



Foto 1.
Empacadora
convencional.
Fuente:
Massey Ferguson.

Empacadoras, panorama actual y avances técnicos

Adolfo Moya González y Luis Ruíz García.
Ingenieros Agrónomos.

La tendencia actual hacia equipos más profesionales y de mayor capacidad, con mayores prestaciones, se traduce en un menor protagonismo de las empacadoras prismáticas convencionales de paca pequeña.

El empacado de forraje consiste en la formación de paquetes de éste para una mayor comodidad en su almacenamiento, transporte y distribución. El forraje a empacar puede ser paja de cereal, subproducto derivado de la producción de cereal grano, o el procedente de un cultivo derivado a tal fin. Atendiendo a la humedad del producto, hablamos de heno cuando se ha producido un secado previo del forraje, y la ausencia de humedad en el producto evitará la proliferación de hongos y bacterias que pudieran deteriorarlo, mientras que cuando

el forraje se empaca en verde, es necesario que se produzca una fermentación en ausencia de oxígeno, fruto de la cual descenderá el pH del producto lo que limitará el desarrollo de los organismo perjudiciales antes mencionados.

La humedad del forraje a la hora del empacado es un factor de gran importancia ya que como antes hemos mencionado, en el caso del heno, el principal factor que determinará la buena conservación del producto es la ausencia de humedad, si bien esta no podrá ser excesiva ya que si el heno está excesivamente seco

a la hora del empacado, las pérdidas de hojas y por tanto de valor nutritivo del forraje, serán más elevadas.

El precio de la paja en el mercado puede variar mucho de un año a otro. Al tratarse de un subproducto del cereal, y siendo en muchos caso un cultivo de secano, la producción de paja está fuertemente influenciada por las precipitaciones, de forma que en los años secos la producción es escasa y el precio de la paja alcanza valores elevados mientras que en años húmedos los precios de la paja caen hasta el punto de no resultar rentable su recogida en algunas explotaciones. Esto hace que el precio de la paja influya notablemente en las ventas anuales de empacadoras.

Evolución de las ventas de empacadoras en los últimos años

La tendencia general es hacia equipos cada vez más profesionales y de mayor capacidad, que ofrecen mayores prestaciones, permitiendo su amortización por parte de profesionales y empresas de servicios, lo cual se traduce en un descenso constante de ventas en las empacadoras prismáticas convencionales (paca pequeña), aunque siguen vendiéndose cerca de 100 unidades al año. En esta línea, las empacadoras de grandes pacas prismáticas se han introducido con fuerza en el mercado español durante los últimos años. En cuanto a las rotoempacadoras, el equilibrio de ventas de las de cámara fija y variable, parece inclinarse ligeramente a favor de estas últimas, más sofisticadas, y en su conjunto, se ha visto ligeramente afectado por la entrada de grandes empacadoras prismáticas en el mercado.

El segmento de las envolvedoras de pacas cilíndricas acusa un significativo descenso en las ventas debido a la robustez de este tipo de máquinas, que se traduce en un escaso mercado de reposición por desgaste. Existen en el mercado diversos modelos combinados (rotoempacadoras encintadoras), aunque aún no se han generalizado.



En el cuadro I se muestra la evolución de las ventas de empacadoras en España durante los últimos años. Los datos proceden de las inscripciones de equipos en los registros oficiales, por lo que dejan de incluirse muchos de los equipos de empacado que trabajan en una sola explotación, y que por lo tanto no son transportados por carretera habitualmente. Se estima que en el caso de las empacadoras, las cifras de inscripción en los registros apenas alcanzan un 50% del total.

Las adversas condiciones climatológicas en el 2005 han dejado su huella en el mercado de las empacadoras. Aún así se inscribieron 824 empacadoras, de las que 458 son rotativas y 273 de grandes pacas rectangulares (macroempacadoras o "big ballers"). En Galicia, Castilla y León y Asturias se inscribieron una gran parte de las rotativas, mientras que las macroempacadoras tienen una mayor demanda en Castilla y León, Castilla-La Mancha y en todo el valle del Ebro.

Tipos de empacadoras

Hay multitud de marcas presentes en el mercado, cada fabricante tiene sus peculiaridades, pero en general las empacadoras presentes en el mercado se pueden agrupar en:

- Empacadoras de pacas prismáticas:
 - Empacadoras convencionales.
 - Macroempacadoras.
- Empacadoras de pacas cilíndricas:
 - Rotoempacadoras de cámara fija.
 - Rotoempacadoras de cámara variable.

