

---

---

Para que la recolección de forraje, bien sea para suministro de explotación ganadera directamente o para abastecer a industrias deshidratadoras, alcance la rentabilidad adecuada, es necesario mecanizar las labores en el campo y en la explotación ganadera para obtener un alimento para el ganado lo más homogéneo posible y de mayor calidad. Por ello es preciso conocer adecuadamente las técnicas y tecnologías existentes en cada momento para elegir la utilización de aquella máquina que interviene en el proceso y se adapta mejor a las características de cada explotación ganadera.

---

---

# Equipos para la recolección de forrajes

Por: *Mariano Vidal Cortés, Antonio Boné Garasa*  
*Laboratorio de Maquinaria Agrícola. Escuela Politécnica Superior de Huesca*

**Foto 1.**  
Segadoras combinadas  
(anterior y posterior derecha)





El cultivo de plantas destinadas a alimentación animal tiene un peso importante en la economía agraria española y de algunas de sus comunidades autónomas (por ejemplo, Aragón produce el 46% de la alfalfa nacional). La superficie de cultivo destinado a plantas forrajeras en España en el año 2013, según el Anuario de Estadística 2014 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente es de 1.107.981 hectáreas (ha), produciendo un total de 27.971.607 toneladas (t) de producto en verde. Dentro de los cultivos forrajeros, adquiere un papel destacado la producción de alfalfa, con 248.801 ha cultivadas en España (22,45% de la superficie forrajera) y 10.806.540 t de producto en verde (38,67% de la producción forrajera). De toda la producción de alfalfa, el 25,75% se destina a henificar y una gran mayoría, el 69,88%, se procesa en planta deshidratadora. En la cadena de recolección intervienen diversas máquinas que deben de llevar

a cabo sobre el vegetal distintas acciones (corte, hilerado, empackado, picado, ensilado, carga, transporte, etc...), dependiendo del fin último del mismo (alimento henificado por medios naturales, secado en industria, ensilado a granel, ensilado individual, alimentación directa). En todas estas acciones intervienen máquinas específicas para cada una de ellas o combinación de máquinas formando equipos combinados, que realizan dos o más acciones en una sola pasada de la máquina. Estas máquinas pueden ser segadoras, acondicionadoras, rastrillos, empackadoras, remolques auto-cargadores, encintadoras, o cosechadoras autopropulsadas. Queremos resaltar en este artículo las principales tipologías, y características de ellas.

**SEGADORAS Y ACONDICIONADORAS**

El corte de la planta se debe de realizar en las proximidades del terreno para obtener mayor producción, controlando el riesgo de la posible contaminación del producto con tierra, factor que haría disminuir la calidad del forraje cortado. Para realizar el segado del forraje se pueden utilizar dos técnicas de corte: el corte por cizalla y el corte por impacto, simulando a un corte realizado por una tijera, el primero y por un hacha, el segundo. Lo cierto es que aun comercializándose, el equipo de siega por cizalladura (guadañadora) tiene un número de explotaciones para su uso bastante re-

ducido, debido al mayor requerimiento en tareas de mantenimiento y menor capacidad de trabajo, limitándose en la actualidad a explotaciones familiares de tamaño pequeño. En explotaciones de mayor tamaño y empresas de servicios agrarios se ha extendido el uso de segadoras por impacto (de disco o de tambores), pues consiguen rendimientos de trabajo elevados y labores de mantenimiento más reducidas. En este tipo de segadoras, el corte se realiza por el impacto de una cuchilla sobre el tallo de la planta. Estas cuchillas están ancladas en discos o en tambores (de ahí el nombre del tipo de equipo) de forma articulada, de tal forma que en caso de impactar con un obstáculo del terreno (piedra o tronco) se retraen hacia el interior, minorando la rotura del filo de corte. Los discos y los tambores giran respecto a ejes verticales que toman el movimiento de la tdf del tractor a través de las respectivas transmisiones, que en el caso de segadoras de tambores están localizadas en la parte superior de los mismos y en el caso de segadoras de discos en la parte inferior, con su cárter en contacto con el terreno. Si bien los tambores son de perímetro circular y de tamaño mayor que en el caso de discos, y por lo tanto giran a un menor número de revoluciones por minuto, los discos, dependiendo del modelo o fabricante de segadora, pueden ser circulares, triangulares u ovalados, y llevar anclados a ellos 2, 3 ó 4 cuchillas.



