

Regulaciones de las máquinas y costes de almacenamiento de las pacas por pérdidas de materia seca

Especificaciones y manejo de las empacadoras de grandes pacas

Las empacadoras de grandes pacas representan en nuestro país aproximadamente el 90% de las ventas de empacadoras. Se trata, por lo tanto, de una de las máquinas de referencia en las explotaciones agrícolas. En este artículo se deta-

llan, junto con sus principales características técnicas, algunos aspectos relacionados con la formación de las pacas que permitirán entender de una manera más clara el funcionamiento y regulaciones de este tipo de máquinas.

F. J. García Ramos, A. Boné y M. Vidal.
Escuela Politécnica Superior de Huesca.

Las grandes empacadoras se clasifican en dos categorías: rotoempacadoras (**fotos 1 y 2**) y empacadoras de grandes pacas prismáticas (**fotos 3, 4 y 5**).

Las rotoempacadoras conforman pacas cilíndricas con diámetros comprendidos entre 0,6 y 2,0 m, mientras que la longitud oscila entre 1,0 y 1,5 m, siendo la medida más normal 1,20 m. En función del sistema de formación de la paca existen básicamente dos tipos de rotoempacadoras: de cámara fija (**foto 1**) y de cámara variable (**foto 2**). Las rotoempacadoras de cámara fija disponen de

un volumen de cámara único, por lo que la compresión del heno es más irregular, aumentando en las capas superficiales. En las de cámara variable, 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.

Las empacadoras de grandes pacas prismáticas permiten producir pacas con anchuras de 80-120 cm, alturas de 45-130 cm y longitudes entre 1 y 3 m (**cuadro 1**). Cabe destacar que el precio de estas máquinas es mucho más elevado que el de las rotoempacadoras a pesar de lo cual tienen una gran aceptación en el mercado, especialmente en empresas de servicios.

Objetivo: densidad uniforme

Las grandes pacas (especialmente las pacas prismáticas) se caracterizan por tener una elevada densidad que reduce los costes de almacenamiento, transporte y manipulación. En este sentido una paca de calidad es aquella que presenta una densidad uniforme en todo su volumen ya que esto se traduce en una distribución uniforme de humedad y nutrientes.

Hay que tener en cuenta que la densidad de las pacas y por lo tanto su peso variará en función del producto a empacar. En el caso



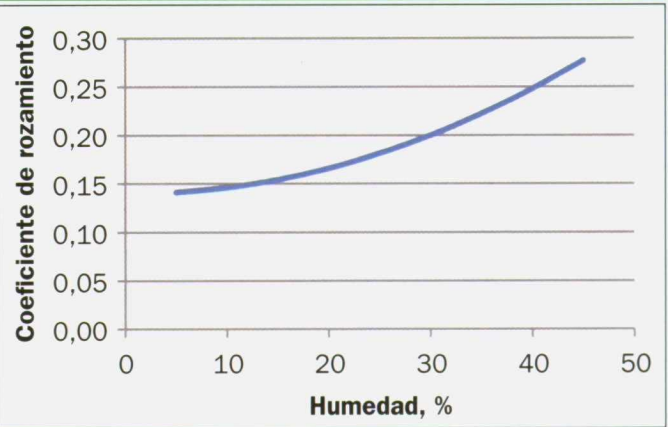
Foto 1. Rotoempacadora de cámara fija.



Foto 2. Rotoempacadora de cámara variable.

FIGURA 1.

Relación entre el coeficiente de rozamiento y la humedad en una paca de forraje.



Fuente: S. Afzalnia, 2005.

Cuadro I.

Características de las empacadoras de grandes pacas.

	Rotoempacadoras	Macroempacadoras
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

de forraje para henificar las densidades son aproximadamente 1,5 veces mayores que en el empacado de paja. Si por el contrario se empaca forraje para ensilado (foto 6), las densidades pueden ser hasta tres veces superiores a las de las pacas de paja.

Para que el trabajo de la empacadora sea correcto es necesario conocer el comportamiento del forraje durante el proceso de compresión y las variables que afectan a dicho proceso.

La densidad alcanzada en la paca depende de diferentes variables: tipo de forraje, contenido en humedad y compresión aplicada. La paca es comprimida lateralmente cuando avanza a través de la cámara de compresión por lo que el resultado de dicha compresión depende del coeficiente de rozamiento entre las paredes interiores del ca-



Fotos 3, 4 y 5. Empacadoras de grandes pacas prismáticas.



Foto 6. Máquina empacando forraje para ensilado. Fotos 7 y 8. La densidad alcanzada en la paca depende, entre otros factores, del contenido en humedad del forraje.



nal de compresión y el forraje. A mayor contenido en humedad del forraje (fotos 7 y 8), mayor coeficiente de rozamiento (figura 1).

Así, en la etapa inicial del proceso de compresión (figura 2), la densidad del forraje es baja y éste mantiene su densidad constante frente a incrementos de presión. Una vez superada esta etapa inicial la densidad del forraje aumenta con el incremento de presión hasta alcanzar un punto en el cual el forraje es difícilmente compresible y su densidad se estabiliza a pesar de los incrementos de presión.

