

# Tecnologías de picado para ensilado de cultivo de maíz



▪ **Ediciones**

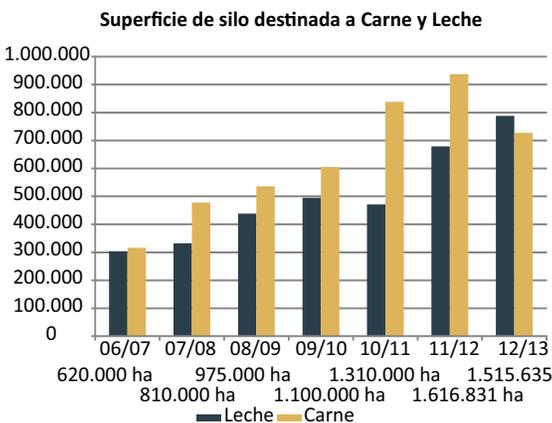
Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria

## INTRODUCCIÓN:

Así como la Siembra Directa produjo un cambio que potenció la agricultura argentina, la tecnología que revolucionó la producción de carne y leche en nuestro país es el silaje de maíz. En las últimas décadas, Argentina sufrió una evolución de la superficie destinadas a silaje de maíz y sorgo, en busca de una mayor eficiencia productiva de carne y leche. En los 90, el 80% del escaso silaje de maíz que se producía era destinado a la producción de leche, siendo poco significativo el destino de estos forrajes a la producción de carne. En la última década, si bien se mantuvo año a año un marcado incremento de la superficie picada para leche, este proceso fue acompañado de un fuerte aumento de las hectáreas destinadas a la producción de carne (feed lot); lo que indica una evolución hacia sistemas más intensivos de producción.

Es importante destacar que este forraje conservado, ha incrementado su participación en la dieta de un 15 a un 40% y su tiempo de uso pasó de 4 a 6 meses (para cubrir baches de producción estacional de forrajes), a todo el año.

Según datos del INTA PROPEFO en la campaña 93/94, se ensilaron unas 80 mil ha de maíz y sorgo, de las cuales el 90% era picado grueso. Veinte años después, en la campaña 12/13 se destinaron a silaje más de 1.5 M de ha, con un récord en la campaña 11/12 de 1.6 M de ha (Fig.1).



**Figura 1:** Evolución de la superficie destinada a silo en las últimas 7 campañas. Fuente CACF

El aumento de la superficie que se produjo a mitad de la década del noventa fue acompañado por una mejora de la calidad, que también evolucionó rápidamente, dado que en la campaña 95/96 de las 270.000 ha que se destinaron a silaje, el 95% ya era picado fino y a la siguiente campaña esta cifra llegaba al 98%.

El picado grueso es aquel que presenta fracciones mayores de 10 cm y que comenzó a realizarse en la década del 70 con las primeras picadoras a mayales (cuchillas largas de corte frontal, dispuesta helicoidalmente sobre un eje, que determinaba su ancho total de corte y en contacto directo sobre el cultivo en pie), pasando al picado fino (< 10 cm) en la década del 80, agregándose a los mayales un sistema de doble picado (cuchillas fijas a un rotor soplador con contracuchillas). Actualmente se trabaja con picadoras de cilindro que realizan un corte perpendicular al eje de rotación, y con el cual se logra el denominado picado fino de precisión, con un tamaño teórico de corte de hasta 10 mm.



**Figura 2:** Máquina de corte picado directo de forraje con cuchillas largas de corte frontal, con el cual se logra un picado de más de 10 cm, preciso para realizar pastoreo mecánico pero no para alcanzar la calidad de picado necesaria para la confección de silo.

Otro hecho que acompañó esta revolución forrajera que vivió nuestro país a mediados de los 90, fue la adopción del silo bolsa y bunker bien tapados y compactados, dejando atrás los viejos silos puentes. En la campaña 93/94 el 50% era silo puente y otro 50% silo bunker. A la siguiente campaña, con el trabajo del INTA PROPEFO se comenzó a incursionar en el silo bolsa, logrando una adopción del 5% en ese primer año. Ya en la campaña 97/98 (350.000 ha), el porcentaje de silo puente se había reducido a un 10%, el bunker continuaba con gran participación (38%) y lograba gran protagonismo el silo bolsa con el 52%. En la actualidad, gracias al avance tecnológico que se produjo en el último período en cuanto a embolsadoras, el 70% del material picado se almacena en silo bolsa y el 30% restante en silo bunker, utilizado mayormente en explotaciones de gran escala cuando el volumen ensilado supera las 900 toneladas.

La maquinaria autopropulsada utilizada en Argentina, 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 picadoras autopropulsadas es de 856 unidades, con una antigüedad promedio de 7 años, las cuales trabajan unas 1800 ha cada una y 700 hora por compañía.

La característica del mercado es que el recambio de equipos lo efectúan los contratistas, cuyo número permanece estable pero que tienen la tendencia a comprar equipos con mayor capacidad de trabajo. Las máquinas usadas que son unidades de 5000 horas, las cuales con un buen mantenimiento siguen siendo confiables a la vez que tienen un nivel de tecnología todavía vigente, son adquiridas por productores o grupo de productores que les costaría por la superficie que trabajan amortizar un equipo nuevo.

