

La recolección de forrajes presenta diferentes opciones de mecanización en función del destino del forraje: henificado, deshidratado o consumo en verde.



Foto 1. Segadora rotativa de discos trabajando en un parcela de alfalfa.

Mecanización de la recolección de forrajes

F. Javier García Ramos.
Escuela Politécnica Superior de Huesca.

En líneas generales se pueden establecer cuatro diferentes posibilidades de recolección que se sintetizan en el **cuadro I**. Es de destacar que, para un mismo destino del forraje, existen varias opciones de mecani-

zación, por lo que la elección de uno u otro tipo de máquinas debe ser realizada adecuadamente.

Básicamente, podríamos citar cinco tipos de máquinas como referentes en la mecani-

zación de la recolección de forrajes en España: segadoras, rastrillos, empacadoras, remolques autocargadores y picadoras (dentro de este grupo se enmarcarían las cosechadoras autopropulsadas de forraje).

En este artículo realizaremos un breve análisis de las características de cada una de estas máquinas.

Segadoras

Existen fundamentalmente dos tipos de segadoras (**Cuadro II**): alternativas (barra de corte) y rotativas (de discos y de tambores). Actualmente, las segadoras rotativas de discos (**Foto 1**) se están imponiendo frente a las barras guadañadoras dada



Foto 2. Segadora de discos con acondicionador de rodillos.



Foto 3. Segadora de discos con acondicionador de dedos.



Foto 4. Rastrillo en operación de hilado uniendo tres cordones en uno.

su elevada capacidad de trabajo, con velocidades superiores a los 10 km/h y anchuras de trabajo de hasta 3 m.

Las segadoras de discos destacan por su modularidad (posibilidad de enganches frontales, laterales y traseros), sistemas de protección automática contra impactos y elementos hidráulicos para facilitar el enganche.

Las segadoras suelen incorporar sistemas de acondicionado para acelerar el proceso de secado del forraje constituyendo el equipo conocido como segadoras-acondicionadoras, muy utilizadas en los procesos de henificación. El acondicionado se puede realizar por acondicionadores de rodillos (**Foto 2**) o de dedos (**Foto 3**) montados detrás de los órganos de siega. Los acondicionadores de dedos consumen más potencia que los de rodillos. Dicho incremento de consumo es de aproximadamente 3 kW/m de anchura de trabajo. Lo más común actualmente es la utilización de acondicionadores de rodillos de caucho acanalados, que giran en sentidos contrarios, produciendo el acondicionamiento del forraje mediante la quiebra y aplastamiento de los tallos y hojas.

Las barras guadañadoras mantienen su cuota de mercado principalmente en explotaciones pequeñas ya que proporcionan un corte de excelente calidad, sin contaminación de tierra y requieren muy poco mantenimiento.

Rastrillos

Los rastrillos son máquinas polivalentes que pueden realizar las funciones de hilarar

(**Foto 4**), esparcir, airear y voltear el forraje, en función de la forma de movimiento de sus elementos y de su posición respecto del tractor.

Los rastrillos rotativos de eje vertical de dientes oscilantes (**Foto 5**) son los más utilizados en el proceso de hilado. Normalmente están constituidos por uno o dos rotores con brazos horizontales dispuestos radialmente y que llevan en su extremidad un pequeño peine con cuatro, seis u ocho púas flexibles. Actualmente, en las explotaciones de gran tamaño lo normal es la utilización de rastrillos de doble rotor, con anchuras de trabajo de hasta 7,5 m.

Los rastrillos de discos, dada su robustez y versatilidad, también son utilizados en pequeñas explotaciones. Estos rastrillos muestran una gran fiabilidad dada la ausencia de transmisiones. Sin embargo presentan problemas de contaminación del forraje y tienen dificultades de trabajo cuando el forraje es muy espeso.

Empacadoras

Las empacadoras han visto reducida su aplicación durante los últimos años principalmente al sector de empacado



Foto 5. Rastrillo de ejes verticales.

de paja y a la realización de microsilos con film plástico. Esto es debido al cambio en las cadenas de recolección de forraje tradicionales producido por la fuerte introducción de los sistemas de deshidratado industrial. Como ejemplo, para el caso del cultivo de la alfalfa, según un estudio realizado en España y publicado en 2003 por la Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles, para una superficie estudiada de 42.539 ha el uso de la empacadora en las operaciones de recogida se limitó al 0,6% de la misma (261 ha). Sin embargo, la cadena de recolección con remolque autocargador representó el 63,5% y el sistema de recogida con picadora y remolque el 35,9%.

CUADRO I. Cadenas de recolección en cultivos forrajeros.

