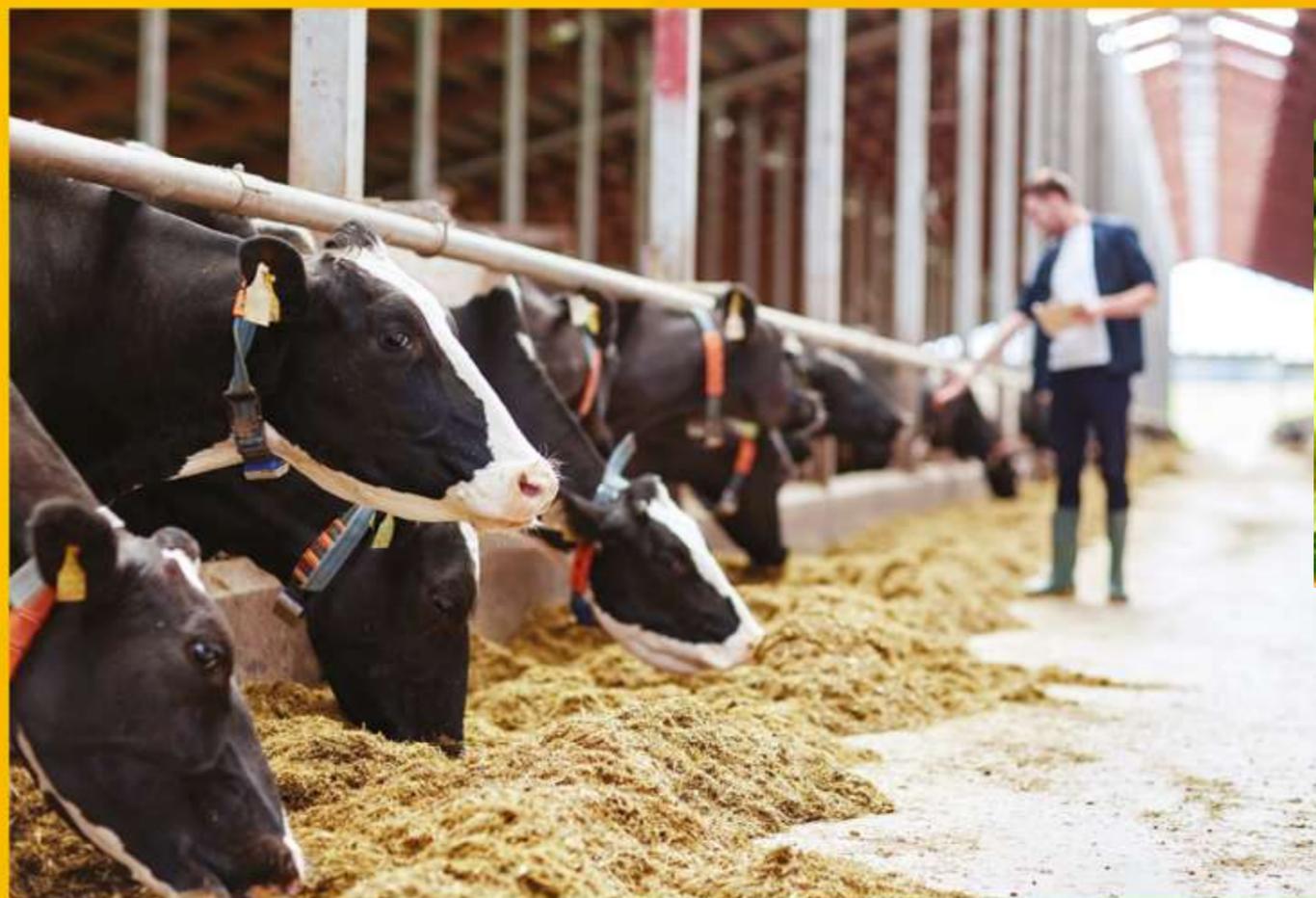


Elegí siempre contratistas asociados y asegurate:

MEJORES FORRAJES



- + Capacitación local y en el exterior
- + Reuniones zonales y nacionales
- + Seminarios anuales
- + Investigaciones
- + Respaldo y asesoramiento técnico

www.ensiladores.com.ar

Seguinos en:



10 Silaje



De acuerdo a la dinámica productiva y de uso eficiente de los recursos como la tierra y el agua, la confección del silaje de maíz y sorgo con destino energético (cultivos con alto potencial de producción de grano) ha sufrido algunos ajustes, pero en líneas generales sigue siendo mandatorio poder establecer objetivos productivos, para definir el proceso de confección.

En el marco dado por los avances del potencial productivo demostrado en la genética actual de los rodeos de carne y leche, es que se deben elevar los niveles de eficiencia de producción que acompañen esas mejoras, a los fines de eficientizar los márgenes de la actividad pecuaria.

En la medida que la genética avanza, los animales se hacen cada vez más exigentes en cuanto a sus aspectos nutricionales para poder expresar todo

su potencial, razón por la cual el silaje energético merece algunos ajustes.

La calidad del forraje influye notablemente en los márgenes de producción animal, sabiendo que a medida que esta disminuye, se ve afectada negativamente la digestibilidad y el nivel de consumo (ingestibilidad), impactando negativamente en los márgenes operativos de la empresa.

Otro punto que cada día cobra mayor relevancia es la MS (MS) del cultivo, sabiendo que el exceso de agua puede ser una limitante del consumo por mayor ocupación del espacio ruminal, además que ya está más que demostrado que cuando se avanza en MS sobre cultivos agrónomicamente bien logrados, la energía disponible para producción aumenta y los costos productivos del kg de MS disminuye, como se explicará en el apartado correspondiente.

En síntesis, para producir en forma eficiente y con mayor rentabilidad se debe utilizar toda la información y las herramientas disponibles, siendo la calidad y su asociación con la digestibilidad del forraje el parámetro de mayor importancia a la hora de relacionar costo de alimentación, con eficiencia productiva.

Por otra parte no se debe descuidar un concepto que se viene repitiendo a lo largo de este trabajo, y es que se deben utilizar los recursos de la mejor manera en pos de un bien común. Concretamente nos referimos a la utilización de recursos como suelo y agua, en donde existe la responsabilidad de lograr la mayor eficiencia posible, para lo cual deben lograrse cultivos de alto potencial de rendimiento de MS/ha, con alta producción de grano y cosechado o picado en el momento en que esta biomasa, genere la mayor expresión productiva de los rodeos que se vaya a alimentar.

Produciendo y alimentando los rodeos con forrajes frescos o conservados de la máxima calidad, será posible mejorar la respuesta animal, reducir los costos de alimentación e incrementar el ahorro de tiempo y dinero.

1. Importancia del silaje de maíz o sorgo en la alimentación animal

El silaje de maíz o sorgo (con destino energético) es uno de los forrajes conservados más importantes en los sistemas de producción modernos. Siendo utilizado cada día más por las siguientes ventajas:

- Altos rindes por ha de alimento de alto nivel energético.
- Alimento voluminoso, palatable y energético.
- Inmediato almacenaje después del corte.
- Cosecha rápida y con bajo nivel de pérdidas.
- Bajo costo de producción por kg de MSD.
- Bajo nivel de pérdidas siempre y cuando se trabaje en forma correcta.

Para considerar un maíz conveniente para la producción de silaje de calidad debe contener por lo menos entre el **35 % y el 50 % de granos sobre la base de MS**, debido a lo cual se lo considera una mezcla de forraje y grano, siendo utilizado como suplemento energético de la ración o complemento de la dieta, como en el caso de planteos sobre pastoreos de otoño, que presentan un desbalance nutricional en esa época con elevadas cantidades de nitrógeno no proteico y baja concentración de hidratos de carbono solubles.

Por otra parte, se debe expresar el mayor potencial productivo de la ha utilizada, razón por la cual sacrificar rendimiento o producción sería un lujo que la ganadería no debería permitirse, al momento de la competir por rentabilidad y oportunidad de uso de la tierra.

Concretamente se debe entender que, para contar con un alimento energético, voluminoso y de un costo conveniente por producción de MSD, se debe apuntar a cultivos muy bien logrados, sanos, con alta población de plantas por ha, muy buena relación grano planta (ideal llegar a 1 en esa proporción) y cosechados en el momento que ofrezcan la mejor relación entre la digestibilidad y la energía disponible.

Esto hace que cuando en los rodeos exista un excesivo gasto de energía a nivel hepático, para neutralizar el efecto de Nitrogeno no proteico y desintoxicar el organismo del Nitrógeno sobrante, el silaje energético (ya sea de maíz o de sorgo), se constituye en un alimento de gran utilidad y costo controlable y conocido.

