



Fotografía 1. Combinación de segadora frontal y posterior.

ÚLTIMA TECNOLOGÍA EN EQUIPOS DE RECOLECCIÓN DE FORRAJE

Mariano Vidal Cortés, Antonio Boné Garasa

Laboratorio de Maquinaria Agrícola

Escuela Politécnica Superior de Huesca

INTRODUCCIÓN

Uno de los cultivos implantados en nuestro país desde hace muchos años es el forraje, pues inicialmente era la forma de suministrar alimento a la cabaña ganadera de la propia explotación, y por lo tanto los ganaderos destinaban parte o toda su superficie de terreno al cultivo de forrajes.

Este sigue siendo el fin último de la producción de forrajes en la actualidad, la alimentación del ganado, sin embargo, el medio de producción ha evolucionado considerablemente, en gran parte debido a la introducción en la cadena de secado de las industrias deshidratadoras, demandantes de gran volumen de producción que han hecho intensificar la mecanización de la cadena de recolección de este cultivo.

Las acciones que se deben de llevar a cabo sobre el vegetal siguen siendo las mismas (corte, hilerado, empacado, picado, ensilado, transporte...), 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, empacadoras, remolques auto-cargadores, encintadoras, o cosechadoras autopropulsadas. Queremos resaltar en este artículo la última tecnología implantada en ellas.

SEGADORAS Y ACONDICIONADORAS

Para realizar el corte de la planta en campo, se ha extendido la utilización de segadoras de corte por impacto de ejes verticales, y más concretamente, de discos, permitiendo trabajar con capacidades de trabajo elevadas, manteniendo una aceptable calidad de producto.

En este tipo de máquinas podemos encontrar los equipos tradicionales para acoplar al tractor en su parte posterior, bien sean suspendidos o arrastrados, o para acoplarlos en el enganche tripuntal delantero en aquellos tractores que dispongan de él. Este tipo de enganche permite realizar el corte del forraje en parcela sin necesidad de que el tractor pise la planta antes de ser segada, inevitable con equi- ▶▶▶



pos de enganche posterior en la primera vuelta perimetral de la parcela. A su vez también se pueden combinar sobre el mismo tractor segadoras posteriores (una o dos) y anteriores, aumentando el ancho de trabajo y por lo tanto la capacidad de trabajo del equipo (fotografía 1). Aunque este ancho total no es la suma de los anchos individuales de trabajo de cada máquina, pues debe de existir cierto solape entre la delantera y la/s posterior/es para evitar que queden zonas sin segar en las vueltas de cabeceras de parcela. 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 en estos equipos 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



Fotografía 2. Segadora de discos y acondicionador de rodillos acañalados de caucho.

posibles colisiones en la dirección de la marcha.

En el mantenimiento de estos equipos se instalan sistemas rápidos de cambio de las cuchillas de corte, con herramientas muy simples. Otros mantenimientos que se deben realizar (niveles de lubricante en el cárter, engrase de rodamientos, cambio de patines) se han estudiado >>>

Pöttinger NOVACAT X8 COLLECTOR Equipo de segadoras combinadas

- 8,3 m de ancho de trabajo
- Rendimiento de 10 ha/h
- Disponible con acondicionador de rodillos RC y mayales ED
- Suspensión hidroneumática
- Cintas agrupadoras con suspensión independiente
- Compatible ISOBUS



Tel. +34 982 227 165
www.duranmaquinaria.com





para que resulten lo más económicos y sostenibles posibles.

Cuando se quiere acelerar la pérdida de humedad del forraje segado, se incorporan en la parte posterior de las segadoras equipos acondicionadores, comercializándose mayoritariamente acondicionadores de dedos para cultivos de hoja estrecha y de rodillos acanalados de caucho para hoja ancha (fotografía 2). La potencia demandada por estas segadoras-acondicionadoras es como mínimo un 15% mayor que para el caso de segadora individual, con el consiguiente aumento del consumo de combustible y el precio también es significativamente superior. En las empresas deshidratadoras se está dando importancia al procesado del forraje en parcela con estos equipos, factor importante a la hora de estudiar la rentabilidad de los agricultores que realizan este trabajo de siega para dichas empresas, pues además de la mayor inversión en la adquisición de la máquina, los costes variables también aumentarán.

