

Novedades en el mercado de rastrillos y empacadoras

Los rastrillos rotativos de eje vertical y las rotoempacadoras y macroempacadoras encabezan la lista

La elección de una determinada máquina depende del tipo de cultivo y del destino final del mismo. En este artículo se detallan las principales características de los rastrillos y empacadoras utilizados actualmente en el proceso de acondicionado y recolección del forraje.

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

Jaime Ortiz-Cañavate.
Departamento de Ingeniería Rural. ETSIA. UPM.

En la actualidad, la recolección de forrajes presenta diferentes opciones de mecanización, bien utilizando un grupo de máquinas con funciones específicas, bien empleando una única máquina, la cosechadora integral. La elección de los equipos que se van a utilizar en la recolección depende del tipo de cultivo y del destino del mismo: ensilado, henificado, deshidratado o consumo en verde.

En líneas generales, se pueden establecer cuatro diferentes cadenas de recolección:

- **Cadena 1.** Siega, picado y carga del forraje. Utilizada para el consumo en verde.
- **Cadena 2.** Siega, acondicionado y empacado. Esta opción se utiliza principalmente cuando el destino del forraje es el henificado, con un contenido en hume-

dad del 15-20%.

- **Cadena 3.** Siega, leve acondicionado, picado y carga del forraje. En este caso el destino del forraje es el ensilado, con un contenido en humedad del 60-75%.

- **Cadena 4.** Siega y transporte del forraje para deshidratación industrial. La humedad se reduce hasta niveles del 12-14% a la salida de las plantas de secado industriales.

En función del tipo de cadena de recolección elegida, las máquinas a utilizar serán diferentes. Así, los rastrillos se pueden utilizar en las cuatro cadenas de recolección descritas, mientras que las empacadoras son específicas de la cadena 2 y, actualmente, se pueden utilizar en la cadena 3 para el caso de realización de microsilos con film plástico.



Foto 1. Rastrillo de horquillas inclinadas.
Documentación John Deere.

Foto 2. Rastrillo de horquillas horizontales.
Documentación Kverneland.

Foto 3. Rastrillo de dientes oscilantes.
Documentación Kuhn.



FIGURA 1.

Forma de trabajo de un rastrillo de horquillas inclinadas.

Documentación Vicon



A continuación se realiza un análisis de los rastrillos y las empacadoras destacando sus características técnicas y últimos avances incorporados.

Rastrillos

Los rastrillos son máquinas polivalentes que pueden realizar las funciones de hilerar, esparcir, airear y voltear el forraje, en función de la forma de movimiento de sus elementos y de su posición respecto del tractor.

En una clasificación teórica encontramos cuatro tipos de rastrillos: de molinete cilíndrico, de cadena transversal, de discos (soles) y rotativos de eje vertical.

Entre estos cuatro tipos los más utilizados son los rastrillos rotativos de eje vertical. Los rastrillos de soles fueron muy usados hace treinta años y aún tienen cierta aceptación, mientras que los rastrillos de molinete cilíndrico y de cadenas apenas se utilizan en España.

Cabe destacar, sin embargo, que en la pasada FIMA 2003 una de las novedades técnicas premiadas fue un rastrillo hilerador para ser utilizado en el empacado de paja, cuyo principio de funcionamiento es muy parecido al de un rastrillo de cadenas.

Dicho rastrillo, accionado por motores hidráulicos, utiliza cintas con púas colocadas transversalmente entre el tractor y la empacadora. Su uso es muy útil para la recolección de paja con anchuras de recogida de hasta 8,5 m.

Rastrillos rotativos de eje vertical

Como ya se ha indicado, los rastrillos rotativos de eje vertical de dientes oscilantes son los más utilizados en el proceso de acondicionamiento y recogida del forraje. Estos rastrillos se clasifican en tres grupos:

- de horquillas inclinadas (**foto 1**).
- de horquillas horizontales (**foto 2**).
- de dientes oscilantes (**foto 3**).

