

MAQUINARIA PARA LA RECOGIDA Y MANEJO DE FORRAJES (IV)

Empacado

Continuamos con la serie especial de artículos dedicados a la maquinaria utilizada en la cadena de recolección ocupándonos de los equipos para la recogida y compresión. Qué tipos existen hoy en día en el mercado y cuáles son las características de cada uno de ellos.



LUIS MÁRQUEZ

En la cadena de recolección por vía seca para producir heno, después de conseguir que el contenido de humedad de la hierba sea suficientemente bajo, es necesario proceder a su recogida, y, por tratarse de un material de baja densidad, a su compresión para reducir el volumen de almacenamiento.

Con los sistemas tradicionales de recogida, al igual que en la recolección de los cereales,

se buscaba formar un 'paquete' relativamente fácil de manejar a mano. La modificación del entorno socio-económico en el que se desenvuelve la agricultura moderna ha cambiado esta forma de actuar, ya que cualquier operación manual, además de ser costosa, constituye un cuello de botella en el manejo del heno.

Para superar estos inconvenientes se ha trabajado en sentidos diferentes: diseñando sistemas mecánicos para la agrupación de las pacas de tamaño

convencional, o modificando el diseño de las empacadoras para que formen pacas de tamaño mucho mayor, que se pueden manejar de forma individualizada con medios mecánicos, o muy pequeñas (micropacas) que se manejan fácilmente a granel.

Esto permite establecer tres grupos de máquinas diferenciadas para la formación de 'paquetes' de heno:

- Máquinas para la formación de pacas convencionales de 15 a 25 kg, las cuales se pueden manejar a mano.

- Máquinas para la formación de pacas de gran tamaño, de formas prismáticas o cilíndricas, con masa de 300 a 2 000 kg, que necesariamente se deben manejar mecánicamente.
- Máquinas para la formación de 'pastillas' (micropacas), que pueden desplazarse con facilidad mediante transportadores convencionales (cangilones, tornillos sin-fin, etc.).



Además, la difusión de la técnica del encintado de pacas para obtener silo ha hecho necesario modificar las empacadoras para que puedan trabajar con un forraje más húmedo y pesado que posteriormente será cubierto con plástico para su conservación

Con independencia del tamaño pueden establecerse diferencias en cuanto a la presión a la que se forma el paquete. En el momento actual se utilizan casi de manera exclusiva las que se designan como de media y alta presión, capaces de conseguir densidades de 150 a 250 kg/m³ trabajando con heno al 20% de humedad. Cuando la humedad de la hierba empacada aumenta (empacado para silo) la densidad de la paca es muy superior

En función de estas diferencias pueden establecerse, a efectos de un estudio comparativo, los siguientes grupos:

Empacadoras clásicas para media y alta presión

La base de estas máquinas la constituye lo que se conoce como 'canal de compresión' de sección cuadrada o rectangular con dimensiones entre 35 x 40 a 45 x 65 cm, alimentado lateralmente y recorrido por un pistón en movimiento alternativo, actuando como elemento de cierre posterior la propia fricción del forraje en la cámara.

La alimentación se realiza desde un recogedor de dedos

(*pick-up*) común a los demás tipos de máquinas. Las dimensiones del recogedor condicionan la anchura del baraño sobre el que puede trabajar y con ello la capacidad de la máquina, ya que la velocidad de avance no debe superar los 7 km/h. Esto hace que las dimensiones del canal de compresión deban ser proporcionales a la anchura del recogedor para que el llenado sea suficiente y no se formen pacas deformadas.

También se encuentran en el mercado empacadoras cuyo canal de compresión se alimenta desde abajo, con el recogedor centrado con respecto al canal. El cordón de heno o paja que se recoge debe de pasar entre las ruedas del tractor y la empacadora se encuentra centrada con respecto a este, lo cual facilita las operaciones de transporte.

