

Aspectos técnicos y mejoras en las empacadoras de grandes pacas

Actualmente el 80% de las empacadoras comercializadas pertenecen al grupo de rotoempacadoras y macroempacadoras

Las empacadoras de grandes pacas, tanto cilíndricas como prismáticas, han ganado mercado frente a las empacadoras convencionales durante los últimos años, convirtiéndose en máquinas de referencia pensando principalmente en el empacado de paja y en la formación de microsilos plásticos. Su implantación en el mercado ha ido ligada a una clara evolución de los aspectos tecnológicos, cuyas principales características se destacan en este artículo.

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

En primer lugar, habría que dejar claro que se entiende por empacadora de grandes pacas. En esta denominación se incluyen las pacas de gran tamaño que pueden ser cilíndricas o prismáticas, definiendo así dos tipos de empacadoras: rotoempacadoras de pacas de forma cilíndrica y macroempacadoras o empacadoras de grandes pacas rectangulares.

La importancia de estas máquinas dentro del conjunto de las empacadoras se puede explicar claramente por su cuota de mercado. En nuestro país, aproximadamente el 80% de las empacadoras comercializadas pertenecen al grupo de las rotoempacadoras (**foto 1**) y macroempacadoras (**foto 2**). Dentro de este grupo, las rotoempacadoras son las más vendidas, en torno al 75%, pre-

sentando las macroempacadoras porcentajes alrededor del 25%. Aun así, a pesar de su mayor precio, la tendencia actual se dirige hacia 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.

Una ventaja de la formación de grandes pacas es la posibilidad de envolverlas en filme plástico formando pequeños silos (microsilos) (**foto 3**) que permiten una gran versatilidad de manejo a las explotaciones ganaderas. Sin embargo, a pesar de las bondades de este tipo de máquinas, hay que destacar que su aplicación está totalmente condicionada al modo de aprovechamiento del

forraje en la explotación. En este sentido, para el caso de las explotaciones forrajeras de alfalfa (uno de los cultivos forrajeros más importantes en España), las empacadoras han experimentado un retroceso en la cadena de mecanización frente a los remolques autocargadores, debido al gran auge del proceso de deshidratado industrial ligado a una muy favorable política de subvenciones por parte de la Unión Europea.

Foto 1. Rotoempacadora.

Foto 2. Macroempacadora de pacas prismáticas.

Foto 3. Rotoempacadora con sistema de encintado.

Foto 4. Paca cilíndrica.

Foto 5. Rotoempacadora de cámara variable.

Foto 6. Rotoempacadora de cámara fija con rodillos metálicos.



Rotoempacadoras

Las pacas obtenidas por enrollamiento tienen forma cilíndrica (**foto 4**), variando su diámetro entre 0,60 y 1,80 m, mientras que la longitud está comprendida entre 1 y 1,50 m, siendo la medida más normal 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 silo.

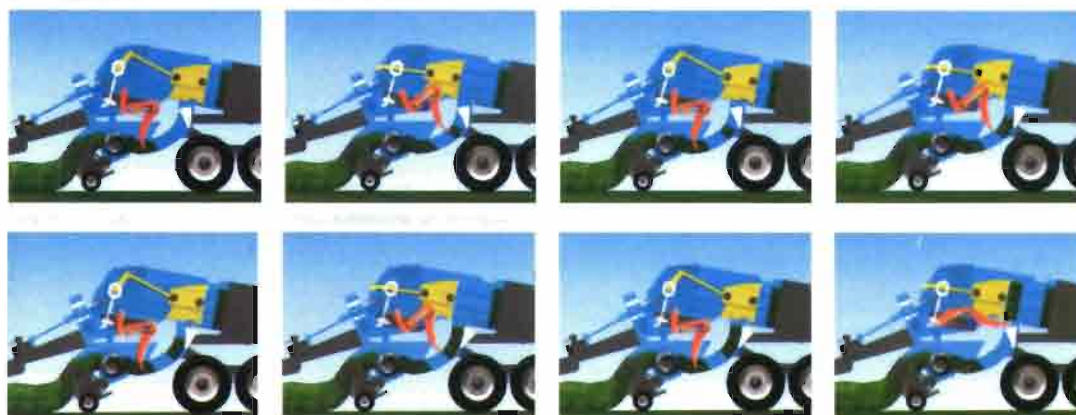
En función del sistema de formación de la paca, existen básicamente dos tipos de rotoempacadoras: de cámara variable y de cámara fija. En las primeras el volumen de la cámara varía a medida que se introduce el forraje manteniendo la presión constante, produciendo pacas de diámetro variable y compresión muy uniforme (**foto 5**). Las rotoempacadoras de cámara fija disponen de un volumen de cámara único (**foto 6**), 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.