RASTRILLOS

Para facilitar la recogida del forraje segado y depositado en el suelo, se ordena el mismo en filas o hileras, para lo cual se utilizan los equipos denominados hileradores. Los más utilizados son los rastrillos hileradores de rotores de eje vertical (fotografía 3).

Estos rastrillos constan de uno o varios rotores que giran respecto a su eje vertical accionados desde la toma de fuerza del tractor. De estos rotores parten, en posición intermedia entre radial y tangencial, unos brazos horizontales que perpendicularmente tienen anclados entre 6 y 10 púas flexibles. La posición de estas púas varía entre la vertical y la horizontal, de tal forma que en posición vertical "escoban" el forraje cortado y extendido en la parcela, y cuando toman posición horizontal abandonan al forraje dejándolo en una hilera. Otro tipo de rastrillo hilerador es el de cinta transportadora, donde un recogedor toma el forraje del terreno, lo deja sobre una cinta transportadora (dos, una a derecha y otra a izquierda del eje longitudinal del tractor) y éstas lo transportan hacia los extremos o hacia el centro. Este sistema de cinta también se encuentra instalado en combinación con segadoras, y fundamentalmente cuando se trata de dos o tres segadoras combinadas sobre el tractor.

Cuando se desea acelerar el secado del forraje en campo, o en casos en los que se ha registrado un episodio de lluvia una vez segada y antes de recogerlo, se puede realizar una acción de volteo de las hileras o una remoción (aireación) del forraje cortado, para que se seque más uniformemente. Estas acciones se realizan con rastrillos específicos o con una



Fotografía 3. Rastrillo hilerador de dos rotores.

regulación especial de los rastrillos hileradores.

La última novedad técnica destacable en este tipo de equipos es la incorporación de accionamientos eléctricos, siendo merecedora de distinción en AGRITECHNICA 2015 y en FIMA 2016, en donde el Jurado Internacional del Concurso de Novedades Técnicas le ha otorgado un premio de Novedad Técnica dentro del apartado máquinas accionadas. Se trata del rastrillo **Fendt Former 1255 X**. Según el propio fabricante, se trata de un equipo de cuatro rotores accionados cada uno de ellos por un motor eléctrico de corriente continua de 700V. Este accionamiento eléctrico de cada rotor permite regular la velocidad de giro de cada uno de ellos de forma independiente, eliminando las transmisiones mecánicas dependientes de la toma de fuerza, y por lo tanto, disminuyendo los trabajos de mantenimiento en lo concerniente a lubricación principalmente. Está previsto que se comercialice a partir de finales de 2016.

Una vez que el forraje está formando hileras o filas sobre la parcela, se trabaja sobre él para su recolección, bien sea mediante el empacado o bien mediante la recolección a granel con remolques auto-cargadores o con picadoras.

EMPACADORAS Y ENVOLVEDORAS

El empacado se puede llevar a cabo mediante dos tipos de máquinas empacadoras: las empacadoras de paca cilíndrica y las empacadoras de paca prismática.

En las zonas de montaña es muy utilizada la empacadora de pacas cilíndricas (rotoempacadora). Estas máquinas, arrastradas por el tractor, recogen el forraje hilerado en el campo, lo introducen en una cámara de forma cilíndrica y cuando esta cámara se encuentra llena, la rodean con varias vueltas de sisal o con una red, y la dejan caer en la parcela (fotografía 4). Dependiendo de si el forraje ►►►



se encuentra presionado desde el primer momento en el que entra a la cámara o solamente al final, cuando ésta se llena, la máquina se denomina de cámara variable o de cámara fija respectivamente. En algunos modelos se inserta entre el recogedor y la cámara un sistema de picado del forraje, con lo que la paca se realiza con más peso específico y se puede reducir el volumen de almacenamiento para una misma producción. La expulsión de la paca hacia el terreno se puede realizar de forma que la paca caiga con su base circular sobre el suelo o con su generatriz (fotografía 4). Estas pacas son manejadas en acciones posteriores por medios mecánicos.

