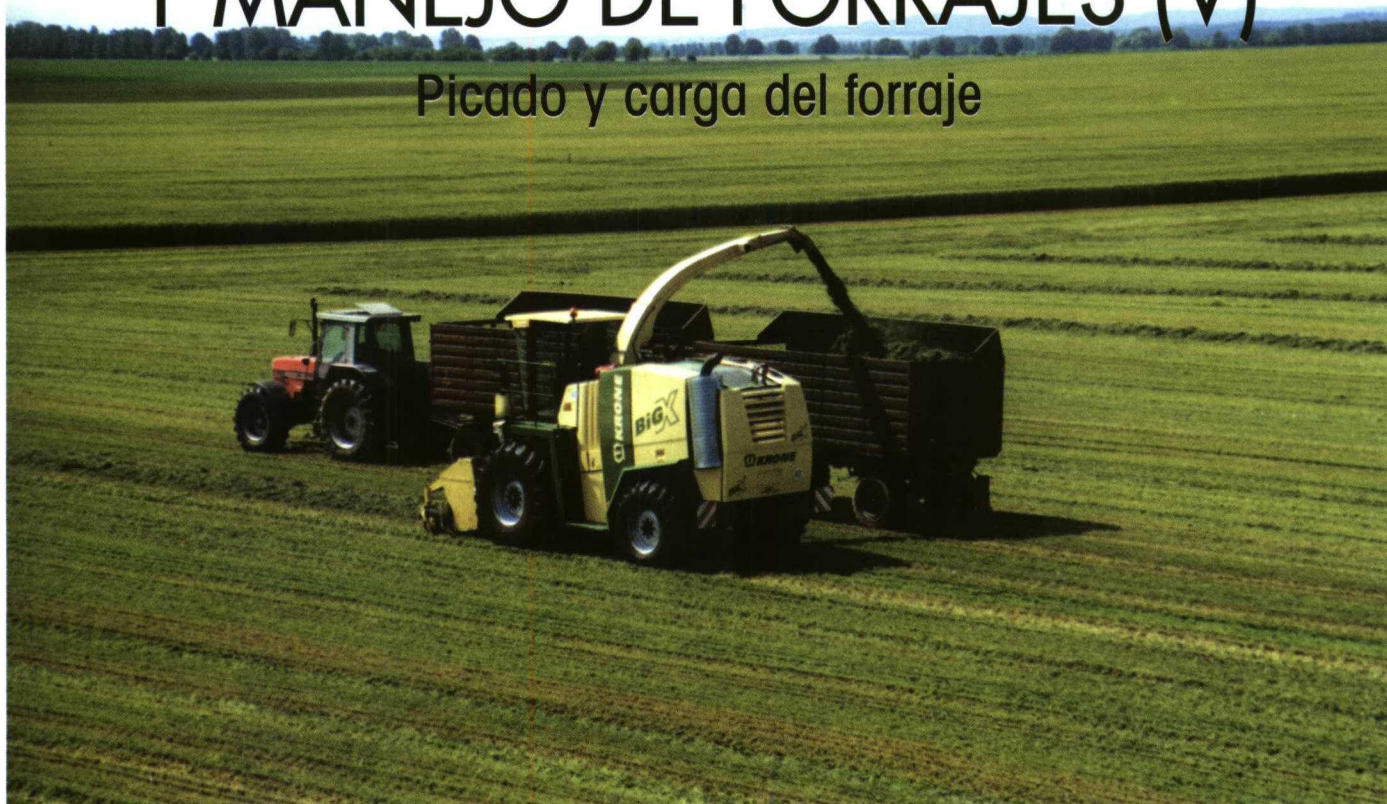


MAQUINARIA PARA LA RECOGIDA Y MANEJO DE FORRAJES (V)

Picado y carga del forraje



La maquinaria utilizada para su picado y la posterior carga protagoniza el quinto artículo de la serie de artículos dedicados a la recogida y manejo de forrajes.

