

LAS MACROEMPACADORAS FRENTE A FRENTE PARTE 1



Las macroempacadoras son máquinas con alta tecnología, que requieren inversiones elevadas, por lo que son las empresas de servicios a terceros las que las adquieren y utilizan, manejadas por personal altamente cualificado que les sacan el máximo rendimiento.

Luis Márquez

Esto se puede comprobar después del seguimiento en campo de una macroempacadora Massey Ferguson, realizado en Palencia y publicado en **agrotecnica**, como Suplemento Especial en Agosto de 2006.

El aumento de la demanda de paja, tanto para la alimentación del ganado como para producir energía, junto a la posibilidad que ofrecen las macroempacadoras para empacar el heno y la hierba para ensilar con mayor contenido de humedad, ha incrementado la oferta de máquinas en el mercado europeo, con dimensiones de

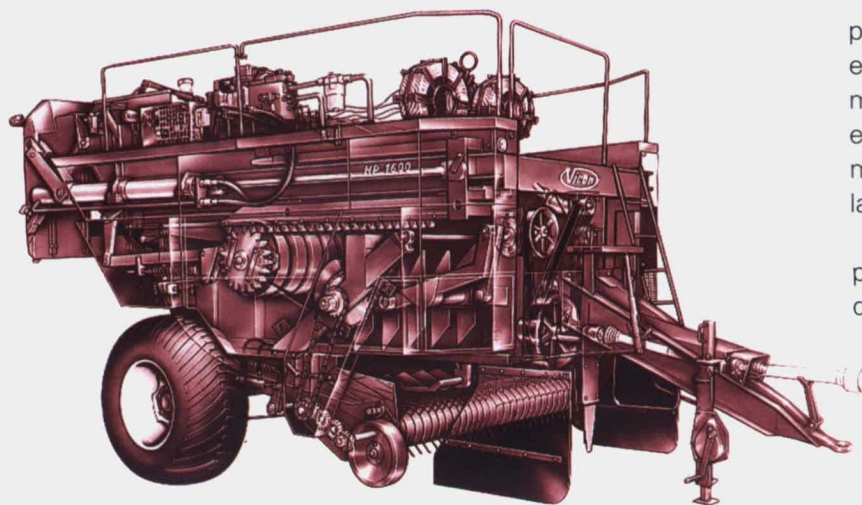
paca que van desde 0.80 x 0.50 m en las de menor sección, hasta los 1.20 x 1.30 m de las mayores.

La decisión de compra se vincula a la dimensión de la sección, teniendo en cuenta el tipo de material que se empaca de manera preferente, y, sobre todo, a las facilidades para su transporte en camión cuando esto se hace a gran distancia. Sobre esta base, se está tomando como longitud habitual de la paca (que es regulable) los 2.50 m, que se adapta a los 2.55 m de anchura máxima admitida como normal para el transporte en carretera. Sin embargo, las alturas de las pacas que ofrecen las diferentes marcas son muy va-

riables, y no hay homogeneidad en las preferencias de los compradores en los diferentes mercados europeos.

En España, el segmento de mercado con mayor demanda corresponde a modelos de 0.80 x 0.90 m de dimensiones de cámara, en el que New Holland ha sido líder, seguido del correspondiente a cámaras de 1.20 x 0.70 m, en el que compiten en igualdad New Holland y Claas. En el de las máquinas más pequeñas, con 0.80 x 0.70 m, es Claas el absoluto ganador.

En los últimos años, algunas marcas punteras en los mercados de europeo y americano, han ampliado su oferta para llegar al mer-



Primera macroempacadora de Vicon en el mercado europeo.

cado español, y este es el caso de Fendt, Krone, Massey Ferguson y Welger. Por otra parte, el cambio de propietario producido en las macroempacadoras del Grupo Kverneland, que pasan de comercializarse con la marca Vicon a la marca Kuhn, hace que sus modelos estén atravesando una etapa de transición en la que es difícil tener datos concretos sobre la oferta que llegará a España.

