

# ALIMENTAMOS TUS GANAS DE CRECER.

SOLUCIÓN DE GANADERÍA Y FORRAJE



Cuando elegís John Deere elegís mucho más que un equipo. Elegís soluciones a la medida de tus necesidades. Nuestra Solución de Ganadería y Forraje une tecnología, posventa, repuestos, financiación, entrenamiento y el respaldo de una red de concesionarios especializados.

Conocela en tu concesionario John Deere.



## 13 Picadoras



*La maquinaria autopropulsada utilizada en Argentina para realizar el picado, en su mayoría es la misma ofrecida en el mercado mundial, lo cual refleja claramente la alta tecnología que estamos utilizando para elaborar este tipo de forraje conservado.*

El parque actual de autopropulsadas pica el 92 % de la superficie destinada a silaje en Argentina y se compone de 967 máquinas, de las cuales el 62 % (605 picadoras) poseen menos de 10 años de antigüedad y el 25 % (238 máquinas), menos de 5 campañas trabajando (ver capítulo 2).

Dada la gran cantidad de hectáreas que es necesario trabajar para amortizar una picadora autopropulsada, los principales usuarios de estos equipos son contratistas prestadores de servicio, que en promedio trabajan una 2000 ha/campaña (700 h).

En los últimos años las picadoras incorporaron una serie de equipamiento hidráulico-electrónico, como así también hardware que conectados a actuadores (con software específicos), permiten la automatización del funcionamiento, mantenimiento y regulación de las picadoras en el campo.

En cuanto a las máquinas picadoras de arrastre, el parque actual posee 400 máquinas activas, las cuales son modelos de 2 o 3 hileras, traccionadas por tractores de 100 a 120 hp que poseen una capacidad promedio de 200 ha diarias; logrando procesar unas 45 t MV/h. Este tipo de máquinas permitió difundir el silaje en nuestro país, pero fue desplazada por las autopropulsadas y hoy encuentra su mayor demanda en regiones extra-pampeanas.

En este capítulo se realizará una descripción de las funciones básicas y principales características y evoluciones que poseen los equipos autopropul-





**Figura 13-1** Distintas alternativas para equipar a picadoras. Cabezal de cuchillas corta rotantes para picar maíz y sorgo, cabezal pick-up para cultivos que necesitan pre-oreo como alfalfa y cereales de invierno cortado en hoja bandera, cabezal de discos para picar cereales de invierno con grano pastoso y cabezal maicero para realizar earlage.

sados de nueva generación. Toda la información sobre los distintos equipos de arrastre, está disponible en la primera edición del manual de forrajes conservados publicado en el año 2008 y disponible en <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/pdfs/forrajes.asp>

## 1. Características técnicas de una picadora autopropulsada de actual generación

### 1.1 Cabezal de corte. Diferentes tipos de cabezales para la cosecha del forraje disponibles en una máquina autopropulsada

- Cabezal de cuchillas circulares contrarrotantes.
- Cabezal de corte directo.
- Cabezal recolector de pasturas andanadas.
- Cabezal de recolección de espigas de maíz.

La transmisión para el cabezal puede ser de tipo mecánica, mecánica con carga variable del cabezal o bien hidráulica. Los modelos actuales poseen un sistema de acople rápido (Figura 13-1).

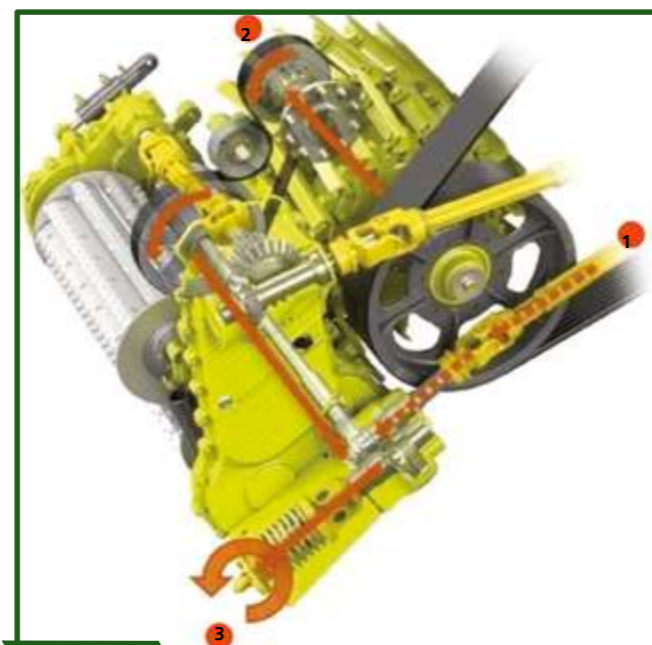
Las transmisiones de accionamiento mecánico toman movimiento de un mando principal y desde allí es distribuido a cada uno de los rotores, los cuales cuentan con cajas individuales con embragues independientes. Este tipo de transmisiones suelen trabajar con un régimen de revoluciones constante, conectado con un embrague de correas al acoplamiento rápido. La mecánica con carga variable es para uso con cabezal de discos o con un cabezal maicero, y su accionamiento también es mecánico con el eje del tambor de cuchillas y trabaja con un régimen de revoluciones constante.

Las máquinas de nueva generación trabajan con una transmisión hidráulica, la cual posee la ventaja de ser variable y ofrecer siempre un flujo ópti-

mo entre el cabezal y rodillos de alimentación. La transmisión hidráulica variable ofrece una adaptación automática del régimen de revoluciones, que trabaja asociada al sistema automático de largo de corte, dado que uniformiza el flujo de material que está ingresando a la picadora. Así, por ejemplo, cuando entramos a un lote que posee un manchón de sorgo de Alepo, el cabezal automáticamente varía las rpm para uniformizar el flujo de material que ingresa a los rodillos (Figura 13-2).

#### Cabezal con cuchillas contrarrotantes

Este tipo de cabezal cuenta con un sistema de corte y recolección simultáneo, constituido por rotores con cuchillas circulares, dentadas, divididas en secciones para favorecer su recambio, las que permiten cortar cualquier tipo de material en pie, ya sea maíz, sorgo y hasta pastura de gramíneas. Este modelo presenta discos, con cuchillas que trabajan en un mismo sentido pero a velocidades di-



**Figura 13-2** Distintos tipos de transmisión del cabezal: Transmisión hidráulica (1), transmisión mecánica (2) y detalle de acople rápido (3)



**Figura 13-3** Cabezal de cuchillas contra-rotantes de surcos independientes, presenta la versatilidad de adaptarse a cualquier distanciamiento entre hileras de siembra e incluso cortando en sentido perpendicular a ellas.

ferenciales a los platos superiores, que hacen de alimentadores. Los cabezales toman movimiento de un mando principal y desde allí es distribuido a cada uno de los rotores, los cuales cuentan con cajas individuales con embragues independientes (Figura 13-3).

Parte de la versatilidad de estos cabezales es la independencia del distanciamiento entre hileras de siembra e incluso cortando en contra del surco, reduciendo las distancias recorridas por los camiones o carros transportadores, mejorando la eficiencia de trabajo y disminuyendo el tiempo de llenado del silo.

#### Cabezal de corte directo

Este tipo de cabezal se compone de discos con cuchillas cortas, similar al de una segadora (ver capítulo 6), la cual entrega el forraje a un sinfín y de allí a los rodillos alimentadores del rotor picador.

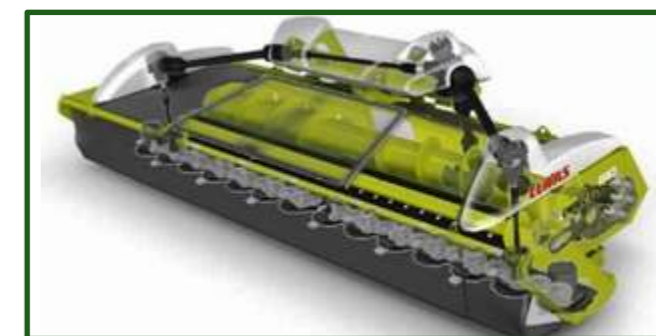
Es muy utilizado para la confección de silaje de cereales de invierno picados en grano lechoso y para cuando se desea hacer suministro directo del forraje con picadoras autopropulsadas. No debe ser utilizado bajo ninguna circunstancia para realizar silaje de alfalfa, ni de soja ni de cereales de invierno cortados en hoja bandera (Figura 13-4).



**Figura 13-4** Picadora equipada con cabezal de corte directo



**Figura 13-5** Cabezal de corte directo con discos y molinete captador que entregan el forraje a un sinfín y de allí a los rodillos alimentados de la picadora.



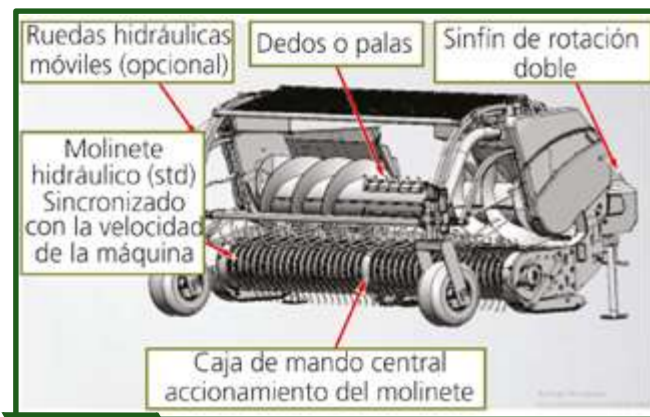
**Figura 13-6** Cabezal de corte directo con discos y sinfín alimentador (sin molinete), que entrega el material a los rodillos alimentados de la picadora.

#### Cabezal recolector de pasturas andanadas

Estos cabezales poseen un recolector con dedos de acero y un sistema de copiado de altura similar al descrito en las rotoenfardadoras del capítulo de henificación, que recogen el material previamente cortado, acondicionado e hilerado, para entregarlo al sinfín y de allí a los rodillos alimentadores.

Es conveniente que el diámetro de este recolector sea reducido para facilitar un ingreso más fluido del material, disminuyendo el desprendimiento de hojas del material a picar, con lo que se incrementa la calidad del silaje.





**Figura 13-7** Esquema de cabezal de recolección de pasturas preoreadas, con cilindro acompañador del ingreso del material levantado por los dientes de recolección y un sinfín de alimentación con dedos retráctiles en el centro.

También existen máquinas que poseen un sistema de copiado, que le permite al conjunto del cabezal recolector más los rodillos alimentadores, pivotar sobre el eje de rotación del cilindro picador logrando una alimentación más directa y uniforme de la máquina, disminuyendo el riesgo de atoramientos y las variaciones en el flujo de alimentación, mejorando la calidad de picado y optimizando la utilización de la potencia.

Los diseños de recolector deben contemplar la característica de minimizar la utilización de los rastrillos y por ello se ofrecen en el mercado diferentes anchos de los cabezales de recolección. Esto se debe a que, dependiendo del ancho de corte, se puede recoger dos hileras en forma simultánea, sin necesidad de usar rastrillos. Los mayores anchos que se están ofreciendo en este momento son de hasta 6 m.

Es importante que el recolector ofrezca la posibilidad de variar la velocidad de giro, para poder coordinarlo con la velocidad de avance de la máquina, como lo ofrecen las máquinas con transmisión hidráulica.

Para tal efecto se debe considerar el diseño y diámetro del sinfín que transporta el material hacia la garganta del embocador, para asegurarse que el mismo tendrá suficiente capacidad de trabajo como para que permita un incremento en el caudal de entrada del forraje.

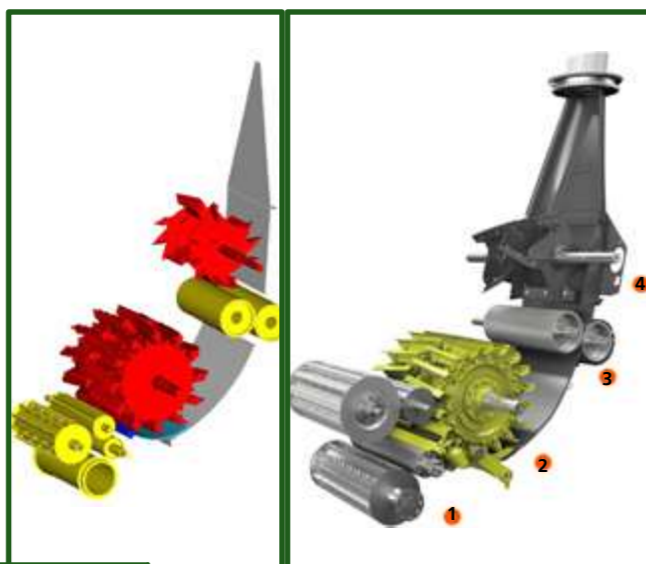
Dentro de los diseños de sinfín, es importante destacar los modelos que cuentan con dedos retráctiles en la sección central (Figura 13-8), para forzar la carga del material hacia la unidad de alimentación, aumentando de esa forma la capacidad de recolección.