Los órganos básicos de una rotoempacadora son el sistema de recogida, los órganos de formación de la paca y el mecanismo atador.

Sistema de recogida

Va situado en la parte delantera de la máquina, centrado con ella, y ésta a su vez va alineada con el tractor, por lo que el cordón de heno debe pasar por debajo de éste. Para conseguir una alimentación homogénea en la cámara de empacado, es necesario que los cordones tengan una anchura acorde con la del recogedor, que oscila normalmente entre 1,20 y 2 m. Las rotoempacadoras pueden disponer de un sistema picador del forraje dispuesto después del recogedor. Esto permite una mejor distribución del forraje y una mayor densidad de la paca.

FIGURA 1. Sistema de trabajo de una macroempacadora



Órganos de formación de la paca

Permiten enrollar el forraje sobre sí mismo hasta que alcanza el diámetro deseado. Ello es debido a dos dispositivos: el alimentador de la cámara y los elementos compresores. El alimentador de la cámara introduce el forraje en la cámara de la rotoempacadora; y está formado por una banda de caucho o por rodillos alimentadores. Los elementos compresores pueden ser de diferentes tipos: correas de caucho, rodillos metálicos o barras metálicas.

Los sistemas de compresión por correas de caucho están constituidos por una serie de correas de caucho, paralelas entre sí en sentido transversal. La disposición de las correas varía en función del tipo de rotoempacadora. En las de cámara variable se encuentran formando una correa continua o una correa doble, de forma que su geometría varía con la entrada del forraje gracias a una serie de brazos y resortes. En las de cámara fija las correas se disponen en cinco o seis tramos de forma fija en la periferia de la cámara. Cada tramo está formado por una pareja de rodillos paralelos sobre los que giran las correas.

En el caso de rodillos metálicos, en las rotoempacadoras de cámara variable, se utilizan formando un sistema mixto junto a correas de caucho. En las de cámara fija, los rodillos se disponen en la periferia de la cámara en un

número entre dieciocho y veinte.

El elemento compresor de barras metálicas está formado por un transportador de cadena metálica sobre el que se apoyan barras metálicas transversales. Este sistema se puede adaptar tanto a rotoempacadoras de cámara variable como a las de cámara fija. En estas últimas existen, además, sistemas mixtos de rodillos y cadenas de barras.

Mecanismo atador

Posibilita el atado de la paca con hilo de sisal, red o filme plástico. El atado con sisal se produce por enrollamiento del hilo alrededor de la paca, sin formar nudo (10-20 vueltas). El accionamiento de los órganos de atado es automático. En el caso de red, el forraje se ata mediante una red de material plástico de anchura similar a la paca. Este sistema permite reducir el número de vueltas que debe dar la paca hasta un valor de 1,5 a 3. Combinando este sistema con la presencia de una precámara de alimentación, no es necesario detener el avance de la máquina durante el atado, aumentando la capacidad de trabajo. El atado con filme plástico es similar al señalado para la red, pero las prestaciones en cuanto a resistencia y durabilidad son menores.

Una vez realizado el atado, la paca es expulsada gracias a la apertura de la compuerta trasera. Al expulsar las pacas, éstas se

apartan de la máquina mediante rampas de descarga.

Regulación de la máquina

En las rotoempacadoras se debe regular la altura del mecanismo recogedor (en función del tipo y cantidad por unidad de longitud del cordón a recoger), la presión de empacado (la densidad de la paca depende de la mayor o menor resistencia a la deformación de los elementos compresores, lo que se consigue actuando sobre los resortes de compresión) y el diámetro de las pacas (sólo en el caso de rotoempacadoras de cámara variable).

Macroempacadoras

Las macroempacadoras o empacadoras de grandes pacas rectangulares permiten producir pacas de grandes dimensiones, con pesos de entre 100 y 500 kg, anchuras de 80-120 cm, alturas de 45-130 cm y longitudes entre 2 y 3 metros.

El sistema de trabajo (**figura 1**) es similar al de las empacadoras convencionales. Un recogedor conduce el forraje hilerado a una cámara de precompresión; cuando la cámara está llena, el forraje entra en la cámara de compresión principal y es comprimido mediante un pistón. Una vez comprimido, la paca se ata con sisal o alambre y se expulsa por el empuje de la siguiente. El sistema recogedor, puede disponer de sistema picador incorporado.