El objetivo de este comentario 'sobre el papel' es analizar la oferta de macroempacadoras que llegan al mercado español, sobre la base de las características técnicas disponibles que los fabricantes de las mismas incluyen en su web.

Puntos críticos en una macroempacadora

En todos los modelos que se comercializan en la actualidad se utiliza un canal de compresión con fricción lateral, de manera que modificando la fricción actuando so-

bre las paredes del canal, se consigue mantener constante la compresión de la paca.

Asimismo se utiliza un recogedor de dedos que se mantiene a altura constante sobre el suelo mediante ruedas de apoyo, generalmente laterales, que eleva la hierba o la paja previamente acordonada. La anchura de este recogedor suele estar entre 1.90 y 2.40 m; la limitación de anchura es necesaria para adaptar la máquina a la anchura normal de circulación vial de 2.55 m, y se considera que con 2.10 m es suficiente para recoger directamente el cordón de paja dejado por una cosechadora. Una anchura excesiva del recogedor con una cámara de compresión estrecha, obliga a desplazar lateralmente el material recogido para llenar uniformemente la cámara de pre-compresión.

Entre el recogedor y el canal de compresión en el que se forma la paca se sitúa la cámara de pre-compresión que tiene como objetivo acumular suficiente material para que se llene una capa completa de la cámara de compresión. Normalmente se bloquea el material en esta cámara hasta que se llena que adquiere suficiente densidad, momento en el que se hace sobre ella un barrido para que penetre en la cámara

principal sobre la que se desplaza el pistón. La necesidad de la cámara de pre-compresión se pone especialmente de manifiesto a medida que aumenta la altura de la cámara de compresión

El llenado de esta cámara se puede hacer con horquillas dotadas de movimientos alternativos, o mediante rotores, que en muchos casos se combina con cuchillas que permiten el picado del material que entra en esta cámara. El picado, además, permite aumentar la densidad de la paca, ya que el material picado se comprime con mayor facilidad. La separación entre las cuchillas afecta el grado de picado, pero también el picado incrementa la demanda de potencia para accionar la macroempacadora.



El material que llega de la cámara de pre-compresión se sitúa por delante del pistón cuando está retraído, y que lo impulsa presionándolo a los largo de su carrera, para que se desplace por el canal de compresión. El régimen del pistón esta sobre las 35-45 carreras/minuto, y la longitud de la carrera es de unos 70 cm; suele ir apoyado sobre rodillos con cojinetes sellados. El eje desde que se acciona el pistón lleva incorporado un pesado volante de inercia.

La fricción de la cámara de compresión se regula mediante pistones hidráulicos con control electrónico que mantiene constante la densidad de la paca. La longitud de atado de la paca se controla mediante una rueda dentada que se apoya en la paca, y que se encarga de desencadenar



Rotor para el picador.



Volante de inercia.

el movimiento de los atadores, generalmente 4 ó 6 en función de la anchura de la cámara. Estos atadores pueden hacer un nudo doble o simple, según las marcas, y habitualmente utilizan hilo de alta resistencia, que se almacena en bobinas situadas en compartimentos específicamente diseñados con este fin. El sistema de los anudadores dispone de ventiladores que los mantienen limpios.

Es habitual la utilización de sistemas de lubricación automática, y dispositivos que permiten extraer la última paca formada cuando se finaliza el trabajo.

La masa de una macroempacadora puede llegar a superar las 8 a 10 toneladas, por lo que son importantes el dispositivo de enganche, de acuerdo no la normativa de homologación CE, y el sistema de neumáticos (baja presión sobre el suelo blando) y frenos, incluido el de estacionamiento.

En la mayoría de las macroempacadoras se generaliza el empleo de monitores que permiten el control de la máquina desde el puesto de conducción del tractor, y en estos momentos se sigue el protocolo ISO-BUS según las normas de la serie ISO 11783.

Monitor de control.



La oferta en el mercado español

Tomando como referencia las características de los modelos incluidos en el Vademécum de la Maquinaria de Recolección, publicado por esta editorial, ofrecen macroempacadoras en el mercado español Claas, Fendt, Krone, Massey Ferguson, New Holland y Welger. No se han tomado en consideración las macroempacadoras hasta ahora comercializadas con la marca Vicon, ya que la información sobre sus características técnicas todavía no aparece en la web española de Kuhn.