El atado se realiza mediante anudadores con hilo de plástico (dos o tres unidades) o con alambre (dos unidades) de manera automática y regulable según la longitud que se desee en la paca (80 a 140 cm).

La utilización de tres anudadores y del hilo de plástico ha hecho desaparecer del mercado las máquinas con atadores de alambre, que si bien podían retener con seguridad las pacas formadas con muy alta presión, resultaban peligrosas para el ganado debido a la presencia de los alambres.

Se puede decir que este tipo de máquinas son fiables y los diseños han sido optimizados con años de experiencia. Su mayor dificultad de empleo aparece como consecuencia del tamaño del paquete que resulta difícil de manejar de manera eficiente con medios mecánicos sencillos, por lo que en la mayoría de los casos se procede a la agrupación sobre la misma máquina, aunque esto se consiga con técnicas muy simples (pequeños remolques, rampas cargadoras, lanzadores, etc.)

Las capacidades de trabajo de estas máquinas dependen del tamaño del recogedor y de las dimensiones del canal de compresión, pudiéndose establecer tres grupos:

TABLA 1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPACADORAS CONVENCIONALES

	Pequeñas	Medianas	Grandes
Anchura del recogedor (cm)	150-160	165-180	185-200
Dimensiones del canal (cm)	40 x 30	46 x 36	46 x 36
Longitud de la paca (cm)	30-130	30-130	30-130
Tamaño de la paca-heno (kg)	10-25	12-35	12-35
Capacidad de empacado (t/h)	4-6	6-9	8-12
Capacidad efectiva de trabajo (h/ha)	1.5	1.1	0.8
Tractor min. recomendado (kW)	30 a 35	40 a 45	45 a 50

Empacadoras para pacas de gran tamaño

Estas máquinas han sido la respuesta de la técnica a unas condiciones agrícolas diferentes, en las que la mano de obra ha de reducirse de manera considerable. Se han construido sobre la base de dos alternativas: recurriendo a formar un paquete cilíndrico o bien un paquete prismático de gran tamaño.



Esto permite establecer tres grupos: las enrolladoras o rotoempacadoras, empacadoras para pacas prismáticas, o macroempacadoras, y emparvadoras. En este último grupo pueden incluirse los remolques autocargadores para la recogida del heno, aunque trabajan con mucha menor presión.

Rotoempacadoras

En estas máquinas el proceso de empacado se realiza en una cámara cilíndrica colocada con el eje en sentido transversal a la dirección de avance de la máquina. La alimentación se realiza tangencialmente a la cámara, manteniéndose el forraje en rotación en el interior hasta que el llenado de la misma es completo y el material almacenado en la misma alcanza una densidad suficiente. Una vez finalizada la formación, después de atada la paca, se abre la cámara de manera que ésta cae al suelo.

