



Foto 1. Cabezales para picadoras autopropulsadas.
Fuente: Claas

La precisión en las cosechadoras de forraje autopropulsadas

En este artículo se presentan los principales aspectos de funcionamiento, regulación y mantenimiento de los elementos claves en la obtención de un picado de precisión: el dispositivo de alimentación y el dispositivo de picado. Se indicarán, además, las innovaciones técnicas más relevantes incorporadas a los mismos por las distintas casas comerciales.

Natalia Hernández y Belén Diezma.

EUIT Agrícolas. ETSI. Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid.

Las cosechadoras de forraje autopropulsadas, también llamadas picadoras de forraje de precisión, constituyen una elección casi obligada en los procesos de recolección de forraje para consumo en verde y ensilado, donde se precisa un picado suficientemente fino y uniforme. También son necesarias en aquellas situaciones en las que se exige cubrir grandes superficies por campaña, con largas distancias de desplazamiento y/o con maíz forrajero entre los cultivos a manejar. En los últimos años han aparecido en el mercado picadoras que incorporan motores de gran potencia (375-750 kW) permitiendo así grandes capacidades teóricas de trabajo (hasta 10 ha/h en la recolección de forraje de prados y pastos; y hasta 6 ha/h en la recolección de maíz).

Esquemáticamente, las cosechadoras de forraje están formadas por un cabezal y por el cuerpo o base de la máquina. En

cuanto a los cabezales existen diferentes tipos que satisfacen las diversas necesidades en el proceso de la recolección: cabezales recogedores de hierba previamente sega-

Figura 1 Esquema del flujo de material.

Fuente: John Deere.



da e hilerada, cabezales para la siega de cereales y/o leguminosas, cabezales para la recolección de maíz forrajero siguiendo la línea de plantas y cabezales de discos rotativos que trabajan de forma independiente a la dirección de las hileras del cultivo (foto 1). En la base de la máquina se encuentra el dispositivo de alimentación, el sistema de picado, el transportador neumático del forraje picado y la conducción de descarga sobre el remolque que ha de seguir en paralelo la trayectoria de la cosechadora (figura 1).

La maximización del número de horas de utilización de una picadora es un aspecto clave para su adquisición, por lo que la fácil y rápida adaptación de varios tipos de cabezales a un mismo cuerpo es un aspecto resuelto mediante acoplamientos rápidos y/o sistemas adaptadores más específicos que permiten el acoplamiento de los clásicos cabezales de ordeño de maíz y de cosechadoras de cereales, u otros de desarrollo reciente para la cosecha de madera de especies de rápido crecimiento destinadas a la generación de energía.

Dispositivo de alimentación

El dispositivo de alimentación está formado por parejas de rodillos (dos o tres, según modelos), a través de las cuales pasa el forraje en un tapiz uniforme que es arrastrado a la velocidad periférica de los rodillos. Ge-

neralmente los rodillos inferiores están montados sobre ejes fijos, mientras que los superiores son de mayor diámetro y están sometidos a la acción de muelles que comprimen el material para producir una capa densa y homogénea. Su configuración permite además la sujeción del forraje de forma que se facilita el corte por el dispositivo picador.

El arrastre del material se consigue mediante unas barras longitudinales que pueden utilizarse por ambos lados, tanto por el plano como por el dentado (**foto 2**). Los grandes diámetros de los rodillos previenen el arrollamiento del material. El rodillo inferior más próximo al cilindro picador es de pequeño diámetro y liso para evitar el arrastre de material hacia abajo, fuera de la acción del picador.

La velocidad tangencial de los rodillos de alimentación es determinante en la longitud de picado obtenida ya que establece el avance del forraje en la dirección del cilindro picador. Para unas revoluciones del cilindro picador y un número de cuchillas dados, la longitud de picado variará en el mismo sentido que lo haga el régimen de los rodillos de alimentación. Esta velocidad puede variarse de forma discreta mediante transmisiones mecánicas (4 a 6 velocidades) con lo que se consiguen valores discretos de la longitud de picado. En los modelos de alta gama la longitud de picado puede regularse de forma continua y sobre la marcha, permitiendo una óptima adaptación a las exigencias de uso del forraje. Este control preciso y continuo es posible gracias al accionamiento sin escalonamiento de los rodillos mediante transmisiones hidrostáticas (**foto 3**). Este tipo de transmisión también hace