LUIS MÁRQUEZ

Preparación del forraje para ensilar

Como alternativa al proceso de henificado está el de conservación de la hierba con mayor contenido de humedad en una atmósfera sin oxígeno, para que se produzcan fermentaciones lácticas que mantengan en buen estado la hierba, dando lugar al producto que se conoce como 'ensilado' o 'silo'.

En zonas en las que la humedad ambiental es elevada, o la

lluvia es frecuente durante el proceso de recogida de la hierba, el sistema de ensilado resulta más adecuado para minimizar el nivel de pérdidas. Asimismo, no todas las plantas forrajeras se adaptan a la producción del heno, como sucede con el maíz o el sorgo, ni tampoco es el sistema con el que se puede lograr siempre el más bajo nivel de pérdidas en el conjunto del proceso de transformación y conservación.

El grado de humedad con que el forraje llega al silo hace necesaria una compactación, que impida el contacto de la

hierba con el aire atmosférico, para favorecer las fermentaciones que producirán un buen ensilado. Para eliminar el aire de la masa de forraje, se necesita, además de una compactación más o menos intensa, y una hermeticidad en el cerrado del silo, que la hierba llegue troceada de manera fina y regular para que al compactarse pueda ocupar un volumen mínimo expulsando el aire.

En la cadena de recolección para la producción de ensilado se debe incluir una máquina para el picado, que puede ser móvil, y que trabajará recorriendo el cam-

po, o bien estacionaria, montada junto al silo, y allí recibirá toda la hierba que se utilice para cargar éste.

Terminología y clasificación

La terminología que habitualmente se utiliza para designar a las máquinas que realizan el picado resulta confusa, incluso para los que conocen el funcionamiento de las mismas: ensiladoras, cosechadoras de forraje, etc., ya que no definen claramente la estructura y funcionamiento de la máquina, ni la versatilidad de estas máquinas para adaptarse a diferentes cadenas de recolección.

Estas máquinas agrupan varios procesos junto con el picado, pero éste es la base de la operación, por lo que pueden establecerse dos grandes grupos:

- Picadoras móviles: que se desplazan en el campo mientras realizan el picado.
- Picadoras estacionarias: que realizan el picado en las proximidades del silo.

En las picadoras móviles hay una diferencia esencial en cuanto a la simultaneidad o no entre la siega y el picado, estableciéndose dos grupos:

- Picadoras de mayales (siega y picado simultáneo).
- Picadoras de cuchilla y contracuchilla (sistema de siega independiente del picado) también denominadas de corte exacto.

Dentro de las picadoras de cuchilla y contracuchilla aparecen dos variantes:

- Picadoras de volante (corte paralelo al eje de giro del picador)
- Picadoras de tambor (corte perpendicular al eje de giro del picador).

A su vez, las picadoras de cilindro pueden agruparse en dos categorías:

- Cilindro de expulsión directa, o cilindro picador-lanzador.
- Cilindro, exclusivamente picador, que se complementa con un soplante o lanzador

Las picadoras de mayales también pueden ofrecer las variantes de doble corte, en las que

el segundo picado se encomienda a un picador de volante, alimentado a partir del rotor-picador.

Con independencia del sistema picador, las picadoras de corte exacto pueden incorporar diferentes tipos de cabezales que se encarguen de la recogida o de la siega del forraje que va a pasar al picador. Los más utilizados son:

- Cabezal segador.
- Cabezal recogedor (de dedos).
- Cabezal para maíz.

Los cabezales exclusivos para maíz han dejado paso a unos cabezales de tipo mixto, que también pueden utilizarse para la siega de hierba con tallos menos consistentes, especialmente cuando se realiza con las grandes 'cosechadoras' autopropulsadas (ver **agrotécnica** – Enero 2008).

Por todo esto, la designación de una máquina, más que con un solo término debería hacerse con una agrupación de términos, empezando por el elemento más significativo que es, sin duda, el picador. Así, por ejemplo, algunas designaciones podrían ser: picadora de cilindro de expulsión directa con cabezal recogedor,



picadora de volante con cabezal para maíz, picadora de mayales de expulsión directa, etc., designaciones que califican completamente a la máquina y eliminan cualquier tipo de confusión, aunque, por simplicidad, el mercado prefiere el término de 'cosechadora de forraje'.