La utilización estratégica de este recurso forrajero no se debe limitar tan solo a suplir deficiencias sino también para tener un mejor aprovechamiento del volumen de las pasturas, permitiendo un incremento de la carga animal en los períodos de escasez y por lo tanto una mejora en los niveles de aprovechamiento de un recurso caro y escaso como es la tierra, con el incremento de competitividad del sector ganadero (Figura 10-1).

2. Silaje de Maíz y/o Sorgo Granífero

La calidad del silaje de maíz y sorgo (con destino energético), es la resultante de la interacción de algunos factores como el material a ensilar, los procesos fermentativos dependientes de la logística y la forma de trabajo, sumado a los procesos



Figura 10-1

Es importante contar con cultivos sanos bien implantados y de alto potencial de rendimiento.

de re-oxidación ocurridos al momento de la utilización del silaje.

Los aspectos que se deben tener en cuenta para la producción de silaje de maíz y sorgo granífero son:

1. Material a ensilar y procesos fermentativos necesarios para lograr la conservación.
2. Momento de óptimo de picado.
3. Tamaño y uniformidad de picado.
4. Altura de corte.
5. Pérdidas durante el proceso de ensilaje
6. Método de almacenaje de los silos. tipo de silos, infraestructura y lugar de confección.

Cada uno de estos puntos serán tratados en forma detallada a continuación, en el desarrollo de este capítulo.

2.1 Material a ensilar

Con el advenimiento de mejoras genéticas incorporadas en los híbridos utilizados, actualmente se puede contar con materiales que tengan una mejor digestibilidad de fibra (porción más indigestible de la planta)

Dichos materiales, especialmente desarrollados para la producción de silajes, presentan en líneas generales dos puntos fundamentales:

Por un lado, cambios en su estructura, dando mejores índices de fibra, permitiendo que la calidad de la misma no se deteriore tanto en estadios fenológicos avanzados.

Un mayor índice Stay Green. Esta es la característica que le permite a los diferentes híbridos permanecer verdes con buenas condiciones de humedad para su correcto picado almacenaje y fermentación, pero con el grano maduro, concentrando la energía necesaria para alcanzar la producción deseada, destacando siempre que la porción de la parte que siempre seguirá aportando digestibilidad (y en definitiva producción) será el almidón contenido en el grano.

Si bien esta es una característica que se busca en los maíces que se destinan a silaje, en el sorgo es una aptitud que está implícita, ya que siempre el grano maduro cuando la planta aún cuenta con un buen nivel de humedad, apropiada para la confección de silajes.

Por esta razón el sorgo es un excelente cultivo en zonas donde el déficit hídrico es la limitante de producción, pero que juega en contra en zonas o épocas del año donde el agua de lluvia es abundante, ya que dará como resultado cultivos que "no se entregan" o bien tienen muy bajos niveles de MS, lo que favorece las fermentaciones de tipo butíricas, indeseables en este proceso de conservación de forrajes.

Cuando se piensa en las características de un correcto híbrido para la producción de silaje, se deben buscar los que presenten granos grandes (tanto en maíz como en el sorgo), para favorecer el quebrado de los mismos al momento del picado.

El quebrado de los granos en los silajes energéticos es fundamental para permitir el ataque de las bacterias aminolíticas a nivel ruminal y esto obedece a que ese es el sitio de digestión más eficiente por parte de los rumiantes, permitiendo una sinergia muy conveniente al momento de síntesis de proteína, además que cuando los granos no son aprovechados se eliminan por las heces, perdiendo el esfuerzo de trabajo y económico que se realizó para lograr un buen cultivo.

Además se incrementarán los costos productivos por la necesidad de aportar energía a la dieta, con fuentes externas al silaje e incluso a la empresa, lo que incrementa los costos productivos y la demanda de mano de obra y recursos en la preparación de dietas.

Cuando los granos del silaje de maíz y sorgo permanecen enteros, ya no son atacados en el rumen y el mayor porcentaje de digestión o absorción de nutrientes ocurre a nivel intestinal cumpliendo la función de energía pasante, corriendo el riesgo con un manejo no tan prolijo de que se pierda en una proporción excesiva por heces, sin ser atacada en el tracto digestivo.

En la tabla 10-1, se muestran algunas proporciones que sirven también de asidero para considerar la morfología de la planta, como el primer punto a tener en cuenta para la elección de los híbridos de maíz a sembrar, y la importancia de lograr altos rendimientos de grano por ha, además de la correcta elección del momento de picado, lo cual será tratado en detalle más adelante, pero dejando en claro que el proceso de alimentación con silaje se hace más eficiente cuando mayor concentración energética tenga el mismo; y esta tiene que ver con el grado de madurez del grano. Dentro de los híbridos utilizados, muchas veces se discute que la calidad o digestibilidad del almidón de algunas variedades de maíz colorado duro, tipo Flint, es mejor que la de los maíces de tipo dentado.

Aporte de sustrato degradable en rúmen de las diferentes porciones de la planta de maíz.

Tabla 10-1

1 kg de hoja	Aporta 450 gr de sustrato degradable en el rumen
1 kg de tallo	Aporta 300 gr de sustrato degradable en el rumen
El incremento de la proporción de grano	Aumenta a casi 900 gr por kg aportado a nivel ruminal

¿Entonces por qué no utilizarlos para la confección del silo de maíz?

La respuesta fue dada en un apartado anterior en donde se menciona que para que las bacterias ataquen el almidón de los granos a nivel ruminal este debe estar disponible, o sea que los granos deben estar partidos, y sin bien en los últimos años se ha avanzado mucho en la eficiencia de procesamiento de los granos, los maíces de tipo dentado (Figura 10-2) son más fáciles de partir que los colorados duros, consumiendo menos energía, disminuyendo costos y mejorando la eficiencia productiva.

2.2 Relación de aporte de sustratos de la planta de maíz a nivel ruminal

Otro dato importante es que las hojas se degradan en un 45 % en una permanencia de 24 hs en el rumen, en tanto que los tallos lo hacen en una proporción de solo el 30 %.

Teniendo en cuenta el aporte de sustrato degradable a nivel ruminal, es fácil determinar por su morfología cuáles serán las variedades más aptas para implantar en cada zona, de acuerdo al destino que se busque en la producción de silaje (solo volumen o también energía).



Figura 10-2 Como es lógico pensar, los granos dentados siempre son más fáciles de partir que los colorados duros, dando a nivel ruminal más disponibilidad de almidón como fuente de energía.

En lo que respecta a los sorgos también se debe considerar el porte o frame de los mismos y su relación grano planta, para determinar si el silaje producido es más energético o más fibroso.

Teniendo en cuenta que los rendimientos en grano en un mismo ambiente productivo no son tan significativos, pero sí varía la relación grano planta, (puede ser de entre 1 a 1 hasta 2,5 a 1) es importante analizar el porte de las variedades para determinar la concentración energética final del silaje producido además de la existencia de granos, su forma y la posibilidad de partirlos al momento de picar el forraje.

Materiales de menor altura, permitirán concentrar más energía en el silo, aunque con menor aporte del total de MS.

Un aspecto que aunque parezca obvio, es importante tener en claro cuando se habla de sorgo, es la decisión de elaborar un silaje energético o un silaje proteico, para saber si se van a elegir sorgos graníferos o forrajeros. Los primeros tienen una proporción mayor de grano respecto a la planta deben ser cortados mirando el grano, mientras que los forrajeros se aprovecharán mejor en pre floración, para priorizar la calidad de la fibra (digestibilidad) y un mayor contenido proteico, para ser tratados finalmente como una pastura. En este caso se debe aplicar la tecnología de corte y pre-oreo antes del picado para concentrar MS, bajando costos, mejorando la inclusión en la dieta y haciendo más eficiente el proceso fermentativo.

En algunos casos se ofrecen materiales denominados como "forrajeros" solamente porque tienen un gran aporte de MS y un porte alto, pero se debe considerar siempre cuál es la digestibilidad o el contenido de fibra de esos materiales, asumiendo que en líneas generales los materiales de gran porte, por lo general necesitan tener un alto contenido de fibra para mantenerse erectos quitándole de esa manera la mejor característica de "forrajero", que es su digestibilidad (Tabla 10-2).

Como indica la tabla, se debe tener en cuenta el objetivo a lograr y qué se espera del forraje producido para poder plantear un protocolo de confección, mirando siempre el fin productivo.