En el año 2000 las máquinas autopropulsadas comercializadas presentaban una potencia promedio de 400 hp, con una capacidad de trabajo de 150 tn MV/h. En el año 2013 la potencia media de las 73 máquinas vendidas en Argentina fue de 545 hp, con una capacidad de trabajo promedio de 200 tn MV/h. Durante este último año donde el segmento entre 400-499 hp representó el 44 % de las unidades comercializadas, el segmento 500-599 hp 27%, 600-699 hp 26% y las máquinas de más de 700 hp el 3%. Estos valores arrojan un total de 39.814 hp/año comercializados.

En cuanto a las máquinas picadoras de arrastre, totalizan un parque de 400 máquinas, con un volumen de venta anual de 40 unidades. Estas picadoras de 2 ó 3 hileras son utilizadas con tractores de 100 a 120 hp y poseen una capacidad promedio de 200 ha; logrando procesar unas 30 a 35 toneladas de MV/hora. Este tipo de máquinas permitió difundir el silaje en nuestro país, pero fue desplazado por las autopropulsadas y hoy encuentra su mayor demanda en regiones extra-pampeanas.

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. Entre estos avances se destaca la incorporación de monitores de rendimiento que nos permiten realizar mapas, donde se registran parámetros de producción de materia verde, materia seca, humedad, etc. Estos nos brindan información para la toma de decisiones en agricultura de precisión, al tener la posibilidad de delimitar ambientes según rendimientos y también como un comprobante fidedigno, a la hora de cobrar o pagar un servicio de picado.

Si bien gran parte de las máquinas picadoras que componen nuestro parque, están acorde a los requerimientos de la última tecnología, hay muchos factores a mejorar a la hora de confeccionar los silos, como el hecho de trabajar en los momentos óptimos de picado, elegir el largo de picado más conveniente según el estado de madurez del híbrido, utilizar el quebrador de granos (cracker), para incrementar el aprovechamiento de los granos a nivel ruminal entre otros factores.

Frente a esta situación, el módulo TecnoForrajes del INTA, en asistencia técnica con la empresa New Holland, realizó un trabajo de evaluación de una picadora de última generación, 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.

El ensayo se llevó a cabo los días 20 y 21 de marzo de 2014 en la localidad de Joaquín V. Gonzales, provincia de Salta, en el establecimiento de la firma "Inversora Juramento" S.A.

#### OBJETIVO:

- Conocer el desempeño de una máquina picadora de última generación a los fines de determinar los parámetros y ajustes que se deben considerar al momento de realizar el picado en un cultivo de maíz.
- Evaluar las prestaciones que puede ofrecer una máquina de estas características bajo diferentes condiciones de materia seca, determinando capacidad de trabajo, consumo de combustible, uniformidad de picado y eficiencia de quebrado de granos, al trabajar con diferentes tamaños de picado y con el cracker activado o desactivado, georreferenciando los datos medidos por la máquina.

#### MATERIALES Y MÉTODOS:

Para esta prueba se utilizó una máquina autopropulsada New Holland FR 9050 equipada con un motor IVECO Cursor13, que entrega una potencia de 466 hp a 2100 rpm (Fig.3).

A continuación se describen las características técnicas de la picadora New Holland FR 9050 utilizada:

1. **Cabezal de corte, con cuchillas contra rotantes:** este tipo de cabezal cuenta con un sistema de corte



Figura 3: Picadora New Holland FR 9050, utilizada en el ensayo.

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 o pastura de gramíneas. Este modelo presenta discos de 1350 mm de diámetro, con cuchillas que trabajan en un mismo sentido pero a velocidades diferenciales a los platos superiores, que hacen de alimentadores (Fig.4).



Figura 4: Cabezal de cuchillas contrarrotantes de surcos independientes, presenta la versatilidad de adaptarse a cualquier distanciamiento entre hileras de siembra e incluso cortando en sentido perpendicular a ellas

Los cabezales toman movimiento de un mando principal y desde allí este es distribuido a cada uno de los rotores, los cuales cuentan con cajas individuales con embragues independientes.

**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 (Fig.5)

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 contra cuchilla, para lograr un corte neto.

**3. Alimentación:** esta unidad se encarga de que al rotor picador llegue una capa uniforme de material firmemente sujeto, para evitar desgarros en el forraje



Figura 5: Detalle de componentes de la unidad de picado y diseño de flujo de material.

je 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 (Fig. 6).

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 6: Esquema de los resortes de tensión de los rodillos de alimentación.

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 ésta manera calculará el porcentaje de cambio de la longitud de corte, en función de la humedad.

**4. 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 (Fig.7).

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 (Fig.8). 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.



Figura 8: Indicador de la sección en la que fue detectado el cuerpo metálico.

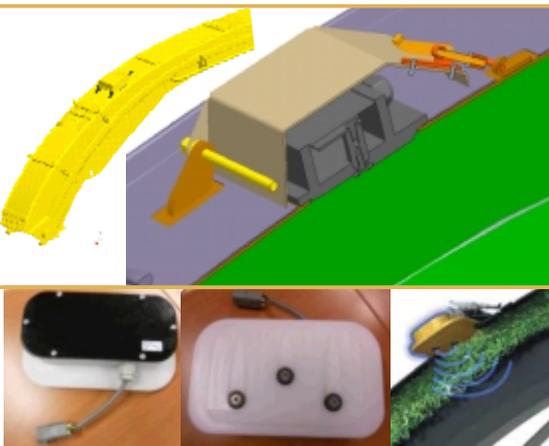


Figura 7: Sistema de medición de humedad.

**5. Detector de metales:** son parte del sistema de alimentación y están constituidos 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

**6. 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 forraje al momento de la expulsión, disminuyendo el con-

sumo de potencia utilizada por la turbina o soplador, además de facilitar la descarga de los acoplados y la compactación del silo.