Es de destacar el avance que está teniendo la técnica del ensilado individual, es decir, de aislar de la atmósfera el forraje a transformar, con cierto grado de humedad, paca por paca. Esto se puede realizar a partir de pacas prismáticas (más bien casi cúbicas) y de forma más generalizada a partir de paca cilíndrica. Estas envolvedoras se comercializan como máquinas independientes (fotografía 4) o bien combinadas



Fotografía 4. En primer plano: roto-empacadora, atado mediante red. En plano alejado: roto-paca encintada y encintadora individual.

con rotoempacadoras. En ambos casos se trata de envolver la paca con un film de plástico con más de una capa y media, usándose normalmente en la actualidad tres colores de film (negro, verde o blanco), dependiendo de la climatología del lugar y en ocasiones del impacto visual originado. Estas pacas envueltas deben ser manejadas por medios mecánicos que respeten la integridad del film, pues si éste >>>

McHale FUSION 3 PLUS Rotoempacadora-encintadora



- Tecnología de plástico sobre plástico
- Aplica film plástico en la cámara de empacado y para el encintado
- Sistema patentado de tensado del plástico

Reserva en















Tel. +34 982 227 165
www.duranmaquinaria.com

236A035



se rompe, el silo debe de consumirse por el ganado a continuación. Esta técnica tiene la ventaja sobre los otros tipos de ensilado de que se puede tener con mayor facilidad clasificado el silo por calidad, por contra, el coste del material plástico puede ser mayor.

En los casos de rotoempacadoras combinadas con envolvedoras, se encuentran en el mercado equipos en los que es necesario detener el desplazamiento de la máquina para realizar el envolvimiento y otros en los que el conjunto tractor-equipo ata y envuelve la paca sin detenerse. Está basado en este sistema el que ha obtenido un Premio Novedad Técnica Sobresaliente en FIMA 2016 en la categoría de máquinas accionadas, el equipo: **Rotoempacadora-encintadora non-stop FastBale**, de **VICON**. Otro premio Novedad Técnica en la misma categoría de máquinas fue ganado por **KUHN IBÉRICA**, por el sistema de **encintado con doble bobina e-Twin**, mediante el cual la paca se está envolviendo recibiendo dos capas simultáneas de film procedente de bobinas independientes, lo que lleva a un ahorro de tiempo en esta acción.

También en explotaciones pequeñas se utiliza la empacadora de pacas prismáticas de manejo manual. Estas tienen un sistema de funcionamiento análogo a las de pacas prismáticas de manejo mecánico, salvando las exigencias de tamaño de producto realizado.

En explotaciones de gran superficie, se utilizan las empacadoras prismáticas de grandes pacas (macroempacadoras) que requieren el manejo de las pacas, una vez conformadas, mediante medios mecánicos debido a su gran peso y dimensiones. Estas empacadoras prismáticas dejan el forraje comprimido y atado con varios sisales, a diferencia de las rotoempacadoras que no realizan atado (anudado) sino solo varias vueltas de sisal. Este mecanismo de anudado es, a opinión de los autores de este artículo, un sistema mecánico de gran mérito para sus inventores, pues piensen los lectores la dificultad para diseñar un sistema mecánico que sea capaz de realizar un nudo entre los dos extremos de un sisal tensado, sin parar la máquina de desplazarse (los humanos necesitamos para ello dos manos con diez dedos).

En las empacadoras de paca prismática la tendencia es instalar mecanismos o sistemas que permitan obtener un producto más denso, pues es este tipo de paca el que se utiliza cuando se debe realizar transporte a gran distancia



Fotografía 5. Remolque auto-cargador de forraje.