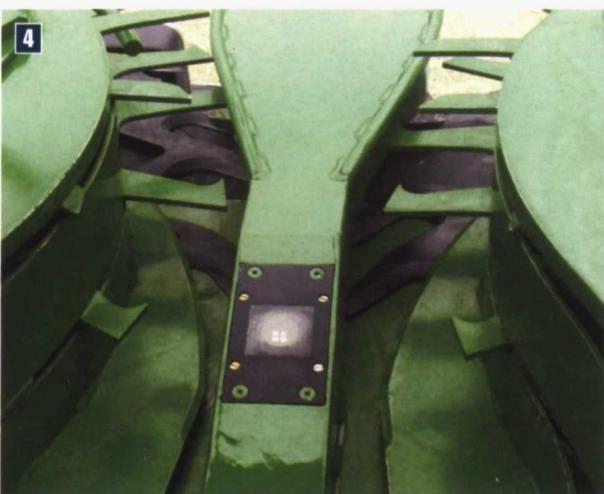
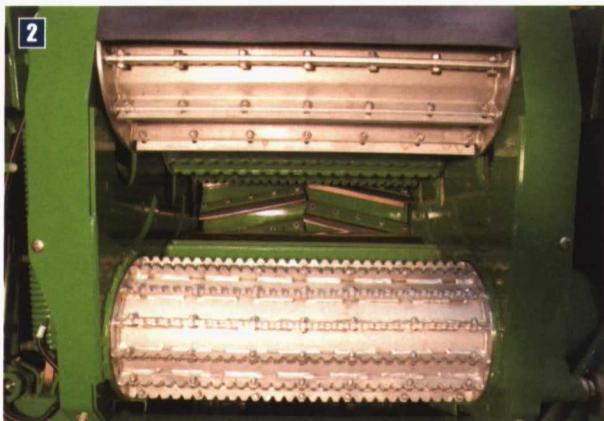


Foto 2. Rodillos del dispositivo de alimentación.
Fuente Krone.

Foto 3. Accionamiento mediante motor hidráulico del dispositivo de alimentación. Fuente: New Holland.

Foto 4. Sensor del grado de madurez en cabezal para maíz.
Fuente: Krone.

posibilitan, combinados con antenas GPS, la elaboración de mapas de rendimiento.

Especial interés han demostrado las principales casas comerciales en el desarrollo de sistemas que permitan el control automático de la longitud de picado durante el proceso de recolección. Se ofrece en el mercado un cabezal para maíz con un sensor integrado que detecta el grado de madurez de la planta según su color (**foto 4**). Antes de comenzar el trabajo, el conductor elige unas longitudes de picado mínima y máxima. Dentro de este intervalo las medidas del sensor dirigen automáticamente el ajuste continuo de la velocidad periférica de los rodillos de alimentación. La longitud de picado es visualizada en la pantalla del monitor de cabina.

La tecnología NIR (reflectancia en el infrarrojo cercano) es un método ampliamente utilizado en los laboratorios para la determinación de la calidad de los ensilados, estimando entre otras variables su contenido en humedad. Algunos modelos de alta gama incorporan dispositivos NIR en la conducción de descarga para la determinación del contenido de humedad del producto ya picado. Un rayo de luz incide en el flujo de producto a medida que pasa por un punto del tubo de descarga; los materiales con mayores contenidos en humedad tienden a absorber mayor cantidad de luz. Utilizando la cantidad de luz reflejada en cada momento se estima el contenido en humedad de la muestra, con un error, según la casa comercial, de + 2% (**foto 5**). En función de este valor se actúa sobre la velocidad de alimentación de los rodillos, mediante transmisiones hidráulicas como se ha indicado anteriormente, para modificar en consecuencia la longitud de picado del producto y adecuarla a su destino final según las consignas introducidas por el operador en el sistema de control.

Con la lectura de ambos sensores ópticos se controla la longitud de picado, estableciendo los valores menores para producto con menor humedad. Este criterio responde a la experiencia y resultados de estudios previos en los que se demuestra que para

possible la detención e inversión del sentido de giro de los rodillos casi instantáneas.