El rotor de la picadora FR posee un diseño en V que puede configurarse con distinto número de cuchillas: 2 x 6 y 2 x 8 para lograr un corte intermedio con pasturas, y con las variantes de 2 x 12 y 2 x 16 en el caso de maíz y sorgo. Existe una configuración de 2 x 20 para el picado de biomasa que ayuda a la fermentación en biodigestores (Fig.9).

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 sólo desde las regulaciones permitidas por los rodillos de alimentación.



Figura 9: Detalle de rotor picador con distinto número de cuchillas.

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 duración al filo de las mismas y por lo tanto siendo más eficientes en el mantenimiento y capacidad de trabajo del equipo.

Recordar que mantener el filo de las cuchillas y una correcta distancia con la contra-cuchilla; 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.

**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 (Fig. 10)

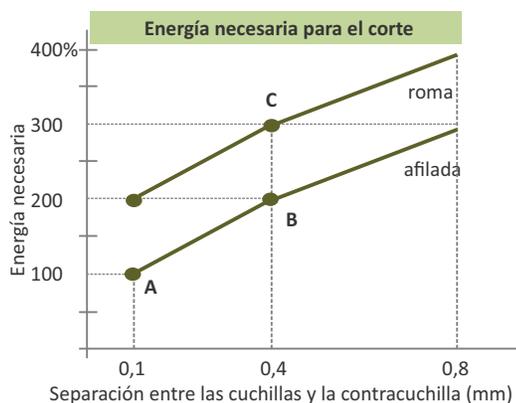


Figura 10: Aumento del consumo de energía, por falta de afilado o arrimado de contra cuchilla (New Holland - Accucut Sistem, año 1996).

Uno de los factores que aumentan la vida útil de las cuchillas, es la inversión en el sentido de giro del rotor picador para proceder al afilado, logrando mayor calidad en el filo y menor desgaste. Los nuevos sistemas permiten afilar las cuchillas y ajustar la contra-cuchilla, mediante un mando hidráulico desde la cabina. Durante el ciclo de afilado, el picador invierte su movimiento y la piedra de afilar integrada renueva el filo de las cuchillas.

**7. Contra-cuchilla:** 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. Es por ello, que la calidad del material, 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 contra-cuchillas. Es de vital importancia mantener ajustada la distancia entre cuchillas y contra-cuchilla; de esa forma se reduce el consumo de potencia (Fig.10), se retarda el desgaste de las cuchillas y se logra un corte neto y más uniforme.

**8. Mecanismo procesador de granos:** este equipamiento consiste en dos rodillos acanalados con un diámetro de 10 pulgadas (25.4 cm), que se encuentran entre el cilindro picador y la unidad de lanzamiento o expulsión. Poseen una velocidad de giro diferencial del 22% entre uno y otro, pero además cambiando poleas se puede hacer que esta diferencia de velocidad sea de 10% o de 50%. De esta forma

se puede lograr una mayor o menor agresividad de procesamiento según se trabaje sobre un grano más lechoso o más ceroso respectivamente, a los fines de mejorar su aprovechamiento a nivel ruminal.

El quebrador de granos para maíz presenta rolos estándar de 126 dientes, pero existe una alternativa con 166 dientes que trabajan en forma eficiente con el grano de sorgo, dado que aumenta la superficie de contacto (Fig. 11).

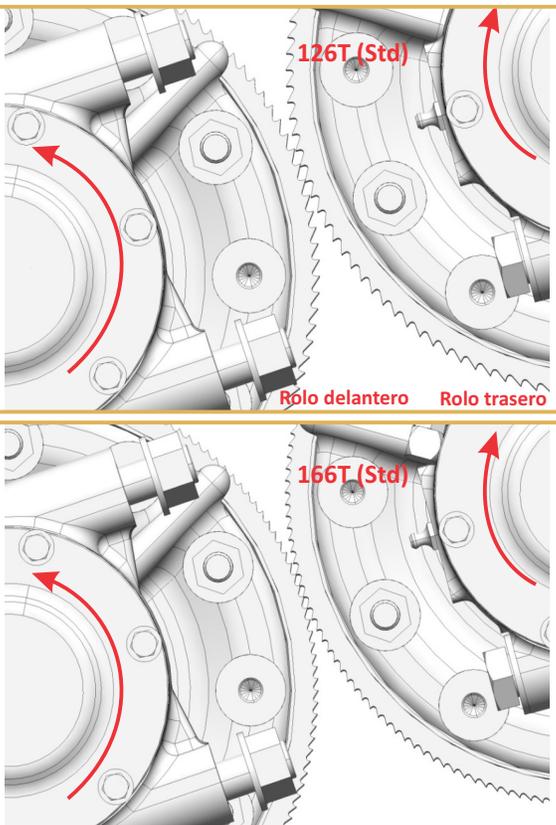


Figura 11. Diferentes diseños de rodillos que pueden ser cambiables, para permitir el quebrado del sorgo.

El procesador de grano debe estar activado para trabajar sobre maíz o sorgo y desactivado para trabajar con pasturas o verdes de inviernos. 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 (Fig.12).

**9. Lanzador, soplador o acelerador del forraje:** una vez realizado el picado del forraje, lo toma un lanzador de tres hileras de 6 paletas (Fig. 13), 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.