**Figura 13-8** Detalle de cabezal recolector pick-up de una picadora John Deere Serie 8000.

## 1.2 Unidad de picado

Está compuesta por el sistema de alimentación, el rotor picador propiamente dicho, el mecanismo partidor de granos y la unidad de lanzamiento, que elevará el forraje hasta la descarga (Figura 13-9)



**Figura 13-9** Detalle de componentes de la unidad de picado de distintas marcas de picadoras. Todos se componen por rodillos alimentadores (1), rotor picador (2), quebrador de grano que puede estar activado o desactivado (3) y sistema expulsor (4).



**Figura 13-10** Detalle de los 4 rodillos de alimentación del rotor picador. Los dos superiores son los encargados de subir o bajar según la cantidad de material que esté ingresando a la máquina, mientras que los dos inferiores son fijos.

La capacidad de picado de una máquina estará en función del ancho del rotor picador, determinado también por la sección de la garganta del embocador, el número de cuchillas de corte y la velocidad de giro del rotor. Sin descontar el mantenimiento del filo de las cuchillas y el ajuste de la contracuchilla, para lograr un corte neto.

### 1.2.1 Alimentación

Esta unidad se encarga de que al rotor picador llegue una capa uniforme de material firmemente sujeto, para evitar desgarros en el forraje al momento del corte, disminuyendo de esta forma el consumo de potencia e incrementando la calidad final del material picado. Estas funciones del sistema de alimentación, son realizadas por 4 rodillos horizontales que actúan de a pares (dos superiores y dos inferiores) y que poseen diseños diferentes de acuerdo a sus funciones. Los delanteros o exteriores toman el material del recolector o del sinfín (según tipo de cabezal), entregándolo a los traseros o interiores, que son los que controlan la entrada al cilindro picador, para que el material sea alcanzado por las cuchillas (Figura 13-10).

Una de las formas de modificar el tamaño de picado, es cambiando la velocidad de los rodillos alimentadores o variando el número de cuchillas del rotor picador. Con una mayor velocidad en los rodillos alimentadores se logrará un mayor tamaño de picado, porque entra un caudal de material mayor por unidad de tiempo. La velocidad del rotor picador no varía, haciendo que el forraje avance una distancia mayor, con el paso de cada una de las cuchillas.



**Figura 13-11** El material ingresa a los rodillos y estos producen una compactación previa constante del mismo mediante el trabajo combinado de cilindros de tiro (1), muelles helicoidales (2), un amortiguador hidráulico (3) y rodillos de preensado dirigidos radialmente (4) que permite que la distancia entre estos rodillos y el rotor picador sea siempre constante. Este sistema permite realizar una compactación independientemente de la altura de la capa, o sea del rendimiento que esté teniendo el cultivo. A su vez, genera un reparto homogéneo de la fuerza de compactación previa, con el amortiguador hidráulico.

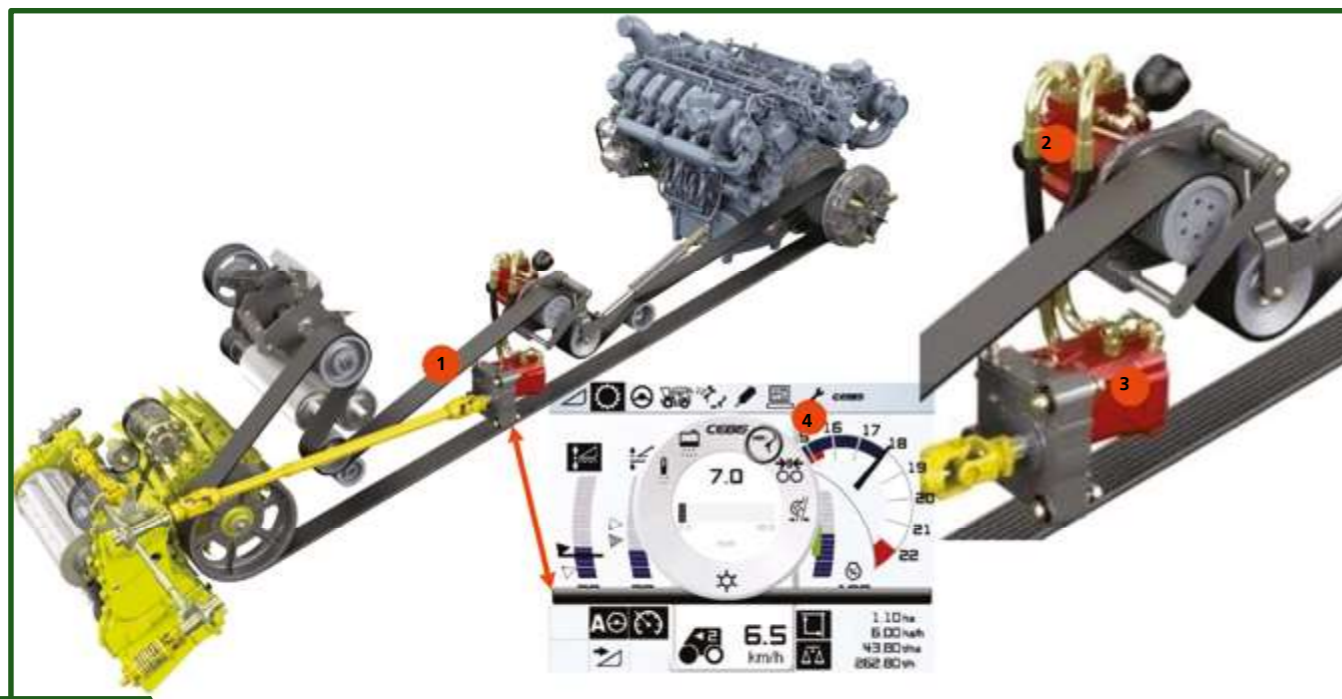
Existe actualmente, un sistema inteligente que permite regular automáticamente la longitud de corte en función del contenido de humedad, combinando su detección en tiempo real con los parámetros predefinidos de largo de corte. Dicho sistema, le pide al operador establecer una longitud de corte teórica mínima y una máxima, de esta manera calculará el porcentaje de cambio de la longitud de corte, en función de la humedad.

Este sistema permite ajustar los largos de corte teóricos en segmentos de 0,5 mm (punto 4 en Figura 13-11), posibilitando ajustar automáticamente el largo de corte según variación de la MS y posee una aplicación directa con la cual se puede hacer variar el régimen de revoluciones del motor para mantener siempre constante el largo de corte (Figuras 13-12 y 13-13).

### Sensor de Humedad

Informa en tiempo real en el monitor de la cabina, el valor instantáneo y promedio de humedad. Este sensor va montado en el sistema de descarga de la picadora y viene calibrado para maíz y pasturas (Figura 13.14).

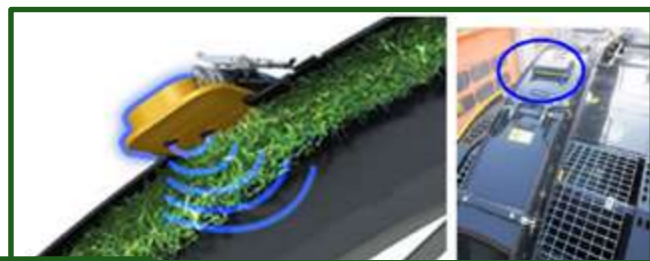




**Figura 13-12** Detalle de sistema de ajuste automático de Claas Jaguar denominado Confort Cut el cual trabaja integrado al accionamiento principal (1), a la bomba hidráulica variable (2) y un motor que en las máquinas de nueva generación también es variable (3).



**Figura 13-13** Sistema de regulación automática de longitud en función de MS. Permite ajustar el largo de corte automáticamente dependiendo del nivel de MS que le indica el sensor de humedad. En las máquinas Claas Jaguar la variación máxima del largo de corte de referencia +/- 3 mm en maíz.



**Figura 13-14** jirafa en el modelo FR 600 de New Holland.

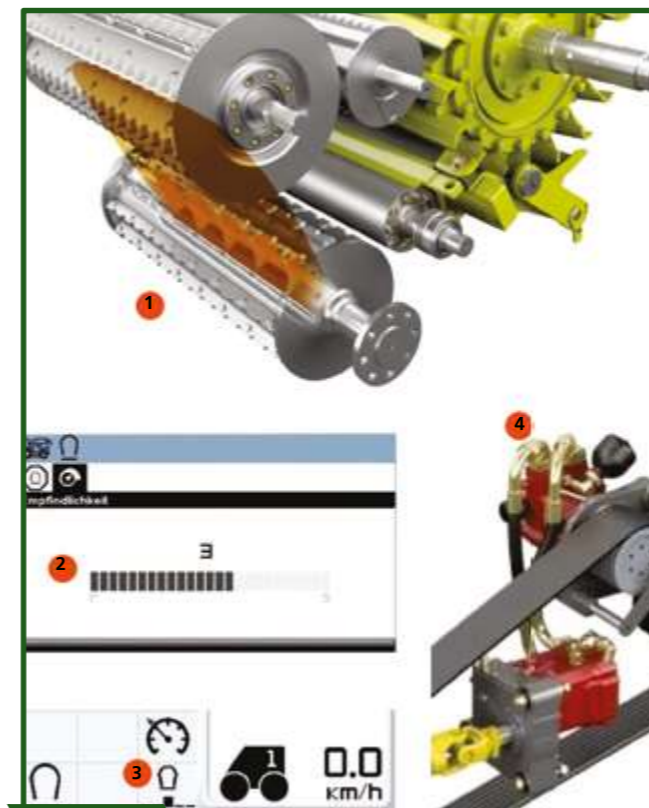
### Detector de metales

Es parte del sistema de alimentación y está constituido por un mecanismo electromagnético, que se activa al ingresar un cuerpo metálico extraño a los rodillos de alimentación. Este mecanismo detiene

el funcionamiento del cabezal (maíz o pasturas) y de los rodillos alimentadores en forma inmediata, evitando el ingreso del metal a la unidad de picado y por consiguiente la posibilidad de roturas severas. Una vez que se detiene la alimentación (por el detector de metales), se acciona desde el interior de la cabina o del monitor de control en las máquinas de arrastre un interruptor, que invierte el sentido de alimentación, eliminando el forraje que aloja el metal. El operador puede ajustar la sensibilidad del sistema, a diferencia de cuando se trabaja con maíz y sorgo en la recolección de pasturas, este tipo de dispositivos es esencial para preservar el cuerpo picador de la máquina (Figuras 13-15 y 13-16).



**Figura 13-15** Indicador de la sección en la que fue detectado el cuerpo metálico. Modelo FR 600 New Holland.



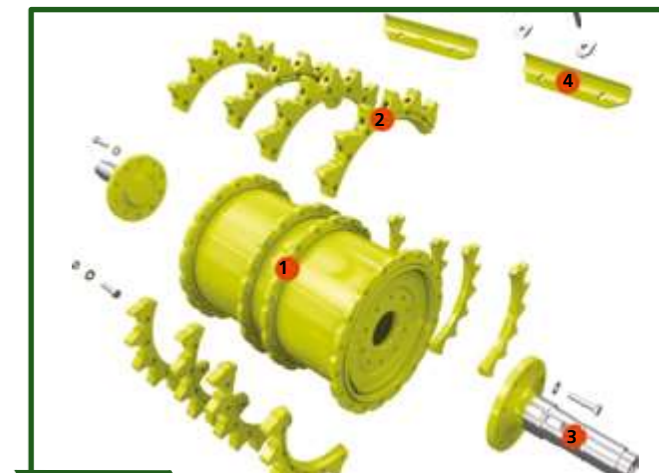
**Figura 13-16** Detector de metales compuesto por 5 bobinas magnéticas (1) con sensibilidad ajustable de 1 a 5 (2) y que indica la localización en el monitor de la máquina (3). Al detectar el metal, requiere realizar una parada rápida para invertir el giro de la bomba hacia atrás (4).



**Figura 13-17** Detalle de rotor picador con distinto número de cuchillas. Las cuchillas colocadas en forma de V permiten un corte que ahorra fuerza y permite realizar una entrega centrada del material picado. Las cuchillas luego del corte son las encargadas de realizar el transporte.