La incorporación de sensores a lo largo de la máquina para la monitorización de parámetros del cultivo como la producción superficial y el contenido en materia seca, permiten el conocimiento de estos parámetros durante el proceso de recolección, la implementación de sistemas automáticos que actúan en tiempo real sobre parámetros de funcionamiento de la máquina y

CUADRO I. Densidad del material ensilado en función de la longitud de picado y su contenido en humedad.

Longitud de picado (mm)	Densidad de ensilado (kg/m ³)	
	73% humedad	64% humedad
4	205	180
7	192	175
14	173	157

Fuente: John Deere.

alcanzar las densidades óptimas para ensilado son necesarias menores longitudes cuanto menor es el contenido en humedad (**cuadro I**).

Por otro lado, la capacidad de procesado de la máquina (t/h) está condicionada por la velocidad tangencial de los rodillos alimentadores y por la sección de paso del canal de alimentación, ya que determinan la cantidad de forraje que alcanza el dispositivo picador por unidad de tiempo (**foto 6**). En lo que respecta a la sección de paso, en algunos modelos los rodillos superiores se pueden desplazar hasta 180 mm aumentando considerablemente dicha sección, permitiendo así mantener la velocidad de trabajo en condiciones de producciones superficiales elevadas (**foto 2**). Así mismo los modelos de gran capacidad de procesado incorporan rodillos alimentadores de más de 850 mm de ancho. Además, la transmisión hidrostática de los rodillos de alimentación permite automatizar la sincronización entre su velocidad y la del rodillo sinfín del cabe-

zal, lo que se ofrece en algunas gamas de estas máquinas. El ajuste de la velocidad de giro de dicho sinfín es continuo en función de la velocidad de avance de la máquina de forma que la cantidad de forraje que entra en el proceso, y que depende de la producción de la finca, no supere la capacidad de la máquina.

La estimación de la producción puede realizarse mediante sensores ubicados en la cámara de alimentación. Éstos establecen la distancia entre parejas de rodillos y combinan su valor con el régimen de giro para determinar el flujo de material en t/h. Según los fabricantes los errores cometidos en la determinación están comprendidos entre el 3 y el 6%, siempre que se haya procedido a realizar una calibración del sistema para cada uno de los productos cosechados.

Del material que pasa a través de la cá-

mara de alimentación han de eliminarse los elementos extraños para asegurar que éstos no llegan al sistema picador ni al producto final, lo que supondría un riesgo tanto para la máquina como para el ganado. Con este fin se implementan en las picadoras de precisión dispositivos específicos de detección de estos elementos. El sistema de alimentación aloja en el rodillo inferior delantero una serie de imanes que actúan como detectores de metales (**figura 2**), así mismo disponen de sistemas para la detección de piedras u otros cuerpos extraños. Algunos de estos sistemas muestran en los monitores de cabina la posición en la que se ha detectado el metal, facilitando así su localización y retirada (**foto 7**). El sistema de

Figura 2

Detección de metales.

Fuente: New Holland.

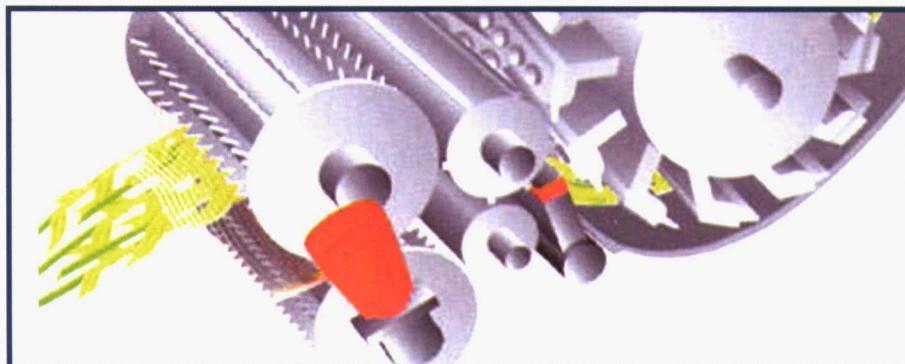


Foto 5. Sensor de humedad en conducción de descarga.

Fuente: John Deere.

Foto 6. Sección del canal de alimentación. Fuente: Krone.