Los diseños de sopladores o aceleradores de forraje tienen un rotor con paletas que en sus extremos

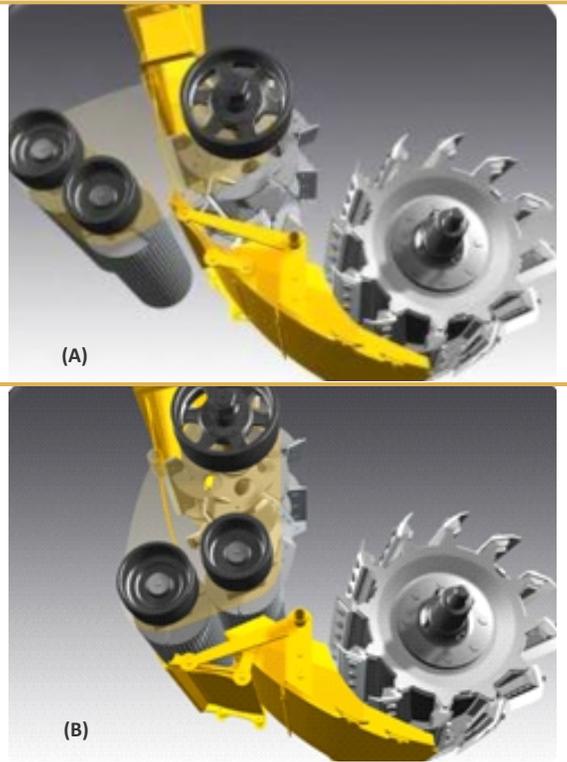


Figura 12: Configuración para trabajo sobre pasturas (A) y para picado de maíz/sorgo (Cracker activado) (B)

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 arrimados 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.

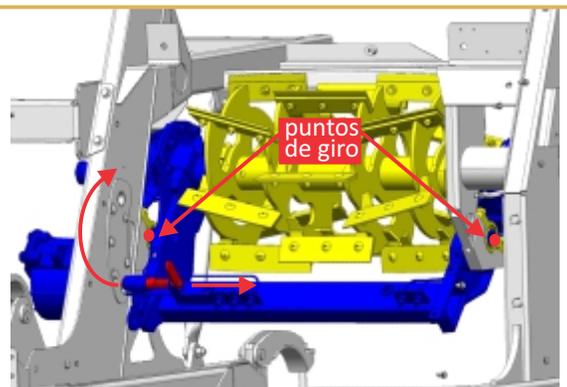


Figura 13: Esquema del acelerador o soplador de forrajes de las máquinas picadoras

**10. 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 materia verde como de materia seca.

Los sensores de flujo de masa, son los encargados de analizar la cantidad de forraje que está recolectando la máquina y que están ubicados en el enganche de los rodillos de alimentación de la picadora (Fig.14).



**Figura 14:** Ubicación de sensores de flujo de forraje.

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) se estima el volumen de material que ingresa a la máquina por unidad de tiempo en un momento determinado (Fig. 15).

Uno de los equipamientos incorporados, es una impresora que entrega ticket con la información de superficie trabajada y toneladas de material picado, para hacer de esa manera el cobro del servicio, lo que agrega agilidad y transparencia al negocio del picado.



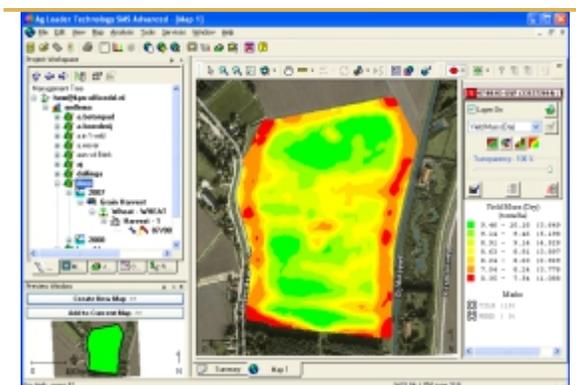
**Bajo rendimiento**



**Alto rendimiento**



**Figura 15:** Esquema de funcionamiento del sensor de flujo.



**Figura 16:** Mapa de rendimiento en toneladas de Materia Seca y Materia Húmeda de un lote picado

Otro adelanto tecnológico, es un sistema que se basa en una cámara 3D y 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 (Fig. 17).



**Figura 17:** Sistema de guía automática de tubo de descarga.

El material picado recolectado para este ensayo, se destinó a la confección de silos bolsa, utilizando para ello una embolsadora de forrajes Canavesio Ten Bag R 2800, con sistema de compactación mediante un rotor con dedos y peine de 2,8 m de ancho.

Esta embolsadora está equipada con un motor de



**Figura 18:** Embolsadora Canavesio Ten Bag R 2800

250 hp y doble disco de frenos (Fig. 18); permitiendo además trabajar alternativamente con bolsas de 9 y 10 pies, mediante un túnel de diámetro variable (sin necesidad de recambio).

#### **Cultivo utilizado:**

Para este ensayo se utilizaron dos lotes, ambos sembrados con Maíz híbrido Nidera 1018, con una densidad de siembra de 60.000 semillas/ha que presentaban unas 57.500 plantas/ha al momento del picado. El Lote B2 fue sembrado el 2 de diciembre de 2013 y el Lote B4 el 11 de diciembre del mismo año. Los dos lotes poseían riego complementario por aspersión y presentaban como cultivo antecesor maíz.

Recibieron un tratamiento previo a la siembra con Glifosato, Atrazina y Acetoclor. El lote B4 estaba implantado sobre un suelo franco arcilloso, mientras el B2 sobre un suelo franco limoso. Ambos lotes se caracterizaron por poseer el mismo cultivar y con el mismo manejo; pero al estar sembrado en distintas fechas, presentaron distintos estados fenológicos al momento de efectuar el picado, con diferentes porcentajes de Materia Seca en cada caso.