Sobre esta base, seguidamente se analizan los aspectos más significativos de la maquinaria para la recogida y picado del forraje.

■ El picado del forraje

El picado del forraje siempre se realiza por la acción de una cuchilla accionada en movimiento de rotación. El montaje de un conjunto de cuchillas en un cilindro, o en un volante, exige una contracuchilla que contribuya al corte, el cual será similar al que logra una tijera.

Pero también es posible picar el forraje a la vez que se siega en el campo. Las segadoras de mayales, o de rotor de eje horizontal, pueden aprovechar la sujeción de la planta en el suelo para realizar, junto con la siega, un cierto picado; aquí la contracuchilla no es necesaria, pero la uniformidad del picado y la limpieza del corte alcanzan un grado mucho menor.

Según esto se pueden establecer dos grandes grupos de máquinas, en función del momento en que se realiza el pica-

do: picado en el mismo elemento segador y picado posterior a la siega.

Picado junto con la siega

Es posible realizar un picado utilizando una segadora rotativa, de las denominadas de eje horizontal (mayales), incrementando la velocidad del rotor, aunque este picado no resulta uniforme.



LAS SEGADORAS DE MAYALES, O DE ROTOR DE EJE HORIZONTAL, PUEDEN APROVECHAR LA SUJECIÓN DE LA PLANTA EN EL SUELO PARA REALIZAR, JUNTO CON LA SIEGA, UN CIERTO PICADO



Estas máquinas simples, o polivalentes, no se adaptan bien a las plantas altas como el maíz, ni hacen un picado lo suficientemente fino y uniforme que se necesita para un buen ensilado.

La potencia que absorben es superior a las de las otras picadoras, y sólo son adecuadas para el suministro de forraje en verde y cuando el tamaño de picado no es crítico. La recogida del heno acordonado puede producir una gran pérdida de hojas. Es frecuente la contaminación del forraje con tierra, aspecto que es menos significativo cuando la máquina incorpora lanzadores de paletas.

La base del picado-corte es un rotor de eje horizontal dotado de mayales, o cuchillas articuladas, junto al eje y que permanecen perpendicularmente al mismo por la fuerza centrífuga generada en la rotación. Estas cuchillas son diferentes según lo que se pretenda lograr. Cuando simultáneamente a la siega se desea picar y lanzar el forraje hasta el remolque se utilizan cuchillas curvadas que se adaptan bien a esta doble función.

Trabajando a una velocidad periférica de 45-55 m/s, como bomba de aire, producen un picado en trozos de 65 a 90 mm, en el que también hay otros con una longitud de hasta 150 milímetros. Este material no es adecuado para llenar silos y es difícil de mover en los elevadores neumáticos. Hay que tener en cuenta que las cuchillas demasiado curvadas no descargan bien.

Otras picadoras de mayales incorporan una segunda unidad de picado, picadora de volante,



que se encarga además del lanzamiento del forraje hasta el remolque. En este caso, los mayales no son de tipo curvado, sino de los denominados en 'S', que impulsan menos aire y consumen una potencia menor. La parte curvada, perpendicular a la dirección de avance, mejora la calidad del corte, acercándose al que producen las picadoras de corte exacto. Las diferencias aparecen por la falta de sujeción del forraje en el momento del corte, lo que afecta a la uniformidad.

El forraje segado por el mayal es lanzado sobre un transportador horizontal, generalmente del tipo tornillo sinfín, que, colocado detrás del rotor, desplaza transversalmente el forraje y lo introduce en el picador-soplador.

La capacidad de la máquina depende de la velocidad de avance (máxima entre 7 y 8 km/h) y suele estar limitada por la potencia absorbida por el rotor. La energía necesaria depende del tipo de cuchilla, junto a otras características, como la capacidad de trabajo y el tipo de cosecha.

