

PRESTACIONES E INNOVACIONES EN LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS BÁSICOS DE ESTAS MÁQUINAS

Análisis técnico de las picadoras de forraje de precisión

La operación de picado del forraje es fundamental cuando el destino del forraje es el ensilado, aunque también puede ser necesaria para forraje destinado al proceso de deshidratado o a la alimentación directa como forraje verde. Cuando, como es lo más habitual, dicho picado se realiza en la propia parcela se utilizan las picadoras o cosechadoras de forraje móviles. Las picadoras de forraje móviles se pueden clasificar en tres grandes grupos: mayales, doble corte y precisión. En este artículo nos centraremos en el análisis de las picadoras de precisión por ser las máquinas que realizan un picado de mayor calidad y cuentan además con un mayor desarrollo tecnológico.

F. Javier García Ramos.

Escuela Politécnica Superior de Huesca.

Las picadoras de precisión, a diferencia de las de mayales, montan un dispositivo picador constituido por un disco (volante) o un tambor giratorio



Foto 1. Forraje troceado por una picadora de precisión.

provisto de cuchillas, las cuales con la ayuda de una contracuchilla van troceando el forraje con gran precisión en porciones de longitud regulable desde 2,5 hasta 100 mm (foto 1). Estas máquinas realizan, en una sola operación, la siega (o recogida), picado y carga del forraje.

Aunque existen picadoras suspendidas, lo más habitual es que sean arrastradas (foto 2) o autopropulsadas (foto 3) siendo estas últimas las máquinas estrella en el proceso de recolección del forraje, principalmente del maíz forrajero. Las picadoras autopropulsadas destacan por su alta capacidad de trabajo (potencias nominales de hasta 790 kW), versatilidad e incorporación de innovaciones técnicas, aunque presentan el inconveniente de su elevado precio y de la necesidad de una flota de camiones o remolques para trabajar en paralelo.

Elementos constitutivos básicos

Los principales órganos que definen este tipo de máquinas son: cabezal, sistema de alimentación, dispositivo picador, soplador y conducción de carga.

Cabezales de corte

Existen diferentes tipos de cabezales que proporcionan una gran versatilidad de trabajo. Podemos disponer de cabezales recogedores de hierba o pick up (foto 3), cabezales para la siega de cereales y/o leguminosas (pueden estar constituidos por una barra de corte o por un conjunto de discos de siega), cabezales específicos para la recolección de maíz y sorgo forrajero (foto 4) y cabezales multilínea de discos rotativos (fotos 2 y 5) que permiten re-



Foto 2. Cabezal multilínea de discos rotativos en picadora arrastrada. Documentación Pottinger.

alizar la recolección independientemente de la disposición de las hileras del cultivo.

Estos cabezales se comercializan en diferentes anchuras en función de que la picadora sea arrastrada o autopropulsada como queda detallado en el **cuadro I**. Durante los últimos años los fabricantes de picadoras, principalmente en el caso de las cosechadoras autopropulsadas, han desarrollado sistemas de guiado que se pueden incorporar a la propia cosechadora o al cabezal para facilitar el trabajo en la parcela. Así, por ejemplo, existen cabezales de recogida equipados con sistemas de guiado láser de forma que el cabezal se mantiene centrado con la hilera de forraje a recoger, como, por ejemplo, el sistema AutoPilot de Claas. También existen palpadores (**foto 6**) utilizados en los cabezales de maíz forrajero que corrigen en continuo el ángulo de las ruedas traseras de la cosechadora alineando la dirección de avance de la máquina

CUADRO I.

Características técnicas de las cosechadoras de forraje de precisión.

Tipo de picadora	Arrastrada	Autopropulsada
Anchura de trabajo del cabezal (m)	Recogedor: 1,6-3,1 Corte: 2,4 Maíz: 1-3 líneas Multilínea: 1,5 - 3 m	Recogedor: 3,0-5,2 Corte: 6,2 Maíz: 4 - 12 líneas Multilínea: 3 - 10,5 m
Diámetro del dispositivo de picado: volante picador (m) tambor picador (m)	0,7 - 1,0 0,4 - 0,7	--- 0,63 - 0,72
Anchura del dispositivo de picado: volante picador (m) tambor picador (m)	--- 0,4 - 0,9	--- 0,75 - 0,90
Velocidad giro del dispositivo de picado: volante picador (r/min) tambor picador (r/min)	540 - 1.200 850 - 1.300	--- 850 - 1.300
Longitud picado mínima (mm)	hasta 3	hasta 2,5



Foto 3. Cosechadora autopropulsada equipada con cabezal recogedor trabajando en una parcela de alfalfa.