Con independencia del sistema empleado para que se man-

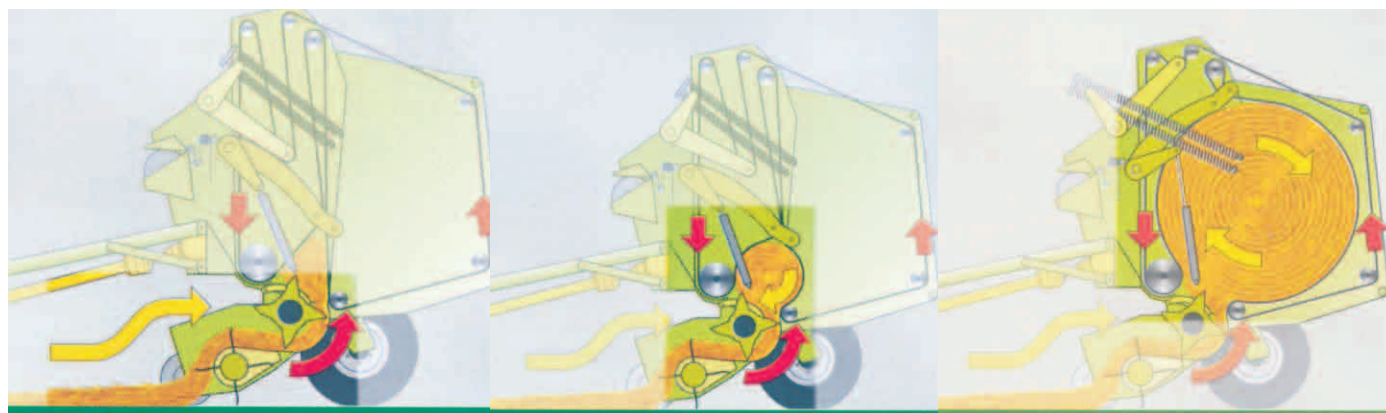



LAS
EMPACADORAS PARA
PACAS DE GRAN
TAMAÑO SON LA
RESPUESTA DE LA
TÉCNICA A UNAS
CONDICIONES
AGRÍCOLAS EN LAS QUE
LA MANO DE OBRA HA
DE REDUCIRSE DE
MANERA
CONSIDERABLE


tenga la rotación de la paca en formación, en relación con las características constructivas de la cámara se pueden establecer tres grupos:

- Cámara de diámetro variable, creciente a medida que se introduce el forraje, con lo que la presión de formación de la paca se mantiene constante durante todo el ciclo (sistema Vermeer).
- Cámara de diámetro fijo, por lo que la presión de empacado aumenta desde el momento en que se ha llenado la cámara hasta que la presión alcanza el nivel deseado.
- Cámara de diámetro fijo-variable en las que en la primera parte del llenado se hace sobre un cilindro de pequeño diámetro, de manera que cuando se completa su llenado la cámara aumenta como en la máquina de cámara variable.

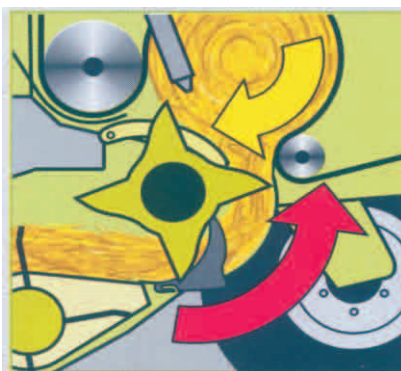
FIGURA 1.- PROCESO DE FORMACIÓN DE LA PACA CON CÁMARA VARIABLE CON NÚCLEO BLANDO (CLAAS – VARIANT 280)



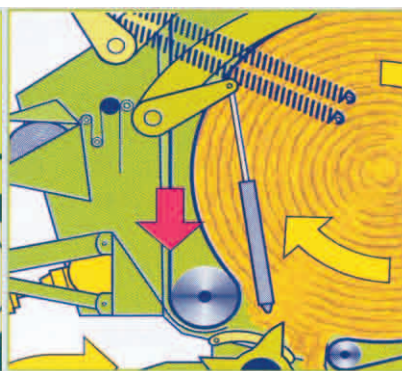
Comparando los resultados de empacado conseguidos con los diferentes tipos de cámaras se observa que las de cámara variable son las que dan mayor uniformidad de compresión del heno quedando el interior de la paca como una alfombra enrollada, mientras en las de cámara fija la compactación es muy superior en las capas superficiales y el interior queda arrugado formando una estrella. Sin embargo, los mecanismos que se precisan para construir una cámara variable son más complejos y en su conjunto son máquinas de manejo más delicado que las de cámara fija, por lo que ambos sistemas mantienen un cierto equilibrio en el mercado. Las de cámara fija-variable, de más reciente diseño, buscan mantener este equilibrio de uniformidad y robustez, adaptándose a las necesidades de distintos tipos de usuarios.