Se pueden agrupar los modelos de las diferentes marcas en función de las dimensiones del canal de compresión, y se observa que se ofrecen dos anchuras de cámara 0.80 y 1.20 m. Las alturas varían entre los 0.50 y los 1.28-1.30 m. En la Tabla 1 se presenta estos modelos agrupados por las dimensiones del canal de compresión, considerando sólo los modelos 'base' (sin los sistema de picado).

En la misma se puede observar que los segmentos con mayor oferta son de 0.70 m y los de 0.88-0.90 m de altura de cámara. Sólo Claas ofrece un modelos con altura de cámara de compresión de

0.50 m, que no dispone de pre-cámara, por lo que se puede considerar como una máquina intermedia entre las empacadoras clásicas y las macroempacadoras.



LA MASA DE UNA

MACROEMPACADORA

PUEDE LLEGAR A

SUPERAR LAS 8 A 10 t,

POR LO QUE SON

IMPORTANTES LOS

DISPOSITIVOS DE

ENGANCHE



Para la mayoría de los modelos incluidos en la Cuadro 1, los fabricantes ofrecen versiones con picador a la entrada de la cámara de pre-compresión. En ocasiones esto lleva diferente designación del modelo; en otras se considerar una opción que no cambia la designación del modelo base. Seguidamente se analizan las particularidades de los diferentes modelos correspondientes a cada fabricante.

CUADRO 1.- MODELOS DE MACROEMPACADORAS COMERCIALIZADAS EN ESPAÑA (SIN PICADOR)

Altura (m)	Anchura (m)	
	0.80	1.20
0.50	Claas Q1150	
0.70	Claas Q2100	Claas Q3200
	NH BB9050	Fendt 1270
	Welger 4006	Krone BP1270
		MF 2160
		NH BB9070
		Welger 6006
0.88	Fendt 990N	Fendt 1290
	MF 2100	MF 2170
0.90	Krone BP890	Krone BP1290
	NH BB9060	NH BB9080
1.28		Fendt 12130
		Krone BP12130
		MF 2190

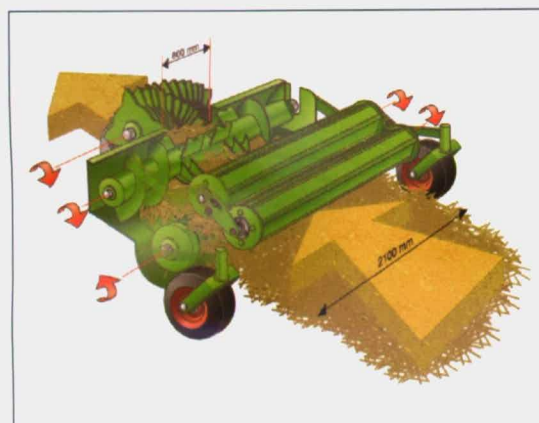
Las Quadrant de Claas

La oferta de Claas para el mercado español incluye macroempacadoras con cámaras de 80 y 120 cm de anchura, siempre sobre la base de 70 cm de altura, manteniendo los conceptos que introdujo en el mercado en la década de los '80, y evolucionándolos de acuerdo con su experiencia de más de 20 años.

El recogedor de dedos dispone de dos rodillos de apoyo en la parte superior, y el forraje pasa a un tornillo sin-fin que entrega el material a un rotor tipo estrella con cuatro puntas, del que habitualmente se utiliza en los picadores, aunque el modelo no incluya sistema de picado; esto ayuda a comprimir el material que llega a la pre-cámara. Dos ruedas laterales mantienen constante la altura de los dedos del elevador sobre el suelo. En el caso de los modelos dotados de picador el rotor se complementa con un máximo de 16 cuchillas en el modelo Quadrant 2100 RF/RC, y hasta 49 cuchillas en la Quadrant 3200 FC (con 1.20 m de anchura del canal de empacado).