En los datos disponibles, de fuentes diversas, se encuentran una gran disparidad de valores. Así, en alfalfa, con una picadora de expulsión directa, trabajando con una producción de 14 t/ha, se necesitan 1.1 kWh/t de forraje, con un picado medio de 75 mm. En gramíneas y en trébol, también sobre 14 t/ha, para una picadora de mayales en 'S', se consumen 1.7 kWh/t, frente a los 1.40-1.55 que precisaría una picadora de tambor. En segadoras de mayales, con segundo cilindro picador-lanzador de cuchillas radiales, se han medido valores entre 2.0 y 3.5 kWh.

Como valores prácticos de campo puede indicarse una capacidad de trabajo de 0.3-0.4 ha/h para producciones de 4.5-6.0 t/ha, necesitando la cadena (incluyendo los cambios de remolque) del orden de 6-8 horas-hombre por 10 t de forraje. La potencia disponible en el tractor



(TdF) debe ser al menos de 15 a 18 kW (20-22 CV) por cada metro de anchura del rotor.

La mala conservación de los rotores puede aumentar notablemente la potencia necesaria. Los defectos en las cuchillas se aprecian en trabajo por un aumento de las vibraciones, que indican un desequilibrado del rotor.

Picado posterior a la siega

Las cuchillas pueden situarse en un cilindro de dos formas diferentes: radialmente o en la superficie del picador. Las dimensiones del cilindro, en uno y otro caso, deben ser diferentes, y el funcionamiento del conjunto es lo suficientemente distinto para que puedan establecerse dos grupos.

• Picadoras de volante

El cilindro que soporta y acciona las cuchillas es un cilindro de gran diámetro y pequeña longitud, lo que técnicamente se designa como un volante. Las cuchillas, en número de 4 a 6, no siguen exactamente los radios, sino que tienen una ligera inclinación respecto a los mismos para que el corte pueda ser progresivo, actuando en cada momento un punto de la cuchilla y contra-cuchilla como elemento cortador, al igual que sucede en una tijera.

• Picadoras de cilindro

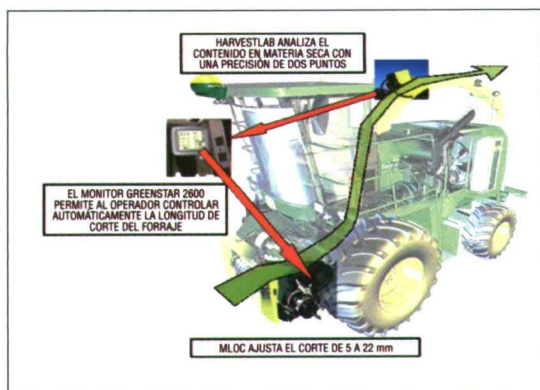
El número de cuchillas que se pueden colocar en la superfi-

cie de un cilindro depende del diámetro del mismo. En la picadora de cilindro de menos de 450 mm de diámetro este número no supera a 6. Para más de 600 milímetros de diámetro pueden utilizarse 8 ó 9 cuchillas. La inclinación de las cuchillas respecto al eje del cilindro está entre 8 y 20 grados, para disminuir las puntas de potencia necesaria en el corte y facilitar el flujo del material.

Con la cuchilla paralela al eje, el corte se realizará al golpe, mientras que al inclinarlas el punto de corte se desplaza progresivamente a lo largo del cilindro. Comparativamente, se asemejan respectivamente al corte con hacha y al corte con tijera: en el primero, se requiere mayor energía y la discontinuidad del proceso y de la energía utilizada es mucho mayor.