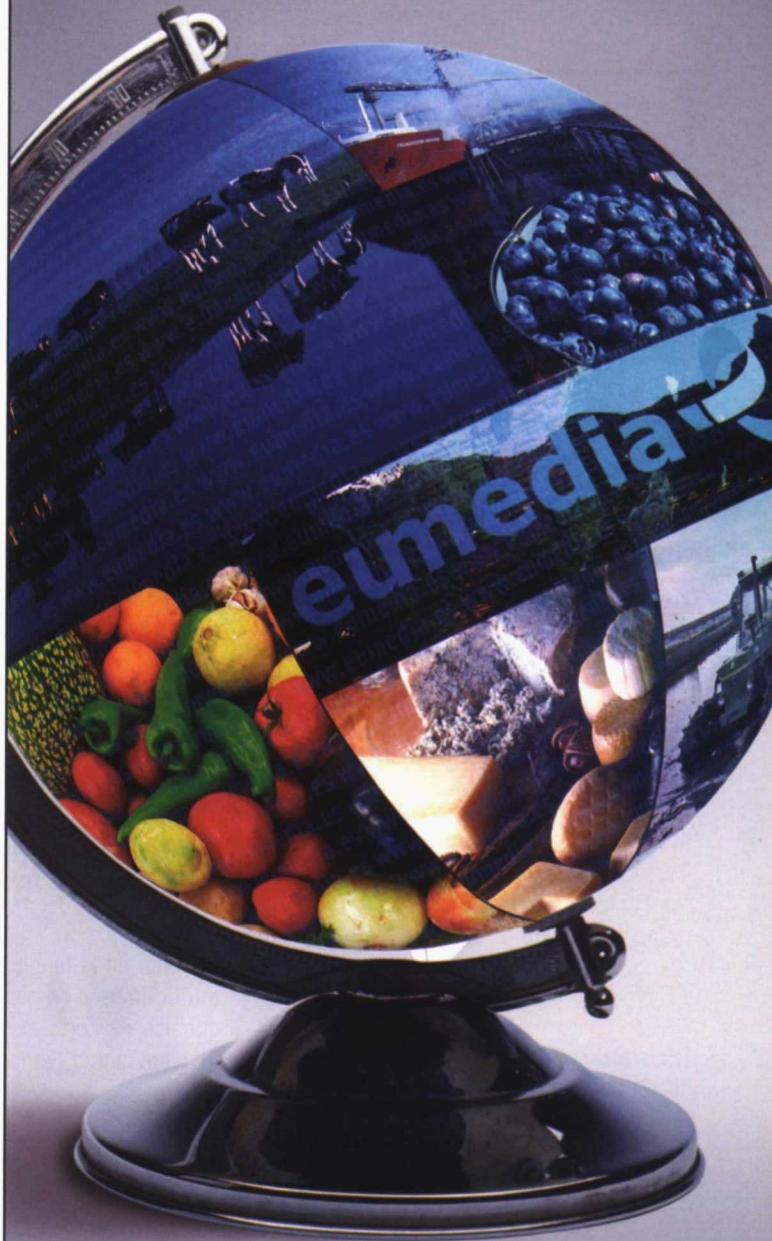
Foto 7. Retirada de elementos extraños en cabezal. Fuente: Krone

detección de piedras en una de las marcas en el mercado se basa en un sensor instalado en el rodillo de alimentación superior delantero que detecta el movimiento brusco hacia arriba producido cuando se recoge una piedra de grandes dimensiones, activándose entonces el sistema de protección. El sistema de protección consiste en una válvula intercalada en el circuito hidráulico que, de forma instantánea, evita que llegue el caudal de aceite a los motores hidráulicos de accionamiento de los rodillos de alimentación. Se provoca así la parada automática cuando un metal o un objeto extraño es detectado. Seguidamente, los rodillos de alimentación giran en sentido inverso para la expulsión de esos elementos ajenos al forraje. Algunos modelos de cabezal recogedor permiten el cambio del ángulo de las púas retráctiles para facilitar la expulsión. La sensibilidad de la detección se puede graduar, si fuera necesario, a lo largo de la jornada de trabajo desde la cabina. Ciertos modelos constan de seis rodillos de alimentación, en lugar de los cuatro habituales, para disponer de mayor distancia de seguridad entre el rodillo que aloja el detector de metales y el cilindro picador, disponiendo de más tiempo para parar completamente el movimiento de la alimentación antes de que el objeto alcance el rotor picador (**figura 3**).