En su origen, las empacadoras de cámara variable son de procedencia americana y diseñadas específicamente para trabajar con hierba seca (heno), mientras de cámara fija son de procedencia europea y pensada para trabar con hierba húmeda (silo). En la actualidad ambos sistemas admiten diferentes contenidos de humedad en el forraje empacado, pudiendo utilizarse para heno o para silo, después de su encintado.

Otro punto diferencial en este tipo de máquinas es la forma en la que se desarrolla el proce-



Alimentador rotativo y cuchillas de picado.



Entrada del hilo o de la red para el atado.

so de atado. El sistema inicial obligaba a detener el avance de la máquina y mantener la paca formada en rotación para que una cuerda dé un número de vueltas suficiente para retener el heno antes de proceder a la expulsión de la máquina.



Más recientemente, con la incorporación de un atador de malla, en el que sólo se necesitan de 1.5 a 2.0 vueltas de la red que sustituye a la cuerda, y con la modificación del punto de alimentación, o construyendo una precámara, se consigue realizar el atado sin interrumpir el trabajo de recogida, con lo que aumenta la capacidad de trabajo del equipo, ya que el tiempo de atado con hilo es casi igual al de la recogida de la hierba que forma la paca.

La mayor dificultad que se encuentra para el manejo de las rotoempacadoras aparece como consecuencia del tamaño del bano que se recoge. Debe de ser suficiente para que la cámara se llene en toda la anchura, ya que si no se producen pacas con for-

TABLA 2.- CARACTERÍSTICAS DE LAS ROTOEMPACADORAS

	Medianas	Grandes
Anchura del recogedor (cm)	170 a 210	
Dimensiones		
Anchura de la paca (cm)	120	150
Diámetro de la paca (cm)	120 a 180	150 a 180
Volumen de la cámara (m³)	2.0 a 3.0	2.6 a 3.8
Capacidad de empacado (t/h)		
heno	8 a 18	
silo	10 a 25	
Capacidad efectiva de trabajo (h/ha)	1.0 a 2.0	0.8 a 1.5
Tractor mínimo recomendado (kW)	50 a 55	60 a 65

ma de tonel. Este problema de alimentación es común para las empacadoras de alta capacidad y como práctica de trabajo aconsejable se recomienda un desplazamiento en zig-zag sobre el cordón. Algunos fabricante montan dispositivos electrónicos para el control de la presión de empaado a ambos lados de la cámara que advierten al operador del problema antes de que se produzcan resultados indeseables.

 **EN LA
MACROEMPACADORA
SE UTILIZA UN CANAL
DE COMPRESIÓN POR
FRICCIÓN, SIMILAR AL
DE LAS EMPACADORAS
CLÁSICAS, AL QUE
LLEGA EL FORRAJE
COMPRESO EN UNA
PRECÁMARA** 

Macroempacadoras

El diseño de empacadoras capaces de formar pacas prismáticas de gran tamaño ha sido una



consecuencia de la mayor dificultad que ofrecen las pacas redondas para el transporte. El aprovechamiento de las cajas de camiones y remolques se realiza mejor utilizando pacas prismáticas, sobre todo cuando se trata de materiales voluminosos como el heno y existe la limitación de 2.55 m de anchura y 4.00 m de altura total en la reglamentación de circulación por carretera en los países de la UE.

Las primeras macroempacadoras utilizaban sistemas de compresión derivados de los remolques autocargadores y de esta manera resultaba imposible alcanzar una densidad elevada. La evolución de este material ha permitido encontrar soluciones ventajosas, y a ello han contribuido en gran medida la hidráulica y la electrónica.

Para conseguir alta presión en la cámara principal es necesario utilizar una precámara en la que el forraje se comprima en cierto grado, de manera que el contenido de la precámara sea suficiente para completar una 'capa' de la cámara principal correspondiente a los desplazamientos alternativos del pistón de empaado que actúa de manera sincronizada.