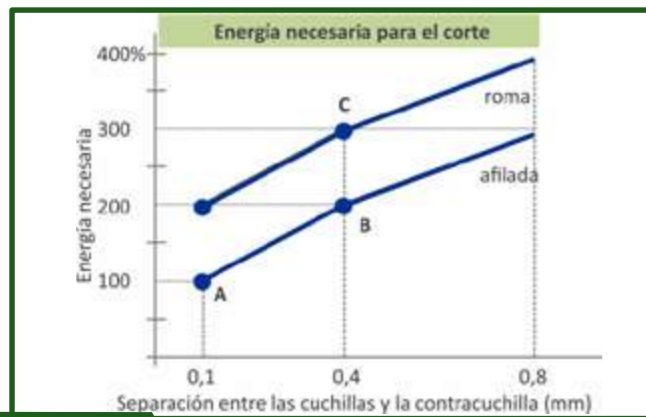
### 1.2.2 Rotor picador

Los cuerpos de picado han ido evolucionando en su diseño para lograr una buena uniformidad de corte, tratando de que la longitud teórica, sea similar al tamaño de partícula que realmente se obtiene. A su vez se busca lograr un corte neto (sin extremos desiguales o rasgados), debido a que esto influye en la facilidad de movimiento del fo-



**Figura 13-18** Los rotores poseen una construcción modular, donde todos los componentes pueden ser sustituidos individualmente. Los cuales son: Cuerpo base (1), Estrellas del cilindro en segmentos (2), Brida de accionamiento (3) y Cuchillas (4). Un detalle es que las cuchillas se montan con solo 2 tornillos para un fácil recambio.





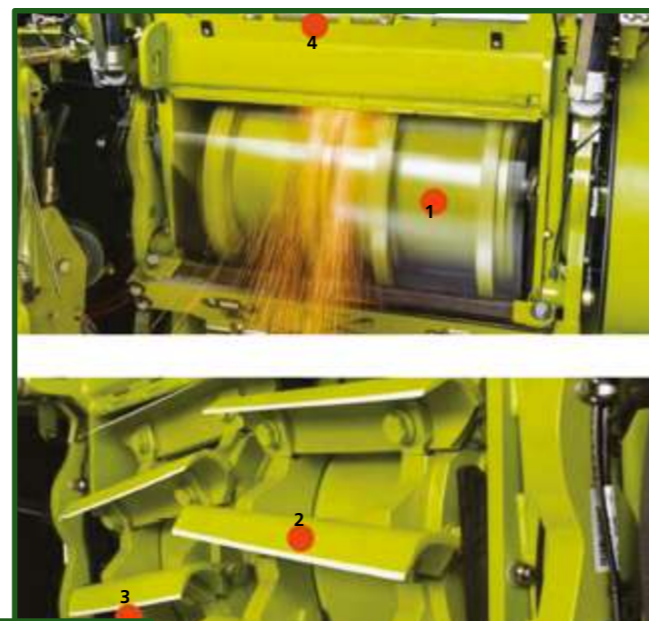
**Figura 13-19** Aumento del consumo de energía, por falta de afilado o arrimado de contracuchilla (New Holland - Accucut Sistem, año 1996).



**Figura 13-20** Detalle de las cuchillas colocadas en V (1) y detalle de Cuchillas colocadas en V en combinación con una fase de entrada en la contracuchilla (2) que es el lugar donde se produce el corte. Cuchillas en forma de pala (3+4) que permite un eficiente transporte del material una vez que fue cortado contracuchilla. Cuchillas universales (3) y cuchillas específicas de maíz (4).

raje al momento de la expulsión, disminuyendo el consumo de potencia utilizada por la turbina o soplador, además de facilitar la descarga de los acoplados y la compactación del silo (Figura 13.17).

Un punto a tener en cuenta es que cuando se utilizan pocas cuchillas en el rotor, el esfuerzo de corte se hace mayor, ya que es más difícil mantener el momento de inercia y los esfuerzos puntuales se incrementan. Es por ello que para variar el tamaño de corte, siempre se debe evitar quitar cuchillas del rotor picador, haciéndolo solo desde las regulaciones permitidas por los rodillos de alimentación (Figura 13.18). Es posible además, cambiar las cuchillas de acuerdo al tipo de forraje que se está picando, teniendo disponibles cuchillas específicas para maíz o para pasturas, dándole mayor

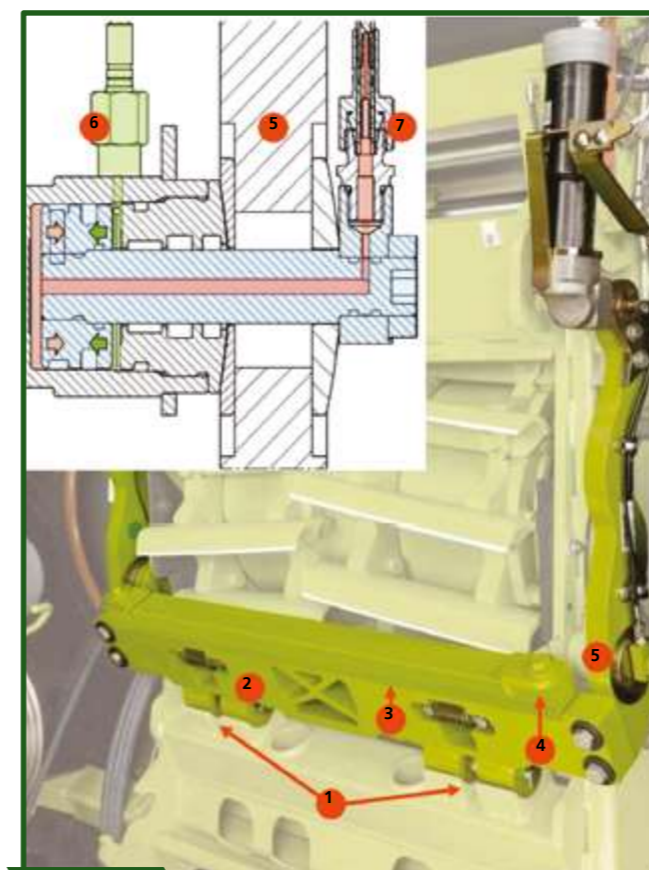


**Figura 13-21** Proceso de afilado con marcha hacia adelante (1). Las principales ventajas que ofrece este nuevo sistema es que la recepción del calor la recibe en el dorso de la cuchilla (2) y no en el filo, no hay grietas de afilado en el canto de corte (3), la piedra de afilado (4) no se cristaliza y no se requieren accionamientos adicionales para invertir el tambor de cuchillas, pero lo fundamental es el ahorro de tiempo, ya que no se requiere invertir el rotor.

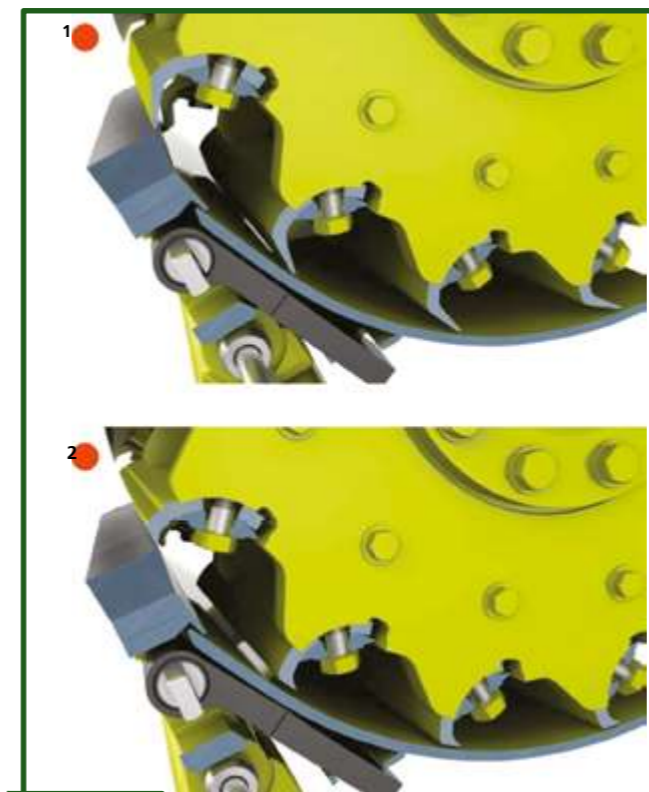
duración al filo de las mismas y por lo tanto siendo más eficientes en el mantenimiento y capacidad de trabajo del equipo (Figura 13.20). Recordar que mantener el filo de las cuchillas y una correcta distancia con la contracuchilla; reduce el consumo de combustible, aumenta la capacidad de trabajo, disminuye las pérdidas por efluentes debido a menor ruptura de paredes celulares y mantiene uniforme el tamaño de picado (Figura 13.19).

Tener en cuenta que no existe una receta fija para la frecuencia de afilado de cuchillas, las cuales se deben hacer siempre que se observe falta de prolijidad en el corte y picado. A su vez se debe considerar que es preferible realizar varios afilados durante el día con menos pasadas de piedra, que un afilado prolongado una o dos veces al día. De esa manera, se mantiene la calidad de trabajo, se conserva la vida útil de la cuchilla, contracuchilla y piedra de afilar, además de tener un ahorro en el consumo de combustible (Figura 13-21). Uno de los factores que aumentan la vida útil de las cuchillas, logrando mayor calidad en el filo y menor desgaste, es el proceso de afilado. Estos sistemas permiten afilar las cuchillas y ajustar la contracuchilla, mediante un mando hidráulico desde la cabina donde, durante el ciclo de afilado, el picador invierte su movimiento y la piedra de afilar integrada renueva el filo de las cuchillas.

En las máquinas de nueva generación no es necesaria la inversión en el sentido de giro del rotor



**Figura 13-22** Sistema de ajuste tangencial de la contracuchilla: soporte en dos puntos de giro (1), yunque (2), listón sándwich (3), contracuchilla en forma de trapecio(4), palanca de ajuste con fijación hidráulica (5), fijada (6, verde), suelta (7, rojo).



**Figura 13-23** Detalle de dos situaciones que requieren distintos ajuste: estado de cuchillas 100 % nuevas (1) y estado de cuchillas desgastadas (2).

picador, dado que el proceso de afilado se realiza con marcha hacia adelante.

### Contracuchilla

Este elemento soporta la misma presión de trabajo que todo el conjunto de cuchillas móviles y por ello se le debe prestar especial atención, para mantener la eficiencia de trabajo de la unidad de picado. La posibilidad de utilizar todas las caras en el corte y la separación con las cuchillas, son factores que ayudan a mantener la calidad del corte. De la misma manera que existen cuchillas específicas para cada tipo de forraje a picar, también ocurre con las contracuchillas (Figura 13-22). Es de vital importancia mantener ajustada la distancia entre cuchillas y contracuchilla, de esa forma se reduce el consumo de potencia, se retarda el desgaste de las cuchillas y se logra un corte neto y más uniforme (Figura 13-23).

### 1.3 Mecanismo procesador de granos

Este equipamiento consiste en dos rodillos acanalados que se encuentran entre el cilindro picador y la unidad de lanzamiento o expulsión, cuya función es de quebrar y procesar los granos de ciertos cultivos como maíz y sorgo principalmente. Poseen una velocidad de giro diferencial del 20 % entre uno y otro, pero además cambiando poleas se puede hacer que esta diferencia de velocidad sea



**Figura 13-24** Detalle de rodillos quebradores de grano. El principio de funcionamiento de este mecanismo es con un perfil dentado contrapuesto (1) de los dos rodillos, los cuales trabajan a diferentes régimen de revoluciones (2) generando un efecto de fricción entre ellos. Entre ambos rodillos existe una grieta ajustable en milímetros (3).





Figura 13-25 Vista general y parcial del cracker (con detalles de sus estrias) para cultivo de sorgo que utiliza la picadora Gomselmash FS80.

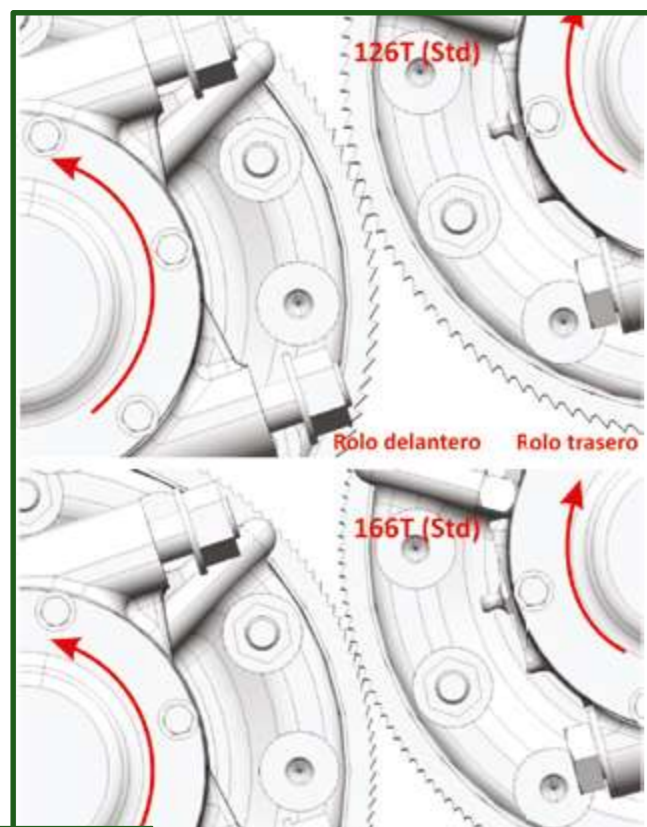


Figura 13-26 Diferentes diseños de rodillos que pueden ser cambiables, para permitir el quebrado del sorgo. T (dientes).

de 10 % o de 50 %. De esta forma se puede lograr una mayor o menor agresividad de procesado, según se trabaje sobre un grano más lechoso o más ceroso respectivamente, a los fines de mejorar su aprovechamiento a nivel ruminal (Figura 13-24).

