalados de caucho que producen el quebrado (plegado) del tallo cada 3 ó 4 cm. Si se quiere un mayor acondicionamiento es preferible que uno de los rodillos sea liso para producir además aplastamiento.

Los sistemas de acondicionamiento de dedos se utilizan cuando el forraje necesita un mayor acondicionamiento requiriendo mayor potencia que los de rodillos. Como sistema acondicionador disponen de un eje transversal al avance de la máquina sobre el que se monta un conjunto de dedos articulados metálicos o de plástico, cuya mi-



Foto 3. Segadora rotativa de tambores.

sión es lacerar los tallos del forraje. Para conseguir un efecto más agresivo este tipo de acondicionadoras puede disponer de placas o dedos fijos, unidos al bastidor, entre los cuales pasan los mayales junto con

el forraje que es así dislacerado. La velocidad de rotación de los dedos varía entre 500 y 800 r/min, empleándose los valores más bajos en leguminosas y los más elevados en gramíneas.

El cuadro II muestra el tiempo de secado necesario para obtener forraje con un 20% de humedad (partiendo de una humedad del 80%) en función del acondicionador utilizado y del porcentaje de pérdidas de hojas para el caso de alfalfa.

Suspensión del cabezal de siega

Centrándonos en las segadoras de discos, las principales tendencias técnicas son la incorporación de sistemas de suspensión en el cabezal de siega para seguir el contorno del terreno y mantener una presión constante sobre el mismo y la utilización de sistemas de hilerado basados en cintas transportadoras (foto 7) y placas deflectoras para optimizar el trabajo de los rastrillos, empacadoras y remolques autocargadores. Las cintas hileradoras pueden variar su velocidad y sentido de giro posibilitando la agrupación de cordones independientemente del sentido de avance del tractor.

Regulación de la máquina

A la hora de trabajar en la parcela las principales regulaciones que deben realizarse en la máquina son: ajuste del régi-



Foto 4. Se pueden conseguir grandes anchuras de trabajo combinando varias segadoras en una misma cabeza tractora.



Foto 5. Segadora de discos equipada con acondicionador de rodillos de caucho acanalados.



Foto 6. Segadora de discos equipada con acondicionador de dedos de plástico en V.



Foto 7. Segadora con cinta hiladora trasera.



Foto 8. Sistema de regulación de la presión del cabezal de siega sobre el terreno.



Foto 9. Rotoempacadora de cámara fija.

men de giro de la toma de fuerza, regulación de la presión sobre el terreno del cabezal de siega (**foto 8**), elección de un disco de corte adaptado al cultivo a segar, ajuste de la altura de corte, regulación del ángulo de la barra de corte (más plano cuanto más rocoso sea el terreno) y regulación del sistema de acondicionado.

Empacadoras

En función de la forma y densidad de la paca existen diferentes tipos de máquinas siendo las más comunes las rotoempacadoras (**fotos 9 y 10**) y las macroempacadoras o empacadoras de grandes pacas rectangulares (**fotos 11, 12 y 13**). El **cuadro III** sintetiza sus principales características técnicas. Con menor importancia se encontrarían las empacadoras convencionales de paca prismática de pequeño tamaño.

A pesar de no ser las máquinas más vendidas, las empacadoras convencionales que conforman pacas prismáticas de pequeño tamaño mantienen una cuota de mercado en torno al 20% ya que producen pacas manejables (entre 20 y 40 kg) que son muy demandadas en explotaciones ganaderas donde la distribución del producto empacado no se encuentra totalmente mecanizada, facilitando así su manejo manual o con pequeñas ayudas mecánicas.

Rotoempacadoras

Las rotoempacadoras tienen mayor cuota de mercado en las zonas más húmedas (Galicia, Asturias, etc.) con cultivos forrajeros cuya principal finalidad es su almacenamiento como heno o como



**REPRESENTAMOS, DEFENDEMOS y PROMOCIONAMOS
AL SECTOR DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA
ASESORAMOS Y RESPONDEMOS A SUS EMPRESAS**

**Asociación Nacional de maquinaria agropecuaria,
forestal y de espacios verdes
C/Príncipe de Vergara 74 - 28006 Madrid
Tel: 91 411 33 668 - Fax: 91 411 75 26**

**Más información:
www.ansemat.org**

CUADRO II.