Para la estimación del rendimiento del cultivo se realizaron 5 repeticiones (cada una de ellas representada por una hectárea y media de cultivo) midiendo la superficie cubierta en cada repetición a partir de ancho de trabajo (5,8m) por distancia recorrida (2.586,2m), mientras que el peso del material cosechado se pesó en balanzas portátiles Vesta, tarándose previamente los camiones y pesándose cada repetición inmediatamente después de su picado. Para la determinación de Materia Seca (%MS) se tomaron muestras representativas y homogéneas de 400gr de cada uno de los camiones y se colocaron en una estufa durante 24hs hasta llegar a peso constante, determinando el porcentaje de humedad por diferencia de peso.



La estimación de rendimiento para el lote B4 indicó una producción de 34,4 t/ha de MV, con un porcentaje de MS del 29,64 %, lo que se traduce en 10,2 t/ha de MS. En el caso del Lote B2 sembrado 9 días antes, el rendimiento fue de 28,4 t/ha de MV con un porcentaje de MS del 39,5%, arrojando un valor de 11,2 t/ha de MS.

Las condiciones meteorológicas promedio durante las horas en que se llevó a cabo el ensayo fueron: Temperatura 29 °C, Humedad 52% y velocidad del viento 9,8 Km/h.

### Metodología:

El ensayo fue diseñado con la configuración de 6 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Los primeros 4 tratamientos se realizaron en el Lote B4, con un material que presentaba 30% MS y grano en 2/3 de línea de leche (Fig. 19a), donde se trabajó con dos tamaños teóricos de picado (20 y 15 mm) y en cada uno de ellos con el procesador de grano activado (con una separación entre los rolos de 15mm) y también con el procesador desactivado.



Figura 19 a: Espiga del lote B4 con granos 2/3 línea de leche. b: Espiga del lote B2 con granos 1/3 de línea de leche. La línea de leche indica la fase de transición de endospermo líquido a sólido.

El lote B2, presentaba una situación de cultivo con un estado fenológico más avanzado, con porcentajes de materia seca cercanos al 40% y granos con 1/3 de línea de leche (Fig.19b). En este lote se realizaron dos tratamientos, ambos con tamaño de picado de 15mm, diferenciándose por trabajar con el cracker activado (15mm) y desactivado.

Con este diseño de ensayos, la nómina de tratamientos quedó conformada, según puede observarse en la Tabla 1.

Durante el trabajo con cada una de estas configuraciones se registró:

**a. Capacidad instantánea de la picadora a la que se efectuó el trabajo:** Se tomó el tiempo de trabajo y la distancia recorrida que le fue necesario para llenar un camión. Luego se pesó el material con una báscula electrónica para conocer el volumen de material

Tabla 1: Tratamientos del ensayo

Lote B4	T1: 30% MS / 20 mm sin cracker
	T2: 30% MS / 20 mm con cracker
	T3: 30% MS / 15 mm sin cracker
	T4: 30% MS / 15 mm con cracker
Lote B2	T5: 40% MS / 15 mm sin cracker
	T6: 40% MS / 15 mm con cracker

procesado y de esa forma establecer la capacidad de la máquina en kg de MV/h para cada una de las condiciones de cultivo. Los camiones fueron previamente tarados y una vez llenos, pesados en cada tratamiento.

Cabe aclarar que en esta prueba no se buscó conocer la capacidad máxima de la picadora. Los valores de los parámetros obtenidos fueron registrados respetando el modo de uso normal de esta picadora en este establecimiento para las condiciones de lote y cultivo puntuales.

**b. Consumo de combustible:** Se procedió a llenar el tanque de combustible antes de iniciar cada repetición, midiendo en forma directa con una probeta graduada los litros consumidos, al realizar el reabastecimiento una vez finalizada cada repetición. A su vez se pesó el material picado en cada tratamiento, para determinar los kg de material picado por litro de combustible consumido. Este consumo se tomó también con los datos registrados por el monitor en cada uno de los tratamientos.

**c. Uniformidad de picado:** De cada camión se extrajeron muestras representativas de 400 gramos de material picado. Estas muestras fueron evaluadas con el separador de partículas Penn State's<sup>1</sup>(Fig.20).



Figura 20: Distribución de partículas por tamaño – Sistema Penn State's

**d. Capacidad de quebrado de granos:** de cada muestra procesada en Penn State's, se tomaron todos los granos presentes, procediendo a separar los enteros

de los dañados. Luego se determinó el pesaje de cada fracción, expresando así el porcentaje de granos partidos que poseía cada muestra<sup>2</sup>.

## RESULTADOS:

### a. Capacidad máxima instantánea de la picadora a la que se efectuó el trabajo:

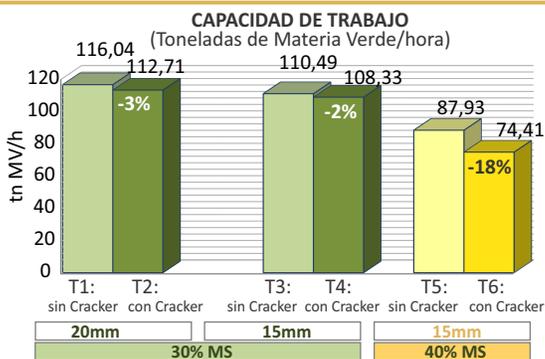


Figura 21: Capacidad de trabajo

Nota: la capacidad de trabajo de la picadora utilizada no corresponde a la capacidad máxima que puede alcanzar este modelo, sino que responden a los valores obtenidos en diferentes mediciones bajo distintas condiciones de cultivo y respetando el modo de trabajo habitual de los operarios del establecimiento.