Por otra parte no solamente se busca volumen sino además digestibilidad por lo que en el momento actual de la ganadería, el concepto a analizar es la MSD aportada por ha, ya que será ésta la que aporte Kg de nutrientes y altos niveles de producción por ha, independientemente del rodeo o sistema de producción adoptado.

Relación entre altura, MS, proporción de panoja en las plantas y MSD, entre distintos tipos de materiales de sorgo. Fuente: (Torrecillas, 2013)

Tabla 10-2

Tipo de híbrido	Altura (m)	MS (t/ha)	% panoja	MSD (t/ha)
Sileros	2,6	24,5	23,3	14,8
Fotosensitivos	3,8	30	-	13
Graníferos	1,4	16	55	9,8
Graníferos doble propósito	1,9	22,2	47	14,2

Por último y ante la necesidad de hacer un uso eficiente de los recursos naturales, se destaca que al poner especial cuidado en los kg MS/ha se podrán elegir variedad (doble propósito) que si bien tienen un porte menor, ofrecen igual cantidad de MSD/ha, o sea que con un porte menor de planta y menor extracción de agua del perfil de suelo se lograría un mejor resultado o potencial productivo.

Implantación: es importante considerar que todas las recomendaciones y tecnologías de insumos aplicadas para la obtención de un buen cultivo de cosecha de granos, deben ser aplicadas en los cultivos destinados a silaje, como una buena, correcta densidad, velocidad de siembra, fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas, etc.

Esto se debe a que la correcta implantación es el primer paso para la obtención de un silaje de calidad, además de colaborar en la dilución del costo de producción de MSD/ha y en el uso de un recurso caro y escaso, como es la tierra y el agua del perfil del suelo.

2.3 ¿Maíz o sorgo?

Una de las disyuntivas que presenta la producción pecuaria de carne y leche en los últimos tiempos, en los que se vio desplazada a zonas mal llamadas marginales, pero sí con menos aptitudes para el desarrollo de cultivos convencionales, es la toma de decisiones sobre la siembra de maíz o sorgo granífero para destinarlo a la confección de silajes.

En zonas marginales donde el maíz no supera los 3.000 kg/ha de rendimiento de grano, o tiene un rendimiento errático, sería conveniente picar sorgo para lograr silajes de alta calidad de manera más estable a lo largo de los años. Esto se debe a que el maíz estaría produciendo alrededor de 7.128 Mcal aprovechables/ha, comparables con las que produce un sorgo de 4.700 kg/ha de rendimiento de grano promedio y con la ventaja de ser este último, un cultivo de mayor seguridad para lograrlo y de menores costos productivos.



Figura 10-3 El sorgo constituye una excelente alternativa para la producción de silajes en el nuevo escenario productivo.

Para la confección del silaje de sorgo, las consideraciones son las mismas que para maíz, con el agravante de que, si no se tiene especial cuidado en el quebrado del grano durante el picado, es muy probable que por más que el cultivo contenga una muy buena relación grano/planta, no sea aprovechada la energía contenida en la panoja, ya que la mayoría de los granos enteros serían eliminados por heces, sin ser atacados por las bacterias en el tracto digestivo (Figura 10-3).

A pesar de esto y teniendo en cuenta la disponibilidad de maquinaria con procesadores de grano específicos para sorgo, el silaje de esta especie se constituye en una alternativa muy valiosa en zonas marginales para maíz, donde el balance hídrico y las características edáficas o climáticas, hacen muy riesgosa la producción de otros cultivos destinados a la producción de silajes energéticos.

2.4 Proceso de fermentación y estabilización del silaje

NOTA: Los procesos fermentativos son similares independientemente si se trata de pasturas picadas o bajo la forma de henolaje empaquetado, o silajes energéticos de maíz o sorgo granífero o doble propósito.

La conservación de forrajes, en la forma de silaje, es un compromiso entre la eficiencia de los requerimientos de trabajo y las pérdidas de campo versus las pérdidas en el proceso de fermentación. En este caso dejaremos de lado la fase de extracción y suministro, que será detallada en un capítulo destinado a tal fin.

Para lograr alta calidad en los silajes, se deben compatibilizar tres factores que interactúan y guardan una estrecha relación entre sí:

- Momento óptimo de picado (que es independiente al proceso fermentativo y debe corresponder a factores nutricionales y de costos).
- Tamaño y uniformidad del mismo.
- Contenido de humedad de la planta al momento de picado (relacionado con el primer apartado).

Una correcta fermentación depende de las decisiones y prácticas de manejo que se implementen antes y durante el proceso de ensilado.

Las prácticas de manejo que el productor puede controlar son:

- Estado de madurez del material, (por el contenido de humedad del mismo y su relación con la presencia de almidón en el grano).
- Tipo de fermentación que ocurre dentro del silo.
- Arquitectura de la estructura del silo, método de almacenaje, velocidad de llenado y compactación.

Prestando especial atención a detalles como la velocidad de llenado, largo y uniformidad de picado, distribución y compactación del silo; se asegurará en gran medida una correcta fermentación, permitiendo el logro de un material energético de alta digestibilidad y por consiguiente elevado consumo de MS por animal y por día, con la consiguiente respuesta productiva y niveles de pérdidas energéticas mínimas en el proceso fermentativo.

Los organismos aeróbicos, que degradan los nutrientes solubles, incrementan su proporción en el material picado durante los primeros estadios de la fermentación. Estos organismos (principalmente bacterias aeróbicas), al respirar consumen carbohidratos solubles (materia prima para lograr ácidos en el proceso fermentativo) y por esta razón se debe eliminar la mayor cantidad de aire posible y de manera rápida durante el llenado y compactado, para que tampoco el forraje respire, ya que si no, consumirá un mayor número de carbohidratos, los cuales deben estar disponibles en primer lugar como sustrato para la fermentación y en segundo lugar, como energía asimilable en el rumen.

Otro efecto indeseable, es que mediante la respiración se genera un aumento de temperatura, lo cual favorece la proteólisis del forraje ensilado disminuyendo la proporción de N proteico y aumentando la formación de nitrógeno amoniacal (NH₃), lo cual puede ser un impedimento para la síntesis ruminal de este compuesto nitrogenado

y/o un consumo energético excesivo para la síntesis de este compuesto nitrogenado.

En dietas en donde existe exceso de NH₃, es factible que parte de la energía aportada en el rumen sea destinada a procesar este compuesto, bajando la eficiencia productiva y elevando los costos.

Cuando el aire contenido en la masa ensilada se consume, comienzan a multiplicarse los organismos anaeróbicos (independientes de oxígeno), productores en primera instancia de ácido acético, que provocan una disminución del pH y el incremento de la acidez del silo.

Al mismo tiempo, comienzan a multiplicarse las bacterias formadoras de ácido láctico, que son las que se pretende que dominen el proceso de fermentación del silo. Estas bacterias provocan que el pH baje lo suficiente (alrededor de 4 e incluso menos), para inhibir cualquier otro tipo de proceso mientras se mantienen las condiciones de anaerobiosis y conservan el forraje.

Este proceso puede tomar de 1 a 3 - 4 semanas, dependiendo del cultivo ensilado (tipo, variedad y MS), la utilización de aditivos inoculantes bacterianos homofermentativos y el proceso de confección de silaje, asumiendo que una vez estabilizado el silo alrededor del 6 % o más de la MS del silo corresponderá a este tipo de ácido láctico, teniendo en cuenta que luego a nivel ruminal será promotor de ácido propiónico y éste de glucosa en sangre, con lo que finalmente aporta una buena cantidad de energía para el metabolismo de los rumiantes.

Un silaje de calidad se obtiene cuando el ácido láctico es el predominante, debido a que las bacterias formadoras de éste son las más eficientes, por consumir solo un 4 % de carbohidratos solubles para la generación de un mol de ácido, en referencia a otros como el propiónico que consume alrededor del 38 % o el butírico que se lleva el 24 %, pero que está asociado a otros problemas nutricionales y metabólicos que se mencionarán más adelante (Figura 10-4).

El ácido láctico, también es el precursor del veloz descenso del pH, considerando que mientras más rápido se complete la fermentación, mayor cantidad de nutrientes se habrán conservado además optimizando la digestibilidad del forraje finalmente producido.