Cadena de recolección	Destino del forraje	Maquinaria
1. Siega-picado-carga	Consumo en verde	a) Segadora-rastrillo hilerador-remolque autocargador con sistema de picado b) Cosechadora de forraje - remolque
2. Siega-acondicionado-empacado	Henificación (15-20% humedad)	Segadora acondicionadora-rastrillo volteador-rastrillo hilerador-empacadora
3. Siega-acondicionado-picado-carga	Ensilado (60-75% humedad)	a) Segadora acondicionadora-rastrillo hilerador-remolque autocargador b) Segadora acondicionadora-rastrillo hilerador-empacado-encintado (microsilos) c) Cosechadora de forraje-remolque
4. Siega-transporte	Deshidratado industrial	a) Segadora-rastrillo hilerador-remolque autocargador b) Cosechadora de forraje-remolque



Foto 6. Macroempacadora de pacas prismáticas.



Podemos elegir (**Cuadro III**) entre empacadoras convencionales y empacadoras de grandes pacas (rotoempacadoras o macroempacadoras, **Foto 6**). Las empacadoras convencionales aportan numerosas ventajas para explotaciones pequeñas y poco mecanizadas donde se requieren pacas de poco peso (en torno a 20-30 kg) y de pequeñas dimensiones que permiten un manejo y almacenaje manual. Además, el coste de una empacadora convencional está al alcance de todos los presupuestos.

Sin embargo, la tendencia a la mecanización total de las explotaciones agrícolas y a la amortización de la maquinaria

agrícola mediante un mayor número de horas de uso por campaña ha propiciado que las empacadoras de grandes pacas (rotoempacadoras y macroempacadoras) hayan sustituido en las explotaciones de gran superficie a las empacadoras convencionales. Dentro de este grupo, las macroempacadoras, que permiten conformar pacas prismáticas de más de 1.000 kg, van ganando mercado frente a las pacas cilíndricas (**Foto 7**) debido a su mayor rendimiento en el transporte y almacenaje a la hora de aprovechar el espacio disponible.

Las máquinas encintadoras se pueden utilizar junto con empacadoras de grandes pacas

para formar microsilos constituidos por pacas encintadas con film plástico. Estas máquinas han mejorado su técnica permitiendo no sólo el encintado de pacas cilíndricas, sino también el encintado de grandes pacas rectangulares. Actualmente existen en el mercado rotoempacadoras con encintadora incorporada (**Foto 8**), de forma que el proceso de encintado se lleva a cabo en la propia cámara de la empacadora.

Remolques autocargadores

Se utilizan para la alimentación en verde del ganado y para transporte del forraje (**Foto 9**). Destacan por su alta capacidad de carga (entre 10 y 16 t) y la posibilidad de incorporar sistemas de picado situados después del recogedor. Para distancias de desplazamiento cortas (inferiores a 20 km) se plantean como una alternativa válida a la cosechadora autopropulsada cuando no hay requerimientos de longitudes de picado pequeñas (**Cuadro IV**).

En terrenos en ladera, el límite de pendiente en la aplicación del remolque autocargador se puede establecer en el 20-25%, no debiendo superarse estos valores teniendo en cuenta que en muchos casos el terreno está húmedo.

Muchos fabricantes permiten añadir como accesorio opcional los sistemas de descarga en la parte lateral-posterior de la máquina, para facilitar así la descarga en silos o dosificar el forraje cosechado en los establos.

CUADRO II. Características técnicas de las segadoras.

Características	Segadoras			
	Barra de corte		Rotativas	
	De cuchilla sencilla	De doble cuchilla	De eje vertical	De eje horizontal
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	1,2-3	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

CUADRO III. Características principales de los diferentes tipos de empacadoras.

Características	Empacadoras		
	Convencionales	Roto-empacadoras	Macro-empacadoras
Pistón	Rectilíneo	Presión por resorte	Rectilíneo
Canal (cm) -anchura/diámetro	40-60	60-180	80-120
-altura	30-45	100-150	45-130
Velocidad (km/h)	3-7	5-8	5-8
Capacidad de trabajo (ha/h)	1,5-2	2-3	2-3
Peso paca (kg)	12-50	150-250 (paja) 250-350 (heno) 400-700 (silo)	150-400 (paja) 250-650 (heno) 350-800 (silo)
Potencia tractor (kW)	35	60	35
Sistema de atado	Sisal	Sisal Malla Film	Sisal



Foto 9. Cosechadora autopropulsada con cabezal recogedor.