Respecto a los tratamientos de picado con 30% de MS, en el caso del T1 arrojó valores de 116,04 t/h de MV y de 3,76 ha/h a una velocidad de avance promedio de 6,27 km/h. En el T2 se picó con una capacidad de trabajo de 112,71 t/h de MV y de 3,34 ha/h a una velocidad de avance promedio de 5,56 km/h. En T3, la capacidad de trabajo fue de 110,5 t/h de MV y de 3,86 ha/h a una velocidad de avance promedio de 6,44 km/h y en T4 se obtuvieron valores de 108,3 t/h de MV y de 3,44 ha/h a una velocidad de avance promedio de 5,73 km/h.

Cuando se picó maíz con 40% de MS, al trabajar sin el cracker (T5) se obtuvieron valores de capacidad de trabajo de 87,93 t/h de MV y de 3,19 ha/h a una velocidad de avance promedio de 5,32 km/h, mientras que cuando se picó con el procesador de granos activado (T6),

los parámetros registrados fueron de 74,41 t/h de MV y de 2,90 ha/h a una velocidad de avance promedio de 4,9 km/h.

Este modelo de 466 hp de potencia puede picar 180 tn MV/h, pero cabe aclarar que la capacidad de trabajo de una picadora depende en forma directa del estado del cultivo, sus niveles de producción, madurez, malezas, relación grano-materia seca, estructura de la planta, etc. Cualquier comparación de prestaciones realizada en diferentes condiciones de cultivo no puede ser considerada como válida y solamente debe ser tomada como orientativa.

### b. Consumo de combustible:

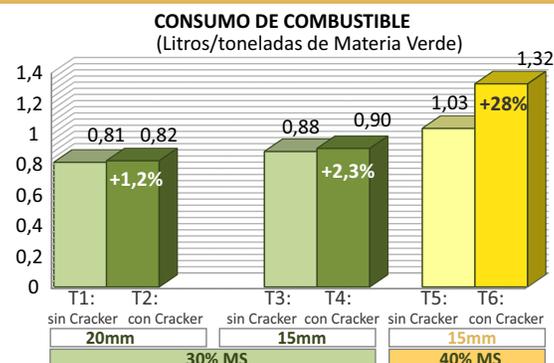


Figura 22: Consumo de combustible

En el caso de los tratamientos de picado con 30% MS y largo de partícula de 20 mm, la diferencia de consumo entre T1 (sin cracker) y T2 (con cracker) T3 fue de 0,01 l/t de MV, mientras que cuando se picó a 15 mm la diferencia entre hacerlo con el cracker desactivado (T3) y con el cracker activado (T4) fue de 0,02 l/t de MV.

En el material picado a 15 mm con 40% de Materia

Tabla 2: Media de registros de parámetros de Consumo de combustible de cada tratamiento con 3 repeticiones cada uno.

Materia Seca	Tratamiento	Materia Verde (Ton)	Sup. (Ha)	Rendimiento (T MV/ha)	Consumo Combustible (L/T MV)
30%	T1: 20 mm sin Cracker	113,04	3,29	34	0,88
	T2: 20 mm con Cracker	87,00	2,78	31	0,90
	T3: 15 mm sin Cracker	86,62	2,68	32	0,81
	T4: 15 mm con Cracker	106,00	2,68	39	0,82
40%	T5: 15 mm sin Cracker	77,50	2,48	25,56	1,03
	T6: 15 mm con Cracker	57,00	2,23	31,25	1,32

<sup>1</sup>Este elemento se utiliza para evaluar tamaño y distribución de partícula. Contiene 4 bandejas (zarandas) que se colocan una debajo de la otra y que poseen distintos tamaños de orificio (1ª bandeja: orificio de 19 mm, 2ª bandeja: orificio de 8 mm, 3ª bandeja: 1,67 mm y bandeja inferior ciega). Para su utilización se coloca sobre la 1ª bandeja la muestra obtenida y se ejecutan movimientos energéticos en sentido horizontal (4 por cada lateral) girando el conjunto ¼ de vuelta hasta completar 2 ciclos, completando un total de 32 agitaciones (2 por cada lateral). Posteriormente se pesaron los materiales de las respectivas bandejas, calculando las proporciones retenidas en cada una de ellas.

<sup>2</sup>En el caso de feed lot se considera grano partido al que tiene algún tipo de daño en su estructura, para que pueda ser atacado por las bacterias a nivel ruminal. Para el caso de rodeo de vacas lecheras de buena producción es necesario un partido más agresivo.

Seca y grano ½ línea de leche, la diferencia en el consumo producida por el uso del cracker fue de 0,29 litros/tn MV.

### c. Uniformidad de picado:

En la siguiente figura se detallan los porcentajes de partículas retenidos en cada una de las bandejas del Penn State's de los diferentes tratamientos evaluados:

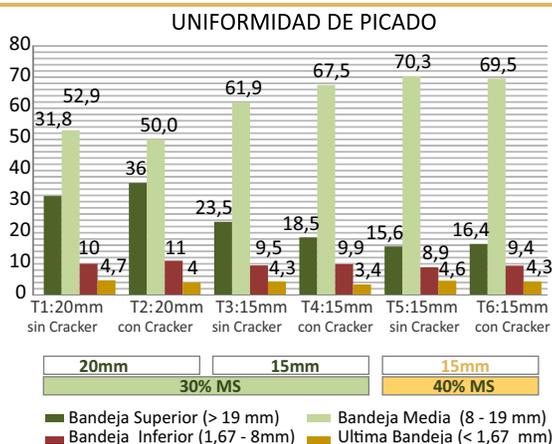


Figura 23: Porcentajes retenidos en las cuatro bandejas de Penn State's en los distintos tratamientos.