Un detalle no menor, es que cuando se menciona que los hidratos de carbono son la "materia prima" para la fermentación, nos referimos a los carbohidratos solubles y en ningún momento se consideran los hidratos de carbono estructurales

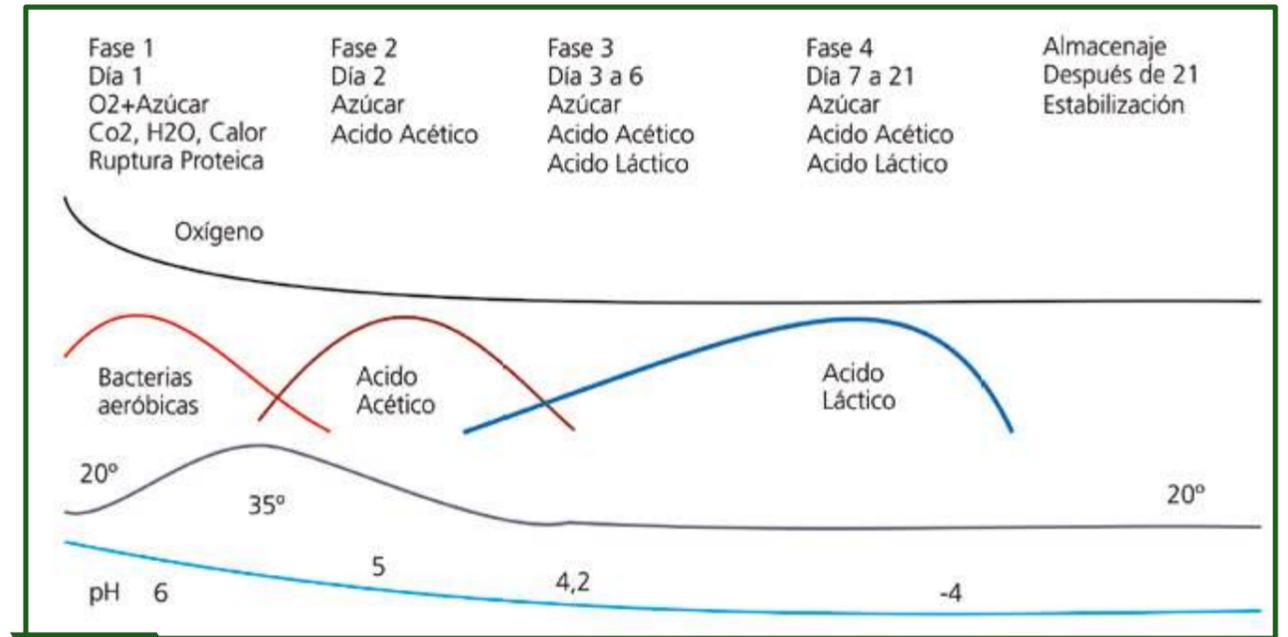


Figura 10-4 Resumen de fermentación y dinámica de los diferentes factores que determinan la calidad final del silajes.

(celulosa, hemicelulosa), ni los complejos como el almidón y por esta razón se debe tener en cuenta que por más grano que presente alguna variedad o especie, siempre será mandatorio un determinado contenido de MS para la correcta fermentación del forraje ensilado.

Esto quiere decir además, que por más que una planta de maíz no contenga grano, su fermentación puede ser la adecuada, pero aportará poca energía a la dieta y por lo tanto su "costo de producción se eleva"

A continuación, se describen las fases que ocurren durante el proceso fermentativo:

Fase 1



Proceso de respiración: Comienza en el picado y continúa hasta que el oxígeno es desplazado del silo en un periodo muy corto luego de la compactación. No debe durar más de 2 horas.

La fase aeróbica comienza con el picado y continúa hasta que el oxígeno es desplazado y consumido en la masa ensilada, en un periodo muy corto posterior a la compactación. Durante este estado, los azúcares de la planta recién picada se descomponen en dióxido de carbono y agua, liberando calor, en el proceso conocido como respiración.

Microorganismos aeróbicos como los hongos, levaduras y bacterias, presentes en el forraje picado utilizan también los carbohidratos durante es-

ta fase, como principal fuente de energía para la respiración.

Cuando el forraje es cosechado, los organismos aeróbicos predominan sobre la superficie del material cortado.

Durante el proceso inicial del silaje, el forraje recién picado y las bacterias aeróbicas siguen respirando dentro de la estructura del silo, y el oxígeno utilizado para la respiración se encuentra en el interior del silo, retenido entre las partículas del forraje.

Esta primera fase es indeseable y se debe tratar de que sea lo más corta posible, debido a que las bacterias aeróbicas al respirar, consumen carbohidratos solubles que contienen energía altamente, que de otra manera deberían estar disponibles para las bacterias benéficas productoras de ácido láctico y lo que es más importante, para el consumo animal aportando digestibilidad a la dieta.

A pesar que en esta fase se consume el oxígeno para crear las condiciones anaeróbicas deseadas, el proceso de respiración produce agua y calor en la masa del silo, teniendo en cuenta que una excesiva producción de calor puede reducir en gran medida la digestibilidad de los nutrientes, tales como las proteínas, siendo necesaria una mayor proporción de energía disponible en el rumen para la síntesis proteica.

Bajo condiciones normales, de ensilado, las temperaturas pueden subir de 4 a 6 °C por encima de la temperatura ambiente en el momento de ensilado. Si las temperaturas superan este nivel,

puede ser un indicador, de que los procesos de respiración son excesivos.

Otro cambio químico de importancia que ocurre durante la fase aeróbica es la posible degradación de las proteínas vegetales en nitrógeno no proteico, péptidos, aminoácidos y amonio producidos por las proteasas de las células vegetales cuando se superan los 34 °C. La duración de la proteólisis dependerá de la tasa de decrecimiento del pH, debido a que un ambiente ácido reduce la actividad de las enzimas proteolíticas o degradadoras de proteínas. En el silaje de maíz, el nivel de N no proteico puede incrementarse desde el 20 % del total de N en el forraje pre ensilado, hasta más del 50 % dentro de las 24 hs post ensilado en el caso que las condiciones y el proceso de ensilado, no sean debidamente supervisados.

La **proteólisis es indeseable**, particularmente para vacas de alta producción, debido a que el exceso de N no proteico soluble resulta en una pobre eficiencia en la utilización del N y baja los niveles de proteína en leche (factor indeseable en los sistemas de remuneración adicional por sólidos o componentes), además de un incremento en la demanda energética por la necesidad de los animales de metabolizar el exceso de N no proteico, sumado a elevados niveles de nitrógeno amonio en silajes, han estado asociados con bajos consumos de MS.

La fase I finaliza cuando el oxígeno ha sido eliminado en su totalidad de la masa del silo, y dado que está claro que es un proceso indeseable, debería durar el menor tiempo posible. Bajo condiciones ideales de cultivo y almacenaje, esto debería ocurrir en no más de 2 h, mientras que con mal manejo, por ejemplo, picando del cultivo demasiado seco, pobre compactación, picado largo y/o desuniforme, llenado lento, etc., esta fase puede durar varios días, con la consiguiente pérdida de calidad y por consiguiente pobre respuesta productiva.

Como se verá más adelante en detalle; los factores claves para lograr este objetivo son:

- **Contenido óptimo de humedad del cultivo:** el cual debe aproximarse al 60 %. Con este porcentaje de humedad se favorece la compactación y por consiguiente el proceso fermentativo (aunque si se quiere incrementar el contenido energético aportado por el almidón del grano, se podrá cosechar algún punto más seco).
- **Largo y uniformidad de picado:** si bien el tamaño de picado será tratado en detalle, diremos que la uniformidad del mismo favorece el acomodado y compactado del silo, acortando la fase aeróbica del mismo (Figura 10-5).



Figura 10-5 Un buen tamaño de picado favorece la disminución de la fase aeróbica en los silajes.

- **Llenado rápido y compactación adecuada:** para sellar el silo lo más rápido posible y no permitir el intercambio gaseoso. De allí proviene la conveniencia de máquinas con alta capacidad operativa.
- **Sellado y/o tapado del silo confeccionado:** para evitar la entrada de oxígeno en la superficie expuesta.

Teniendo en cuenta que el oxígeno es el principal factor para determinar la calidad del silo en esta etapa, se debe considerar que todo el esfuerzo que se realice, al momento de evitar el contacto de la masa ensilada con el aire, es fundamental.

A tal efecto, diremos que trabajar con maquinaria de alta capacidad operativa, un llenado rápido del silo, una estructura de acarreo, que no permita que la máquina se detenga en el campo, y un desparramado y compactado eficiente del forraje, serán factores determinantes a la hora de lograr un silaje de alta calidad y bajo nivel de pérdidas, tanto físicas como nutricionales.

Fase 2 Fermentación anaeróbica de tipo acética: La duración no debe exceder de 49 a 72 horas. Se inhibe el desarrollo de microorganismos. El silo se acidifica (pH 5).