En cualquiera de los casos la unidad de picado debe recibir un flujo continuo de forraje, que a su vez entrega acabada su función. Son componentes de la unidad de picado el sistema de alimentación, el picador propiamente dicho y la unidad de lanzamiento, que elevará el forraje picado hasta el remolque. El picado y lanzamiento a veces se encomienda al elemento picador, que trabaja así con una doble función.

a) Alimentación. Al cilindro picador debe llegar una capa unifor-



Variación de la longitud de picado en función del contenido de humedad de la hierba.

me de material que, además, estará sujeta mientras se corta. Estas son las funciones del sistema de alimentación, que suele estar formado por rodillos, que actúan por pares y que arrastran la hierba de manera uniforme hasta que se pone en contacto con el picador.

Es posible, mediante el cambio de engranajes, modificar la velocidad de impulsión del forraje a través del alimentador, así como la inversión del conjunto para eliminar las obstrucciones por sobre carga del dispositivo picador. La velocidad de avance en relación con la separación entre cuchillas condiciona la longitud teórica de picado.

En las máquinas autopropulsadas se ofrece un sistema de transmisión que puede variar la velocidad de manera continua, con lo que la longitud de corte cambia para adaptarlo a las necesidades del forraje, y especialmente al contenido de humedad. Si este sistema se asocia a una medida en tiempo real del contenido de humedad de la hierba que se lanza sobre la caja del remolque una vez picada, se puede automatizar el proceso, optimizando la longitud de corte, lo que permite reducir la demanda de potencia para el proceso de picado (Sistema HarvestLab+AutoLoC de las cosechadoras de forraje John Deere 7550).

b) Picador. Cualquiera que sea el tipo de picador, éste debe actuar de forma progresiva, de aquí la necesidad de que la cuchilla se encuentre inclinada respecto a la

contra-cuchilla, con lo que la potencia necesaria en el corte será uniforme y menor.

Buscando una mejor utilización de la potencia y alta capacidad de trabajo, los diseños han ido evolucionando, para mantener una uniformidad real en el corte (longitud de corte real aproximada a la longitud teórica) y una calidad caracterizada por un corte limpio, liso y recto, sin extremos desiguales y rasgados, lo que facilita el transporte y aprovechamiento del forraje.

La capacidad de una máquina estará en función de número de cuchillas y de la velocidad a que éstas se puedan mover. El número de cuchillas lo limita el espacio disponible en el cilindro o volante, que, además de cor-

LA CAPACIDAD DE UNA MÁQUINA ESTARÁ EN FUNCIÓN DE NÚMERO DE CUCHILLAS Y DE LA VELOCIDAD A QUE ÉSTAS SE PUEDAN MOVER

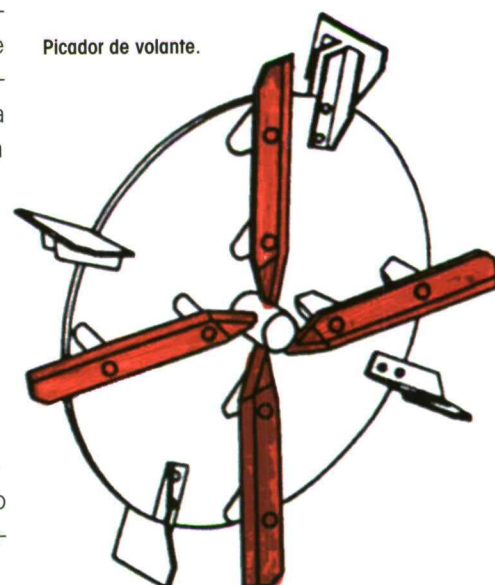
tar, debe facilitar la entrada y salida del material. Sólo una cuchilla actúa sobre la capa de forraje en cada instante, pero para facilitar el flujo de material junto a la que realiza el corte interviene la siguiente, que dirige este flujo. Las cuchillas muy próximas dificultan el paso del forraje.

Cuando hay pocas cuchillas, para mantener alta la capacidad de trabajo, éstas deben actuar sobre una gran sección de cordón. En este caso se aprecia una tendencia a escupir el material, disminuyendo la capacidad de trabajo y la velocidad del corte.