En el caso de trabajar en sorgo, existe para este cultivo un modelo específico de procesador de granos que se diferencia porque cada rolo cilíndrico acanalado posee un diámetro de 250 mm, 100 dientes y trabajan con una velocidad diferencial del 20 %, a diferencia de los quebradores de granos de maíz donde el diámetro de los rolos es de 196 mm, 80 dientes y con una velocidad diferencial del 30 % (Figura 13-25).

Las modificaciones realizadas en los procesadores para sorgo están hechas con el objetivo de incrementar el área de contacto.

New Holland ofrece para su modelo FR600 un quebrador de granos para maíz que presenta rolos estándar de 126 dientes, pero existe una alternativa con 166 dientes que trabajan en forma eficiente con el grano de sorgo (Figura 13-26).

El procesador de grano debe estar activado para trabajar sobre maíz o sorgo y desactivado para trabajar con pasturas o cereales de inviernos.



Figura 13-27 Configuración para trabajo sobre pasturas (izquierda) y para picado de maíz/sorgo con procesado de granos (derecha). Fuente New Holland.



## Orgullo de ser grandes

Orgullo de ser CLAAS

#MiMáquinaYyo

**CLAAS**

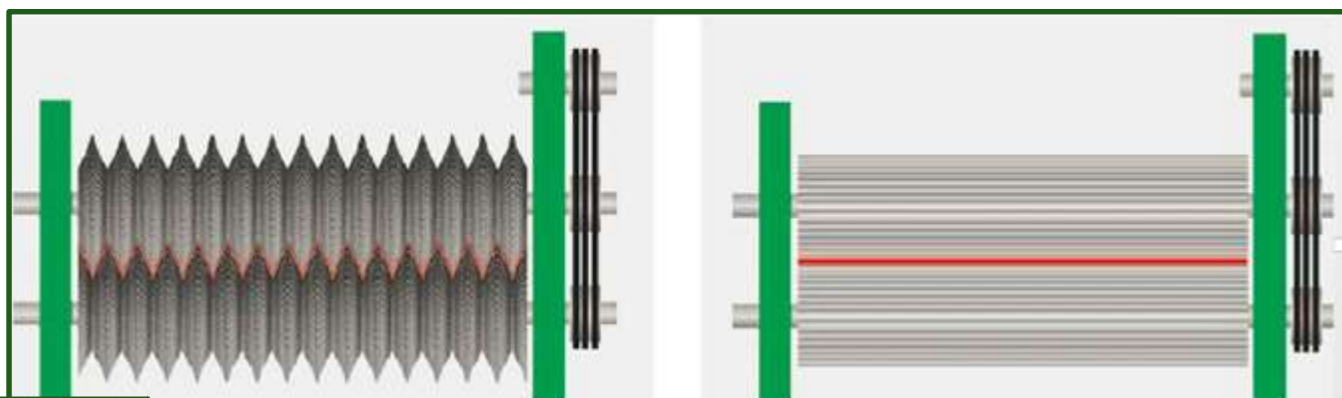
smartfarming.com.ar  
claas.com

f y t | Comparti tu orgullo en nuestras redes





**Figura 13-28** Sistema de procesadores KernelStar que equipa la picadora John Deere 8000 y detalle de material picado con alto % MS donde se observa un correcto quebrado de los granos pero donde la fibra no está lacerada.



**Figura 13-29** Procesador de grano KernelStar con ancho de trabajo de 1755 mm (izquierda) y Sistema de procesador de grano tradicional con ancho de trabajo de 650 mm (derecha).

En este último caso, la posición del soplador se sitúa 20 cm más cerca del picador, lo que según datos de fábrica permite ahorrar hasta 40 hp de potencia (Figura 13-27).

### 1.3.1 Procesador de grano acanalados

Como se desarrolló en el capítulo 10 de silajes de maíz y sorgo, la tendencia hacia la producción de silajes energéticos, con mayor porcentaje de MS y con granos con endosperma ceroso, está siendo acompañada por la llegada de nuevas tecnologías que incrementan la capacidad de quebrado de los granos sin modificar tanto la capacidad de trabajo como el consumo de combustible de la picadora.

Un ejemplo es la tecnología, KernelStar presentada por la firma John Deere, que consiste en reemplazar los tradicionales crackers de rodillos acanalados por dos rolos con forma de platillos cónicos ranurados, con los cuales se incrementa la superficie de contacto permitiendo trabajar con mayor agresividad sobre el material, aumentando de esta forma el quebrado de los granos (Figura 13-28).

KernelStar se basa en un diseño de disco biselado que permite un tratamiento más intensivo del gra-

no, que por su diseño de discos de forma cóncava con aletas radiales, que se ajustan exactamente entre sí, se incrementa prácticamente tres veces más a la superficie de contacto. Los procesadores de granos convencionales tienen un ancho de trabajo de 650 mm, mientras que Kernel Star presenta una longitud de 1755 mm (Figura 13-29).

La empresa Gomselmash equipa en Argentina a su picadora Gomselmash FS 8060 con un sistema quebrador de granos que opera con platillos cónicos ranurados el cual también se adapta muy bien para trabajar con granos de endosperma duro, como el que presenta cualquier cultivo de maíz con más de 40 % MS, a la vez que pica indistintamente maíz o sorgo, y afectando en muy baja medida tanto la capacidad de trabajo como el consumo de combustible de la máquina picadora.

Estos nuevos diseños indican que la tendencia mundial está evolucionando para poder producir silajes energéticos y la importancia de no tener que realizar ningún cambio de rodillos para picar maíz o sorgo (Figura 13-30).

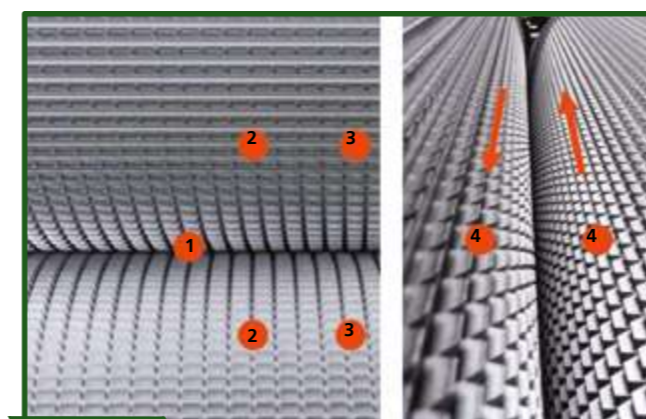


**Figura 13-30** Procesador de grano con las distintas configuraciones posible de rolos.

### 1.3.2 El Shredlage

El procesador de granos de la empresa Shredlage LLC. fue desarrollado en los Estados Unidos en septiembre de 2008 por sus socios fundadores, Ross Dale y Roger Olson, en busca de lograr un mejor partido de los granos y una mayor oferta de fibra efectiva, al momento de confeccionar los silos de maíz planta entera. Consiste en un procesador de granos cuyo diseño comprende dos rolos dentados y calados con 110 y 140 estrías dispuestas en forma transversal, respectivamente, los cuales giran a una velocidad diferencial entre ambos rodillos igual a 35 %, diferencia que es superior a la diferencia de velocidad observada entre estos en el cracker convencional, la cual es del 20 %.

La separación entre ambos rolos quebradores debe ser regulada de 2 a 3 mm, en cuanto al largo de picado la máquina debe ser regulada a un largo teórico (LTP) de entre 26 y 30 mm, valores que son superiores a los observados en el sistema tradicional, donde se busca un largo de fibra teórico de entre 15 a 20 mm (Figura 13-31).



**Figura 13-31** Vista de un procesador Shredlage que realiza un gran tratamiento sobre granos con endosperma duro debido a la agresividad que le confiere su medida de grieta (1), el apareamiento de dientes (2), el efecto fricción que genera la diferencia del régimen de revoluciones (3) y el diseño de ranura en espiral con contramarcha (4).

Esta innovación de la empresa Shredlage LCC fue instalada inicialmente en tres picadoras marca Claas en el año 2010 y luego en 11 máquinas más de la misma empresa durante el 2011. En el año 2012 se equiparon 49 máquinas, pero ya no solamente Claas sino también John Deere, New Holland y Krone dado que desarrollaron un kit específico que permite adaptarlo a cada modelo. Desde entonces su adopción creció en forma sostenida colocando estos procesadores a 300 máquinas durante el 2013 y otras 300 durante el 2014. Desde el año 2015 la licencia de estos quebradores fue adquirida por Claas, ofreciéndolo como opcional en toda su línea de picadoras Jaguar (Figura 13-32).

El objetivo de la implementación con que fue creado este nuevo diseño de procesador de granos fue lograr un mejor partido de Granos, dada la gran agresividad que produce sobre la fibra, al verse ésta más lacerada, obliga a incrementar el largo teórico de picado a 26 a 30 mm como se mencionó en párrafos anteriores para ofrecer un silo con fibra efectiva. Con esto se busca incrementar la digestibilidad del almidón y aumentar la fibra efectiva que ofrezca el silaje de maíz.

En la XVII International Silage Conference de 2015, se presentaron los resultados de los trabajos realizados por L. Ferrarretto y colaboradores, referidos a la utilización de Shredlage: realizaron una encuesta a 69 tambos de los estados de Minnesota, Wisconsin e Illinois de los Estados Unidos que utilizaban Shredlage desde hacía 4 meses hasta tambos que lo venían utilizando desde más de 3 años. Además se tomaron datos durante las etapas de picado y confección de los silos, relativos a las prácticas de procesado y extracción de los silos y lo concerniente al equipamiento usado.

También se tomaron muestras de material durante las etapas de extracción en los silos de estos es-



**Figura 13-32** Muestra de maíz con 51 % de MS recién picado en prueba a campo efectuada en INTA Manfredi con una picadora Claas Jaguar 950 equipada con procesador shredlage.



tablecimientos, para obtener datos del estado de calidad física y química del silo. La mayoría de los encuestados en la experiencia de Ferrarretto, no denuncian haber detectado cambios en la capacidad de trabajo de la picadora, ni mayor desgaste en los rotores (82 % de los encuestados), así como un 67 % de los mismos dicen no haber detectado cambios en el consumo de combustible de la máquina debido al uso del procesador para Shredlage, mientras que un 30 % de los mismos hablan de un aumento en el consumo de combustible al realizar Shredlage.

Aunque sería lógico que el mayor tamaño de pica-do utilizado en la técnica del Shredlage, provoque una disminución en la capacidad de compactado del silo, solo un 4 % de los relevados por Ferrarretto en su experiencia reportan haber detectado una disminución en la compactación de sus silos, contra un 51 % de los encuestados que reportan haber incluso aumentado la compactación de sus silos al usar Shredlage. Esta percepción de un aumento en la densidad de los silos, con Shredlage, podría estar relacionado a que al ser realizado con Shredlage, el material queda más entrelazado entre sí, similar a lo que ocurre cuando se realizan silos de alfalfa. De todos modos, los autores de la

experiencia, corroboraron los datos de densidad lograda en la Universidad de Madison y no encontraron diferencias significativas entre la densidad lograda en silos realizados en Shredlage y silos realizados con procesadores convencionales.

Durante el XVII International Silage Conference, realizado en Piracicaba, Brasil, los mismos autores nombrados anteriormente, presentaron los resultados obtenidos en un ensayo de respuesta animal comparando el Shredlage con el silo tradicional, llevado a cabo en diciembre del año 2011, alimentando vacas en lactancia. Los resultados indican que animales alimentados con silo obtenido utilizando sherdlage, logran 0,9 l leche/animal día más respecto a aquellos alimentados con silo común. Esto se debe a la mayor digestibilidad del almidón logrado por un mejor partido del grano. En cuanto a la fibra, si bien se logra incrementar el tamaño medio de la fibra a valores entre 2,6 y 3cm, la misma no logra incrementar la rumia ni el contenido de grasa en la leche, ya que la fibra es más larga pero más digerible al sufrir un efecto de mayor raspado de la misma. La proporción de partículas de mayor tamaño fue mayor en las muestras extraídas del silo realizado con Shredlage, un 31,5 % de la muestra quedó en la zaranda supe-

rior del separador de partículas Penn State (alvéolos de 19 mm), contra el 5,6 % que quedó en los silos tradicionales. En TMR (raciones totalmente mezcladas) el shredlage observa un 16 % de partículas por encima de la primer bandeja, mientras que en las TMR de silo común este valor es del 4 %. La digestibilidad de la fibra "in situ" fue mayor en el tratamiento Shredlage que en el tratamiento silo convencional (80,8 % contra 64,2 % respectivamente). Esto se debe al mayor quebrado de los granos y al mayor lacero de la superficie vegetal que produce el procesador de Shredlage, lo que aumenta la superficie favorable para la acción de las bacterias ruminales.