Una vez que el oxígeno ha sido desplazado se da inicio a la fase anaeróbica, durante la cual una sucesión de diferentes poblaciones de bacterias fermentan los hidratos de carbono presentes en la masa del forraje, convirtiéndolos en primer lugar en ácido acético y posteriormente en láctico, pero también etanol, dióxido de carbono y algunos otros productos.

La producción de ácidos provoca el descenso del pH del material ensilado, inhibiendo el desarrollo de otros microorganismos.

Una vez que comienza la fase 2, ocurre una fermentación anaeróbica, produciéndose el crecimiento y desarrollo de las bacterias productoras de ácido acético.

Estas bacterias fermentan carbohidratos solubles, generando ácido acético como producto final, lo que a pesar de ser un proceso indeseable, resulta importante, ya que este es utilizado por los rumiantes como un catalizador para obtener el pH necesario para el proceso de digestión.

Además, si bien la producción de ácido acético consume mayor proporción de carbohidratos, también actúan como conservantes en la fase de extracción del forraje, en donde el material ensilado vuelve a tomar contacto con el oxígeno del aire, demorando de alguna manera la degradación del forraje conservado.

Cuando el pH de la masa ensilada cae por debajo de 5, la población de las bacterias acéticas disminuye, ya que este nivel de acidez inhibe su crecimiento. Esto señala la finalización de la fase II, que en condiciones normales ocurre dentro de las 24 a 72 h de iniciado el proceso.

No es conveniente que este proceso de fermentación acética se prolongue, ya que las bacterias acetolíticas o promotoras de la formación de ácido acético, consumen alrededor del 36 % de hidratos de carbono para la producción de ácido, con lo que si se prolonga este período, se reduce el nivel energético de los silos producidos y por consiguiente su digestibilidad.

Un claro indicador de la fermentación acética prolongada es un olor avinagrado fuerte y un color amarronado oscuro (Figura 10-6).



Figura 10-6 El silaje oscuro y marrón de la izquierda, muestra claros síntomas de fermentación acética respecto del de a derecha con fermentación láctica (correcta).

FASE 3

Etapa de transición: Inicio de formación de ácido láctico. Este periodo se prolonga hasta los 30 a 40 días de confeccionado el silo.

Es una fase de transición donde las bacterias acéticas dan lugar a las productoras de ácido láctico, las que aumentan su población debido al continuo descenso del pH. La tasa de fermentación depende, de la cantidad y tipo de bacterias promotoras de ácido láctico presentes en el cultivo a ensilar y del contenido de humedad del forraje.

Durante este proceso, diferentes especies de bacterias productoras de ácido láctico se hacen preponderantes y como resultado de ello el ácido láctico comienza a ser el mayoritario, comenzando a determinar la estabilización del silo producido

Con el elevado pH, al principio de la fermentación, las bacterias producen una gran cantidad de ácido acético, pero a medida que el pH desciende, el ácido láctico se convierte en el producto dominante. Sin embargo, si el contenido de hidratos de carbono en la planta es bajo, se produce una escasa cantidad de este ácido, lo que atenta contra la calidad final del forraje producido.

En silajes bien conservados, por lo menos el 70 % de los ácidos presentes es el láctico, necesitando este tipo de bacterias de los azúcares para multiplicarse.

Durante la fermentación, el contenido de los azúcares disminuye, llegando al extremo de que si se agotan, el descenso del pH se detiene y puede llegar a no existir suficiente ácido que logre estabilizar el forraje.

Cuando el silaje es consumido, este ácido también será utilizado por el ganado como fuente de energía, tal lo expresado anteriormente (láctico – propiónico – glucosa).

En los silajes de maíz, el proceso activo de fermentación anaeróbica dura menos de una semana.

Silo estabilizado: Llega a su punto de conservación. Se inhibe el crecimiento de todas las bacterias. (pH 4).

Fase 4

Esta es la fase final en la que el silo se estabiliza, principalmente en el pH. El pH final dependerá fundamentalmente del tipo de forraje ensilado y de las condiciones de confección y almacenaje.

Cuando se trabaja con materiales de alto contenido proteico como las pasturas, se dificulta el des-

Tabla 10-3 Consumo de azúcares y pH referente, de acuerdo al tipo de fermentación producida.

	Acética	Butírica	Láctica
pH referente	6	5	4
Consumo promedio de azúcares	38%	24%	4%
Causas	Falta compactación	Exceso de agua	Correcta confección
Consecuencias	Menos energía en el silo	Baja palatabilidad	Alto consumo
Síntomas	Olor a avinagrado	Olor desagradable	Olor a fermento no desagradable
Tener en cuenta..	Es una producción aceptable	Descartar el producto	Maximizar la producción
Se sugiere...	Suplementar	Condimentar al silo	Bajar los costos

censo del pH, por el efecto buffer ejercido por el Nitrógeno, pudiendo alcanzar un pH final de alrededor de 4,5, mientras que en el maíz ese valor puede llegar a 3,8 - 4.

Forrajes ensilados con niveles de humedad superiores al 70 %, pueden sufrir una versión diferente de la fase III descrita y en lugar de desarrollarse bacterias lácticas crecerán grandes poblaciones del género clostridium, presentes en la tierra, que producen ácido dando como resultado final un silaje de color oscuro y olor rancio, con un pH superior a 5.

Esto es debido a que por acción de un exceso en el contenido de humedad, los carbohidratos se encuentran muy diluidos retardando o impidiendo el correcto trabajo de las bacterias lácticas.

Este tipo de fermentación puede ocurrir también cuando, trabajando en forma incorrecta, se le agrega tierra al silo con las ruedas del tractor o carros de acarreo del material, o cuando se agregan restos de bosteo con al rastrillo, en los silajes de pasturas de lotes que fueron previamente pastoreados (tema que se desarrollara en detalle en la sección de llenado del silo, y en el capítulo de silaje de pasturas).

La fase IV es la más larga, ya que continúa hasta que el pH del forraje es lo suficientemente bajo co-

mo para inhibir el desarrollo de microorganismos no deseables, llegando al punto de conservación y estabilización.

Durante esta fase, el pH del material ensilado permanece relativamente estable y existe mínima actividad microbiana o enzimática, si el silaje es mantenido en condiciones de anaerobiosis.

La fermentación láctica no solo estabiliza el silo con el pH más bajo (mayor acidez), sino que es la más eficiente en el aprovechamiento de los azúcares disponibles en las células del forraje, tal como se expresa en la Tabla 10-3.

El principal factor que afecta la calidad del silaje durante el almacenamiento es la entrada de oxígeno al silo, el cual incrementa el desarrollo de hongos y levaduras, que provocan el consumo de los ácidos, pérdidas de MS y calentamiento del material ensilado (Figura 10-7).

La cantidad de desperdicio está directamente relacionado con la densidad del silo y la superficie expuesta en contacto con el aire. El peor de los casos es cuando existe un silo destapado, demasiado seco y sin compactación. Las pérdidas aeróbicas bajo estas circunstancias pueden superar el 30 %, sumado a que como los mohos que se observan generalmente corresponden al género penicillium, se corre riesgo de incorporarlos al rumen en la



Figura 10-7 En silos de material seco y mal compactado se observa la proliferación de hongos.



Figura 10-8 Silos correctamente confeccionados, presentan una superficie expuesta chica y un frente "sano".

confección de dietas, generando la muerte de bacterias intra ruminales, con la consiguiente pérdida de eficiencia en el proceso ruminal

Otras causas de excesivas pérdidas en el almacenaje, pueden ser paredes rotas en silos tipo bunker y/o puente o plásticos rasgados en los silos bolsas (Figura 10-8).

Fase 5



Comprende los procesos respiratorios y de degradación que ocurren durante la extracción y suministro del silo.

Comprende los procesos respiratorios y de degradación que ocurren durante la extracción y suministro, ya sea en las superficies expuestas del silo o en los comederos.

Esta fase comienza una vez que el silo es abierto y finaliza cuando todo el silaje fue consumido. Una vez que el silaje se vuelve a exponer al oxígeno del aire, los hongos y levaduras comienzan a activarse nuevamente, convirtiendo el azúcar residual, los ácidos de la fermentación y otros nutrientes solubles en dióxido de carbono, agua y calor.

Esta fase es importante, ya que las experiencias demuestran que cerca del 40 % del total de pérdidas de la MS ocurren por descomposición aeróbica secundaria durante la extracción y suministro del forraje conservado en forma de silo (Figura 10-9).