Dispositivo de picado

El elemento principal del dispositivo de picado es el rotor picador, en cuya periferia se monta un conjunto de cuchillas, responsables, con ayuda de una contracuchilla, de cortar el forraje con gran precisión en trozos con una longitud mínima de 3 mm. El diámetro y la longitud del tambor picador dependen de las dimensiones de la máquina. Así, las de mayor capacidad de trabajo incorporan tambores de gran anchura, hasta 885 mm, con diámetros de 600 a 710 mm. Con el aumento de anchura se busca distribuir el producto en una mayor longitud, disminuyendo el espesor de la capa de forraje y la demanda de potencia para el picado. La velo-

**El mundo agroalimentario
es muy amplio**



**pero todo está en
www.eumedia.es
¡Visítanos!**

**www.eumedia.es
el portal agroalimentario de referencia**

Figura 3.

Dispositivo alimentador con tres parejas de rodillos.

Fuente: Krone.

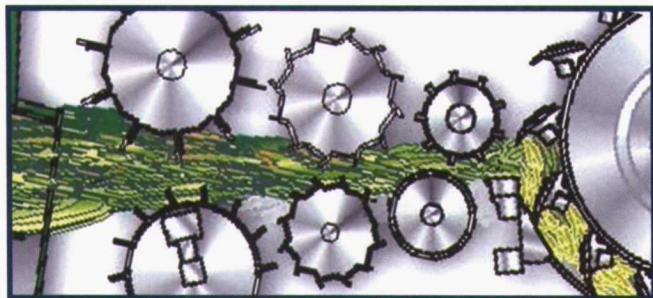


Foto 8. Detalle de rodillo picador y contracuchilla.

Fuente: Krone

cidad de giro está normalmente comprendida entre 1.000 y 1.200 r/min consiguiéndose mediante la transmisión de potencia por correas trapezoidales directamente desde el motor (**figura 4**).

El cilindro de picado incorpora cuchillas continuas o segmentadas, rectas o helicoidales según los fabricantes. En la mayor parte de los modelos de gran capacidad actuales las cuchillas se disponen helicoidalmente y segmentadas (**foto 8**), tratando así de minimizar la demanda máxima de potencia ya que, al realizar un corte progresivo se reducen los puntos de contacto entre cuchillas y contracuchilla a lo largo del corte (es el “efecto tijera”). El número de cuchillas montadas en el cilindro es variable, incidiendo

Las picadoras autopropulsadas bien merecen su calificación de “precisas”. Las mejoras y avances implementados por las principales marcas del sector contribuyen a que aparezcan en el mercado modelos con prestaciones muy avanzadas

también en la longitud de picado, pues un mayor número de cuchillas implica una frecuencia de corte mayor y por lo tanto una longitud menor. Normalmente se incorporan

dos filas de seis a veinte cuchillas, sujetas al cuerpo del rotor por tornillos que permiten su fácil montaje y desmontaje. También encontramos fabricantes que disponen cuatro filas de diez, doce o catorce cuchillas (**foto 9**). Con ello, las longitudes de corte varían entre un mínimo de 3-6 mm y un máximo de 25-90 mm, siendo la longitud de corte real más próxima a la teórica en las plantas de tallo rígido (como maíz y sorgo).

