

LAS DIFERENCIAS DE CALIDAD ENTRE MARCAS PUEDEN DESAPARECER SI LOS EQUIPOS NO SE REGULAN BIEN

# Cómo optimizar el rendimiento de las segadoras-acondicionadoras y de otros equipos forrajeros

Un aspecto fundamental a tener en cuenta en las explotaciones forrajeras es la correcta regulación de todas las máquinas utilizadas en la cadena de recolección de forma

que las pérdidas de forraje sean mínimas. En este sentido, la máquina clave, donde mayores pérdidas se pueden ocasionar, es la segadora-acondicionadora.

**A**ctualmente, el tipo de segadoras utilizadas de forma mayoritaria en las explotaciones forrajeras son las segadoras rotativas de eje vertical equipadas con discos de corte, debido a su mayor capacidad de trabajo frente a las tradicionales barras de corte.

Las segadoras rotativas de eje vertical (**foto 1**) basan su funcionamiento en el corte del tallo del forraje por una cuchilla que gira a gran velocidad (entre 2.500 y 3.000 rpm) alrededor de un eje vertical (segadoras de tambores o de discos). Posteriormente al órgano de siega, estas máquinas suelen incorporar equipos acondicionadores que puede ser de dos tipos: de rodillos (**foto 2**) o de dedos (metálicos o plásticos, **foto 3**).

Los acondicionadores actúan sobre el forraje mediante la quiebra y aplastamiento de los tallos y hojas acelerando así el proceso de secado y produciendo un secado más uniforme, igualando la velocidad de deshidratado

de tallos y hojas que sería menor para los tallos en ausencia de dicho proceso de acondicionado.

## Posibilidades de regulación del sistema de corte

En la mayoría de los aperos agrícolas las diferencias de calidad existentes entre diferentes fabricantes pueden dejar de ser una realidad si los equipos no son regulados adecuadamente. En relación con el sistema de siega de las segadoras, existen diferentes posibilidades de regulación que deben ser siempre revisadas antes de proceder a la siega del forraje.

En este sentido, los parámetros de regulación principales del sistema de corte de las segadoras son:

- ▶ Sistema de suspensión del cabezal de siega. Las segadoras más avanzadas

disponen de sistemas de suspensión que permiten seguir el contorno del terreno y mantener una presión constante sobre el mismo. Una correcta regulación de la presión ejercida por el cabezal sobre el terreno (**foto 4**) en base a las recomendaciones del fabricante, permite reducir notablemente el ensuciamiento del forraje.

- ▶ Elección del disco de corte. Existen diferentes tipos de disco de corte en función del cultivo a recolectar. La elección del disco correcto es fundamental para que el forraje sea conducido adecuadamente al sistema acondicionador de la máquina.
- ▶ Ajuste de la altura de corte. Las máquinas incorporan un sistema de regulación que puede disponer de una escala graduada donde se fija la altura de corte (**foto 5**). En otros casos existen agujeros calibrados para posicionar el cabezal de

Foto 1. Segadora-acondicionadora de discos trabajando en una parcela de alfalfa.



Foto 2. Sistema acondicionador de rodillos de caucho acanalados.





Foto 3. Sistema acondicionador de dedos de plástico.



Foto 4. Sistema de regulación de la presión del cabezal de siega sobre el terreno.

siega en diferentes alturas. Pensando en cultivos forrajeros como la alfalfa son recomendables alturas de corte en torno a 6 cm.

- ▶ Ángulo de la barra de corte. El ángulo debe ser fijado más plano cuanto más rocoso sea el terreno.

## Pérdidas de forraje

Las pérdidas de forraje ocasionadas por la segadoras-acondicionadoras son debidas a dos factores:

- ▶ Las pérdidas directas de forraje durante el proceso de siega-acondicionado originadas por la agresividad de la máquina.
- ▶ Las pérdidas indirectas de forraje por un inadecuado ritmo de secado después del acondicionado que requiere un mayor tiempo de permanencia del forraje en el terreno con lo que aumenta el riesgo de que llueva antes de su retirada.

## Ritmo de secado del forraje

El parámetro utilizado para estimar el ritmo de secado del forraje es la constante de secado ( $k$ ) que relaciona la humedad del forraje en el instante  $t_0$  con la humedad en el instante  $t_1$  en base a la **ecuación 1**.

$$\text{Ecuación 1. } H_1 = H_0 \cdot e^{-k(t_1 - t_0)}$$

siendo,

$H_1$ : humedad final en el instante  $t_1$

$H_0$ : humedad inicial en el instante  $t_0$

$k$ : constante de secado ( $h^{-1}$ )

$t_0$ : instante inicial (h)

$t_1$ : instante final (h)

Cuanto mayor es el valor de la constante de secado menos tiempo debe permanecer el forraje en la parcela para alcanzar la humedad mínima deseada.

## Influencia del sistema de acondicionado

El ritmo de secado de los tallos es menor que el de las hojas por lo que es importante comprobar que la mayoría de los tallos son acondicionados. En este sentido, lo ideal es alcanzar en torno al 90% de tallos aplastados o plegados.

Los acondicionadores de rodillos pueden producir aplastamiento del forraje, cuando se utilizan rodillos lisos, o plegado-aplastamiento del forraje, cuando se utilizan rodillos acanalaos. Por el contrario los acondicionadores de dedos producen pequeñas roturas, cortes y plegado del forraje debidos al impacto de los dedos contra el mismo.