La cámara de precompresión es un órgano específico de las macroempacadoras que sirve de unión entre el recogedor y la cámara de compresión. Aquí, el forraje es comprimido hasta alcanzar una cierta densidad. El mecanismo compresor está sincronizado con el movimiento del pistón de forma que cuando la precámara está llena, las horquillas de empaçado conducen el forraje hasta la cámara de compresión. La entrada durante el proceso de precompresión es bloqueada por el pistón o por dedos retenedores.

El sistema de atado (**foto 7**) 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 regulaciones de las macroempacadoras coinciden con las de las empacadoras convencionales. Cabría destacar el sistema de regulación de la densidad de la paca. La cámara de precompresión puede disponer de sensores que permiten variar el nivel de compresión ejercido en función de las condiciones de la mies. Otra posibilidad es que la presión final de la paca sea regulada mediante un sistema hidráulico con tres ci-

CUADRO I.
CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPACADORAS DE GRANDES PACAS.

	Roto-empacadoras	Macro-empacadoras
Pistón	Presión por muelles	Rectilíneo
Canal:		
Anchura o diámetro (cm)	60-180	80-120
Altura (cm)	100-150	45-130
Longitud de paca (cm)	100-150	100-300
Densidad (kg/m ³)	85-120 (paja) 130-200 (heno) >220 (ensilado)	120-200 (paja) 200-275 (heno) 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) 250-350 (heno) 400-700 (silo)	150-400 (paja) 250-650 (heno) 350-800 (silo)
Potencia del tractor (kW)	30-80	60-150

lindros que actúan sobre laterales y parte superior del canal de compresión. El sistema es controlado electrónicamente mediante sensores que detectan la presión que el pistón ejerce sobre el forraje.

Mejoras técnicas

Las novedades que han incorporado las rotoempacadoras y macroempacadoras durante los últimos años han ido dirigidas a la mejora de sus tres principales órganos de trabajo: recogida del forraje, formación de la paca y atado de la misma. Todas estas mejoras, lógicamente, vienen impulsadas por la necesidad de obtener pacas con forraje de gran calidad y

en las condiciones demandadas por los ganaderos.

A continuación se detallan las principales novedades de este tipo de máquinas:

- El sistema recogedor se puede regular hidráulicamente e incorpora sistemas de flotación para su adaptabilidad al terreno.
- El dispositivo de picado (**foto 8**) se ha ido mejorando con la incorporación de un mayor número de cuchillas que llegan a longitudes de picado mínimas, en torno a los 40 mm.
- Los sistemas de protección frente a sobrecargas y atascos son cada vez más fiables y seguros, gracias a la utilización de dife-

rentes sistemas de embrague.

• 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 de la paca, produciendo una mayor sujeción de los laterales de la misma. En macroempacadoras, una firma presenta un novedoso sistema de atado capaz de dividir una paca grande hasta en seis fardos pequeños. Para ello, la paca completa es atada por cuatro hilos y los fardos pequeños respectivamente por dos (**foto 9**).

• Los sistemas de lubricación automáticos ya son prácticamente estándar en las opciones de equipamiento de estas máquinas.

• Para el caso de macroempacadoras o empacadoras con sistema de encintado incorporado en las que el peso de la máquina es elevado, es común la utilización de ejes tándem para reducir la compactación del terreno. Así, las novedades se centran en la utilización de ejes tándem direccionales en las ruedas traseras para facilitar el giro de la máquina.

• Los sistemas electrónicos de información y control (**foto 10**) de las diferentes funciones de la empacadora se han generalizado. Aportan información y posibilidades de regulación sobre aspectos como 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.

• Otra mejora es la incorporación del sistema de encintado con filme plástico en la propia empacadora (**foto 11**). Actualmente están apareciendo rotoempacadoras con encintadora incorporada, de forma que el proceso de encintado se lleva a cabo en la propia cámara de compresión. También existe la posibilidad de utilizar máquinas que incorporan una encintadora a continuación de la empacadora, formando un conjunto que permite una reducción de los tiempos de empaçado.

En el **cuadro I** se exponen las características medias de las empacadoras de grandes pacas. ■



Foto 7. Sistema de atado de una macroempacadora.

Foto 8. Dispositivo de picado.

Foto 9. Sistema de división de una paca grande en seis más pequeñas.

Foto 10. Sistemas electrónicos de información y control.

Foto 11. Sistema de encintado incorporado a la cámara de compresión.