Los datos de mercado que llegan desde los Estados Unidos muestran una gran adopción de estos quebradores de granos, fundamentalmente porque se los considera una gran herramienta, que genera un aumento en la digestibilidad de los granos y la energía suministrada, dado que logra un mayor quebrado de estos, aún trabajando en condiciones de 50 % de materia.

Los principales argumentos de su gran adopción se encuentran en que permite trabajar con maíces con mayor porcentaje de MS y el hecho de no tener que realizar ningún cambio de rodillos para picar maíz o sorgo (Figura 13-33).

#### 1.4 Lanzador, soplador o acelerador del forraje

Una vez realizado el picado del forraje, lo toma un lanzador que normalmente está diseñado con tres hileras de 6 paletas, el cual procede a la elevación del material a través de un tubo curvo y orientable desde la cabina de comandos, para el llenado del camión o acoplado forrajero (Figura 13-34).

Los diseños de sopladores o aceleradores de forraje tienen un rotor con paletas, que en sus extremos cuentan con un suplemento parecido a los de las cuchillas de corte.

Es necesario que el ajuste de esos suplementos sea preciso y esté bien arrimado al fondo del alojamiento del rotor, para evitar pérdidas por fricción de material con el fondo o bien turbulencias que incrementen la demanda en el soplado o aceleración del forraje.

El soplado y expulsión del material demandan alrededor del 30 % de la energía de todo el sistema, por lo que existe la posibilidad de variar la velocidad de soplado según los requerimientos de potencia que demande cada cultivo.

#### 1.5 Monitor de rendimiento

Mediante un sensor de flujo de forraje y corrigiendo con el porcentaje de humedad, se puede hacer a través de un sistema de posicionamiento global (GPS), un mapa de rendimiento del forraje para cada lote cosechado. Esta es una herramienta que constituye un adelanto sustancial para el cálculo de raciones, presupuestación forrajera y el cobro con un método sencillo y justo del trabajo, cuando se contrata con terceros.

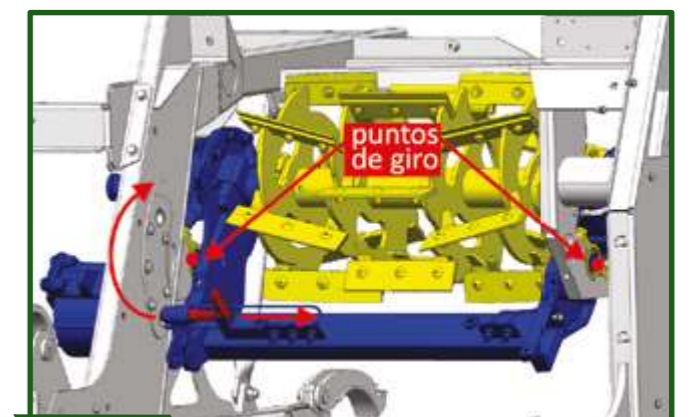
El sensor de flujo de forraje envía la información al monitor, el cual también recibe además la georreferenciación exacta mediante una antena satelital y los datos de humedad que proporciona el sensor ubicado en el tubo de descarga, permitiendo de esta manera elaborar mapas de rendimientos tanto de MV como de MS.

Los sensores de flujo de masa, son los encargados de analizar la cantidad de forraje que está recolectando la máquina y están ubicados en el enganche de los rodillos de alimentación de la picadora (Figura 13-35).

Estos sensores convierten el movimiento del vástago del émbolo, en un impulso electrónico el cual indica la apertura (altura) que sufre el sector de alimentación de la picadora, por el material que está ingresando a cada instante. Este dato se combina con el ancho de los rodillos (dato constante), resultando de esta forma un dato de superficie, que combinado con la velocidad de giro de los rodillos de alimentación delanteros (sensor que se encuentra ubicado en la transmisión) permite estimar el volumen de material que ingresa a la máquina por unidad de tiempo, en un momento determinado (Figura 13.36). Uno de los equipamientos incorporados, es una impresora que entrega ticket con la información de superficie trabajada y rendimiento de material picado, para hacer de esa manera el cobro del servicio, lo que



**Figura 13-33** Gama de procesadores de grano con que se puede equipar las picadoras CLAAS Jaguar. 1: Multi Crop Cracker Shredlage que son rolos con un perfil de dientes de sierra con una ranura espiral que marcha en dirección opuesta y con una diferencia del régimen de revoluciones del 50 %. 2: Los rodillos MCC MAX han sido desarrollados para el acondicionamiento de ensilado de maíz con longitudes de corte entre 7 y 22 mm y está compuesto por 30 segmentos anulares perfilados en forma de dientes de sierra. La colocación y la especial geometría de los segmentos anulares hacen que el material sea trabajado no solo mediante un aplastamiento y fricción, sino también por fuerzas de corte y desgarrar. Esto permite un acondicionamiento más intensivo de los granos de maíz con endosperma cerosos y adicionalmente una abertura de las fibras del material de los tallos. 3: El convencional MCC CLASSIC está equipado con el acreditado perfil de dientes de sierra y trabaja de serie con una diferencia del régimen de revoluciones del 30 %. Este sistema es utilizado en picado de maíz con fibra de entre 14 y 20 mm y niveles de MS de ente 34 y 38 %. 4: versión MULTI CROP CRACKER específica para sorgo, que en el caso de Jaguar solo requiere cambiar un solo rodillo.



**Figura 13-34** Esquema del acelerador o soplador de forrajes de las máquinas picadoras





Figura 13-35 Esquema de funcionamiento del sensor de flujo.



Figura 13-36 Sistema de medición del caudal volumétrico ( $m^3 \times$  peso específico del fruto (g/l) = t/h o t/ha. Es sistema trabaja detectando la inclinación del rodillo de compactación previa superior trasero (1), la velocidad de la alimentación (2) y el ancho de la alimentación (3). Según datos de Claas el sistema necesita un caudal >50 t/h y el calibrado se realiza mediante contrapesado (4).

agrega agilidad y transparencia al negocio del picado (Figura 13.37). Otro adelanto tecnológico, es un sistema que se basa en una cámara 3D, que detecta automáticamente el borde de la batea del

camión o carro forrajero, controlando de manera automática el movimiento del tubo de descarga para llenar el remolque hasta los bordes sin generar pérdidas (Figura 13-38).

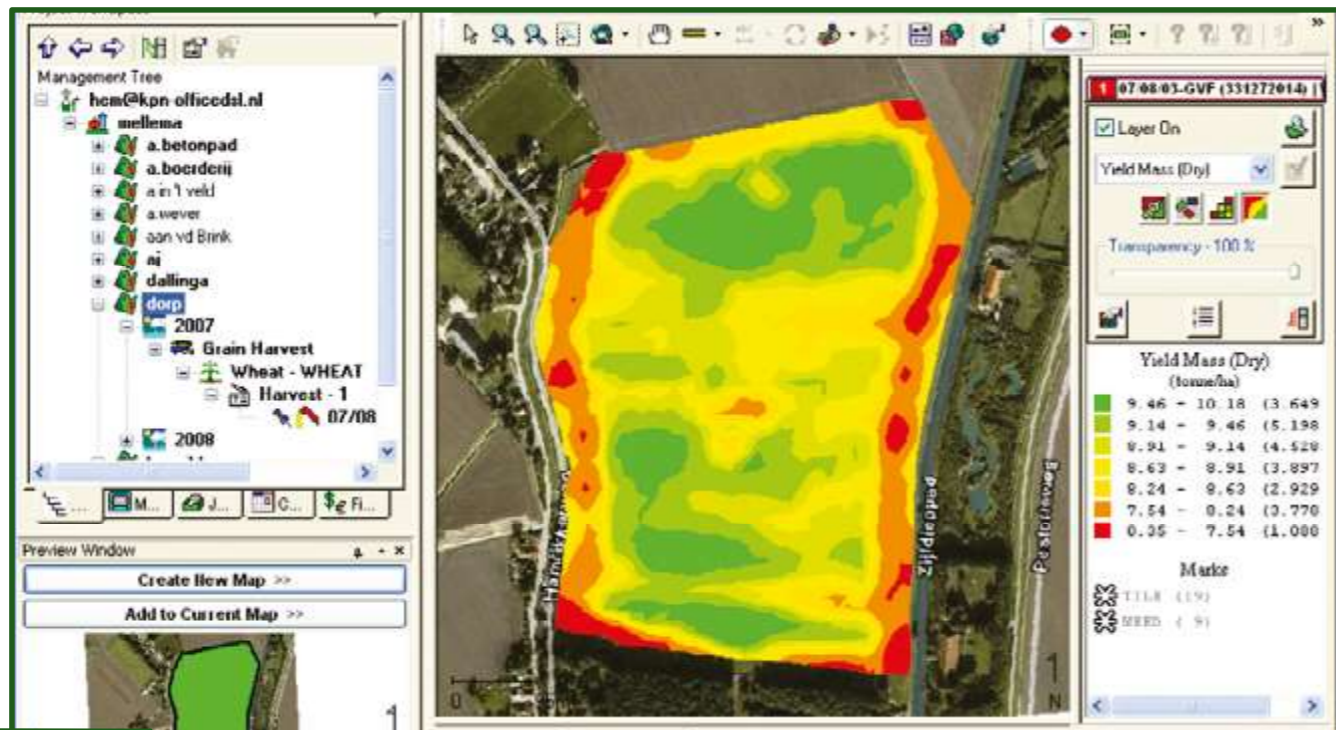


Figura 13-37 Mapa de rendimiento en toneladas de MS y Materia Húmeda de un lote picado.

### 1.5.1 Medición de porcentaje de MS

El equipo encargado de determinar el porcentaje de MS es un Sensor NIR que va ubicado en el codo de descarga de la jirafa, el cual trabaja con un espectrómetro de infrarrojos cercanos con el cual mide la reflexión de longitudes definidas de ondas, realizando 20 mediciones por segundo (Figura 13-39).

Una evolución de estos sensores Nirs (infrarrojo cercano) es que, además de MS, puedan brindar información sobre la calidad del forraje que se está picando, midiendo parámetros como Fibra de Detergente Neutro y Ácido (FDN y FDA), Proteína y Almidón entre otros.

Estos nos brindan información para la toma de decisiones en agricultura de precisión, al tener la posibilidad de delimitar ambientes según rendimientos y también conocer y estimar en tiempo real la producción y calidad que obtendremos con el silaje que estamos confeccionando, permitiendo planificar su uso nutricional. Además es un comprobante fidedigno, a la hora de cobrar o pagar un servicio de picado (Figura 13-40).



Figura 13-38 Sensor NIR HarvestLb que va ubicado en el codo de descarga de la jirafa de las picadoras John Deere 8000 y que mide en tiempo real MS, FDN, FDA, Proteína y Almidón. Este sensor se puede remover de la picadora y utilizarlo como una unidad fija en una oficina para medir no solo materiales recién picado, sino también silajes ya estabilizados.

Ante la llegada de estas tecnologías a nuestro país, INTA recomienda conocer el grado de precisión que tienen estos equipos para nuestros cultivos y realizar una labor de validación de estos sensores sobre los cultivos que se va a analizar como por ejemplo maíz, sorgo y alfalfa locales.

El proceso de validación, para cada uno de los cultivos, consiste en realizar con el Sensor Nirs la lectura de un mínimo de 30 muestras patrón sobre las que se determinarán los parámetros MS, FDN, FDA y Proteína. En el caso de las muestras de maíz y sorgo se incorpora el parámetro Almidón. Las muestras recolectadas deben ser analizadas por métodos convencionales de laboratorio (química



Figura 13-39 Sensor NIR que va ubicado en el codo de descarga de la jirafa (izquierda). Indicación continua en CEBIS de los equipos Claas (1), donde se tienen en cuenta continuamente los valores de MS en la determinación del rendimiento (2).





**Figura 13-40** Sensor NIR que va ubicado en el codo de descarga de la jirafa (arriba). Indicación continua en CEBIS de los equipos Claas (1), donde se tienen en cuenta continuamente los valores de MS en la determinación del rendimiento (2).