Empacadoras convencionales

En las empacadoras convencionales se mantiene el diseño que tan buenos resultados ha dado durante tantos años para elaborar pacas de este tamaño. Las pacas que producen suelen tener una anchura entre 40 y 60 cm, una altura entre 30 ó 40 cm y una longitud entre 30 y 140 cm. Este tipo de máquinas son las más apropiadas para explotaciones de pequeño tamaño. Al ser pacas de poco peso (20-30 kg) se pueden manejar y almacenar manualmente.

Macroempacadoras

En 1978, los ingenieros de la fábrica de empacadoras de

Foto 2. Macroempacadoras. Fuente: Vicon.

CUADRO I. Evolución de las ventas de empacadoras en el mercado español.

Año	Empacadoras convencionales	Rotoempacadoras	Macroempacadoras
2002	177	739	232
2003	152	613	287
2004	154	551	335
2005	93	458	273

Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.



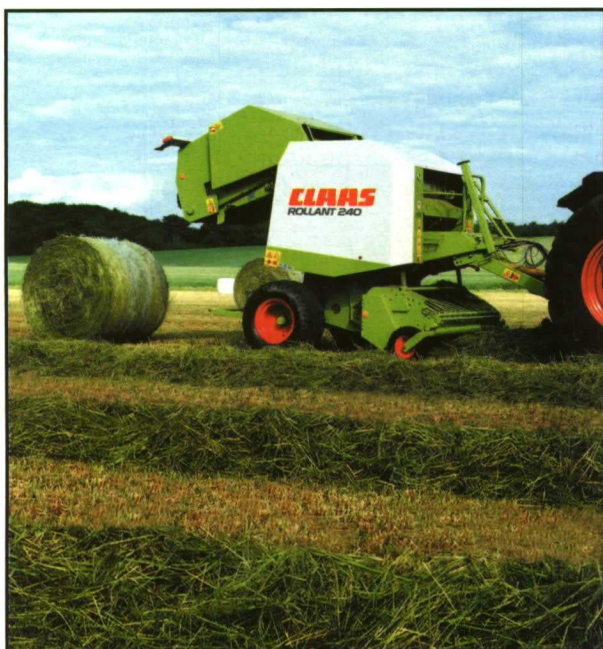
Foto 3.
Detalle del recogedor
de una macroempacadora.
Fuente: Krone.

Hesston, Kansas, EE.UU., desarrollaron la primera empacadora gigante. Desde entonces estas máquinas han evolucionado considerablemente y en los últimos años han aumentado considerablemente su cuota de mercado en España.

En la actualidad llevan un mecanismo recogedor de unos 2 metros de ancho y son capaces de confeccionar pacas de hasta 2.000 kg, con unas dimensiones de 120 cm x 90 cm x 250 cm (anchura x altura x longitud máxima), que pueden variar ligeramente según el fabricante.

En Europa es muy normal que estas máquinas lleven un sistema de picado que trocea el material. El forraje corto junto con la elevada presión de compactación expulsa el aire y permite una mejor conservación de la paca.

Foto 4.
Rotoempacadora
de cámara fija.
Fuente: Claas.



Una de sus principales ventajas es acortar el tiempo de recogida, disminuyendo así el deterioro del material a empacar en el campo. Por otra parte, el coste de estas máquinas es mayor y el tractor que las acciona ha de ser más potente, pero si la máquina trabaja bastantes horas y empaca lo suficiente, el coste unitario será favorable. Las grandes pacas prismáticas representan la opción más eficiente a la hora del transporte y almacenamiento al dejar menos espacios libres entre ellas.

Rotoempacadoras

En el mercado encontramos las de cámara variable y las de cámara fija. En las primeras, el volumen varía a medida que se introduce el forraje manteniendo la presión constante, produciendo pacas de diámetro variable y compresión muy uniforme. En cambio las segundas, disponen de un volumen de cámara único, por lo que la compresión del heno es más irregular, aumentando en las capas superficiales.

Las de cámara fija forman pacas que suelen ser de 1,20 m de diámetro por 1,20 m de ancho. Para las rotoempacadoras de cámara variable, las medidas de paca van desde un diámetro mínimo de 0,80 m hasta máximos de 1,60 m ó 1,85 m, manteniendo la anchura de paca en torno a 1,20 m.