**Foto 2.** Acondicionador de rodillo acanalado (izquierda) y de dedos de material plástico (derecha)



**Foto 3.**  
Rastrillo hilerador de dos rotores de eje vertical

Los rotores giran en sentidos contrarios cada uno con su siguiente para facilitar el desalojo hacia la parte posterior de toda la masa de forraje cortada. Los que se disponen en los extremos de la segadora tienen forma troncocónica, de aproximadamente 30 centímetros de altura para evitar que salga forraje proyectado hacia fuera, encauzándolo hacia la parte de atrás de la máquina. El resto de rotores son de altura reducida, para dificultar en la menor medida posible el desalojo del producto. Con la finalidad de aumentar la capacidad de trabajo y aprovechar la potencia de los motores de los tractores que en la explotación se utilizan para labores de mayores requerimientos energéticos, se encuentran en el mercado equipos para trabajar simultáneamente sobre la misma unidad de tracción (**Foto 1**), acoplándolo uno al tripuntal delantero del tractor y otro u otros (1 ó 2) al posterior (derecha e izquierda del sentido de la marcha). Al estar dotado el tractor de la segadora frontal centrada, se permite realizar el segado de toda la parcela sin necesidad de que el tractor pise forraje sin cortar. Con estas combinaciones se consiguen anchos de trabajo de hasta 10 metros, siendo necesarios del orden de 140 kW de potencia para su accionamiento. Uno de los sistemas importantes de las segadoras son los sistemas de suspensión-amortiguación en las tres direcciones. Para ello se implementan sistemas de control

oleo hidráulico, que combinados con buenos diseños en la fabricación de la máquina (fundamentalmente en la forma de anclar la barra de corte al chasis de la máquina), permiten que el trabajo sea eficiente (tanto en calidad de forraje segado como en superficie trabajada) y seguro ante posibles colisiones en la dirección de la marcha.

Dado que una de las opciones de suministro de forraje al ganado es en forma de heno, la pérdida de humedad del forraje segado se puede realizar exclusivamente por medios naturales (la acción del sol y el viento atmosférico) o ayudándonos de medios intensivos de pérdida de humedad (acción física sobre la planta ya segada). En este último caso se acelera la pérdida de humedad del forraje y por lo tanto se disminuye el riesgo que conlleva el dejarlo en parcela extendido varios días hasta su secado natural. Esta acción física es realizada por un equipo que recibe el nombre de acondicionador, y que está asociado a la segadora, instalándose en la parte posterior de ésta, y formando el conjunto las llamadas segadoras-acondicionadoras. Los acondicionadores más utilizados en la actualidad son los de rodillos de caucho acanalados y los de dedos (**Foto 2**).

En los primeros el forraje es obligado a pasar entre dos rodillos de material bastante elástico que están presionados uno sobre otro. A su vez estos rodillos tienen su periferia con acanaladuras, lo

**En la cadena de recolección intervienen diversas máquinas que deben de llevar a cabo sobre el vegetal distintas acciones, dependiendo del fin último del mismo**

que hace que el tallo del forraje se doble según este perfil produciéndose en estos pliegues fisuras transversales, por donde se evacua el agua.

En los acondicionadores de dedos, un rotor de eje horizontal tiene en su periferia una serie de dedos en forma de V y de material metálico o plástico. Al girar el rotor, el forraje es arrastrado por los dedos y proyectado sobre la carcasa superior de envoltura del rotor. En ese paso con rozamiento por la carcasa es donde se produce la pérdida de humedad. Estos acondicionadores son más adecuados para el procesado de forraje sin hoja, de solo tallo, pues el rozamiento sobre la carcasa puede dañar la hoja. Durante estos últimos años se está exigiendo por parte de algunas empresas deshidratadoras la recepción de forraje acondicionado. Esto hace que se realice el segado con equipos combinados segadora-acondicionador, con potencias de accionamiento mayores que en el caso de solo segadoras y por lo tanto con mayores consumos de combustible, factor a tener en cuenta cuando se habla de costes de maquinaria.