La pre-cámara es barrida en tres etapas por un acarreador que amplía progresivamente el área de

barrido para en la última etapa introducir todo el material de la pre-cámara en la cámara de compresión, sobre la que actúa el pistón que se mueve con una cadencia de 51 emboladas/min, siendo la longitud del canal de empacado de 2.75 m (de 3 metros en las de la serie 3200). En los modelos de la serie Quadrant 3200 la actuación del acarreador se puede controlar hidráulicamente desde la cabina, estableciendo el número de ciclos realizados en el interior de la pre-cámara antes de llegar al ciclo de barrido para alimentar el pistón. En las máquinas con cámara de 80 cm de anchura se utilizan cuatro anudadores de tipo clásico, característicos de Claas, y las de 120 cm 6 unidades, y todos los modelos disponen de compartimentos para almacenar 24 bobinas de hilo. Para la limpieza de los anudadores se utiliza el 'trubo fan'



Dispositivo de alimentación de Claas.

basado en la producción de corriente de aire a alta velocidad. Asimismo dispone de rampa de rodillos con expulsor

La incorporación en la designación del modelo de las siglas R y RF indican que la máquina incluye rotor de alimentación; si se utilizan las letras RC esto es indicativo de que dispone de un picador para picado grueso, mientras que las letras FC son indicativas de



Esquema general con los componentes principales de las Claas Quadrant.

CUADRO 2.- LA OFERTA DE CLAAS

Marca	Claas				
	Quadrant	Quadrant	Quadrant	Quadrant	Quadrant
Modelo	2100 R	2100 RC	3200 RF	3200 RC	3200 FC
Tipo	Claas Ibérica				
Distribuidor	Claas Ibérica				
Anchura recogedor (m)	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1
Dimensiones paca					
Anchura (m)	0.80	0.80	1.20	1.20	1.20
Altura (m)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Longitud máx. (m)	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00
Cadencia pistón (rev/min)	51	51	51	51	51
Precompresión	sí		sí		sí sí
Alim. cámara empacado	rot.+acarr.	rot.+acarr.	rot.+acarr.	rot.+acarr.	rot.+acarr.
Anudadores (nº)	4	4	6	6	6
Dispositivo de picado	no	sí	no	sí	sí
Cuchillas del picador	-	16	-	25	49
Anchura transporte (m)	2.34	2.34	2.52-3.00	2.52-3.00	2.52-3.00
Potencia (CV)	110	125	125	135	180
Régimen TDF (rev/min)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Peso (kg)	6 950	7 140	7 720-8 080	7 720-8 080	7 720-8 080

que la máquina incorpora un sistema de picado fino, con mayor número de cuchillas a la salida del rotor.

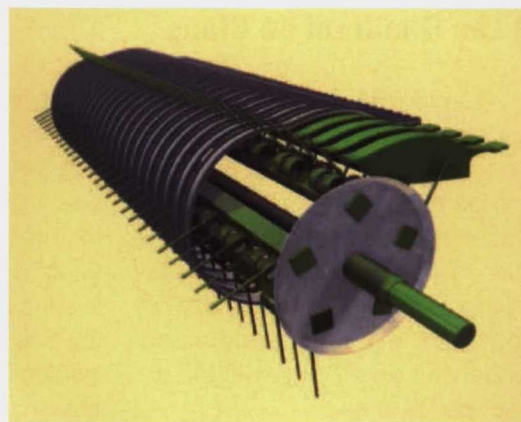
El control de la empacadora se realiza con el monitor específico de Claas, que se sitúa en el puesto de conducción del tractor, aunque también está disponible la conexión ISOBUS. Un resumen con las características técnicas se presenta en el Cuadro 2.

Una característica interesante de la Quadrant 3200 se encuentra en la versión *Miscanthus*, en la que el recogedor de dedos se sustituye por una canalización frontal que recibe el flujo del material picado por una picadora frontal accionada por el mismo tractor. Hay otros modelos de mayor tamaño de paca, como la Quadrant 3400, que por el momento no se comercializan en España.