También pueden llevar un sistema de picado a continuación del recogedor ("pick-up"), similar al de las macroempacadoras, ya que el forraje cortado pequeño se deja prensar con mayor densidad y soltar más fácilmente.

Empacadoras encintadoras

El ensilado en balas redondas es simplemente forraje con un contenido de humedad relativamente alto que se embala en una rotoempacadora y se guarda en un contenedor sellado, usualmente una bolsa plástica. Como ya se ha comentado anteriormente, el forraje húmedo, en ausencia de aire sufre una fermentación láctica que contribuye a su

preservación por la acidificación del medio.

Un problema del ensilado en balas es que se descompone más fácilmente que el producido en silos tradicionales porque la fermentación es menos completa y el daño en la cobertura plástica ocasiona la entrada de oxígeno y con ello la degradación del ensilado. Por contra, el ensilado en balas redondas presenta otras ventajas como las de minimizar las pérdidas de cosecha por caída de hojas, la flexibilidad del sistema y la baja inversión inicial de capital.

Las mejoras en los sistemas de encintado están orientadas a un control integral de las funciones de embalado y encintado por parte de un sólo operario (tanto en los equipos combinados como independientes). La cobertura de la paca se realiza de forma uniforme prestando especial atención a la tensión de la bobina para evitar roturas. La carga y descarga de la paca se realiza de forma suave para evitar deformar la paca o provocar la rotura del material plástico de cubierta.

Varios fabricantes incorporan el sistema sin paradas ("non-stop"), que permite que la máquina no se tenga que detener para empaquetar y descargar la paca.

Consideraciones a la hora de elegir una empacadora

Tratamos de resumir aquí ciertos aspectos a los que debería prestarse atención a la hora de adquirir una empacadora, aunque la valoración de cada uno de ellos sea diferente en función de las necesidades del comprador.

Sistema de alimentación

Una alimentación homogénea es el primer paso para obtener una paca regular de compactación uniforme. En este sentido existen numerosos sistemas destinados a garantizar una adecuada alimentación. El máximo tamaño de cordón admisible vendrá dado por el ancho del recogedor, que tendrá un diseño que permita una

buena adaptación al terreno para evitar pérdidas de cosecha. Asimismo, es importante que el recogedor cumpla su función sin malear excesivamente el forraje evitando así la caída de las hojas de alto valor nutritivo. También debemos tener en cuenta si lleva un sistema de picado, así como la presencia de volantes de inercia, ya que estos permiten compensar las fluctuaciones en la potencia requerida durante el empacado. En el caso de las empacadoras prismáticas la presencia de una precámara garantiza la formación de una paca de densidad uniforme independientemente de la densidad del cordón, un sensor de llenado de la precámara permite que sólo una vez que esta se ha llenado el material pase a la cámara para ser comprimido por el pistón.

Formación de la paca

En el caso de las empacadoras prismáticas, tanto convencionales como de grandes

pacas, la formación de la paca se realiza por la acción de un pistón que comprime el forraje de una cámara. La aparición de las empacadoras con precámara permite lograr pacas más uniformes independientemente de la densidad del cordón. Las rotoempacadoras de cámara fija cuentan con una serie de robustos rodillos y la densidad de la paca se ajusta mediante la presión soportada por el portón de expulsión. Las rotoempacadoras de cámara variable cuentan con una serie de correas que arrastran el material haciéndolo girar en el interior de la cámara, la presión de la paca es regulable durante su formación. La posibilidad de formar pacas de distintos tamaños para una mejor adecuación al sistema de transporte y almacenamiento es ofrecida por diversos modelos de empacadoras.

Fiabilidad

Dado que el empleo de este tipo de maquinaria es



Foto 5.
Tractor con rotoempacadora de cámara variable.
Fuente: John Deere.

estacional resulta fundamental que ésta sea fiable y que los tiempos de parada por avería se reduzcan al mínimo posible. En este sentido existen numerosos sistemas de protección contra los atascos y sobrecargas, además se trata de minimizar el tiempo en el que se

El sistema de higienización y granulación hecho a medida

Tres sistemas, posibilidades individuales

HYSYS

Descubra
Nuevas
Posibilidades

proceso de higienización modular

flexibilidad máxima

seguridad mas alta



BUHLER

Buhler S.A.
C/ del Rio, 8
28320 Pinto (Madrid) España
Tel. +34 91 692 91 00
Fax +34 91 692 91 01
www.buhlergroup.com

solucionan estos incidentes. La sustitución de los tornillos fusibles por embragues permite evitar los efectos de un eventual bloqueo, que podrá ser resuelto aminorando la velocidad de la toma de fuerza hasta que éste se solucione. La protección de los sistemas de picado se realiza mediante la implementación de sistemas de resorte o hidráulicos de resistencia variable que protegen individualmente cada una de las cuchillas, también es posible en ciertos modelos controlar el bloqueo y retracción