#### **RASTRILLOS HILERADORES**

Para aumentar los rendimientos de trabajo en parcela, el forraje ya segado y acondicionado o no, se agrupa formando un número más reducido de cordones o hileras de forraje cortado sobre la parcela. Esta labor se consigue con la utilización de rastrillos hileradores. De

ellos los más utilizados en la actualidad son los rastrillos hileradores de soles y los de rotores de eje vertical. Los primeros no requieren accionamiento alguno por parte del tractor, que solo tira de ellos, y el contacto producido por unos dedos radiales con el terreno produce el giro de los mismos y el arrastre del forraje. Estos rastrillos de soles son también muy utilizados en la recolección de paja de cereal, aunando dos cordones de paja en uno solo. En cuanto a los de rotores de eje vertical (**Foto 3**), son accionados mayoritariamente por tdf y de estos rotores parten en el plano horizontal unos brazos con púas que van "barriando" el forraje del suelo y lo van depositando en hileras. Para ello es preciso que en el rotor se instale una pista de leva interior, de forma que los dedos se eleven en la zona donde se deja el forraje y se mantengan en posición vertical en la zona donde

tienen que coger al mismo. Otra tecnología menos extendida en nuestro país para el hilerado es la basada en el transporte del forraje mediante cinta o banda transportadora. En estas máquinas el forraje es depositado en una banda transportadora transversal al sentido de avance, que se lo deposita formando cordón. En este caso el forraje durante el transporte no se encuentra en contacto con el terreno y por lo tanto se disminuye su contaminación con tierra.

**EMPACADORAS Y ENVOLVEDORAS**

El transporte del forraje a destino se puede realizar con él a granel en remolques o bien con el forraje comprimido en cierto grado y formando paquetes de distinto tamaño y forma que son denominados pacas. Si la forma de la paca es cilíndrica, el equipo que la produce se denomina rotoempacadora y ma-

croempacadoras o de pacas prismáticas si la forma del producto conseguido es la de un prisma de base rectangular. La rotoempacadora es muy utilizada en zonas de montaña, pues demanda menos potencia y por lo tanto, está más ajustada a la de los tractores utilizados en estas zonas. En estas máquinas el forraje entra a una cámara que tiene forma cilíndrica. Dependiendo si se encuentra dentro de ella presionado desde el primer momento o solo cuando la cámara se encuentra completa, la máquina se dice que es de cámara variable o de cámara constante, respectivamente. Antes de entrar a la cámara, la máquina puede ir dotada de un sistema de troceado o picado del producto. Para expulsar la paca sobre el terreno, se le da una serie de vueltas con un sisal o con una malla, para que se mantenga con la forma y presión con la que se ha producido. La descarga de la paca se



# BioCultura

Feria de productos ecológicos y consumo responsable

bio  
2016

NO SOMOS UNA UTOPIA...

SOMOS UNA REALIDAD

- ALIMENTOS "BIO"
- COSMÉTICA ECONATURAL
- MODA SOSTENIBLE
- TERAPIAS
- BIOCONSTRUCCIÓN
- TURISMO RESPONSABLE
- BANCA ÉTICA
- ARTESANÍAS

BILBAO BEC

30 SEPTIEMBRE  
1, 2 OCTUBRE

50%  
dto.

2€ ~~4€~~

Válido para cualquier día. Un acceso. Cupón canjeable en taquilla. Descuentos no acumulables. Prohibida su venta

Organizan



biocultura.org



¡Síguenos en las redes!





**Foto 4.**  
Rotoempacadora combinada con envolvedora



**Foto 5.**  
Macroempacadora

realiza por apertura de la cámara, dejándola apoyada en el suelo por su base o por su generatriz. Este proceso de descarga ha sido tradicional realizarlo con desplazamiento de tractor parado, sin embargo en la actualidad se comercializan equipos que permiten la descarga de la paca sin detener la marcha del tractor.

La técnica de suministrar al ganado alimento ensilado también se puede mecanizar en alto grado, mediante el envolvimiento de la paca individualmente. Para ello se utilizan las envolvedoras, bien como equipos individuales o bien combinadas con rotoempacadoras (**Foto 4**). En este sentido, en el mercado se comercializan equipos en los que no

es necesaria la detención de la marcha ni para producir el envolvimiento ni la expulsión de la paca. Posteriormente estas pacas que han sido envueltas en un film plástico, deben de ser manejadas por medios mecánicos (debido a su peso) que respeten la integridad de la capa plástica protectora del forraje. Esta técnica de ensilado individual tiene la ventaja frente a otras técnicas de ensilado que se puede poseer en la explotación ganadera clasificado el forraje por su calidad o cultivo.