Foto 4. Cabezal multilínea de discos rotativos en picadora arrastrada. Documentación Claas. Foto 5. Cosechadora autopropulsada equipada con cabezal recogedor trabajando en una parcela de alfalfa. Documentación New Holland.





Foto 6. Palpador para autoguiado en cabezal de maíz forrajero. Documentación John Deere. Foto 7. Sensor óptico AutoScan para la determinación de madurez ubicado en cabezal de siega. Documentación Krone.



con las hileras de cultivo, un ejemplo es el sistema RowTrak de John Deere. Todos estos sistemas constituyen una ayuda adicional o alternativa a los sistemas de guiado GPS, que ya son una realidad consolidada en nuestro sector agrícola.

Profundizando en la utilización de sensores en el cabezal de la picadora, también existen sensores ópticos que detectan el grado de madurez del forraje, como el sistema AutoScan de Krone (**foto 7**) y, en función del mismo, regulan la longitud de picado entre los márgenes preestablecidos al inicio del trabajo de forma que la longitud de picado del forraje más verde es mayor (12-20 mm) que la longitud de picado del forraje más seco (5 - 9 mm) para así conseguir una mejor compactación.

Existen cabezales específicos para labores alternativas a las relacionadas con el picado del forraje como es el caso de la recolección y picado de biomasa con fines energéticos. Un ejemplo se muestra en la **foto 8**.

Sistema de alimentación

El sistema de alimentación se basa en parejas de rodillos dispuestos en serie (**figura 1**) que permiten un alimentado continuo del elemento picador. Los rodillos están articulados de forma que se pueden desplazar en función de la cantidad de forraje que entra. Su velocidad de giro se puede regular siendo un parámetro fundamental que condiciona la capacidad de trabajo de la máquina y la longitud de picado del forraje. La velocidad de giro debe ser tal que se consigan velocidades de alimentación tangenciales entre 0,6 y 1,4 m/s. La velocidad de alimentación y la sección del canal de alimentación son parámetros clave del diseño de la máquina pues condicionan la capacidad de trabajo de la cosechadora.

El sistema de alimentación presenta la posibilidad de giro en sentido inverso de los rodillos, y puede incorporar un detector de metales en el primer rodillo inferior y sistemas de detección de cuerpos extraños como piedras.

Es muy importante conocer como interactúan entre sí los parámetros que condicionan el trabajo de las picadoras de precisión. En este sentido, la velocidad de avance de la máquina y su anchura útil de trabajo determinan la capacidad de trabajo (hectáreas cosechadas por hora) que será lo más alta posible, es decir, trabajaremos a la máxima velocidad de avance de la máquina compatible con una calidad de picado óp-



Foto 8. Cabezal para la recogida de biomasa. Documentación Krone.



Foto 9. Picadora autopropulsada Katana 65 de Fendt.



Nueva LEXION.

Va por delante.



Una máquina exitosa, ahora todavía mejor.

Las cosechadoras de CLAAS de altas prestaciones toman ahora un nuevo camino, inspirado por nuestros clientes, cuyas expectativas son nuestra motivación para alcanzar la excelencia en nuestros productos.

El resultado, la nueva LEXION.

lexion.claas.es

CLAAS



tima. Dicha capacidad de trabajo debe ser acorde con la velocidad de alimentación del elemento picador para que todo el producto que es segado o recogido por el cabezal de la máquina pueda ser procesado adecuadamente. Si el sistema alimentador no es capaz de transferir al dispositivo de picado todo el producto que recibe se producirán atascos y, para evitarlos, se tendrá que aumentar la velocidad del sistema de alimentación o reducir la velocidad de avance de la máquina. Por lo tanto, la velocidad de alimentación al sistema picador debe ser regulada de forma que todo el forraje que recibe el sistema de alimentación desde el cabezal de siega o recogida sea transferido al órgano picador, cuya velocidad de rotación también debe ser regulada en función de la longitud de picado requerida.

Los parámetros que caracterizan estas regulaciones se ilustran en las ecuaciones 1 y 2 que permiten obtener la capacidad de procesamiento de una picadora (t/h) en función de las condiciones de trabajo en parcela, de la densidad del forraje y de la regulación de la máquina. Igualando dichas fórmulas se obtiene, por ejemplo, la relación que debe existir entre la velocidad de avance de la máquina y la velocidad de alimentación del sistema picador.

Ecuación 1.

$$C_p \text{ (t/h)} = 0,36 \cdot V_{\text{alimentador}} \text{ (m/s)} \cdot S \text{ (cm}^2\text{)} \cdot \delta \text{ (t/m}^3\text{)}$$

Ecuación 2.

$$C_p \text{ (t/h)} = 0,1 \cdot V_{\text{avance}} \text{ (km/ha)} \cdot a_u \text{ (m)} \cdot R \text{ (t/ha)}$$

C_p = capacidad de procesamiento de la picadora, en t/h.