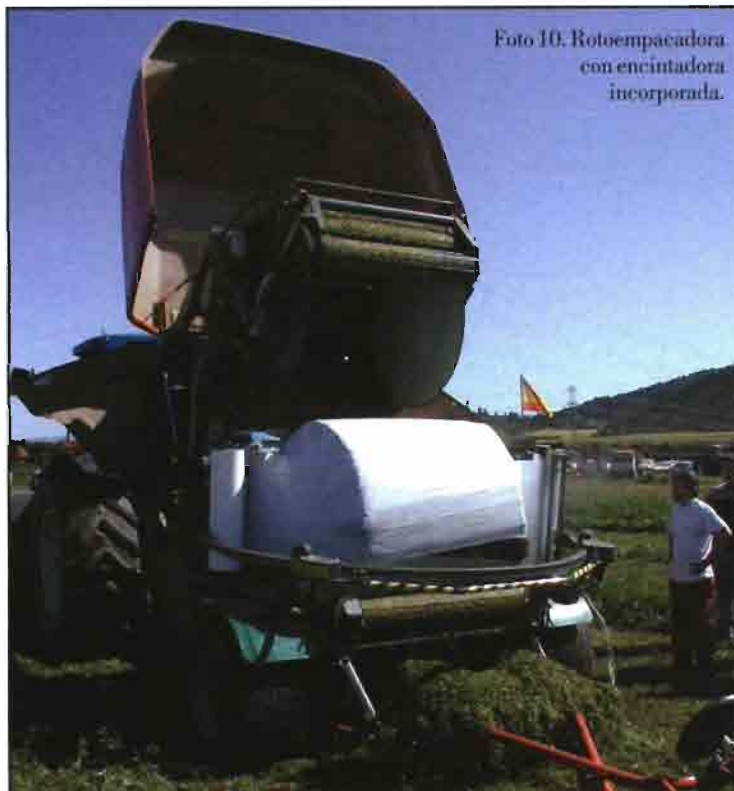


Foto 10. Rotoempacadora con encintadora incorporada.

Como ya ha sido señalado con anterioridad, estas máquinas han experimentado un gran auge en el cultivo de la alfalfa debido a la importancia que el deshidratado industrial ha adquirido durante los últimos años, fruto de la aplicación de la PAC.

Picadoras de forraje

Las picadoras de forraje también llamadas cosechadoras de forraje, realizan la siega y picado del forraje en una sola operación, con el objetivo de producir forraje para ensilado (aunque también se pueden utilizar en procesos de deshidratado y alimentación en verde). Las cosechadoras pueden ser arrastradas o automotrices, siendo estas últimas las más sofisticadas.

En función del sistema de picado, las cosechadoras de forraje se pueden resumir en dos grupos: de mayales y de precisión, siendo estas últimas las más conocidas ya que engloban a las grandes cosechadoras autopropulsadas (**Foto 10**).

Las cosechadoras de mayales siegan, pican y cargan el forraje en una sola operación. Destacan por su simplicidad mecánica y su fácil mantenimiento. Presentan un precio de adquisición óptimo y son muy polivalentes, pudiéndose utilizar para múltiples usos adicionales: triturar tallos, eliminar la parte aérea de las plantas de patata, esparcir estiércol, desbrozar, etc. Como inconvenientes, producen un picado basto, con longitudes de tres a cinco veces superiores a las obtenidas con picadoras de precisión,



Foto 8. Remolque autocargador.

hecho que es muy importante cuando el destino del forraje es el ensilado. Por otro lado, producen ensuciamiento del forraje que puede provocar fermentaciones deficientes en el proceso de ensilado, y tienen una mala adaptación para la recolección de maíz, uno de los cultivos forrajeros con mayor importancia.

Las cosechadoras autopropulsadas son las máquinas estrella del proceso de recolección de forrajes, pensadas para grandes explotaciones y producciones. Destacan por su capacidad de trabajo, versatilidad e innovaciones técnicas, si bien presentan el inconveniente de su elevado precio. La posibilidad de adaptar diferentes cabezales proporciona gran versatilidad de trabajo. Podemos disponer de cabezales recogedores de hierba (pick up's), cabezales para la siega de cereales y/o leguminosas, cabezales para maíz y cabezales de discos rotativos que permiten realizar la recolección independientemente de la disposición de las hileras de forraje. Incorporan motores de gran potencia (hasta 450 kW) y recientemente han aparecido en el mercado modelos capaces de alcanzar velocidades de hasta 40 km/h en carretera. ●

CUADRO IV. Características técnicas de los remolques autocargadores.

Remolques autocargadores	
Anchura recogedor (m)	1,6 - 1,8
Capacidad (m³)	15 - 50
Longitud de picado (cm)	4 - 25
Potencia requerida en tractor (kW)	37 - 118
Velocidad fondo móvil (m/min)	12,5