Fotografía 6. Cosechadora auto-propulsada de forraje cargando sobre remolque agrícola.

por su mejor aprovechamiento del espacio en la caja de los camiones o contenedores. En este sentido se incorporan sistemas de prensado en dos etapas, o con dos semi-pistones, o también aumentando la frecuencia de accionamiento del pistón, consiguiendo pacas de mayor peso manteniendo el mismo volumen. Otra evolución para este tipo de paca está encaminada a la dualidad entre macro paca y paca de manejo manual. En este sentido existen máquinas que realizan estas micro pacas, atándolas con dos sisales, y posteriormente mediante 4 cuerdas las atan entre sí, formando las macro pacas, pudiendo de esta forma manejar este forraje manualmente dentro de la explotación ganadera, mientras que la recogida en campo y transporte se debe de realizar por medios mecánicos. Otro aspecto importante en este tipo de máquinas es el consumo de sisal o hilo, esto hace que para evitar excesivas operaciones de reposición del mismo se disponga de mayor espacio para almacenamiento, llegando hasta 32 bobinas.



NO TE ARRIESGAS. NOSOTROS TAMPOCO.

VALTRA

Pones toda tu vida en tu explotación.
Nosotros hemos puesto toda nuestra experiencia en
este tractor

La completamente nueva Serie T de Valtra lleva la
comodidad y el confort al siguiente nivel. Es económico
con un motor de 250 CV y la transmisión de tu elección. La
confortable y ergonómica cabina incluye características
Valtra únicas que nadie puede vencer. La serie T es la mejor
elección relación calidad/precio.

Tu finca es tu vida. La serie T es tu máquina de trabajo.

Visítanos en



Pabellón 6 - Calle B



→ www.valtra.es

Valtra es una marca mundial de AGCO.

**YOUR
WORKING
MACHINE**



Otro sistema premiado en FIMA 2016 como Novedad Técnica dentro del grupo de máquinas accionadas es el sistema de regulación automática de la presión de empacado APC de las macroempacadoras QUADRANT CLAAS. Según el fabricante, se trata de un sistema que permite mantener una densidad de paca uniforme aunque varíen las características del producto que se empa. Se trata de detectar las sobrecargas y actuar de forma autónoma corrigiendo la presión.

REMOLQUES AUTO-CARGADORES Y COSECHADORAS DE FORRAJE

En los casos en los que se desea recoger el forraje a granel se utilizan los equipos denominados remolques auto-cargadores (fotografía 5), que realizan la carga y el transporte a destino del forraje, y las cosechadoras de forraje, que se encargan de picar y cargar a otro medio de transporte el forraje picado.

En el caso de los remolques, toman el forraje que se encuentra depositado en el suelo previamente hilerado y lo elevan hasta introducirlo en la caja de transporte, pudiendo, previamente a esta entrada, picarlo. La caja es de fondo móvil, de tal forma que éste va desplazando el forraje hacia la parte posterior de la misma hasta completar su capacidad. Su uso tiene dos finalidades: transportar el forraje a explotación ganadera para ensilar o suministrar directamente al ganado, o suministrar este forraje a las plantas de deshidratación. En este segundo caso, desde el punto de vista económico, el tiempo de transporte juega un papel importante, por lo que la evolución en el diseño de estos equipos se ha orientado a cajas de gran tamaño, y como el ancho de circulación por vía pública está limitado, se comercializan cajas de altura considerable. Esto hace que el centro de gravedad del equipo cargado de producto se encuentre más elevado respecto al terreno y por lo tanto exista mayor peligro de vuelco lateral. En sus cajas pueden estar dotados de sensores de llenado cuya información es suministrada al puesto de conducción. Así mismo los sistemas de vaciado pueden ser a través de la gran compuerta posterior para el caso de que el destino del forraje sea planta deshidratadora o ensilado. Si se trata de suministrar el alimento al ganado la descarga se realiza por medio de cintas transportadoras, posteriores o laterales, distribuyendo un cordón de forraje sobre los comederos corridos.

El otro medio de recolección de forraje a granel son las cosechadoras de forraje, que pueden ser accionadas por

Imagen 1. Cámara y pantallas de información en cabina de tractor.



tractor agrícola o autopropulsadas. En este último caso la plataforma de recolección puede ser un recogedor de forraje previamente segado e hilerado (fotografía 6) o una plataforma de corte, para segar la planta en pie (por ejemplo maíz forrajero), y pueden descargar el forraje picado sobre un remolque agrícola que se desplaza paralelamente a ella o sobre un camión, consiguiendo de esta forma minorar los tiempos de transporte.