Los rastrillos de horquillas inclinadas, también conocidos como rastrillos henificadores, están inclinados hacia delante para facilitar la recogida del forraje situado en la parte delantera y su depósito en la parte trasera (**figura 1**). Su principal función es el volteo.

Los rastrillos de horquillas horizontales son muy recomendables en suelos húmedos para evitar la contaminación del forraje con tierra. Producen cordones muy bien aireados. Suelen disponer de dos o cuatro rotores cuyas horquillas están articuladas, yendo verticales en posición de transporte, mientras que en posición de trabajo, al girar, se sitúan horizontalmente, debido a la fuerza centrífuga.

Los rastrillos de dientes oscilantes son conocidos como rastrillos hileradores dada su especificidad para esta operación. Su funcionamiento se basa en rotores con brazos en cuyos extremos se disponen peines con cuatro o seis púas flexibles. Dichos peines se mantienen verticales cuando entran en contacto

con el forraje, pasando a posición horizontal mediante una leva una vez que han depositado el forraje cerca del deflector.

Las anchuras de trabajo de los rastrillos rotativos de eje vertical varían en función del número de rotores de que dispongan. Como ejemplos, se pueden encontrar rastrillos henificadores de horquillas inclinadas con ocho rotores y 11 m de anchura de trabajo y rastrillos hileradores de dientes oscilantes de cuatro rotores y 15 m de anchura de trabajo. Estas anchuras de trabajo son excepcionales, siendo lo más común el uso de rastrillos de uno o dos rotores con anchuras de trabajo de hasta 7,5 m.

Actualmente, están apareciendo en el mercado rotoempacadoras con encintadoras incorporadas

A pesar de su simplicidad, los rastrillos rotativos de eje vertical han ido incorporando mejoras técnicas para facilitar su utilización, entre las que cabe destacar: sistemas de plegado hidráulico de los rotores, chasis articulados, ángulo de esparcimiento variable según la densidad del forraje, sistemas de bloqueo automático, grupos reductores que permiten confeccionar pequeñas hileras por la noche para evitar la penetración de la humedad nocturna en el forraje, etc.

Rastrillos de discos

Los rastrillos de discos, por su robustez y versatilidad, también son utilizados en pequeñas explotaciones. Estos rastrillos muestran una gran fiabilidad dada la ausencia de transmisiones (su movimiento se debe al rozamiento de los discos o soles con el suelo). Sin embargo, presentan problemas de contaminación del forraje y tienen dificultades de trabajo cuando éste es muy espeso.

Empacadoras

Es necesario comenzar señalando que las empacadoras han visto reducida su aplicación durante los últimos años, quedando principalmente dirigidas al sector de empacado 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 y según un reciente 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%.

A la hora de seleccionar una empacadora, existen dos opciones en función del tamaño de la paca: empacadoras convencionales (**foto 4**) y empacadoras de grandes pacas: rotoempacadoras (**foto 5**) y macroempacadoras (**foto 6**).

Empacadoras convencionales

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



Foto 4. Empacadora convencional.
Documentación Welger.

Foto 5. Rotoempacadora.
Documentación Claas.

Foto 6. Macroempacadora.
Documentación New Holland.



manejo y almacenaje manual. Además, el coste de una empacadora convencional está al alcance de todos los presupuestos.

Un órgano de las empacadoras convencionales que se ha

mantenido a lo largo de los años es el sistema de atado mediante sisal (conocido como "pajarito"). El sistema de atado está compuesto por los atadores, las agujas y los órganos de accionamiento y transmisión. Cuando la

paca ha alcanzado la longitud deseada, la aguja se desplaza por medio de un mecanismo sincronizado con el movimiento del pistón. Los dos cordones del sisal pasan por encima del dispositivo anudador conocido corrientemente como "pajarito", que gira alrededor de su eje vertical, abriendo el pico para retener el sisal. Por causa del desplazamiento de la paca, el nudo, a medio formar, va resbalando sobre las pinzas, quedando en ellas el bucle de la lazada, que posteriormente se suelta.