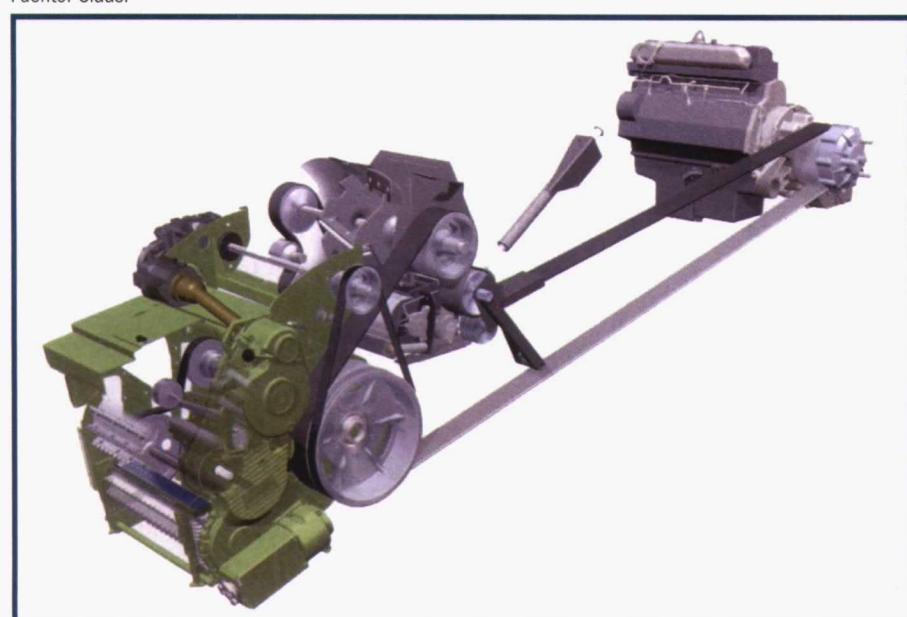
La capacidad, calidad y eficiencia del corte dependen de las características y estado de las cuchillas y de la contracuchilla. Las casas comerciales ofrecen cuchillas de alta resistencia con distintas características adaptadas al trabajo con hierba o maíz (**foto 10**). El trabajo en hierba supone un mayor peligro de entrada de piedras en el flujo de material ya que el recogedor se desplaza próximo al suelo; así mismo, la hierba resulta más corrosiva que el maíz por lo que las cuchillas deberán ser más resistentes. En este sentido, los diferentes modelos de contracuchillas también se adaptan tanto a condiciones de trabajo normales como a condiciones especialmente duras asociadas al trabajo en hierba. En relación al huecoglo entre contracuchilla y cuchilla el ajuste puede establecerse de forma precisa siendo habitual distancias de 0,1 a 0,2 mm, llegando a separaciones mínimas de hasta 0,01 mm en algunos modelos.

Las picadoras de precisión incorporan dispositivos de afilado automático de accionamiento hidráulico con activación desde la cabina, o desde unos mandos externos situados sobre una de las ruedas delanteras de la máquina. El ángulo de corte de las cuchillas estará comprendido entre 30 y 45º,

Figura 4.

Transmisión de potencia directamente desde el motor al rodillo picador.

Fuente: Claas.



MÁQUINAS INTELIGENTES PARA SU NEGOCIO



PICADORAS DE FORRAJE SERIE 7050



Consulte nuestras condiciones personalizadas de financiación con John Deere Credit

En el negocio del forraje, donde la productividad se mide en euros por hectárea, la nueva serie 7050 proporciona un gran avance en las tareas de recolección, al ofrecer una solución completa a los 6 objetivos operativos principales:

- **Rendimiento inteligente** – la potencia correcta para el picado perfecto
- **Ahorro inteligente** – menor consumo de combustible para una mayor rentabilidad
- **Control inteligente** – facilidad de manejo para trabajar relajado
- **Gestión inteligente** – potentes herramientas para un mejor control financiero
- **Recolección inteligente** – preciso control para un ensilado de alta calidad
- **Apoyo inteligente** – un respaldo eficaz ante cualquier contingencia

Acuda hoy mismo al concesionario John Deere de su zona y conozca la nueva cosechadora de forraje autopropulsada 7050:
UNA MÁQUINA INTELIGENTE PARA SU NEGOCIO DE FORRAJE.