Una vez el forraje dentro de la plataforma, es introducido en el picador de la máquina, sistema que se encarga de trocear el producto por medio de un sistema de corte de cuchilla y contra-cuchilla. Las primeras están colocadas en un rotor, dispuestas en su periferia en forma helicoidal para demandar la potencia de accionamiento de forma constante. Uno de los mantenimientos más importantes a realizar en estas máquinas es el ajuste de este sistema de picado, fundamentalmente la separación de contra-cuchilla y cuchillas y el estado de afilado de las mismas. En los equipos actuales este afilado se realiza sin necesidad de desmontar >>>



las cuchillas, por medio del sistema de afilado propio que incorporan estas máquinas. Respecto a este sistema, el Jurado Internacional del Concurso de Novedades Técnicas de FIMA 2016, ha otorgado un premio de Novedad Técnica Sobresaliente dentro de la categoría de máquinas autopropulsadas a **JOHN DEERE** por el sistema **ProCut** para el ajuste automatizado de la posición de las contra-cuchillas y su afilado en las cosechadoras de forraje autopropulsadas, que controla y a su vez ajusta sobre la marcha la separación entre las cuchillas y la contra-cuchillas, utilizando los respectivos sensores que incorporados a la contra-cuchilla miden continuamente la separación entre las cuchillas y el grado de afilado de las mismas. También la misma marca ha sido merecedora del premio Novedad Técnica, dentro de la misma categoría de máquinas autopropulsadas FIMA 2016, por el sistema de detección electrónica de piedras y parada rápida en cosechadoras de forraje, evitando de esta forma que estos elementos entren al rotor de picado y por lo tanto deterioren el mismo.

CONCLUSIÓN

No se ha comentado con anterioridad, pero en los equipos de recolección de forraje también se incorporan los

sistemas de información y accionamiento desde el puesto de conducción, en algunos casos utilizando sistema ISOBUS, y otros mediante sistemas específicos de cada fabricante (imagen 1), pudiendo incorporar imágenes en tiempo real tomadas con la correspondiente cámara. De esta forma el operario tiene información desde su puesto de trabajo de los parámetros de trabajo y puede tomar las decisiones oportunas, técnicas y de gestión, para obtener un producto de calidad.

La mecanización de la recolección del forraje ha experimentado y está experimentando grandes avances con la incorporación nuevas tecnologías en los equipos de recolección, como lo demuestra la obtención de dos premios Novedad Técnica Sobresaliente y cuatro de Novedad Técnica en el Concurso de Novedades Técnicas de FIMA 2016, correspondientes a cinco empresas distintas. Este último número también hace ver que existen diversas empresas que comercializan equipos para el forraje, donde el agricultor o empresario agrícola puede encontrar aquel equipo que más se adecúe a las características de su explotación y que, además, las mismas empresas están apostando por invertir para implementar tecnologías a sus equipos que permitan conseguir un producto de mayor calidad. 7

INFÓRMATE 947 469 661

<h2 style="color: white; margin: 0;">2 AÑOS DE GARANTÍA</h2> <p style="font-size: small; color: blue;">eXtra STEEL line Metalurgia Extrema</p>	<h2 style="color: white; margin: 0;">TECNOLOGÍA Y ECOLOGÍA</h2> <p style="font-size: x-small; color: green;">SPRAYERS EQUIPMENT</p>	<h2 style="color: white; margin: 0;">LA PRECISIÓN TIENE NOMBRE</h2> <p style="color: blue; font-weight: bold;">Con BOGBALLE es más fácil</p>
		<p style="font-size: x-small; color: blue;">4 solapados de serie</p>

EUROMAC

TRADER

EUROMAC TRADER Importador para España de:

N1 Km. 233,7 - Avda. Pedernales 54 - 09001 (Burgos) - Telf 947 469 661 - info@euromactrader.com - www.euromactrader.com

236AD39