En los primeros diseños aparecieron diferencias en cuanto al procedimiento utilizado para mantener la compresión. Mientras

Vicon, en sus primeros modelos de macroempacadoras, utiliza una cámara fija, cerrada por la parte posterior, lo que permitía conseguir una presión muy elevada a costa de una mayor complejidad mecánica en la máquina, Hesston se orienta hacia un canal de compresión por fricción, similar al de las empacadoras clásicas, que no admite una presión tan elevada ni hierba tan húmeda, pero que proporciona mayor sencillez constructiva.

El diseño inicial de Vicon estaba orientado al empaado de hierba húmeda para el posterior ensilado de la paca, y en poco tiempo se retiró del mercado, siendo sustituido por máquinas que utilizan canal de compresión con fricción lateral. Son éstas las que dominan el mercado actual y lo más significativo en la evolución es el tamaño del canal de compresión y del diseño de las precámaras para conseguir con mayor compresión del forraje.

■ Emparvadoras

Las emparvadoras son máquinas poco difundidas en Europa que permiten agrupar el heno en parvas o pequeños almiaros, de unas 2 toneladas, pero con baja densidad (100 a 150 kg/m³), lo que las hace apropiadas para el almacenamiento en campo y consumo en las proximidades del lugar de recolección, ya que el transporte debe de hacerse en remolques especiales que mantengan la 'paca' sin romperse.

■ Capacidades de trabajo

La capacidad efectiva de trabajo de las máquinas formadoras de pacas de gran tamaño (prismáticas o cilíndricas) está influenciada por la producción y por el tamaño del recogedor.

Para las más pequeñas, con anchura de recogedor de 1.20 m, se consiguen capacidades de trabajo de 1 a 2 h/ha, mientras que en las grandes, con 1.50 m de anchura de recogedor, las capacidades efectivas se encuentran entre 0.80 y 1.50 h/ha.

En las rotoempacadoras, sobre las que se encuentran mayor número de datos disponibles, y entre las que hay menores diferencias, se pueden establecer, en cuanto a las características, dos grupos de 120 y 150 cm de anchura de cámara.

En los últimos años se está generalizando la utilización de las rotoempacadoras y de las formadoras de pacas prismáticas de gran tamaño para producir forraje ensilado, convirtiendo cada paca en un microsililo o agrupando las pacas de manera que se impida la entrada de aire en el 'montón'. La formación del microsililo exige la utilización de una lámina de plástico que cubra totalmente la paca y se comercializan 'envolvedoras' que lo realizan de manera automática a medida que hacen girar la paca sobre una mesa apropiada. Estos sistemas, a pesar del incremento en



el coste que significa el consumo de lámina de plástico, están alcanzando gran difusión en las explotaciones que ensilan el forraje, ya que es posible obtener un silo de muy buena calidad con nivel de pérdidas mínimo.

■ Máquinas para la formación de micropacas

La formación de micropacas se realiza en máquinas conocidas como empastilladoras o granuladoras de heno, que actúan de manera similar a como lo realizan las granuladoras de los piensos compuestos.

El empleo de estas micropacas tiene notables ventajas: menor desperdicio del heno, mayor apetencia por el ganado, alta den-



LA FORMACIÓN DEL MICROSILO EXIGE LA UTILIZACIÓN DE UNA LÁMINA DE PLÁSTICO QUE CUBRA TOTALMENTE LA PACA



sidad, facilidad de manejo a granel, menor riesgo de incendio, pero hay notables limitaciones que impiden el empleo generalizado de esta técnica ya que la micropaca precisa un forraje base muy especial: forraje de leguminosas secado con rapidez hasta humedades del 10-12%, lo cual no es posible más que en condiciones climáticas muy especiales, a no ser que se utilice melaza para aumentar la capacidad aglomerante del heno utilizado.

Estas máquinas pueden ser apropiadas para grandes explotaciones o agrupaciones que preparen piensos compuestos, ya que permiten incorporar otros componentes para obtener raciones completas, y el heno es siempre de la mejor calidad.■