Sin embargo, a pesar de la utilidad de las empacadoras convencionales, la tendencia a la mecanización total de las explotaciones agrícolas, a explotaciones de gran superficie 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 hayan sustituido en las explotaciones de gran superficie a las empacadoras convencionales.

Empacadoras de grandes pacas

En España, aproximadamente el 80% de las empacadoras comercializadas pertenecen al grupo de las rotoempacadoras y macroempacadoras. Dentro de este grupo, las rotoempacadoras son

las más vendidas, en torno al 75%, presentando las macroempacadoras porcentajes alrededor del 25%. Aun así, cabe destacar que la tendencia actual es un mayor crecimiento del sector de las macroempacadoras debido a que las pacas formadas muestran una mayor facilidad de almacenaje, transporte y utilización en explotaciones ganaderas con los nuevos sistemas de alimentación mecánica.

- Rotoempacadoras

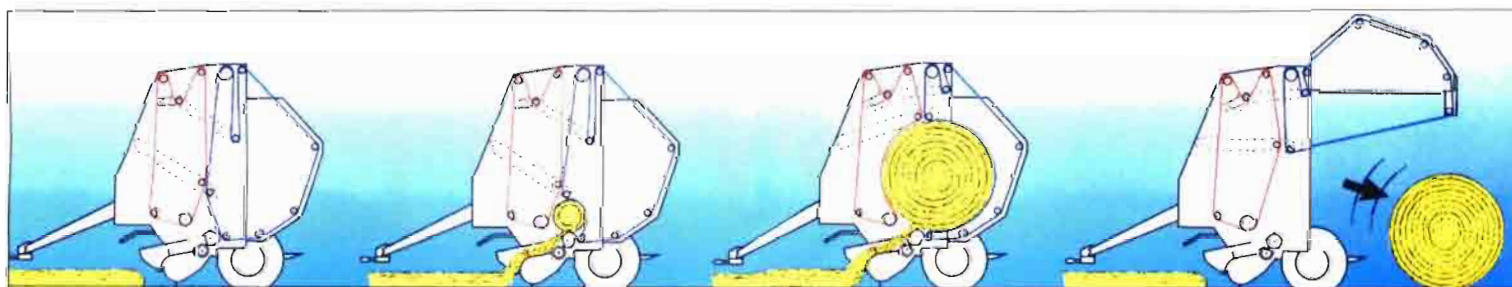
Dentro del grupo de las rotoempacadoras, se distinguen dos tipos en función del sistema de formación de la paca: de cámara variable y de cámara fija. En las primeras el volumen de la cámara varía a medida que se introduce el forraje manteniendo la presión constante (figura 2), produciendo pacas de diámetro variable y compresión muy uniforme. Las rotoempacadoras de cámara fija disponen de un volumen de cámara único (figura 3), por lo que la compresión del heno es más irregular, aumentando en las capas superficiales. 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.

Las rotoempacadoras forman pacas por enrollamiento del producto a empacar. El diámetro de las pacas varía entre 0,60 y 1,80 m, mientras que la longitud está comprendida entre 1,00 y 1,50 m, siendo la medida más normal

FIGURA 2.

Modo de trabajo de una rotoempacadora de cámara variable.

Documentación Deutz-Fahr



**WELGER**

D 4000/6000

Empacadoras gigantes con un rendimiento y una capacidad de trabajo muy elevados, con 4 y 6 anudadores, respectivamente.

LA REFERENCIA PROFESIONAL EN EMPACADO Y ENCINTADO

ATTIS HR 16

Encintadora para pacas redondas de 1,10 a 1,65 m. de diámetro y hasta 1.500 kg. de peso.



RP 502/520

Rotoempacadora de cámara variable, de 1,10 a 2,00 m. de diámetro, equipada con caja de transmisión "Powersplit" con dos salidas.