■ Krone y sus Big Pack


Krone ofrece una gama muy amplia de macroempacadoras, con achuras de paca de 80 y 120 cm, y alturas entre 70 y 130 cm. En su oferta comercial se pueden establecer cuatro bloques. En el primero se encuentra la Big Pack 890, con canal de 80 x 90 cm. En el segundo las Big Pack 1270 con la versión normal y multipaca, en la que se consigue que la macro paca se divida en pacas de menor tamaño para su aprovechamiento posterior; en este bloque la altura

Recogedor de dedos
(pick up).



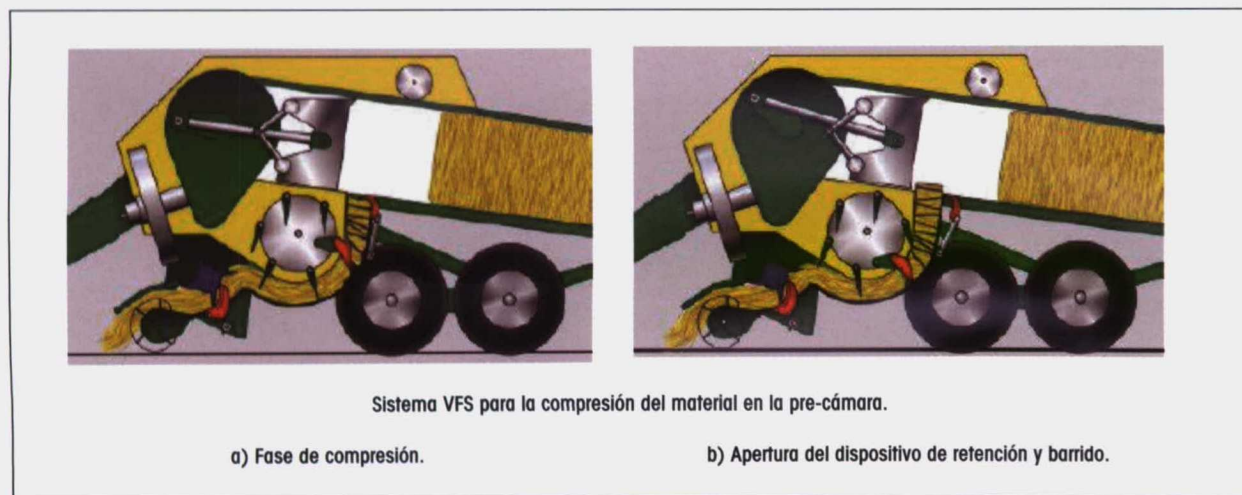
del canal de compresión es de 70 cm. El tercer y el cuarto bloque lo constituyen las Big Pack 1290, con 90 cm de altura de la cámara de compresión, y las Big Pack 12130, con 130 cm de altura. En el cuadro 3 se resumen las características técnicas de las macroempacadoras de Krone comercializadas en España.

Como elementos característicos de la serie Big Pack se encuentran el recogedor de dedos *Easy Flow* con un menor número de piezas móviles, que puede trabajar a mayor régimen de giro. En las macroempacadoras con picador se utiliza el denominado X-Cut de Krone, con 16 cuchillas para máquinas con 80 cm de canal y 26 cuchillas en las de 120 cm, con protección individual para las cuchillas; los módulos de cuchillas son extraíbles, y pueden bajarse hidráulicamente para el montaje y desmontaje de las cuchillas. El rotor de corte y de transporte tiene forma de V con 55 cm de diámetro y dientes dobles.

 **EL MODELO
BIG PACK DE KRONE,
ESPECIALMENTE
DISEÑADO PARA LA
RECOGIDA DE LA
BIOMASA, UTILIZA
SECCIÓN DE 120x130 cm**



Para el llenado de la cámara de compresión desde la pre-cámara se utiliza un sistema rotativo con 5 elementos acarreadores y un rastrillo alimentador que va retraído y que se acciona en el momento de se alcanza una densidad suficiente en la pre-cámara,



Sistema VFS para la compresión del material en la pre-cámara.

a) Fase de compresión.

b) Apertura del dispositivo de retención y barrido.