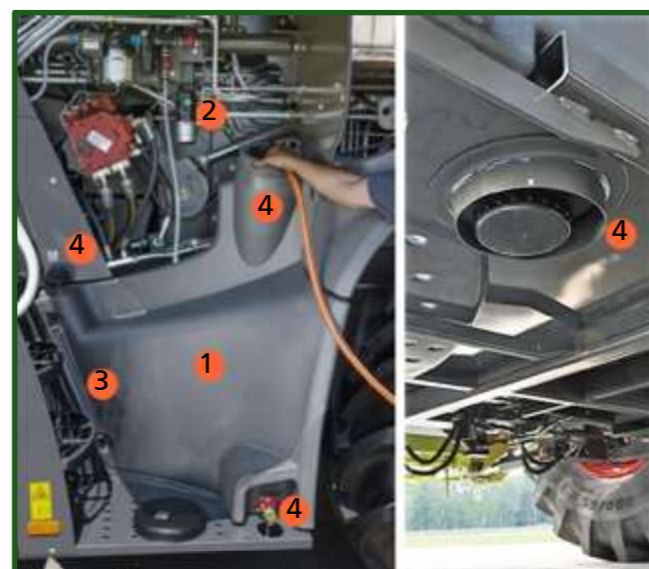
húmeda) y serán la referencia para indicar el grado de precisión que posee el Sensor. Es recomendable que las 30 muestras se presenten dentro de un rango heterogéneo de humedad y varien entre un 25 % y un 45 % MS. John Deere es la primera empresa en Argentina en incorporar un Nirs en su línea de picadoras 8000, el cual es denominado HarvestLab, que permite medir además de MS y verde, FDA, FDN, proteína y almidón.

Este equipo que va montado en la jirafa de la picadora, posee la característica de analizar en tiempo real el material que se está picando, pero también la posibilidad de removerlo de la máquina y utilizarlo como una unidad fija en una oficina para medir no solo materiales recién picados, sino también silajes ya estabilizados.

## 1.6 Aplicación de aditivos, inoculantes y concentrados bacterianos

Los aditivos e inoculantes pueden ser distribuidos de múltiples maneras sobre el material picado. Todas las metodologías de distribución esta explicadas en el capítulo específico sobre aditivos de este manual (capítulo 15). A continuación, se detallan los mecanismos presentes en máquinas picadoras autopropulsadas para la aplicación y distribución de aditivos e inoculantes sobre el material picado.

Los componentes clásicos del sistema de aplicación de aditivos e inoculantes en las máquinas picadoras autopropulsadas están descriptos en la figuras 13-41 y 13-42.



**Figura 13-41** Equipo de inoculación en picadoras autopropulsadas. (1) Deposito de mezcla (375 litros en esta figura, CLAAS modelos 930 al 980). (2) Unidad de bomba con filtro (ver Figura 13-42). (3) Indicador de nivel de relleno en el acceso. (3) Indicador de nivel de relleno en el acceso y en CEBIS®. (4) Bocas de llenado y vaciado de alta capacidad.



**Figura 13-42** Detalle de la bomba del sistema de inoculación, con vista del filtro (1). Fuente: CLAAS Argentina.

que en la panoja está el grano, el cual es altamente digerido por los rumiantes, es fácil deducir que el material para ensilar puede competir con el contenido de almidón que ofrece el maíz. Esto no significa que el sorgo en todos los casos sea mejor que el maíz, sino que tiene la ventaja sobre el maíz de que es más resistente a la sequía y, por tanto, puede ser más estable en la producción de grano. Esta característica, sumado a que tiene menor costo de implantación, hacen que el sorgo pueda ser una alternativa interesante para la obtención de silajes, sobre todo donde el crecimiento del maíz está limitado por precipitaciones o condiciones edáficas, o bien donde hay sequías periódicas en la época de floración (Di Marco, O. 2006).

La calidad nutritiva del silaje de sorgo depende del contenido de grano y de la digestibilidad del resto de la planta o "stover".

Es conocido que el grano, al igual que en el maíz, es el componente de mayor calidad por su alta concentración de energía, mientras que el "stover" es de limitada calidad nutritiva, por tener baja digestibilidad. Por esta razón la calidad del silaje depende fundamentalmente del índice de cosecha del cultivo. Esto es, en la proporción del grano en el material a ensilar, que a su vez determina el contenido de almidón del silaje, por lo tanto, hay que tener presente que en una determinada zona, el cultivo que tenga mayor producción de MS/ha y más proporción del grano en la planta es el más adecuado para ensilar. (Di Marco, O. 2006)

Según ensayos llevados a cabo en la Estación Experimental del INTA Rafaela, donde se comparan parámetros productivos y de calidad de materiales de sorgo, obtenidos en tres diferentes momentos de cosecha, la producción de MS se incrementó en alrededor del 30 % cuando el corte se efectuó al estado medio o al tardío. El aporte de los distintos componentes del rendimiento presentó una clara tendencia a una disminución del tallo y de la hoja



**Figura 13-52** Picadora Gomselmash FS 80 trabajando sobre el cultivo de sorgo.

y un aumento de la panoja, con el avance del estado de madurez del cultivo. (Romero, L. 2014)

Con el avance de la madurez, el valor nutritivo de la planta y de los silajes manifiesta una tendencia al aumento de la calidad. Cuando se trabaja con sorgos de alta producción de granos (más del 50 % de la MS total), se mejora la calidad del forraje y se mantiene la del resto de la planta. (Romero, L. 2014)

Es importante destacar que si bien al picar más tarde se logra mejorar la calidad medida a nivel de laboratorio, puede ocurrir que luego, al ser utilizada por los animales, no se logre la respuesta esperada. Esto se debe a que las máquinas picadoras no procesan el grano y, al quedar entero y más duro, es menos digerido por los animales. A su vez, al atrasar la fecha de cosecha, se produce un aumento de la cantidad de MS cosechada. (Romero, L. 2014)

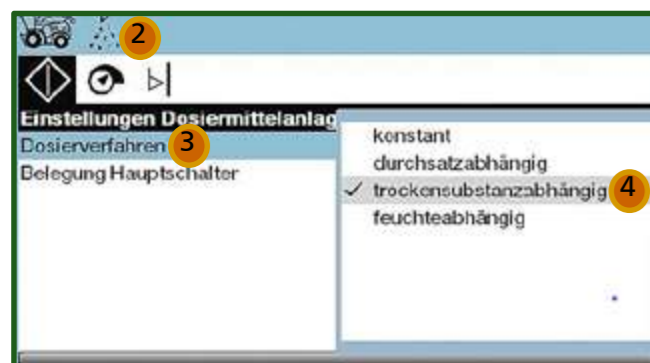
En este mismo ensayo se demostró que también hubo diferencias en el consumo según el momento de picado, siendo éste levemente superior en el tratamiento que utilizó el silaje de grano duro, respecto al silaje con grano pastoso (7,8 versus 6,5 Kg MS/vaca día). A pesar de un consumo total de alimentos, el tratamiento que utilizó el silaje de grano pastoso a la producción de leche de los animales, fue levemente superior con respecto al de grano duro (22,3 y 21,4 l/vaca día respectivamente). En consecuencia se logró una mayor eficiencia de conversión (l de leche/kg de alimento) (Romero, L. 2014).

De este ensayo se concluye que en la práctica, dependerá del productor tomar la decisión de picar en estado de grano pastoso para evitar la aparición de granos en las heces, con un menor almacenamiento de MS o, por el contrario, acumular más MS, con una mayor posibilidad de perder granos en las heces.

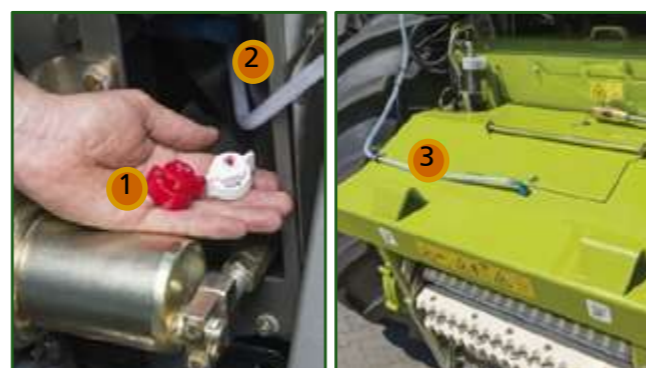
Quebrar o dañar el tegumento del grano de sorgo aumenta su digestibilidad en el rumen y esto es clave para lograr una alta conversión a carne o leche y para cosechar lotes con mayor proporción de MS.

Desde mediados de los años '90, las picadoras que se comercializan en nuestro país comenzaron a venir equipadas con sistemas procesadores de granos para maíz, con los cuales se logra una muy alta eficiencia en el quebrado, especialmente cuando se pica con contenidos de MS superiores al 35 %, pero que pierden muchísima eficiencia cuando trabajan en cultivo de sorgo.





**Figura 13-43** Las picadoras CLAAS cuentan con el sistema CEBIS® el cual consiste en una pantalla táctil a color de 12 pulgadas la cual reúne las funciones de todos los sistemas de asistencia actuales de la máquina (1), permitiendo al operador mantener un control total del funcionamiento de la misma desde un solo terminal y ajustar todas las funciones del sistema de asistencia según sea necesario, simplemente tocando la pantalla. En la pantalla de inoculación (2), se puede por ejemplo variar la dosis de inoculante (3), según el contenido de MS del material que está siendo picado (4). Fuente: CLAAS Argentina.



**Figura 13-44** pastilla de pulverización de inoculante para diferentes rangos de inoculación (rojo bajo volumen y blanco alto volumen) y diferentes lugares de trabajos. Línea de inoculante que lleva la mezcla al sector del rotor acelerador (2). Línea de inoculantes que lleva la mezcla al sector de alimentación (3). Línea de inoculación de ultra bajo volumen ubicada en el tubo de descarga (4).

En la actualidad, al igual que pasa con otros equipos agrícolas, la tendencia es disponer de una unidad de control integral de todas las funciones de la máquina en cabina. Por ejemplo, en el caso de CLAAS, los equipos disponen del sistema CEBIS®, el cual también controla totalmente la tarea de inoculación e incorporación de aditivos (Figura 13-43).

Este tipo de equipo, permite además regular la dosificación del inoculante según las horas operativas (desde 30 hasta 400 l/h), según las toneladas de material verde procesado o el contenido de MS de ese material verde y según el contenido de humedad de la materia verde procesada (0,5 a 2 l/t MV). Para estas últimas opciones la picadora debe estar equipada además con un medidor de caudal y con sensores complementarios como el NIR.

La bomba (Figura 13-42), que impulsa la mezcla desde el tanque de depósito, lleva la mezcla hasta las pastillas de aplicación que según el modelo de máquina picadora puede estar ubicada en tres lugares: El rotor acelerador del material picado, el sector de alimentación y el codo de descarga (Figura 13-44). La tendencia actual es que las pica-

doras modernas este equipadas con líneas de inoculante de volumen de aplicación tradicional en el rotor acelerador y la alimentación, y que varíen su uso según el tipo de dosis que se quiera aplicar y que posean la línea de aplicación en el codo de la descarga para ser utilizada con los equipos de ultra bajo volumen para inoculantes bacterianos de alta concentración (Figura 13-44).

La línea de aplicación ubicada en el rotor acelerador, se utiliza para altas dosis, en general para las dosis del tipo volumétricas en el tiempo, que pueden ir de 30 a 200 l/h (con pastillas de bajo volumen, como la de color rojo en la figura 13-44), hasta los 200 a 400 l/h (con pastillas de alto volumen, como la de color blanco en la figura 13-44).

La línea de aplicación montada en el sector de alimentación de la picadora, es para trabajar con dosis de bajo volumen y variables según el flujo de material verde, con dosis que pueden ir desde los 0,5 hasta los 1,2 l/t MV (pastilla de color rojo en la figura 13-44), o hasta los 1,2 a 2 l/t MV (pastillas de color blanco en la figura 13-44).

# MÁS NEW HOLLAND ES TRABAJAR CON TRANQUILIDAD, SIEMPRE

#MÁS NEW HOLLAND



Picadora FR 600

La FR600 cuenta con una gran capacidad de picado, aumentando la productividad sin perder calidad. Conocé más sobre todos los atributos y beneficios que New Holland tiene para ofrecerte.

[www.newholland.com.ar](http://www.newholland.com.ar)



CADA VEZ HAY MÁS





**Figura 13-45** Sistema ACTISILER® de CLAAS para aplicación de concentrados biológicos a ultra bajo volumen y alta velocidad. El equipo consta de un tanque de 20 litros de capacidad (1); un indicador de relleno que es visible desde la cabina (2); La tobera de aplicación está ubicada en el codo de la descarga (3); lo que permite la aplicación del concentrado biológico con una alta velocidad de aire (4). Fuente: CLAAS Argentina.