**WELGER ES UNA MARCA COMERCIALIZADA POR
COMECA Y SU RED DE CONCESIONARIOS**

Polígono 'El Balconcillo' • Lepanto, 10 • 19004 Guadalajara
Tel.: 949 20 82 10 • Fax: 949 20 30 17
e-mail: comeca@comeca.es

FIGURA 3.

Modo de trabajo de una rotoempacadora de cámara fija.

Documentación Massey Ferguson



1,20 m. Los pesos de las pacas varían entre 150-250 kg para paja, 250-350 kg para heno y 400-700 kg para ensilado. En estas máquinas, a diferencia de las empacadoras convencionales y de las macroempacadoras, no se realiza el atado con sisal con el típico pajarito, sino que la paca cilíndrica queda sujeta mediante liado del sisal (de 15 a 20 vueltas) alrededor de la paca. El extremo del sisal se corta sin más. También existe la posibilidad de utilizar red plástica de anchura ligeramente superior a la de la paca (para evitar la rotura del film plástico al formar el microsilo) con un número entre 1,5 y 3 vueltas por paca.

- Macroempacadoras

Las macroempacadoras, o empacadoras de grandes pacas rectangulares, 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.

El sistema de trabajo varía en relación al de las rotoempacadoras, principalmente en el modo de formación de la paca, que en este caso se realiza por sucesivas emboladas de un pistón (figura 4). Los pasos del proceso de empacado son los siguientes: un recogedor transfiere el forraje hilerado a una cámara de pre-compresión (órgano específico de este tipo de máquinas); cuando la cámara está llena, el forraje

FIGURA 4.

Esquema de una macroempacadora

Documentación Lely-Welger

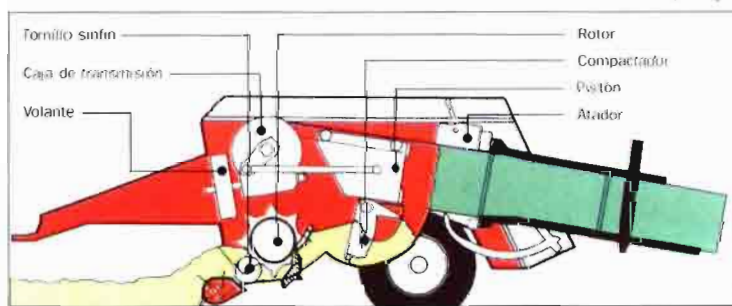


Foto 7. Encintadora con encintado en la cámara de empacado. Documentación I Kverneland.

entra en la cámara de compresión principal y es comprimido mediante un pistón. Una vez comprimido, la paca es atada con sisal y expulsada por el empuje de la siguiente. El sistema recogedor puede disponer de sistema picador incorporado. El sistema de atado es similar al de las empacadoras convencionales. La mayoría de estas máquinas utilizan sistemas de doble anudado. El número de atadores oscila entre cuatro y seis.

Las macroempacadoras han ido incorporando diferentes avances, entre los que destacan: recogedores regulados hidráulicamente, dispositivos de picado opcionales, sistemas de control electrónico de las diferentes funciones (atado, conteo de pacas, alarmas de sobrecargas y roturas, regulación de la presión de la paca, etc.), frenos para el control de la empacadora en pendientes y desplazamientos a grandes velocidades, instrumentos de medida de la humedad de las pacas, ejes tandem, etc.

Como complemento a las empacadoras cuando se pretende realizar ensilado del forraje, se pueden utilizar máquinas encintadoras que permiten la formación de microsilos. Los microsilos presentan la ventaja de que se manejan muy fácilmente y el forraje se aprovecha al máximo, en comparación con los silos tradicionales, donde la primera zona del forraje se deteriora y aporta una menor calidad. Estas máquinas han mejorado su técnica permitiendo no sólo el encintado de pacas cilíndricas, sino también el encintado de grandes pacas rectangulares. Actualmente están apareciendo en el mercado rotoempacadoras con encintadora incorporada, de forma que el proceso de encintado se lleva a cabo en la propia cámara de la empacadora (foto 7). ■