Foto 6.
Rotoempacadora
encintadora.
Fuente: New Holland.

automática de cuchillas, así como la activación del inversor mecánico para eliminar atascos desde la cabina. La durabilidad de los elementos mecánicos (engranajes, rodillos, pistones, correas, etc.) se ve favorecida por su cada vez mejor aislamiento para evitar la exposición a la suciedad, así como sistemas que faciliten su mantenimiento (bancos de engrase centralizados, sistemas automáticos de lubricación). Los sistemas de atado presentan mejoras orientadas a la protección y fácil mantenimiento de éstos, para evitar la acumulación de suciedad en estos sistemas existen modelos que incorporan ventiladores de limpieza.

Operación

La eficiente operación de estas máquinas redundará en una mayor producción, por lo que la implementación de ayu-

das electrónicas que permitan al tractorista controlar todo el proceso se ha generalizado. Los indicadores que proporcionan todo tipo de información útil al tractorista, así como los actuadores también accionables desde la cabina permiten un mejor control sin necesidad de bajar del tractor. Como ejemplos de algunos de estos sistemas podemos mencionar los sensores de alimentación que indican si la alimentación es regular en el ancho de la empacadora o si se debe corregir mediante el giro hacia una dirección, la información y posibilidad de ajuste de la densidad de la paca, incluso de forma variable según la zona, la intensidad de picado del forraje, o los sistemas de detección de rotura del hilo de atado. La capacidad de transporte de bobinas de hilo o de red para el atado, deberá tenerse en cuenta en función de la producción esperada.

Forma de las pacas

Es muy importante a la hora de elegir una empacadora conocer cual va a ser el uso que se la va a dar a las pacas una vez formadas, estudiando la forma de las pacas producidas en función de las características de transporte y almacenamiento que se vaya a llevar a cabo. También es importante determinar la frecuencia con que las pacas serán encintadas ya que esto puede hacer que nos decidamos por un equipo combinado de empacadora-encintadora, que los adquiramos por separado o bien que prescindamos del equipo de encintado.

La forma y el tamaño de las pacas es fundamental para optimizar los metros cúbicos que caben en un camión, mejorar el aprovechamiento en unos pocos centímetros por cada paca puede suponer una considerable cantidad de dinero para explotaciones grandes.

Isobus: la revolución que llega

Quizás el avance técnico más relevante que se ha producido en los últimos años en

las empacadoras, y en otras máquinas agrícolas, es la implantación del sistema de comunicación digital Isobus (ISO 11783). Con esta tecnología es posible enganchar una empacadora al tractor con un simple conector y manejar todas sus funciones desde el asiento de la cabina.

La norma ISO 11783 está basada en el sistema CAN (Controller Area Network, red de control de área) desarrollado por Bosch a mediados de la década de 1980 y que es ampliamente empleado en la industria de la automoción. Un sistema CAN es una red bus de microcontroladores que conecta dispositivos, sensores y actuadores para el control de aplicaciones en tiempo real. El estándar Isobus fija todos los aspectos del sistema de comunicación tractor-implementos a través de un bus. En ella se normalizan los tipos de cables a utilizar, los conectores, el voltaje a que funciona el sistema, el formato de la información a transmitir y las especificaciones que deben cumplir los monitores entre otros aspectos.

La empacadora lleva un bus que se conecta directamente al bus del tractor. Así los sistemas electrónicos de la empacadora también reciben su suministro eléctrico a través del acople Isobus, de forma que no se requieren cables de alimentación separados.

Esto tiene numerosos beneficios desde un punto de vista práctico. El compartir el mismo cableado y que disponga de acoples rápidos, hace que conectar la empacadora al tractor sea más rápido y sencillo. Por otra parte, los monitores son compatibles no necesitamos un monitor por cada implemento, sino que el mismo monitor que usamos para controlar la empacadora nos permitirá manejar otros equipos, como por ejemplo una segadora de forraje.

Debido a las numerosas ventajas que presenta este sistema, tanto para la empresa de servicios como para el agricultor, se espera que en los próximos años se generalice el uso de este tipo de redes de control. ●