La velocidad de una cuchilla condiciona la capacidad de la máquina. El aumento de la velocidad del cilindro aumenta la capacidad, pero disminuye la eficacia por el mayor consumo de energía que esto supone. La energía que consume el cilindro cortador es suma de componentes: energía consumida en el corte, aire movido, aceleración y rozamiento del forraje. La velocidad periférica es el factor que incrementa esta energía en algunos de los componentes con el cuadrado y el cubo de la velocidad.

Mantener el número de cortes por minuto que garantiza la capacidad de la máquina se logra más eficientemente utilizando un cilindro que un volante picador, dado que con la velocidad periférica aumenta linealmente con la velocidad de giro y de forma cuadrática con el radio. Las máquinas picadoras de cilindro, de desarrollo más reciente, por su mayor eficiencia, han tenido una amplia difusión. Esto no quiere decir que las picadoras de volante, inicialmente diseñadas como máquinas estacionarias, no sigan utilizándose, sobre todo en el picado de maíz, dado su gran potencial lanzador.

Otro efecto que a veces se busca en el picador es la facilidad para lanzar el forraje picado hasta un remolque enganchando





Cilindro picador con cuchillas curvadas.

detrás. El volante picador con paletas radiales detrás de las cuchillas impulsa con facilidad el forraje cortado; de aquí su utilización exclusiva en las picadoras estacionarias cuando se busca llenar un silo torre. En las picadoras de cilindro, la forma de la cuchilla puede potenciar esta acción de lanzadora.

Las cuchillas tienen que ser diferentes, según se trate de un picador o de un picador-lanzador. Recientemente se han introducido en el mercado picadoras de cilindro con cuchillas curvadas (Claas Jaguar de la serie 900) que garantizan, además del adecuado picado, un mayor efecto lanzador, mejorando la capacidad de trabajo del conjunto.

Cuando el cilindro realiza sólo picado (el impulso se limita a la expulsión del cilindro, sin buscar un gran efecto lanzador), las cuchillas son de forma helicoidal o en ángulo entre filo y amarre (en forma 'de J'). En este caso, la parte plana de la cuchilla facilita la expulsión del material cuando la salida del cilindro se recubre con una rejilla-criba que aumenta la finura del picado. Para las picadoras-lanzadoras, las cuchillas deben ser curvadas, de forma parecida a los alabes de una bomba, aunque a veces se emplean rectas por su menor precio.

La expulsión enérgica del forraje exige velocidades periféricas superiores a 30 m/s, mien-

 **EL AFILADO DE
LAS CUCHILLAS PUEDE
HACERSE DE MANERA
AUTOMÁTICA
MIENTRAS SE HACE
GIRAR EL CILINDRO** 

tras que en las picadoras que emplean turbina independiente para la expulsión con 20 m/s puede ser suficiente.

El picado de la hierba puede intensificarse con una rejilla en la salida del cilindro. Sólo es posible esta instalación con soplanes independientes, ya que la rejilla amortiguará la velocidad de expulsión. El aumento de energía consumida depende del tipo de material, de la humedad y del tamaño de la malla. Esto supone un incremento del 15% como media. Las mallas deben adaptarse al material, pudiendo ser cuadradas o rectangulares y orientadas con distinto ángulo respecto al eje de giro. Así, en cosechas secas y con mazorcas de maíz, la malla debe ser fina, con lo que el aumento de la potencia necesaria es grande.

El afilado de las cuchillas puede hacerse de manera automática mientras se hace girar el cilindro en el mismo sentido en el que corta, o en sentido contrario, según el diseño del afilador. Esto uniforma el filo de todas las cuchillas y da una calidad de corte mucho mejor. A cualquier afilado debe seguir el ajuste de la contra-cuchilla verificando el huelgo. En las picadoras de cilindro es más fácil mantener el huelgo, las roturas son menos peligrosas y las cuchillas pueden estar más afiladas, realizándose el corte con una progresividad mayor.