En el caso de acondicionadores de rodillos las posibilidades de regulación son la separación entre rodillos y la presión entre los mismos (**foto 6**). Para el caso de altos rendimientos de cultivos se debe aumentar la separación y la presión entre rodillos. El objetivo

Foto 5. Sistema de regulación de la altura de corte de la segadora.



Foto 6. Tornillo regulador de la presión ejercida por los rodillos acondicionadores.





Foto 7. Macroempacadora de pacas prismáticas.



Foto 8. Remolque autocargador.

es que los tallos sean aplastados sin aparecer zonas con coloraciones diferenciadas (verdes oscuras) debido a aplastamientos excesivos. En el caso de la alfalfa, cultivo forrajero ampliamente implantado en la agricultura espa-

de apreciar en la **figura 1**. Como se puede apreciar en dicha figura, el ritmo de secado aumenta a medida que la separación entre rodillos disminuye.

La velocidad de avance de la máquina también influye en la cantidad de forraje que llega a los rodillos por unidad de tiempo, siendo menor cuanto menor es la velocidad de avance.

Las regulaciones de los acondicionadores de dedos son: la velocidad de giro del rotor (más alta para hierba y más baja para leguminosas, en torno a un 30% menos) y la separación entre los dedos y el deflector superior (a menor separación mayor acondicionamiento del forraje). El objetivo, al igual que en los acondicionadores de rodillos, es que en el 90% de los tallos se aprecie el proceso de acondicionado.

Diferentes ensayos han constatado que la

agresividad de los acondicionadores de dedos es mayor que la de los acondicionadores de rodillos, aunque este factor puede ser compensado en función de las regulaciones de dichos sistemas. El **cuadro I** muestra el tiempo de secado necesario para obtener forraje con un 20% de humedad (partiendo de una humedad del 80%) en función del acondicionador utilizado y del porcentaje de pérdidas de hojas para el caso de alfalfa.

## Consideraciones sobre otros equipos

Considerando otros equipos utilizados en la cadena de recolección del forraje, como las empacadoras (**foto 7**) y los remolques autocargadores (**foto 8**), el pick-up (**foto 9**) es el elemento donde mayores pérdidas de forraje se producen. Por lo tanto, su diseño y regulación deben ser adecuados. Para ello, el factor fundamental que condiciona las pérdidas de forraje es la relación entre la velocidad de avance de la máquina y la velocidad del pick-up. Si la velocidad de avance es muy baja en relación a la velocidad del pick-up muchas hojas del forraje se pueden caer al suelo al ser levantadas por el pick-up. Por el contrario, si la velocidad de avance es muy elevada con respecto a la del pick-up puede que la máquina no sea capaz de recoger toda la hilera de forraje. Lógicamente, la altura de regulación del pick-up es un parámetro clave para asegurar la recogida de la totalidad de la hilera de forraje.

Para el caso concreto de las empacadoras

**FIGURA 1.**

**Relación entre el ritmo de secado y la separación entre rodillos para un acondicionador con rodillos de caucho acanalados.**



Fuente: Greenlees et al., 2000.

ñola, las separaciones de rodillos recomendadas oscilan entre 1,5 y 2,5 mm, mayores cuanto mayor es la producción forrajera. La influencia que la separación entre rodillos produce en el ritmo de secado del forraje se pue-

**CUADRO I.**

Tiempo de secado y porcentaje de pérdidas de hojas en alfalfa en función del sistema de acondicionado.

Cultivo de alfalfa	Acondicionador de rodillos	Acondicionador de dedos
Tiempo de secado (h) necesario para alcanzar un 20% de humedad	19,4 h	14,2 h
Pérdidas de hojas representadas en % de materia seca	4,7%	6,3%

Fuente: Greenlees et al., 2000.



Foto 9. Pick-up de una macroempacadora de pacas prismáticas.



Foto 10. Rotoempacadora de cámara fija.



Foto 11. Rotoempacadora de cámara variable.

también se producen pérdidas en la cámara de compresión. En el caso de rotoempacadoras estas pérdidas son mayores comparando las rotoempacadoras de cámara fija (**foto 10**) frente a las de cámara variable (**foto 11**). En las empacadoras prismáticas las pérdidas se sitúan en valores similares e inferiores a las rotoempacadoras de cámara variable. ●

#### ▼ Bibliografía

- Greenlees W.J. H. M. Hanna, K. J. Shinnors, S. J. Marley, T. B. Bailey. 2000. A comparison of four mower conditioners on drying rate and leaf loss in alfalfa and grass. *Applied Engineering in Agriculture*, 16(1): 15-21.
- Schuler R.T. 2009. Machinery designs and adjustments for minimized field losses. University of Wisconsin-Extension.
- Shinnors K. J.; Wuest J.M., Cudoc J.E., Herzmann M.E. 2006. Intensive conditioning of alfalfa: drying rate and leaf loss. 2006 ASABE Annual International Meeting. Oregon USA. Paper 061051.



# SOLA



TENEMOS LA  
MAYOR OFERTA  
DE 4 A 24 LÍNEAS

PIENSE AHORA  
EN LA SIEMBRA  
DE PRECISIÓN

**prosem K**

SEMBRADORA NEUMÁTICA  
MONOGRANO



**También Siembra Directa**

MAQUINARIA AGRÍCOLA SOLÁ, S.L.

Ctra. de Igualada, s/n. Apartado 11 - 08280 CALAF (Barcelona) España  
Tel. (0034) 93 868 00 60 - Fax (0034) 93 868 00 55  
e-mail: sola@solagrupo.com - [www.solagrupo.com](http://www.solagrupo.com)