Cuando la explotación es de mayor tamaño o en empresas de servicios agrarios, se utilizan las empacadoras de grandes pacas prismáticas (**Foto 5**). Estos equipos se caracterizan frente a los anteriores por conseguir un producto de mayor densidad, y por lo tanto, reducir el volumen de transporte o de almacenamiento. Para ello, se diferencian de las rotoempacadoras, además de por la forma de la paca, por el sistema de atado, pues en este caso se debe de producir un nudo en cada sisal o cuerda que rodea la paca. Esto lleva consigo que la máquina esté dotada de un eficaz sistema de anudadores (tantos como sisales) que realizan los nudos sin detener la marcha de la máquina. En estas macroempacadoras, la cámara de prensado tiene la forma de la base del prisma (rectangular) y la longitud del prisma (paca) se regula a voluntad. Así mismo se puede efectuar, entre otras regulaciones, la presión de la paca, dependiendo del cultivo o del grado de humedad.

#### REMOLQUES AUTO-CARGADORES Y COSECHADORAS DE FORRAJE

Para realizar la recogida del forraje a granel se utilizan los remolques autocargadores (**Foto 6**) o las cosechadoras de forraje. Los primeros, accionados por tdf del tractor, recogen el forraje cortado e hilerado del campo y lo introducen en su caja de transporte. Antes de esta introducción, puede pasar el forraje por un proceso de picado. Introducido en la caja por su parte anterior, es transportado hacia la posterior a través del fondo móvil, a medida que se va introduciendo forraje en el remolque. Si el forraje es



**Foto 6.**  
Remolque autocargador de forraje

transportado a planta deshidratadora, para su descarga, se abre el protón posterior y mediante el fondo móvil se produce el vaciado del remolque. En caso de que el forraje se transporte a explotación ganadera para suministro a ganado en comederos corridos, la descarga se realiza con la ayuda de cintas transportadoras, centrales o posteriores, que dejan el forraje sobre el comedero. En cuanto a las cosechadoras de forraje, se pueden encontrar equipos para explotaciones de tamaño reducido, en este caso son accionadas

por el tractor, o para explotaciones de gran tamaño o empresas de servicios, en cuyo caso son equipos autopropulsados (**Foto 7**). El forraje, segado o en pie, es tomado por el equipo, troceado y lanzado hacia un medio de transporte (remolque agrícola o camión) que se desplaza paralelo a la máquina durante la recolección.

#### BIBLIOGRAFÍA

*Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: [redaccion@editorialagricola.com](mailto:redaccion@editorialagricola.com)*



**Foto 7.**  
Cosechadora autopropulsada de forraje

## A modo de conclusión

Como se puede ver hay diferentes máquinas que entran a trabajar en la cadena de recolección de forraje, dependiendo del tamaño de explotación y del destino final del producto se utilizarán unas u otras. Una buena oportunidad para conocer todas estas máquinas fue la pasada edición de FIMA el pasado mes de febrero. Allí se pudieron observar equipos de toda la tipología expuesta anteriormente en sus diferentes modelos y casas comerciales. Por lo expuesto en este certamen, se puede confirmar la importancia de estos cultivos en el sector agrario y por lo tanto de su grado de mecanización. Cabe destacar los premios otorgados por el jurado Internacional del Concurso de Novedades Técnicas de FIMA 2016 a equipos incluidos en la recolección de forrajes, en total fueron 5 empresas del sector de maquinaria de forrajes las premiadas, con dos premios Novedad Técnica Sobresaliente y cuatro de Novedad Técnica. Estos premios se consiguieron en equipos como rastrillos, rotoempacadoras, macroempacadoras, encintadoras y cosechadoras de forraje autopropulsadas. Este hecho, junto a otros premios recibidos por este conjunto de máquinas en otros certámenes del mismo o superior nivel, demuestra que el sector de equipos de recolección de forraje es un sector dinámico, en continua evolución y donde las empresas fabricantes de equipos invierten en I+D, buscando aumentar los rendimientos en los trabajos realizados con ellas y ofreciendo modelos u opciones para adaptarse a gran número de explotaciones, cada una de ellas con unos requerimientos diferentes.