El consumo total de energía en el picador es suma de las energías necesarias para el corte, impulsado del forraje (rozamiento y energía cinética) y también de la energía consumida por el cilindro, que debe actuar como turbina de ventilación; la humedad del forraje y el tipo del mismo condicionan este consumo. Así, en lo referente al corte, según el tamaño de picado teórico y la humedad, la energía máxima consumida por tonelada de materia seca picada oscila entre 1.8 kWh/t (25 mm de longitud y 40-60% de humedad) y 0.95 kWh/t (75 mm de longitud y 75% de humedad). La energía consumida es proporcional al número de cortes por metro: pasar de 13 milímetros a 6 mm incrementa la potencia necesaria, bajando sobre maíz, en un 35%.

La energía total consumida, medida en picadoras de volante, oscila entre 0.4 kWh/t para una velocidad periférica de 20 m/s a 1.4 kWh/t para 50 m/s. Parte de esta energía servirá para impulsar el forraje lo suficiente para que alcance el remolque que acompaña al picador. Con picadores de cilindro de expulsión directa la energía consumida trabajando a 33 m/s de velocidad periférica puede llegar a 1.85 kWh/t.

El grado de humedad y el tipo de materia puede establecer



diferencias sustanciales. Experiencias diferentes dan valores para maíz, entre 1 y 1.5 kWh/t (60-80% humedad y picado 13 mm). Para alfalfa (60% humedad; corte 6 mm), los valores obtenidos están entre 1.55 y 2.3 kWh/t, que con el montaje de rejilla/criba de salida puede incrementarse hasta 4 kW con 40-50% de humedad.

Las necesidades totales de energía (kWh/t) disminuyen ligeramente cuando aumenta el ritmo de alimentación, por la incidencia en el consumo que tienen otros factores, como el aire impulsado por el rotor, que son independientes de la tasa de alimentación

c) Lanzador. Que el forraje alcance el remolque, llenando completa y uniformemente su caja, supone que la máquina incorpore un soplante o lanzador, que impulsa el forraje picado si el picador no está diseñado para realizar por sí mismo la impulsión.

Todas las picadoras de volante realizan simultáneamente picado y lanzamiento, ya que el diámetro del picador puede comunicar el forraje picado la ener-

gía suficiente para que alcance el remolque sin problemas. En estas picadoras, comparadas con las de cilindro, el efecto lanzador supera incluso al efecto picador. Cuando la máquina incorpora un lanzador independiente, éste se puede describir como un picador de volante que no lleva cuchillas radiales de picado.

La posición de entrada del forraje debe minimizar el recorrido del mismo y la fricción, por lo que se suele hacer en el parte inferior de la cubierta que envuelve al rotor. Si el forraje no está suficientemente picado puede enrollarse en las paletas creando una resistencia adicional.

Cuando se cosecha maíz forrajero, conviene utilizar cilindros aplastadores que actúan sobre los granos para que sean mejor aprovechados por el ganado. Estos cilindros se sitúan a la salida del cilindro picador, y pueden regularse para conseguir mayor agresividad. A la salida de los cilindros aplastadores se sitúa un lanzador de paletas, perpendicular al flujo de la hierba, que es el que se encarga de impulsarla por el tubo de descarga hasta el remolque. Recientemente se ha iniciado la comercialización de un sistema que permite la retirada rápida del conjunto de rodillos aplastadores, a la vez que se acorta la longitud del tubo de descarga, lo que facilita el trabajo de las máquinas que cambian

frecuentemente de tipo de cosecha (Sistema Variflow de las cosechadoras de forraje New Holland FR 9000).

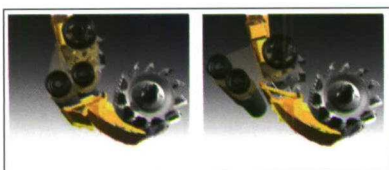
La descarga de la hierba se realiza mediante un tubo de descarga orientable, en el que se sitúan los captadores que permiten determinar la humedad de la hierba, información que se recibe en tiempo real en la puesto de conducción.

d) Cabezales de recogida. El forraje que pasa a la picadora debe ser recogido del campo. Si la cosecha se encuentra en pie, es necesario simultáneamente proceder a su siega. En el caso de encontrarse acordonada, una simple recogedora será suficiente para proceder al picado y carga.