Regulación de la máquina

Para obtener pacas de densidad uniforme, en las que el forraje no presente impurezas, es necesario regular adecuadamente la empacadora. Las principales regulaciones a efectuar son:

- ▶ Ajuste del pick-up. El recogedor es el órgano de la máquina donde mayores pérdidas de forraje se producen (foto 9). Se debe ajustar a la mayor altura posible que permita recoger el cordón de fo-

rraje sin que los dedos golpeen el suelo, con alturas ideales de 4-5 cm sobre el terreno.

- ▶ Velocidad de trabajo del tractor. En general, debe irse más despacio cuando el forraje está húmedo, la densidad es baja y la producción por hectárea es elevada. Como velocidad orientativa se pueden citar 7-8 km/h.
- ▶ Longitud de la paca. La longitud de las pacas depende de la frecuencia de atado y ésta, a su vez, del recorrido de la estrella que controla el disparo de los órganos de atado (fotos 11, 12 y 13). La longitud de la paca puede regularse a partir de este sistema, variando entre 100 y 300 cm.
- ▶ Regulación de la densidad de la paca. Las macroempacadoras disponen de sensores de carga que permiten variar el nivel de compresión ejercido. Actualmente los sistemas de regulación de la densidad de la paca son automáticos, de modo que fijando en el monitor de la empacadora la carga deseada

en el émbolo (foto 14), el sensor de carga actúa mediante electroválvulas sobre el sistema hidráulico que comanda un sistema de cilindros hidráulicos que actúan sobre los laterales y la parte superior del canal de compresión (foto 15).

Cómo almacenar las pacas

Una vez conformadas las pacas es necesario almacenarlas óptimamente para mantener la calidad del forraje durante el tiempo de almacenamiento. En este sentido, existen diferentes posibilidades:

- Almacenamiento bajo cubierta sobre solera.
- Almacenamiento en intemperie:
 - Pacas directamente sobre el suelo.
 - Pacas sobre algún tipo de solera.
 - Pacas sobre el suelo con algún tipo de material de cubierta.
 - Pacas sobre solera con algún tipo de material de cubierta.
 - Pacas envueltas bajo film plástico sobre el suelo.



Foto 9. Sistema recogedor de forraje de una empacadora.



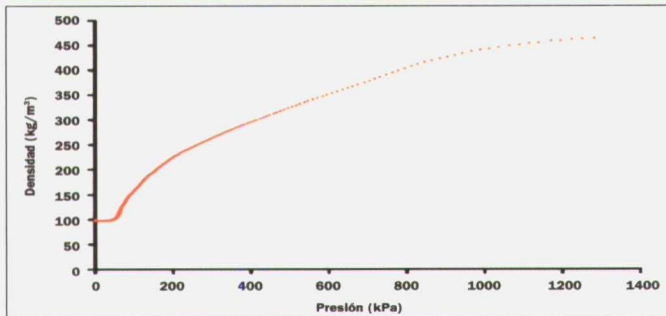
Foto 10. Sistema de regulación de la longitud de una paca en una empacadora de pacas prismáticas.



Foto 11. Órganos de atado de una empacadora de grandes pacas.

FIGURA 2.

Relación entre presión y densidad durante el proceso de compresión de paja de cebada con humedad del 30%.



Fuente: S. Afzalnia, 2005.

Las pérdidas de materia seca en la paca dependen fundamentalmente de las condiciones de humedad y temperatura (**cuadro II**). En este sentido interesa que las pacas apoyen sobre superficies drenadas y secas para evitar que absorban humedad del suelo.

Lógicamente el coste de almacenamien-

to de las pacas varía en función de la opción elegida, siendo máximo para pacas bajo cubierta y mínimo para pacas en intemperie. En la dirección de internet <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/storage.htm>, el profesor Brian Holmes, de la Universidad de Wisconsin (EE.UU.), pone a disposición de los internautas diferentes hojas Ex-

cel para estimar los costes de almacenamiento de las pacas en función de la opción elegida. ●

Cuadro II.

Pérdida de materia seca en pacas de forraje en función del tipo de almacenamiento.

Tipo de almacenamiento	Pérdida de materia seca
Bajo cubierta sobre solera	2 - 10%
En intemperie	
● Directamente sobre el suelo	5 - 61%
● Sobre algún tipo de solera	3 - 46%
● Sobre el suelo con algún tipo de material de cubierta	4 - 46%
● Sobre solera con algún tipo de material de cubierta	2 - 17%
● Envueltas con film plástico sobre el suelo	4 - 7%

Fuente: C. Saxe 2007.

Bibliografía ▼

Existe una amplia bibliografía a disposición de los lectores, que pueden solicitar a través del e-mail: redaccion@eumed.es



Segadoras-acondicionadoras KRONE EASYCUT

- Modelos suspendidos, arrastrados y combinación triple
- Disponibles en todas las anchuras de trabajo (desde 2,00 hasta 8,70 metros).
- Barras de corte completamente soldadas y selladas para una mayor resistencia.
- Suspensión EASYCUT BALANCE con sujeción en el centro de gravedad.



Teléfono 979 728 450
www.deltacinco.es

IMPORTADOR EXCLUSIVO
PARA ESPAÑA



AMAZONE



"Dedicación y Tecnología
Cosechando Éxitos"