En la actualidad, la tendencia tecnológica en la aplicación de inoculantes, es trabajar con productos de alta concentración, como es el caso de la tecnología H2C® (ver capítulo 15 de este manual), que mantengan la uniformidad en la cantidad de bacterias ácido lácticas aplicadas durante toda la aplicación de ultra bajo volumen, lo que además permite trabajar a alta velocidad con la picadora para no perder capacidad de trabajo. Estas tecnologías están diseñadas para trabajar con equipos de aplicación de ultra bajo volumen en las picadoras (Figura 13-45), con dosis que pueden ir desde los 10 hasta los 30 ml/t MV, o desde los 0,2 hasta 7 l/h trabajada.

## 2. Recomendaciones de uso en picadoras para confeccionar silajes de maíz de alta calidad

El contenido de humedad en el cultivo es un factor clave para lograr calidad en el material ensilado. En el caso de silaje de maíz o sorgo el contenido de MS % óptimo se encuentra entre el 35 y el 40

%. Valores inferiores a los mencionados pueden derivar en una fermentación butírica o en un exceso de lixiviación de azúcares, mientras que niveles superiores pueden retrasar e incluso impedir que la fermentación se lleve a cabo. Los valores de MS % comprendidos en esta ventana, resultan esenciales para asegurar que la fermentación se realice en forma correcta, además de facilitar la eliminación de oxígeno durante el proceso de llenado y compactado.

Tradicionalmente se ha considerado que el momento óptimo de picado de maíz se produce cuando el grano presenta entre media y un cuarto de endosperma líquido, ya que se correlaciona este estado con un nivel de MS del resto de la planta del 35 %. A su vez se considera que en este estado se ha alcanzado un alto grado de concentración de almidón en el grano y que aún presenta facilidad de ser partido por efecto mecánico de la picadora (Figura 13-46).

Este concepto surgió en los años 90 cuando se comenzó a trabajar con el picado de precisión, fundamentalmente con máquinas de arrastre, en las que en busca de lograr un mayor aprovechamiento del grano en el rumen, se requería que estos no presenten un endosperma duro, dado que no se utilizaban procesadores de granos.

A su vez, se buscaba no exceder estos niveles de MS, dado que con el tamaño y la uniformidad de picado que se lograba no era tan preciso como en la actualidad, lo que dificultaba alcanzar una buena densidad en el silo a medida que se superaba, valores mayores al 35 %MS.

Con esta tecnología que presentan las máquinas en la actualidad, respecto al tamaño y uniformidad de picado, sumado al trabajo que realizan los procesadores de granos, es posible trabajar sobre cultivos con estado de madurez más avanzados, cercanos al 40 % MS, y con granos que presenten un endosperma más ceroso.



**Figura 13-46** Ventana de picado en cultivo de maíz en función de la MS de la planta entera.

Al momento de tener que determinar el momento para picar un lote de maíz, no podemos seguir observando el grano, sino que debemos determinar el porcentaje de MS que tiene el cultivo. Se ha demostrado que no existe una correlación marcada entre la línea de leche de los granos y el porcentaje de MS de la planta.

Una forma simple y objetiva de determinar el momento óptimo de picado, es cortando algunas plantas de distintas partes del lote, picándolas y determinando mediante microondas o estufa el contenido de humedad de las mismas.

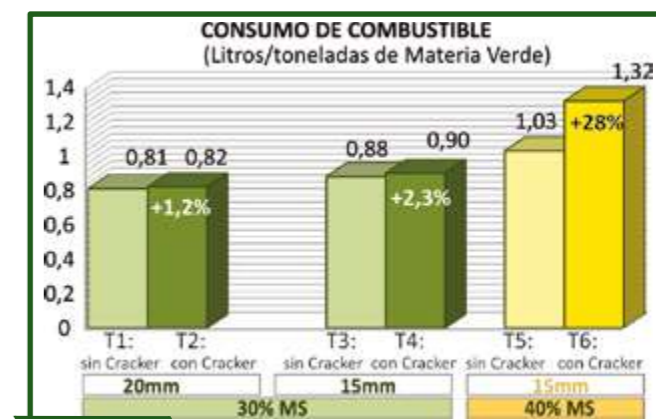
A medida que avanza el estado fisiológico del cultivo, la capacidad de trabajo de la picadora disminuye y el consumo se incrementa. Esto se debe a que las plantas con mayor porcentaje de MS poseen tejidos con mayor resistencia al corte, lo cual demanda un mayor esfuerzo del rotor de picado.

Una prueba a campo llevada a cabo por INTA, consistió en realizar una evaluación de una picadora de última generación modelo New Holland FR600, bajo distintas condiciones de cultivo y con distintas configuraciones, para determinar los parámetros a tener en cuenta en el momento de picado y realizar los ajustes necesarios para lograr un silo de alta calidad. En esta prueba se determinó que al pasar de un cultivo de 30 % MS a uno similar con 40 % MS, la caída en la capacidad de trabajo representó un 20,4 %, cuando se trabajó con el craker desactivado y un 31,3 % cuando se procesaron los granos. A su vez el consumo se incrementó un 17 % cuando se trabajó con el craker desactivado y un 46 % cuando se procesaron los granos (Figura 13-47).

En cuanto a la máquina picadora se observa en líneas generales que al usar el craker, disminuye la capacidad de trabajo (t MV/h) y aumenta el consumo de combustible, pero debemos tener en cla-



**Figura 13-47** Variación de la capacidad de trabajo en función de la MS y el uso de procesador de granos.



**Figura 13-48** Variación del consumo de combustible en función de la MS y el uso de procesador de granos.

ro que el quebrado de los granos es un proceso indispensable para incrementar su aprovechamiento a nivel ruminal, fundamentalmente cuando estos presentan mayor porcentaje de endosperma duro, permitiendo de esta forma que el silo que estamos suministrando sea además una fuente energética.

En esta prueba quedó establecido que en los tratamientos con 30 % MS, el hecho de utilizar o no el craker, no produjo diferencias significativas en el consumo de combustible, debido a que el grano se presentaba pastoso-lechoso y el craker, regulado con una separación de 15 mm, no generaba una demanda extra de potencia (Figura 13-48).

En el caso de realizarse el picado sobre un cultivo húmedo (30 % MS), donde los granos se encuentran en estado de endosperma líquido (lechoso), el hecho de procesar los granos genera una disminución en la capacidad de trabajo que no supera el 3 %, respecto al picado sin procesado de granos. Esto también se ve reflejado en cuanto al consumo, dado que la diferencia con o sin craker no supera el 2,3 %. En este caso, la velocidad de avance prácticamente no varía, debido a que el material que se está procesando es frágil y no demanda un torque extra por parte del procesador de granos. Por este motivo las vueltas de motor no se reducen significativamente, variando muy poco la capacidad de trabajo.

Cuando se picó sobre un cultivo que presentaba un 40 % MS y el grano con 2/3 de endosperma sólido, fue más notable la disminución de la capacidad de trabajo al picar con el craker activado, produciéndose una caída de un 15 % y el aumento del 25 % en el consumo de combustible, respecto a cuando no se procesaron los granos. En este caso, al picar un cultivo en condiciones óptimas, donde el grano se presenta con una consistencia más dura, procesarlos demanda un torque o par motor mayor a cuando se trabaja sin el craker activado, por lo que se disminuye la capacidad de trabajo



de la picadora debido a una baja en la velocidad de avance.

Al momento de picar un cultivo nos encontramos con dos desafíos opuestos. El primero es lograr un tamaño de partículas sumamente pequeño para no dificultar el compactado, lo cual es factible con la tecnología de picado actual, y el segundo es de lograr un tamaño lo suficientemente grande como para proveer al animal fibra efectiva (FDNef), asegurándole una normal masticación y una adecuada rumia cuando consume ese forraje. Recordar que el tamaño teórico de corte del forraje para ensilar, está en relación con la regulación de la picadora y normalmente difiere del tamaño de las partículas resultantes del procesado.

Para un largo de picado con partículas entre 15 mm y 19 mm, lo correcto es encontrar sobre la primera bandeja del Penn State´s entre un 7 y un 12 % de partículas de más de 25 mm de longitud, pero nunca mayores de 80-100 mm.

Este porcentaje de partículas es necesario para estimular la rumia, pero nunca debe excederse dado que puede limitar el consumo del bovino. Las partículas de fibra que pasan a través de la segunda bandeja (> 8 mm), presentan una elevada tasa de pasaje a nivel ruminal, ocasionando falta de eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes.

Esta prueba llevada a cabo por INTA fue realizada en un establecimiento de producción de carne, cuyo silo era destinado a las dietas del Feed Lot, cuyos animales poseen un sistema digestivo con tránsito de partículas más lento con menor tasa de pasaje.



Figura 13-49 Porcentajes retenidos en las cuatro bandejas de Penn State's en los distintos tratamientos.

Analizando los tratamientos realizados a 40 % MS, si este silo hubiese estado destinado a un sistema lechero, la máquina debería haberse configurado para que en la tercer bandeja (columnas color bordo) logre una mayor participación, llegando aproximadamente a un 30 % y no al 10 % como ocurrió. Esto se debe a que en esta fracción se deberían encontrar los granos partidos que pasen a través del orificio de 8 mm, dado que los rodeos lecheros poseen un tránsito de partículas más rápido por un retículo masal de mayor tamaño que los novillos. Ello determina mayor tasa de pasaje de los alimentos, decayendo la eficiencia metabólica de los nutrientes suministrados, lo que obliga a tener que ejercer un mayor partido sobre los granos (Figura 13-49).

El aumento de esta tercer bandeja es en detrimento de la segunda bandeja, la cual no debería haber superado en 50 %.

El hecho de haber confeccionado un silo destinado a producción de carne a corral, explica por qué se trabajó con un menor partido de los granos; respecto a si se hubiese trabajado para un sistema lechero, lo cual redundaría en una menor demanda de potencia al utilizarlo con una mayor apertura del cracker (15 mm).

A medida que se avanza en el rango óptimo de picado hacia valores cercanos al 40 % MS, crece el porcentaje de endosperma sólido y para lograr mejor aprovechamiento de grano no hay otra opción de la utilización del cracker.

Cuando en los ensayos a campo se picó con 40 % MS sin cracker, el 27,7 % de los granos quedaron sin dañar, los cuales al ser consumidos, por un bovino lechero no serán aprovechados y pasaran indefectiblemente a las fecas, con pérdidas casi totales del almidón contenido en ellos (Figura 13-50).

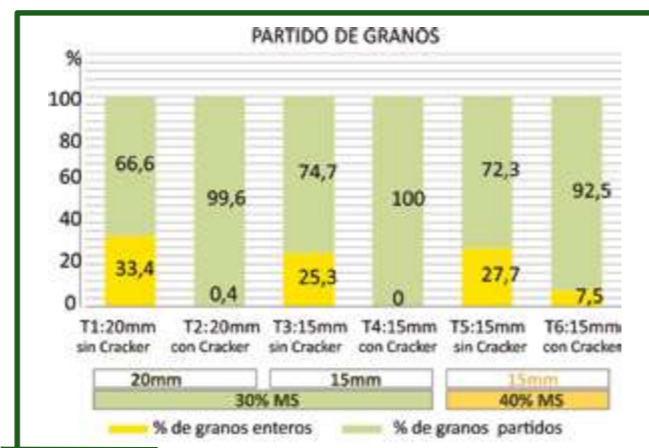


Figura 13-50 Porcentajes de granos partidos.



FINANCIACIÓN DIRECTO DE FÁBRICA EN PESOS Y DÓLARES



+ (54) 3564 445814  
 + (54-9) 3564 639900  
 ventas@gomselmash.com.ar  
 San Francisco - Córdoba



**GOMSELMASH**



En caso de haber realizado un silo con destino a tambor, en el caso de los tratamientos con 40 % MS, el sistema procesador de granos (cracker) debería haber presentado una distancia entre rolos de 8 mm.

Cuando se pica a humedad óptima, con una proporción de MS cercana a 40 %, el largo teórico seleccionado en la máquina se asemeja al largo de picado real obtenido. En condiciones de mayor humedad de cultivo se observa un corte más neto, pero con un largo de picado real mayor al teórico, debido que el material con menor proporción de MS % (más turgente) se desliza con mayor facilidad entre los rodillos alimentadores. Se recomienda disminuir la velocidad de giro de los rolos alimentadores, para acercarse al largo teórico.

Si se observan los datos obtenidos en esta prueba, cuando se trabajó con 40 % MS a 15 mm la bandeja superior de Penn State´s presentó una proporción de aproximadamente un 16 %, mientras que con el mismo tamaño de picado, pero al 30 % MS, ese porcentaje se elevó a valores que promediaron a 21 %.

A la hora de determinar el momento de picar un lote de maíz, considerando la prueba que se realizó en esta oportunidad, se debe tener en cuenta que cultivos con 30 % MS presentan plantas muy digestibles, producto de la fibra de muy buena calidad, pero con mucha agua y poco almidón. A medida que avanzamos hacia valores de 40 % MS, las hojas se van secando y la lignina tiene un papel más protagónico en la estructura fibrosa de la planta, pero a pesar de la pérdida de calidad, no se evidencian cambios en la digestibilidad debido a que el llenado de grano actúa como compensador.