Generalmente, el primer signo de deterioro aeróbico es la presencia de calor y la pérdida de olor a fermento o ácido, seguido por el desarrollo de hongos en la superficie y/o interior del silo.

Al mismo tiempo que se desarrollan los hongos, cantidades importantes de nutrientes y MS se van perdiendo. Aparte de los nutrientes perdidos, algunos hongos pueden producir micotoxinas que



Figura 10-9 Se observa, el vapor eliminado por calentamiento de la superficie expuesta del silo.

causan enfermedades o disminuyen la eficiencia de respuesta animal.

Altos niveles de microorganismos aeróbicos presentes en el silaje pueden acelerar el proceso de descomposición cuando el forraje conservado es expuesto nuevamente al contacto con el oxígeno del aire.

El nivel de microorganismos aeróbicos presentes en el silo está determinado por la cantidad presente en el cultivo, antes del picado, y el grado de desarrollo en la primera fase aeróbica del proceso.

Aunque muchos hongos y levaduras pueden sobrevivir a pH bajos, el ambiente ácido restringe su desarrollo y un pH de 4 o inferior ayuda a mantener la estabilidad aeróbica del silaje durante esta fase, razón por la cual en los silos de pasturas se deben extremar las medidas, tanto en la conservación, como en la utilización, por su dificultad en el descenso del pH debido a su alto contenido de nitrógeno proteico que ejerce un efecto buffer.

El tipo y cantidad de ácidos producidos durante la fermentación afectarán también el grado de estabilidad aeróbica del silaje.

El ácido láctico es el menos efectivo para suprimir el desarrollo de los hongos y bacterias; de modo que la vida de un bunker o la estabilidad de los silos producidos por las bacterias lácticas homo fermentativas es, a menudo, más pobre que un silo mal fermentado, con elevados contenidos de ácidos butírico y/o acético.

Un perfil típico de fermentación se presenta en la tabla 10-4.

El nivel de azúcares residuales remanentes en un silaje, después de la fermentación, puede incluso influir en la estabilidad.

Perfil típico de un silaje bien fermentado.
(*). Unidades formadoras de colonias/gramo de silaje.

Perfil	Análisis
pH del silaje	3,6-4
Productos finales de la fermentación	
Acido láctico	4-6%
Acido Acético	<2%
Acido tartárico	<0,1%
Acido propiónico	<0,5%
Etol	<0,5%
Fración Nitrogenada	
N-amonio	< 5% del total de N
Poblaciones microbianas	
Levaduras	<100.000 UFC/g*
Hongos	<100.000 UFC/g*
Organismos Aeróbicos	<100.000 UFC/g*

Los hongos y las levaduras crecen aproximadamente 2 veces más rápido sobre azúcar que sobre los ácidos de la fermentación.

Silajes producidos sobre maíces inmaduros contendrán generalmente niveles más altos de azúcares residuales y serán más propensos a sufrir deterioro en la fase de extracción. Por esta razón y otras de índole económico y productivo, es que actualmente se está forzando a la producción de silajes con mayores proporciones de MS, como será detallando más adelante.

La temperatura ambiente también influye en la estabilidad aeróbica del silo, ya que la tasa de desarrollo microbiano crece exponencialmente con la temperatura, hasta aproximadamente los 50°C, lo que significa que la extracción durante las temporadas cálidas produce deterioros más rápidos que en tiempos fríos.

Esto debe considerarse también, ya que la migración de la ganadería en algunos casos hacia zonas tropicales y subtropicales, pueden mostrar un deterioro más rápido de los silajes utilizados que en zonas templadas, considerando además que en las zonas de explotación tropical existe una gran tendencia de conservar pasturas C4 en forma de silajes, que si bien no tienen un porcentaje de proteína tan elevado, mediante las mejoras genéticas pueden presentar niveles proteicos mayores que los de los maíces y/o sorgos. Extremando las medidas de manejo en esta fase, se retardará el deterioro del material ensilado, disminuyendo la proliferación de levaduras y hongos que crecen, en detrimento de la calidad del forraje suministrado y mejorando la "vida" del silo.

2.5 Resumen de las fases de fermentación

En la siguiente síntesis, se pueden observar, los procesos químicos que ocurren en cada fase:

- **Fase 1: Proceso de respiración aeróbica.** No debe durar más de 2 h.
- **Fase 2: Fermentación anaeróbica de tipo acética.** La duración no debe exceder de 48 a 72 h.
- **Fase 3: Etapa de transición.** Inicio de formación de ácido láctico. Este período se prolonga hasta los 30 ó 40 días de confeccionado el silo.
- **Fase 4: Incremento de la producción de ácido láctico y estabilización del silo.** Esta fase dura hasta que se abre el silo para comenzar el suministro.
- **Fase 5: Respiración y oxidación secundaria por la apertura del silo.** En esta fase ocurren los mayores porcentajes de pérdidas de todo el proceso, pudiendo llegar al 40 %.

2.6 Factores a considerar para lograr calidad en el silaje

Como se mencionó anteriormente, existen tres factores que interactúan entre sí y determinan la calidad final del material ensilado:

- Contenido de humedad de la planta al momento de picado.
- Momento de picado.
- Tamaño y uniformidad de picado.

Madurez y humedad

Las recomendaciones varían con los diferentes cultivos a ensilar sobre todo con una división principal en cuanto a cultivos energéticos (maíz, sorgo) o proteicos (pasturas). El estado de madurez óptimo y el contenido de MS, debe asegurar un contenido de carbohidratos solubles disponibles adecuado para las bacterias y un máximo valor nutricional para el ganado, refiriéndose este último, por lo general, al contenido de granos.

La madurez tiene un alto impacto en el contenido de humedad de cultivos en los que no se realiza premarchitado, como es el caso del silaje de maíz o sorgo granífero o doble propósito, donde el contenido de humedad óptimo se encuentra comprendido alrededor del 60 - 65 %, aunque de acuerdo a los últimos ensayos realizados en la EEA INTA Manfredi se observaron diferencias y ventajas sustanciales, al incrementar el índice de MS cuando los cultivos no sufren estrés hídrico, debido principalmente al aumento de participación del grano en el peso total de la planta. (Se detalla más adelante).

El porcentaje de humedad del forraje, resulta esencial para asegurar que la fermentación se realice en forma correcta, además de facilitar la compactación para una eficiente eliminación del oxígeno durante el proceso de llenado y compactado. Al respecto del contenido de humedad del forraje existen dos puntos adicionales que conviene analizar, al momento de la toma de decisión, y que serán fundamentales para entender los puntos siguientes.

- En referencia al porcentaje de humedad, nunca se deben dejar de tener en cuenta los efluentes en relación a la MS, los cuales se hacen máximos cuando la humedad del forraje se hace mayor al 70 %.
- Teniendo en cuenta que los efluentes tienen entre el 6 y el 8 % de MS expresados como nutrientes solubles, las pérdidas son significativas cuando no se considera este aspecto al momento de la confección.

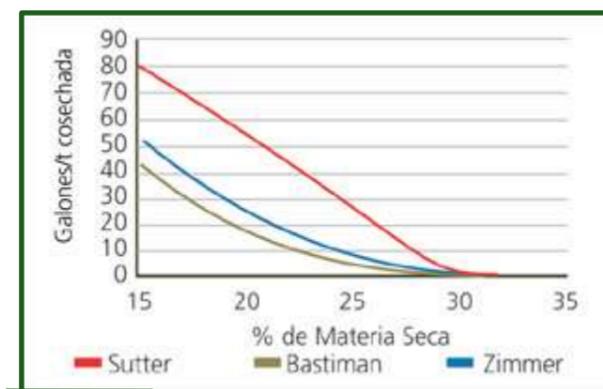


Figura 10-10 Diferentes niveles de pérdidas encontrados por diferentes autores coinciden en que las pérdidas se potencian cuando se trabaja con niveles de MS inferiores al 30 %.

De esta manera y como lo indica la figura 10-10, veremos que, si bien los resultados son variables, siempre se coincide en que hay pérdidas de efluentes. Otro aspecto destacable en referencia a la humedad del forraje tiene que ver con el pH, al momento de estabilizar los silajes.

Históricamente fueron deseables pH inferiores a 4 y siempre se persiguió el objetivo de niveles de acidez alto, al momento de estabilizar los silajes.

Si bien este concepto sigue teniendo vigencia, actualmente queda demostrado que cuando los niveles de MS son altos, pueden tener concordancia con niveles de pH mayores de los que se acostumbra a buscar, en los procesos fermentativos.