CUADRO 3.- LA OFERTA DE KRONE

Marca	Krone					
Modelo	Big Pack	Big Pack	Big Pack	Big Pack	Big Pack	Big Pack
Tipo	890	1270 multib.	1270	1290	1290	12130
Distribuidor	Deltacinco – Delgado Delgado e Hijos					
Anchura recogedor (m)	1.95-2.35	1.95-2.35	1.95-2.35	1.95-2.35	1.95-2.35	1.95-2.35
Dimensiones paca						
Anchura (m)	0.80	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Altura (m)	0.90	0.70	0.70	0.90	0.90	1.30
Longitud máx. (m)	2.70	2.70	2.70	2.70	3.20	3.20
Cadencia pistón (rev/min)	50	38	38	38	38	38
Precompresión	si	si	si	si	si	si
Anudadores (nº)	4	6	6	6	6	6
Tipo anudador	doble nudo	doble nudo	doble nudo	doble nudo	doble nudo	doble nudo
Dispositivo de picado	opc.	opc.	opc.	opc.	opc.	opc.
Cuchillas del picador	16	26	26	26	26	26
Anchura transporte (m)	2.55	2.55	2.55	2.55	3.00	3.2
Potencia (CV)	110	130	130	160	190	190
Régimen TDF (rev/min)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Peso (kg)	6 580	7 400	7 400	7 890	10 200	10 200

montados sobre un rotor (sistema VFS) que les obliga a barrer la pre-cámara. En la salida de la pre-cámara se utiliza un retenedor que sólo se abre cuando actúa en rastro barreador, dejando paso al material hacia la cámara de compresión.

El pistón se mueve sobre el canal de empacado a un régimen de 50 emboladas/min en el modelo mas pequeño, y sólo a 33 en el resto de la gama. La regulación de la densidad se realiza modificando la presión de cilindros hidráulicos controlados por la información que suministran los sensores situados a derecha e izquierda de la cámara.

Los atadores en número de 6, salvo en el modelo 890 que sólo dispone de 4, son de doble nudo, aunque en la Big Pack 1270 se ofrecen anudadores de simple nudo como opción. La limpieza de los anudadores se realiza por aire comprimido y la lubricación es centralizada en todas las máquinas. La expulsión de la última paca puede hacerse desde el monitor del puesto de conducción.

El sistema *multi-bale* para la empacadora 1270, permite empa-

car de manera que posteriormente se puede dividir la macropaca hasta en seis pacas pequeñas, cada una de las cuales permanece atada, lo que facilita su transporte en el establo. Las pacas pequeñas se pueden ajustar para una longitud entre 0.45 y 1.35 m, en función del número de divisiones, y quedan atadas por dos hilos, mientras que la paca total queda atada por cuatro.

Un sistema de accionamiento eléctrico permite desacoplar las agujas 2 y 5 para que realicen el atado de los bloques pequeños, actuando las 4 restantes para atar la macropaca. Es posible trabajar con todas las agujas agrupadas para formar una macropaca convencional atada con seis hilos.

En las empacadoras Big Pack 1290 XC se ofrece el sistema HDP (*High Density Press*), con el canal de compresión prolongado, lo que permite trabajar con mayor grado de compresión para llegar a incrementar la densidad de la paca en un 20%. Esto resulta posible como consecuencia del sobre dimensionamiento de la transmisión hasta el pistón, que incluye un volante de inercia de 578 kg.



Sistema *multi-bale* con atado independiente (agujas 2 y 5).

El modelo Big Pack, especialmente diseñado para la recogida de la biomasa para su aprovechamiento energético, utiliza una sección de 120 x 130 cm, para formar pacas con una longitud de hasta 3.20 m. En ella se utiliza hilo comercial de 130 m/kg.

Se ofrecen terminales con distintos grados de electrónica y la compatibilidad de la máquina con el sistema ISOBUS. Un ordenador de tareas que está situado en el puesto de conducción permite, entre otros controles del proceso de empacado, ajustar la longitud total de la macropaca y la de cada una de las secciones en las del tipo *multi-bale*. ■