Para la siega se pueden utilizar diferentes tipos de cabezales en función de la consistencia del tallo (ver **agrotécnica**, Enero 2008). Para la siega de plantas como el maíz, además de los cabezales rotativos que se utilizan en las grandes máquinas autopropulsadas, en alternativa a la cuchilla oscilante características de las máquinas para una o dos filas, se tiende a utilizar varias cuchillas montadas sobre una rueda en movimiento de rotación. El mecanismo se repite a ambos lados de la máquina (so-



Sistema Variflow con cilindros aplastadores desplazables de NH.



bre la hilera cortada), estando duplicadas las contra-cuchillas, con lo que el corte es prácticamente continuo, accionando también los ejes de las ruedas de cuchilla dos rodillos verticales que inician la alimentación.

En los cabezales de maíz forrajero, la caña debe entrar en la picadora desde abajo, por lo que si los alimentadores laterales se sitúan en dos pisos, los inferiores deben avanzar más rápidamente que los que se encuentran en un plano superior. En las máquinas de origen europeo es frecuente encontrar un apoyo que mantiene erguida la caña hasta que alcanza el picador de volante, colocado con la alimentación perpendicular de avance, momento en el que queda horizontal por basculamiento hacia atrás.

Otros, esta caída la realizan, en el momento del corte, sobre una mesa lateral que precede al alimentador. Para picado exclusivo de maíz forrajero se han desarrollado unas máquinas sencillas con alimentadores-segadores de los tipos descritos, seguido de picadores de volante con la doble función picador-lanzador, de una sola línea y que se montan suspendidas en el tractor.

Cuando se siega forraje de prado, es frecuente que la anchura de siega supere en mucho



la anchura de alimentación. Es necesario, en estos casos, montar un transportador transversal, tipo sinfín, o mejor lona transportadora, que centre el forraje sobre la alimentación.

En el caso de tener que picar forraje previamente segado y acordonado, el mecanismo recogedor de dedos descrito en las empacadoras resuelve el problema sin dificultad. Otros cabezales recogedores, como los de mayales para la paja o los recogedores de caña de maíz sin mazorca, prácticamente no se utilizan en la agricultura española.

■ Capacidad de trabajo

La capacidad de trabajo de una picadora tiene unos límites que lo fijan fundamentalmente:

- La capacidad del mecanismo de alimentación.
- La potencia disponible.
- La capacidad del conjunto picador-impulsor.
- La eficiencia en el manejo del material.

La capacidad teórica de la máquina depende del área de la garganta del alimentador, del ritmo del material (velocidad lineal de los alimentadores) y de la densidad del forraje comprimido por los rodillos. Esta capacidad teórica exige una alimentación uniforme que no se produce con

la máquina trabajando en campo. Las capacidades reales son el 70% de la teórica para el maíz y del 60% para el heno.

La sección de la garganta, lógicamente, es muy diferente según el tamaño de la máquina, pudiendo llegar en las grandes a 1 000 cm². La velocidad de alimentación estará en función del número de cuchillas, de la velocidad de rotación y del tamaño del corte. Reducir el tamaño del corte obliga a reducir la capacidad de alimentación.

La densidad depende del tipo de material, del modo de entrar en el alimentador y de la posición de los rodillos. Es una densidad diferente a la que se considera como densidad de almacenamiento, alcanzando valores que oscilan entre 340 kilogramos por metro cúbico para el maíz verde y 56 kilogramos por metro cúbico para el heno con 26% de humedad.

La capacidad del mecanismo de alimentación puede ser el factor limitante cuando se hacen cortes pequeños en material ligero. Para el maíz y para la longitud de corte habitual (13 mm), la energía disponible puede ser el factor limitante. Esto hace que en las máquinas autopropulsadas utilicen motores que se superen los 500 CV de potencia, o incluso se lleguen a instalar dos motores combinados para llegar a potencias próximas a los 1 000 CV. ■