Así, el cuadro siguiente muestra cómo puede ser la calidad de los silos logrados en relación a su pH y contenido de MS o humedad del forraje, sabiendo que a niveles de MS más elevados (40 % por ejemplo), se pueden lograr muy buenos forrajes ensilados con un pH superior a 4 - 4,5.

Por otra parte y de acuerdo a los avances tecnológicos, la aplicación de inoculantes bacterianos permite alcanzar pH menores, logrando una ex-

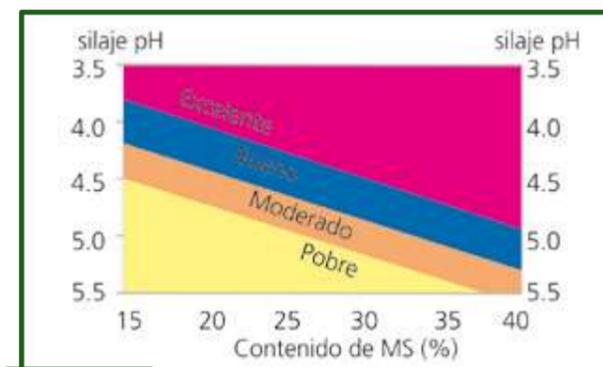


Figura 10-11 Niveles altos de MS aceptan altos niveles de pH.

celente estabilización de los silos con mayores porcentajes de materia, lo que favorece a la mayor acumulación de almidón en los granos y por consiguiente mayor valor nutricional del forraje conservado, con una incidencia directa sobre los costos productivos y el margen económico de la empresa pecuaria. Esto será tratado en el capítulo específico sobre inoculantes de este manual.

Momento óptimo de picado

Como se explicó anteriormente, el contenido de humedad en el cultivo es un factor clave para lograr calidad en el material ensilado, aunque no es el único, ya que es importante tener en cuenta también, el contenido de humedad y almidón de los granos, en el caso de que se haga un silaje energético como los del maíz y sorgo.

Cuando se estiman niveles de MS entre el 40 y el 45 % coincide generalmente con casi completo llenado de los granos, en que el cultivo cuenta con el máximo contenido de energía disponible, mejorando sustancialmente la performance animal de los rodeos a los cuales se destine este forraje. Por lo antes mencionado, lo ideal es que, del total de MS a ensilar, el 50 % corresponda al grano que hará un aporte energético de rápido aprovechamiento a nivel ruminal en la ración.

En los años donde las condiciones climáticas no fueron limitantes para el desarrollo del cultivo, ni la formación de granos, el momento óptimo de picado lo determinara justamente el grano, debiendo estar al menos en estadio fenológico "línea de leche". Se denomina línea de leche a la línea que divide el endosperma sólido del endosperma líquido.

Cuando esto no ocurre y el contenido de grano es inferior al 30 % del total de MS del cultivo, como por ejemplo en un año en el que las condiciones climáticas no fueron favorables, el momento de picado deberá determinarse según el estado de madurez de la planta, picando cuando 1/3 (el tercio inferior), se encuentre seco, asegurando un porcentaje de humedad adecuado para la compactación y fermentación y un contenido de fibra aceptable para el consumo animal.

En líneas generales podemos decir que, para determinar el momento de picado de una planta de maíz, se debe mirar el grano, en zonas o años en que los rindes son buenos (mas del 40 % correspondiente a grano de la MS total de la planta) y mirando la planta cuando el año fue malo y picando cuando 1/3 de la planta está seca para favorecer la digestibilidad de la fibra.



Figura 10-12 En la fotografía se observa la fase de transición de endosperma sólido a endosperma líquido (línea de leche).

El estado en que se encuentra el endosperma del grano es el que determina cada una de las etapas mencionadas anteriormente; y la línea de leche es la que marca la transición entre el endosperma sólido y líquido del grano (Figura 10-12).

Cuando la línea se encuentra en "un cuarto de leche", es decir que solo la cuarta parte del grano esta líquida, se puede afirmar que el cultivo se encuentra en el momento óptimo de picado, ya que habrá alcanzado un alto grado de concentración de almidón en el grano.

El tiempo de maduración de los granos dependerá de la genética, que es propia de cada material y de las condiciones climáticas que lo pueden alterar, pero en menor escala. De todos modos, generalizando, se puede decir que para pasar de grano lechoso a media línea de leche se demora 11 días, de media a un cuarto de línea de leche, tarda 6 días y de un cuarto de línea a grano duro sin leche unos 7 días, considerando siempre que estos tiempos son estimados y que dependerán en gran medida de las condiciones climáticas reinantes durante el desarrollo del cultivo analizado (Figura 10-13).

En lo que se refiere a sorgo, se aplica prácticamente el mismo concepto, teniendo en cuenta que no se observa una línea de leche en sus granos, sino el estado de maduración o "secado" de los granos de la panoja (Figura 10-14).

Sabiendo que la panoja de sorgo madura de a tercios, deberíamos picar el cultivo cuando el tercio



Figura 10-13 Variación del estado de grano y línea de leche en el tiempo.

superior se encuentra duro, el tercio medio pastoso y el tercio inferior lechoso, aunque con la incorporación de procesadores de granos específicos para este cultivo y teniendo en cuenta el "Stay Green" o capacidad de permanecer verde aún con grano maduro, se puede demorar en gran medida el picado, asegurando un buen contenido de MS para la fermentación, con una excelente participación del almidón del grano en el valor nutricional y digestibilidad del silaje producido.

Nunca debe olvidarse que los conceptos detallados están íntimamente ligados a la incorporación de procesadores de grano de sorgo en las máquinas picadoras y que además la idea es poder partir el grano sin afectar la fibra del cultivo, ya que sino se estaría alterando la tasa de pasaje a nivel ruminal y por lo tanto la respuesta animal.

En algunos casos se comete el error de anticipar el picado de los cultivos, por miedo a no llegar a tiempo, o bien por falta de capacidad de trabajo de las máquinas picadoras.

Este punto debe ser tenido especialmente en cuenta sobre todo en las zonas de producción más alejadas, o zonas tropicales en donde puede escasear la oferta de maquinaria, de alta tecnología, que permita hacer un picado eficiente en el momento preciso.

La primera pérdida que ocurre en esas zonas por adelantamiento del momento de picado, es una reducción en la concentración de almidón, teniendo en cuenta que el **adelantamiento de una semana en el momento óptimo de corte puede ocasionar la pérdida energética en megacalorías, similar a la necesaria para la producción de por lo menos 160 kg/ha de carne.**

En líneas generales, se puede decir que cuando se adelanta unos 10 días de la cosecha, además de esa pérdida energética se pierde alrededor de 1 ton de MS por ha y se transportan entre 5 y 8 t de



Figura 10-14 Diagrama para la correcta toma de decisión del momento óptimo de corte de cultivos de maíz y sorgo granífero.

Apoyamos el crecimiento del productor y promovemos la libertad de elección en manejo agronómico, eventos tecnológicos y productos.



MÁS QUE SOLUCIONES

KWS. Tu compañía durante todo el proceso productivo.

- Un programa de mejoramiento exclusivo.
- Selección de híbridos con atributos de alta calidad silera.
- Desarrollo de manejo agronómico para alta productividad y rentabilidad.
- Asesoramiento capacitado.
- Servicio técnico a campo.
- Acompañamiento hasta la conversión a carne o leche.

kws.com.ar



APTITUD SILERA

Al servicio del Productor

agua por cada ha picada, con el incremento en los costos que esto significa (Figura 10-15).

Cuando se confeccionan los silos esa agua tiende a salir del silo, y cuando se confeccionan bolsas es necesario eliminarlo para evitar que todo el silo se deteriore, teniendo en cuenta que **los efluentes eliminados en el silo contienen entre un 6 y un 8 % de nutrientes solubles de alta calidad** (Figura 10-16). Además de las pérdidas económicas, estos efluentes pueden provocar contaminación de napas.

Vale la pena agregar que uno de los factores que más influye, en la fermentación para que tengamos riesgo de fermentación butírica, es el excesivo contenido de agua en el cultivo o dicho de otra manera, la dilución excesiva de los azúcares solubles como materia prima para el trabajo de las bacterias, responsables de la fermentación de los silos. Pero un tema que sigue justificando la variación de pH es el contenido de MS al momento de picado, disminuyendo la importancia de tener un pH elevado cuando la MS también es elevada.