Normalmente ocurre que se pican maíces con valores de 30 % MS, debido a la necesidad de anticipar el picado por miedo a no llegar a tiempo, o bien elegir una máquina con capacidad de trabajo muy limitada y sin cracker, o porque no se logra que el contratista llegue en el momento oportuno, como ocurre en zonas más alejadas de la zona núcleo donde no hay gran oferta de maquinaria.

La primera pérdida que ocurre cuando se trabaja con 30 % MS es el incremento de los costos en que incurre el transporte de agua desde el lote al lugar donde se confecciona el silo. En el caso de esta prueba, donde se trabajó con camiones que poseían una capacidad de 15.000 kg, para trasladar el material picado en 1,8 ha, se necesitaban 4 camiones cuando se realizaron los tratamientos con 30 % MS, mientras que para transportar el material picado en los tratamientos con 40 % MS se necesitaban solo 3 camiones (Figura 13-51).



Figura 13-51 Chorreado de jugo sobre la jirafa de la picadora al trabajar con un material con 30 % MS.

A su vez, se debe tener en cuenta que cuando se confeccionan los silos esa agua tiende a salir, y cuando se confeccionan bolsas es necesario eliminarlo para que el material no se deteriore, teniendo en cuenta que los efluentes eliminados en el silo contienen entre un 6 y 8 % de nutrientes solubles de alta calidad. Además, uno de los factores que influye en fermentación butírica es el excesivo contenido de agua en los cultivos. Dicho de otra manera, la dilución excesiva de los azúcares solubles es responsable de la buena fermentación de los silos.

Cuando se trabaja con material cercano al 30 % MS, el largo de picado debe cambiarse de 15 a 20 mm, con el objetivo de evitar la producción de efluentes. A su vez al aumentar el largo de picado es necesaria menor entrega de potencia al rotor picador, con la consecuente disminución de consumo de combustible de 0,88 l/t MV a 0,81 l/t MV.

Debemos recordar que el silaje de maíz es el forraje más importante del mundo, dado que es un alimento que nos ofrece altos rendimientos de MS por ha, con buen valor energético, alta palatabilidad y que posee bajos costos de almacenamiento. La tecnología de picado hoy disponible nos permite realizar una cosecha rápida y eficiente, pero debemos tener en cuenta los puntos críticos revisados en este trabajo para tomar las decisiones correctas, en el momento oportuno, que nos permitirán sacar el mayor provecho de ella, logrando un ensilado de maíz de alta calidad y que tendrá una incidencia directa en el resultado productivo de los sistemas ganaderos de carne y leche.

### 3. Recomendaciones de uso en picadoras para confeccionar silajes de sorgo de alta calidad

La planta de sorgo, por su composición morfológica, es muy interesante para ensilar porque tiene alta proporción de panoja. Teniendo en cuenta

Frente a esta situación, INTA realizó un trabajo de prueba a campo con una picadora Gomselmash FS 80-2, equipada con un procesador de granos específico para cultivo de sorgo, el cual utiliza rolos de mayor cantidad de dientes, menos profundos y con un mayor diferencial en las velocidades de giro respecto al utilizado para procesado de granos de maíz. El ensayo se llevó a cabo sobre un cultivo de sorgo híbrido granífero, en condiciones de elevados niveles de MS en la planta entera (43 %). Estas condiciones permitieron evaluar las prestaciones del partidador de granos específico para sorgo, en condiciones extremas (Figura 13-53).

El silaje como alimento estratégico de los sistemas pecuarios argentinos, ha permitido el aumento de la eficiencia productiva, brindando mayor competitividad a los productores ganaderos del país. La importancia de lograr un buen picado alcanzando el tamaño de fibra deseados, uniformidad de picado y un correcto partido de granos, para su mayor aprovechamiento por parte de los animales, es clave para confeccionar silos de alta calidad nutricional.

La evaluación llevada a cabo por INTA permitió constatar las prestaciones que una máquina picadora puede ofrecer actualmente al productor y contratista, al momento del picado de un cultivo de sorgo para la confección del silaje. Estas má-



Figura 13-53 Vista de las condiciones del lote de sorgo, parejo pero seco.

quinas permiten lograr un correcto picado de la fibra, con un excelente procesado del grano aún en estados fenológicos tardíos, como el efectuado en esta prueba a campo.

Es importante tomar conciencia del efecto que ofrece el partidador de granos en la digestibilidad de los silos de sorgo, permitiendo la mejor expresión de la calidad de potencial de los mismos, al momento de ser aprovechado por los animales. El grano de sorgo, posee más del 70 % de su MS como almidón, pero su aprovechamiento por parte del animal, se ve afectado por la forma en que el grano se presenta al momento de la alimentación.

Cuando el grano no ha sido partido o molido, el silo de sorgo no expresa su potencial nutricional, ya que no puede ser aprovechado por el animal y se pierden estos granos en las deposiciones fecales.

Para evitar este problema y lograr el máximo aprovechamiento, es fundamental lograr el quebrado de los granos al momento de realizar el picado de la planta entera, en vistas a la confección de un silo de alta calidad nutricional. De esta forma se logra romper la matriz proteica que posee en su superficie y que impide la acción de las enzimas digestivas, logrando una buena exposición de los nutrientes para su aprovechamiento por parte de las bacterias ruminales. Los granos que no son partidos pasarán en un alto porcentaje por el tracto gastrointestinal sin digerirse.

Además, el uso del procesador de granos específico de sorgo genera pequeñas lesiones a las partículas de fibra, aumentando su superficie de ataque por las mencionadas bacterias, aumentando su digestibilidad. En el caso que se observara una reducción del tamaño de fibra objetivo, por efecto del procesador de granos, es necesario aumentar en la misma proporción el tamaño de picado teórico en la máquina.

Esta tecnología se vuelve fundamental, cuando el contenido de MS del forraje al momento de ser picado, se encuentra por encima del 37 %.

El análisis económico del empleo del partidador de granos nos muestra los mayores costos directos: aumento en el consumo de combustible y la reducción en la capacidad de trabajo de la picadora.

La capacidad de trabajo de la picadora, también se vio afectada por la acción del procesador de granos. Mientras que en la versión standard (T1) la máquina procesó 79,6 t MV/h, al actuar con el procesador de granos activado logró procesar 73,7 t MV/h (Figura 13-54). La mayor demanda de potencia, que implicó la utilización del procesador



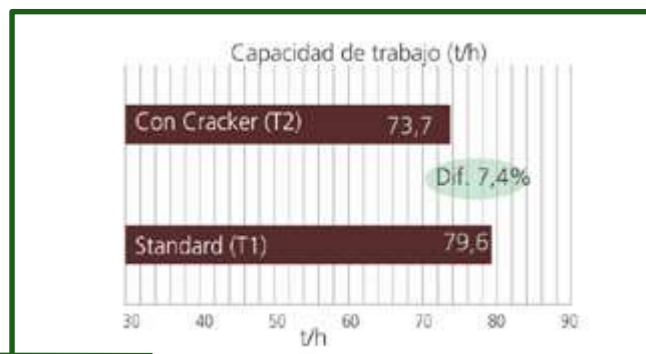


Figura 13-54 Capacidad de trabajo expresada en t/h.

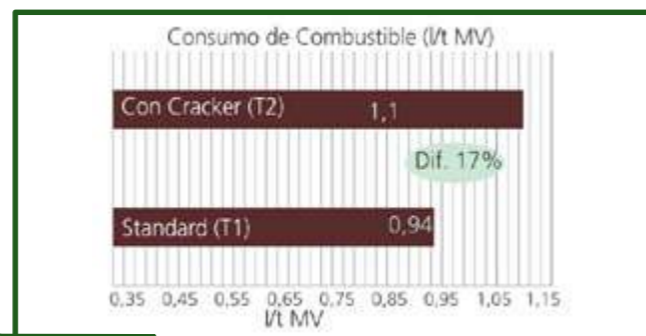


Figura 13-55 Consumo de Combustible expresado en litros por tonelada de materia verde.

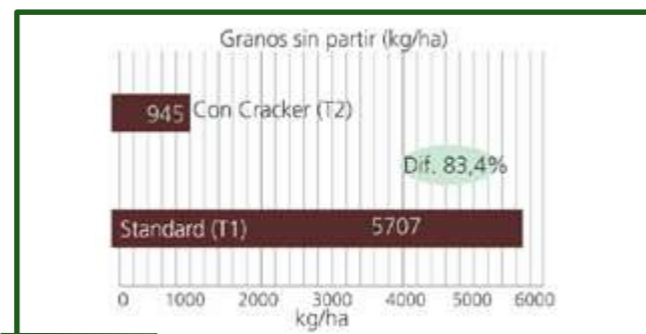


Figura 13-56 Cantidad de granos sin procesar.



Figura 13-57 Granos dañados por el sistema procesador.

de granos produjo una caída en la capacidad de trabajo igual a 5,9 t MV/h que representa una reducción del 7,4 %.

Tal como puede verse en el gráfico, el consumo de combustible por tonelada de materia verde (MV) se incrementó en T2 respecto al observado en T1, ya que al utilizarse el sistema procesador de granos, aumentó la demanda de potencia del motor (Figura 13-55). El incremento de consumo que se observó, fue 0,16 l/t MV, pasando de demandar 0,94 l al trabajar sin el cracker, a 1,1 l al trabajar con el mismo. De esta forma se determina que, el incremento de consumo por la utilización del procesador de granos en cada tonelada de MV picada, fue de un 17 %.

La cantidad de grano sin procesar utilizando el procesador de granos, se redujo en un 83,4 % respecto del tratamiento sin cracker. De los granos "enteros" recolectados en T2 (Figura 13-56), se observó que más del 50 % estaban fisurados o dañados (partes aplastadas). Esto es promisorio dado que luego en condiciones de fermentación, dentro del silo y posteriormente durante el proceso de digestión en el rumen, estos granos (aparentemente sanos) serán digeridos y no representarán pérdidas en las heces. La meta para un correcto funcionamiento del cracker es lograr pérdidas de granos sin quebrar, por debajo del 10 % (Figura 13-57). Por otra parte para un productor nos muestra, que aún en condiciones de silaje algo pasadas por el excesivo contenido de MS total de la planta en pies, el cracker utilizado trabajó eficientemente, logrando partir y/o fisurar casi el 90 % de los granos secos de la panoja, condicionando entonces al productor a obtener mayor productividad en el sistema, con aumento de la capacidad de conversión en kg de carne o litros de leche.

A partir de la evaluación global del sistema llega a comprenderse que, un buen partidador de granos aporta grandes beneficios, por lo tanto, hay que saber invertir al momento de realizar el picado.

Tanto el productor como el contratista tienen que lograr acuerdos que permitan aprovechar los beneficios de estas nuevas tecnologías. El contratista deberá ofrecer este equipamiento, que permite lograr una alta eficiencia en el quebrado de los granos de sorgo y el productor deberá pagar por este servicio, que demanda un mayor consumo de combustible pero que es una inversión (no un gasto), que permite que el silo que se está confeccionando sea además una fuente energética que incrementará nuestra producción de carne y leche.

# 14 Embolsado



*Dentro de los sistemas de conservación de forrajes, uno de los que ha causado mayor impacto en la producción ganadera de la Argentina es el silaje.*

*Si bien esta práctica es milenaria y desarrollada en nuestro país en diversos estadios, en los últimos años el sistema de almacenamiento de silaje en bolsa ha permitido avances significativos, en cuanto a la adopción masiva de esta técnica de conservación en nuestro país y a la posibilidad de mejorar detalles que aumenten productividad y reduzcan costos productivos*

El hecho de controlar el tamaño y tipo de picado (partido de los granos), marcó el primer paso hacia la evolución de la calidad de los forrajes ensilados. La organización de las estructuras de almacenaje de acuerdo al tamaño de explotación y tipo de forrajes a conservar, (pasturas, sorgo, maíz,

grano húmedo), marca el segundo paso hacia la evolución de la cantidad y calidad de forrajes ensilados, con el firme objetivo de hacer los recursos económicos y técnicos más eficientes, para aumentar los márgenes de rentabilidad de las empresas ganaderas.

Para analizar el sistema de almacenaje de ensilados en bolsa se deberían considerar dos premisas, que a primera vista parecen contradictorias:

- No siempre es necesaria la confección de bolsas, para la conservación en forma de silaje.
- Cualquier condición de trabajo es apta para la confección de bolsas de silaje, independientemente del material que se esté ensilando o el tamaño de la explotación que se analice.

Aunque estas afirmaciones parezcan un contrasentido, es importante tenerlo en cuenta para la toma de decisiones al momento de la elección del