### d. Capacidad de quebrado de granos:

En la siguiente figura se detallan los porcentajes de granos partidos de los diferentes tratamientos evaluados (Figura 24):



Figura 24: Porcentajes de granos partidos.

## CONCLUSIONES:

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 32 y el 40%. Valores inferiores a los mencionados pueden derivar en una fermentación butírica o en un exceso de lixivia-

ción 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 ½ y ¼ de endosperma líquido, ya que se correlaciona este estado con un nivel de materia seca 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 aun presenta facilidad de ser partido por efecto mecánico de la picadora.

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% de MS, y con granos que presenten un endosperma más ceroso.

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 materia seca 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 materia seca 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 materia seca poseen tejidos con mayor resistencia al corte, lo cual

demanda un mayor esfuerzo del rotor de picado.

*En esta prueba al pasar de un cultivo de 30% MS a uno similar con 40% MS, la caída en la capacidad de trabajo represento 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 trabaja con el craker desactivado y un 46% cuando se procesaron lo granos.*

En cuanto a la máquina picadora se observa en líneas generales que al usar el cracker, disminuye la capacidad de trabajo (tn MV/hora) y aumenta el consumo de combustible; pero debemos tener en claro que el quebrado de los granos es un proceso indispensable para incrementar su aprovechamiento a nivel ruminal, fundamentalmente cuando estos presentan mayor porcentaje de endospermo duro, permitiendo de esta forma que el silo que estamos suministrando sea además una fuente energética.

*En los tratamientos con 30% de MS, el hecho de utilizar o no el cracker, no produjo diferencias significativas en el consumo de combustible debido a que el grano se presentaba pastoso-lechoso y el cracker poseía una separación de 15mm, el cual no generaba una demanda extra de potencia.*



**Figura 26:** Picado de maíz en lote B4 (30% MS)

*En el caso de realizarse el picado sobre un cultivo húmedo (30% MS), donde los granos se encuentran en estado de endospermo 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 cracker 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 endospermo sólido, fue más notable la disminución de la capacidad de trabajo al picar con el cracker activado, produciéndose una caída de un 18,2% y el aumento del 28% 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 cracker 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 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.*

*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 del 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.

El aumento de esta 3<sup>er</sup> 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 porqué 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 (T5 y T6) crece el porcentaje de endosperma sólido y para lograr mejor aprovechamiento de grano no hay otra opción de la utilización del cracker. En el caso de T5, el 27,7% quedaron sin dañar, los cuales al ser consumido por un bovino lechero no serán aprovechados y pasaran indefectiblemente a las fecas, con pérdidas casi totales del almidón contenido en ellos.

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

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 velo-

cidad 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% de 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 al 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 primer pérdida que ocurre cuando se trabaja con 30% MS es el incremento de los costos 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 hectáreas, se necesitaban 4 camiones cuando se realizaron los tratamientos T1, T2, T3 y T4 (30% de MS), mientras que para transportar el material picado en los tratamientos T5 y T6 (40% MS) se necesitaban solo 3 camiones.

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



Figura 27: Picado de maíz con 15 mm con 12% de partículas de entre 2,5 y 6 cm de longitud

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.



**Figura 28:** Correado de jugo sobre la jirafa de la picadora al trabajar con un material con 30% MS (lote B4)

Quando 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/tn MV a 0,81 l/tn 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 tendrán una incidencia directa en el resultado productivo de los sistemas ganaderos de carne y leche.**



**Figura 29:** Silo de maíz de alta calidad embolsado. Marzo 2013. J.V. Gonzales, Prov. de Salta. Establecimiento Inversora Juramento.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Bragachini, M., P. Cattani, M. Gallardo y J. Peiretti. (2008). Forrajes Conservados de Alta Calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. Editado por INTA PRECOP. Manual Técnico N° 6. INTA, Manfredi, Argentina. ISBN 1667-9199.

Bragachini, M., P. Cattani, E. Noguera, S. Ruíz. (1996) Prueba a campo de la picadora Mammut 7400. Editado por INTA PROPEFO. Informe técnico N° 4. INTA, Manfredi, Argentina.

Cattani, P. (2014) Porqué aumentar los índices de materia seca de los silajes de maíz. Comunicación personal.

CNH. (2012) Guía de referencia del software PLM Viewer. New Holland Agriculture, ed.

CNH (2011) New Holland fr fr450, fr500, fr600, fr700, fr850. New Holland Agriculture, ed.

Gallardo, M. (2011). Forrajes Conservados. Editado por Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros Manual de actualización técnica. Buenos Aires. 26 pp.

Giordano, J. M. Bragachini, P. Cattani, M. Gallardo y J. Peiretti (2010). Mecanización de la alimentación, uso del mixer para formular dietas balanceadas (TMR) en base a forrajes conservados. Editado por INTA PRECOP. Manual Técnico N° 7. INTA, Manfredi, Argentina. ISBN 1667-9199.

Opacak, F. Evolución de la superficie destinada a silo. Relevamiento Cámara Arg. de Contratistas Forrajeros. Comunicación personal.