$V_{\text{alimentador}}$ = velocidad lineal del sistema alimentador, en m/s.

S = sección del canal de alimentación, en cm^2 .

δ = densidad del forraje picado, en t/m^3 .

V_{avance} = velocidad de avance de la máquina, en km/h .

a_u = anchura de trabajo útil de la máquina, en m.

R = rendimiento del cultivo, en t/ha.

Dispositivo picador

El dispositivo picador puede ser de dos tipos: volante picador y tambor picador (**figura 1**). Los dispositivos de volante picador no se utilizan en las picadoras autopropulsadas y son específicos de las picadoras arrastradas y estáticas. Su aspecto es el de un volante de gran diámetro (**cuadro I**) y pequeña anchura (15 a 20 cm). La parte activa está constituida por cuchillas

FIGURA 1.
Sistema alimentador-picador-conductor del forraje.



llas (entre dos y doce) y paletas dispuestas radialmente. Las primeras aseguran el seccionamiento del forraje aportado por los rodillos de alimentación, siendo ayudadas por una contracuchilla. Las paletas, dispuestas transversalmente, crean una fuerte corriente de aire que transporta el forraje picado hacia su salida.

El tambor picador, utilizado en las cosechadoras autopropulsadas, es un cilindro (**cuadro I**) que dispone en su periferia de cuchillas continuas (rectas o helicoidales) o segmentadas (tambores multicuchilla) ocupando cada cuchilla en este último caso 1/4 ó 1/2 de la anchura del tambor (**figura 1**). La tendencia de los fabricantes es disponer de tambores de anchuras elevadas que garantizan una gran capacidad de trabajo. Como ejemplo, la nueva picadora Kataña 65 de Fendt (**foto 9**) que dispone de un tambor picador de 72 cm de anchura. En los tambores de cuchillas continuas, éstas se disponen oblicuamente, evitando de este modo realizar el corte simultáneamente a lo largo de la contracuchilla a fin de conseguir un esfuerzo más regular (algunos estudios muestran que los tambores con cuchillas rectas consumen hasta un 20% más de potencia que los de cuchillas dispuestas helicoidalmente). Los tambores multicuchilla pueden disponer las cuchillas paralela u oblicuamente a las generatrices del tambor. La forma de las cuchillas varía en función de que el tambor actúe como elemento lanzador (cuchillas curvadas) o simplemente como elemento picador (forma helicoidal o en ángulo entre filo y

amarre). Existen sistemas de autoafilado automático de las cuchillas del tambor. Dependiendo del diseño, el tambor gira hacia delante o en sentido inverso durante el afilado. Este tipo de picadoras pueden disponer rodillos aplastadores de grano (**figura 1**) colocados a continuación del tambor picador que actúan fragmentando los granos de maíz para facilitar su asimilación por el ganado. Algunos fabricantes han desarrollado sistemas versátiles para que la picadora pueda adaptarse rápidamente a la recolección de diferentes cultivos, de forma que los rodillos aplastadores de grano son desplazables como en el sistema VariFlow de New Holland. Así, cuando no se recolecta maíz, los rodillos se pueden retirar del sistema de flujo del forraje reduciendo así la distancia entre el tambor picador y el ventilador de transporte del forraje.

Una vez picado, el forraje es transferido al sistema de conducción que se encarga de depositarlo en un remolque o camión. El movimiento del forraje puede ser producido por el propio sistema picador (habitual en el caso de que dicho sistema sea de volante picador que suele incorporar unas paletas de ayuda) o por un soplador (ventilador) (**figura 1**) colocado tras el sistema de picado (habitual en el caso de tambores picadores) que, girando a 800-1.800 rpm, provoca una velocidad de avance del forraje de entre 38 y 48 m/s.

Sistema de conducción en carga

A la salida del elemento picador o del soplador se sitúa el sistema de conducción en carga, constituido por una conducción vertical (**figura 1**) que concluye en un gran "cuello de cisne" o tubo de descarga, en arco de círculo con radios de giro regulables entre 200 y 360° para facilitar la carga del forraje. Las cosechadoras autopropulsadas, al ser máquinas con mayores prestaciones, suelen incorporar sensores ópticos basados en tecnología NIR en el tubo de descarga para la estimación del contenido en humedad del producto ya picado. Un ejemplo de este sistema es el sensor HarvestLab de John Deere que mide la humedad del producto. En base a dicha humedad también se puede modificar en continuo la longitud de picado del forraje con un criterio similar al descrito cuando se han comentado los sensores de madurez ubicados en los cabezales de siega. ●