Tiempo de secado y porcentaje de pérdidas de hojas en alfalfa en función del sistema de acondicionado.

Cultivo de alfalfa	Acondicionador de rodillos	Acondicionador de dedos
Tiempo de secado (h) necesario para alcanzar un 20% de humedad	19,4 h	14,2 h
Pérdidas de hojas representadas en % de materia seca	4,7%	6,3%

Fuente: Greenlees et al., 2000.

silos, mientras que las macroempacadoras tienen mayor cuota de mercado en zonas cerealistas tradicionales (Castilla y León, Castilla-La Mancha, etc.) donde el producto a empacar es mayoritariamente paja.

Las rotoempacadoras producen pacas cilíndricas por enrollamiento, 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 1,20 m. En función del sistema de formación de la paca existen básicamente dos tipos de rotoempacadoras: de cámara fija (**foto 9**) y de cámara variable (**foto 10**). Las rotoempacadoras 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.

En las zonas de montaña es muy habitual la utilización junto con las rotoempacadoras de sistemas de encintado con film plástico para producir microsilos. Esto se

consigue colocando una encintadora (**fotos 14 y 15**) a continuación de la empacadora (o en la misma cámara de empacado) formando un conjunto empacadora-encintadora que permite una reducción de los tiempos de empacado.

Macroempacadoras

Considerando la formación de pacas prismáticas, las macroempacadoras han adquirido gran protagonismo durante los últimos años, principalmente en el empacado de paja en grandes fincas cerealistas. 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, pudiendo alcanzar precios cercanos a los 72.000 €.

Aproximadamente, la capacidad máxima de trabajo de una macroempacadora estaría comprendida entre 25.000 y 30.000 pacas al año. Con este ritmo de tra-



Foto 10. Rotoempacadora de cámara variable.

bajo, sería necesaria una revisión anual completa, que permitiría una vida útil de la máquina de aproximadamente seis años considerando el ritmo de trabajo citado. Como es lógico, el desgaste de la máquina varía en función del tipo de producto empacado. Así, es mayor para un forraje de maíz que para un rastrojo de cereal, y éste es mayor que el que se producirá con una alfalfa en verde, por ejemplo.

Mejoras técnicas

Tanto las rotoempacadoras como las macroempacadoras han incorporado numerosas mejoras técnicas, entre las que se pueden destacar las siguientes:

- El sistema recogedor se puede regular



Fotos 11 y 12. Macroempacadora o empacadora de grandes pacas prismáticas.



Foto 13. Macroempacadora equipada con rastrillo hilerador delantero.

CUADRO III.

Características técnicas de las empacadoras de grandes pacas.

	ROTOEMPACADORAS	MACROEMPACADORAS
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



Fotos 14 y 15. Encintadora envolviendo una paca cilíndrica con film plástico.



Foto 16. Consola de mando de una macroempacadora.

oleohidráulicamente e incorpora sistemas de flotación para su adaptabilidad al terreno.

- ▶ El dispositivo de picado se ha mejorado con la incorporación de un mayor número de cuchillas llegando a longitudes de picado mínimas en torno a 40 mm.
- ▶ El sistema de atado de las rotoempacadoras ha sido mejorado en el caso del atado con red mediante la utilización de anchuras de atado mayores que la anchura de la paca produciendo una mayor sujeción de los laterales de la misma.
- ▶ Las consolas de mando (foto 16) de las diferentes funciones de la empacadora se han generalizado como opción. Apor-

tan información y posibilidades de regulación sobre aspectos como el atado, picado, conteo de pacas, alarmas de sobrecargas y roturas o final de hilo, regulación de la presión de las pacas, medida de la humedad de las pacas, horas de servicio, etc.

Independientemente de las regulaciones, el trabajo debe realizarse en el momento idóneo para garantizar una alta calidad del producto. Por ejemplo, en el caso de cultivos como la alfalfa, el empacado debe realizarse con la humedad del rocío para evitar la pérdida de hojas. El contenido en humedad del producto es un parámetro fundamental en función del destino del mismo. ●