**Participantes del ensayo:**

- Ing. Agr. **Federico Sánchez** (INTA Manfredi)
- Ing. Agr. **José Peiretti** (INTA Salta)
- Ing. Agr. **Gastón Urrets Zavalía** (INTA Manfredi)
- Ing. Agr. **Juan Giordano** (INTA Rafaela)
- Ing. Agr. **Diego Villarroel** (INTA Manfredi)
- Ing. Agr. **Adriana Godoy** (INTA Salta)
- Ing. Agr. **Oscar Tamayo** (INTA Las Lajitas)
- Sr. **Alejandro Chocobar** (INTA Salta)
- Gustavo Marconetti** (CNH-Comercial Heno & Forraje)
- Lucas Lingua** (CNH-Precision Land Management)
- Cristian Almirón** (CNH-Precision Land Management)
- Hugo Cruz** (AGV maquinarias)

Comunicación: **Tec. Mauro Bianco Gaido**,  
**Esteban Eugeni** (INTA Manfredi)



Agradecimiento: **Gabriel Tronchoni** (CNH - Marketing NH AG Argentina) - **Establecimiento Inversora Juramento** (J.V.Gonzales, Salta)

**Programa Nacional - AGROINDUSTRIA Y AGREGADO DE VALOR**

- Proyecto Integrador 1:** Procesos Tecnológicos para Agregar Valor en Origen en forma Sustentable- **Coord. Ing. Agr. M. Sc. Mario Bragachini**
- Proy. Específico 2:** Tecnologías de agric. de precisión para mejorar la eficiencia de la producción agropecuaria - **Coord. Ing. Agr. Andrés Méndez**
- Modulo 3:** Tecnologías para el manejo sustentable de los procesos de cosecha de granos, forrajes conservados y cultivos industriales

## Ensayo de Picadora de última generación realizado por el Módulo INTA TecnoForraje en asistencia técnica con New Holland (CNH Industrial Argentina S.A.)



**La ventana de picado de maíz es entre 32% y el 40% de MS.** Valores inferiores 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.

**Con la tecnología que poseen las máquinas en la actualidad, se logra un picado (tamaño y uniformidad) y quebrado de los granos, que permite confeccionar silos de alta calidad aún trabajando sobre cultivos con estado de madurez cercanos al 40% de MS.** y con granos que presentan endosperma más ceroso.

**Para determinar el momento de picado, no podemos seguir observando el grano, sino que debemos determinar el % MS. que posee el cultivo** dado que no existe una correlación marcada entre la línea de leche de los granos y el porcentaje de materia seca de la planta.

**Determinar el % de MS. cortando algunas plantas de distintas partes del lote, picarlas y establecer mediante microondas o estufa el contenido de humedad de las mismas.**

**El quebrado de los granos es un proceso indispensable para incrementar su aprovechamiento a nivel ruminal,** fundamentalmente cuando presentan mayor porcentaje de endospermo duro.

**Utilizar el sistema procesador de granos (cracker) disminuye la capacidad de trabajo en un 15% e incrementa el consumo de combustible en un 25%, pero es una inversión (no un gasto) que debemos pagar al contratista para que el silo que estemos confeccionando sea además una fuente energética que incrementará nuestra producción de carne y leche.**

**A medida que los granos presenten mayor cantidad de endosperma ceroso, disminuir paulatinamente la distancia y/o incrementar la velocidad de los rolos quebradores de granos,** de manera de provocar siempre la ruptura de todos los granos.

**El tamaño teórico de corte debe regularse desde los rodillos de alimentación, evitando quitar cuchillas del rotor.** Según condiciones de MS. del cultivo, el largo teórico debe variar desde los 12 mm (40%) a 19 mm (32%).

**Evaluar a lo largo de toda la jornada de trabajo el tamaño y distribución de las partículas de picado utilizando el separador de partículas PennState's.**

**Mantener el filo de las cuchillas y la correcta distancia de la contracuchilla.** Esto reduce el consumo de combustible, aumenta la capacidad de trabajo y mantiene uniforme el tamaño de picado.

**No existe una receta fija para la frecuencia de afilado de cuchilla, hacerlo cuando se observe falta de prolijidad en el corte.** Para mantener la calidad de trabajo y la vida útil de la cuchilla es preferible realizar varios afilados durante el día con menos pasadas de piedra, que un afilado prolongado una o dos veces al día.

**Al trabajar sobre cultivos que presentan bajos niveles de MS. (cercanos al 32%) y con granos cuyo endosperma está mayormente lechoso, no activar el procesador de granos (no genera ningún beneficio), incrementar la longitud teórica de picado a 20 mm y disminuir la velocidad de giro de los rolos alimentadores** dado que el material más turgente se desliza con mayor facilidad.

**Considerar que cuando se trabaja con 30% MS. se produce un incremento de los costos por el transporte de agua desde el lote al lugar donde se confecciona el silo.** En el caso de esta prueba, para trasladar el material picado en 1,8 hectáreas, se necesitaban 4 camiones cuando poseía 30% de MS y solo 3 camiones cuando se transportó material picado con 40% MS.

**Para disminuir las pérdidas en cantidad de material se recomienda colocar en la batea de los camiones un sobre techo inclinado en la parte superior que contenga el material, con una boca lateral por donde ingresa el picado proveniente de la jirafa de la picadora.**



**TECNO FORRAJES** INTA EEA Manfredi

Módulo Tecnología de Forrajes Conservados  
Tel. 03572 -493093  
eeamanfredi.cosecha@inta.gob.ar  
www.cosechaypostcosecha.org  
www.inta.gob.ar