www.johndeere.es



JOHN DEERE

La calidad es nuestra fuerza

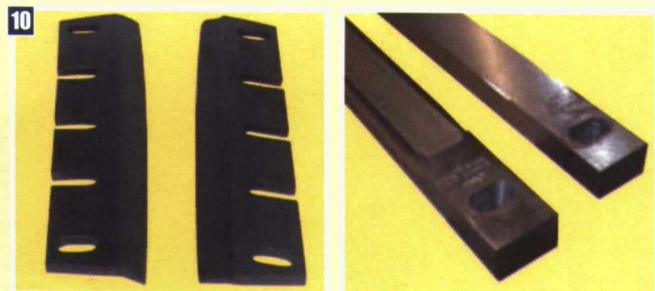
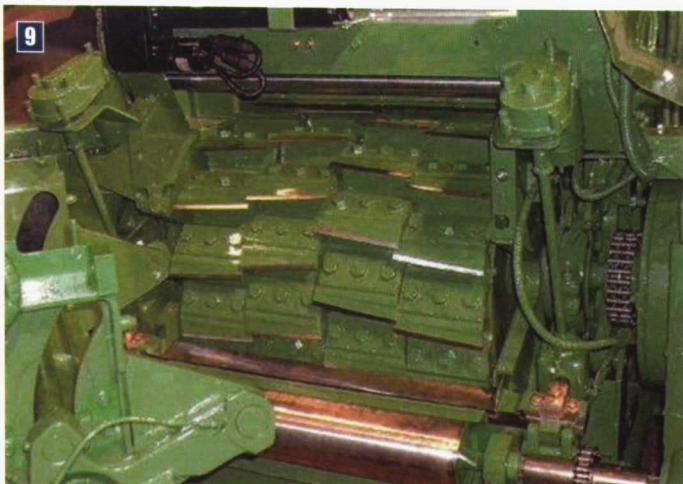


Foto 9. Rodillo picador de múltiples filas de cuchillas. Fuente: John Deere. **Foto 10.** Detalle de cuchillas y contracuchillas. Fuente: Krone. **Foto 11.** Afilado automático de cuchillas. Fuente: Claas. **Foto 12.** Apertura lateral del dispositivo de alimentación. Fuente: Claas.

siendo no recomendable bajar de los 30° ya que un filo excesivamente fino sufre mayor desgaste. Lo más habitual es que el bisel sea exterior, aunque también podemos encontrar cuchillas con biselado interior, lo que reduce la frecuencia del afilado, e incluso cuchillas de doble filo. El afilado se lleva a cabo haciendo girar el cilindro picador en el mismo sentido en el que corta o en el contrario, dependiendo del diseño del afilador (**foto 11**). La piedra de afilar se desplaza a lo largo de unos carriles en recorridos de ida y vuelta. Su posición descende en cada tramo para garantizar el contacto con las cuchillas. El desplazamiento de la piedra se consigue mediante la extensión y retracción del vástago de un cilindro hidráulico. Seguidamente debe reajustarse la posición de la contracuchilla, siempre con el cilindro picador en marcha, y verificar el huelgo. Un huelgo excesivo aumentará la energía consumida en el corte y disminuirá el "efec-

to tijera". El desplazamiento del bastidor que sustenta la contracuchilla se realiza mediante motores eléctricos y puede ser controlado de dos formas, según modelos. En el primer caso la aproximación hacia el rotor picador se deja en manos del operario que debe controlar de forma precisa el avance de la contracuchilla, guiándose por el silbido producido por el rozamiento. En otros modelos se lleva a cabo de forma automática mediante el uso de sensores de aproximación que detienen el avance una vez alcanzada la posición. Este equipamiento de afilado automático y ajuste del huelgo reduce notablemente los tiempos dedicados al mantenimiento y cambio de cuchillas.

Facilitar la accesibilidad al rotor picador y a la contracuchilla para las tareas de mantenimiento, sobre todo en campo, es crucial en este tipo de máquinas. Con este fin los diferentes modelos del mercado ofrecen distintas soluciones para la apertura del dispo-

sitivo de alimentación. En algunos casos la alimentación junto con el cabezal puede abatirse hacia delante mediante un sistema hidráulico, dejando un hueco superior. En otros modelos la apertura del dispositivo de alimentación es completa y lateral una vez desenganchado el cabezal (**foto 12**).

Conclusión

A la vista de lo expuesto en estas páginas podemos concluir que las picadoras autopropulsadas bien merecen su calificativo de "precisas". Las mejoras y avances implementados por las principales marcas del sector contribuyen a que aparezcan en el mercado modelos con prestaciones muy avanzadas. Con esta apuesta por el desarrollo se consigue dar respuesta a las nuevas necesidades que surgen en relación a las tareas de picado, como son las demandadas por los emergentes cultivos energéticos. ●