Cómo aumentar la rentabilidad mediante la disminución de los costos en el silaje de maíz:

El silaje de maíz es una de las tecnologías que revolucionó la producción de carne y leche en nuestro país, debido principalmente a que cumple un rol nutricional fundamental que permite lograr alta producción y calidad (por el alto contenido de



Figura 10-15 En la fotografía se observa el agua que chorrea del material picado en forma temprana.



Figura 10-16 Efluentes perdidos en un silo aéreo, con alto nivel de humedad.

grano) que lo transformó en el recurso de mayor importancia en la planificación forrajera de los establecimientos ganaderos (Figura 10-17).

El aumento en el valor de la tierra es uno de los motivos que produjo el incremento sostenido de la superficie destinada a silaje, exigiendo al productor pecuario argentino un esfuerzo de mejora constante en la eficiencia de producción y aprovechamiento de nutrientes en forma de forrajes de alta calidad; permitiendo incrementar los kilos de carne y litros de leche generados por ha al menor costo posible.

En busca de continuar aumentando la eficiencia productiva y responder a la necesidad de maximizar la cantidad de energía cosechada por ha en base a almidón de los granos de maíz, se plantea la alternativa de evaluar el incremento en el porcentaje de MS cosechada de los silajes producidos, con el objetivo de aportar mayor cantidad de energía a las dietas sin necesidad de aumentar la superficie destinada a este recurso forrajero.

Tradicionalmente se ha considerado que el momento óptimo de picado de maíz se produce cuando el grano presenta entre media y un cuarto de



Figura 10-17 Roles nutricionales que puede cumplir el silaje de maíz

endosperma líquido, ya que se correlaciona este estado con un nivel de MS de la planta cercano al 35 %, a la vez que se considera que en esta etapa hay un buen equilibrio entre el alto grado de concentración de almidón que presentan los grano y la facilidad para 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 se intentaba lograr un mayor aprovechamiento del grano en el rumen del animal. Por esto se requería que los granos no presenten un endosperma duro, ya que no se utilizaban procesadores de granos. A su vez, se buscaba no exceder esos 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 superaban valores mayores al 35 % de MS.

Trabajos realizados por el INTA, a través del Módulo "Tecnologías de Forrajes Conservados", han demostrado que con la tecnología que presentan las máquinas picadoras 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.

Si bien la tendencia mundial así lo demuestra con el advenimiento y consolidación de uso de los par-

tidores de granos, los cuales se van especializando cada día más para el procesado de granos con mayor contenido de MS, no existían resultados locales contundentes sobre la conveniencia de atrasar el momento de picado

Por esta razón y en el marco de una discusión de la red público-privada integrada por profesionales del INTA y la actividad privada, se realizó un trabajo que permitió medir parámetros que ayudan a formar una conclusión clara y contundente sobre la ventaja de demorar el momento de picado de los maíces, al momento de elaborar silajes de planta entera.

En base a esto, se desarrolló un ensayo con el objetivo de determinar cómo evoluciona la digestibilidad de la planta entera de maíz durante toda la ventana de picado, desde 30 % hasta 42 % de MS. El ensayo se llevó a cabo durante los meses de abril y mayo de 2015 en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi, sobre un cultivo de maíz sembrado el día 5 de enero del mismo año.

Los muestreos se llevaron a cabo cuando las plantas enteras de maíz presentaban 30; 32,5; 35; 37,5; 40 y 42,5 % de MS, donde no solo se determinó el porcentaje de MS que poseía la planta entera en ese estadio, sino que también se estableció el porcentaje de MS de la espiga y del resto de la planta sin espiga, también conocido como stover o parte vegetativa (Figura 10-18).

En cada uno de los muestreos realizados se tomaron muestras que se enviaron al Laboratorio de



Figura 10-18 Evolución de la MS de la planta entera, de la espiga y del stover durante la ventana de picado

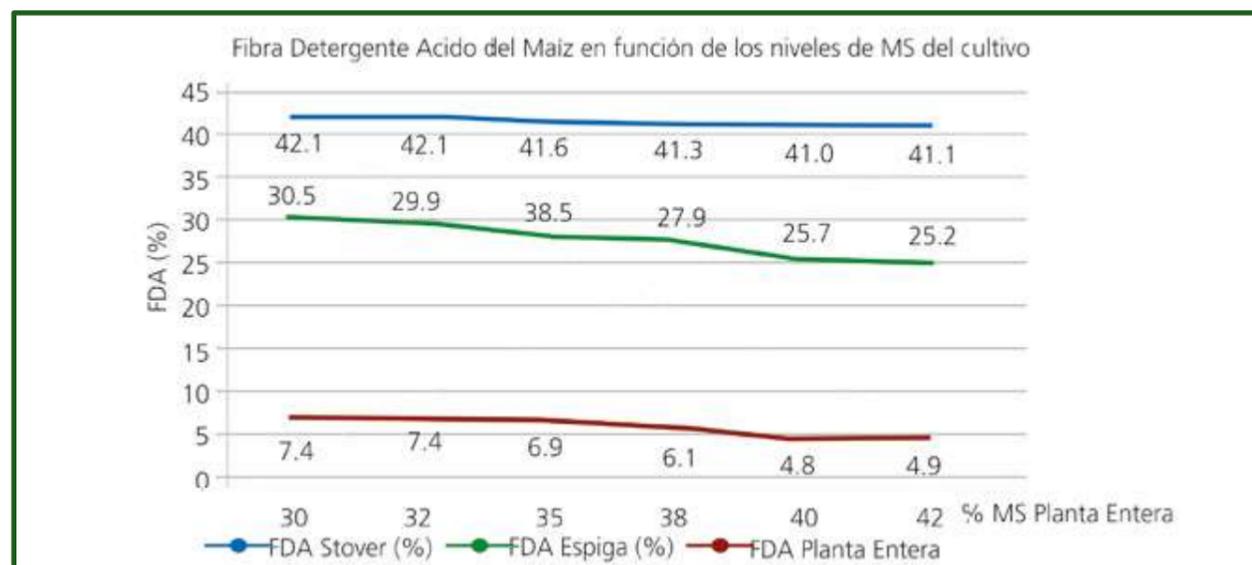


Figura 10-19 Variación de la FDA de la planta entera, de la espiga y del stover en toda la ventana de picado de maíz. *Nota: debe aclararse que en este ensayo puntual, realizado en una campaña con altas precipitaciones (2014/2015) y con un híbrido con características Stay Green, permitió al cultivo permanecer verde, con buenas condiciones de humedad en planta, aún con el grano maduro. Este hecho produjo que a medida que la ventana de picado avanzara hacia 40 % de MS, no se ocasiona un aumento de la FDA del stover (resto de la planta sin espiga). Es importante mencionar que esta estabilización de la FDA del stover no debería esperarse en situaciones con híbridos graníferos o en años con un menor régimen de precipitaciones, sino que podría ocurrir un leve incremento que repercutiría en una disminución de la digestibilidad.

Calidad de Forrajes del INTA Rafaela, para determinar porcentaje de Fibra de Detergente Ácido y Almidón, tanto de la espiga como del resto de la planta o stover (Figura 10-19 y Figura 10-20).

La fibra de detergente ácido (FDA) es la porción de muestra de forraje que es insoluble en un detergente ácido (método de los detergentes de Van Soest) y está básicamente compuesta por celulosa, lignina y sílice. La importancia de la misma radica en que está inversamente correlacionada con la digestibilidad del forraje. El almidón es el carbohidrato de reserva de los granos de la mayoría de los vegetales y es particularmente abundante en cereales.

Una vez conocidos los resultados de laboratorio se estimó digestibilidad teórica mediante fórmula, determinando la misma para la planta entera y para cada uno de sus componentes (espiga y stover).

Los resultados indican que a medida que avanza el porcentaje de MS, la digestibilidad de la planta entera de maíz observa un incremento sostenido, pasando de 65 % a 69 % durante todo el periodo evaluado (desde 30 % MS hasta 42 % MS), como se observa en la figura 10-21.

A medida que la ventana de picado avanza hacia el 40 % de MS, se produce un marcado incremento del almidón en la espiga. Esto nos indica claramente que a medida que avanza el porcentaje de MS, se incrementa la oferta de energía (Mcal EM/

kg MS), por el aporte de almidón que hacen los granos.

Se debe considerar que en los años donde el rendimiento en grano no se ve afectado por condiciones agroclimáticas, el mayor incremento de digestibilidad observada en la planta entera se debe al aporte realizado por el grano y al contenido de almidón que aumenta en éste. A medida que el cultivo va perdiendo humedad y avanza el estadio fenológico del cultivo, se logra un incremento en la oferta de MS/ha. A partir de estos resultados se puede indicar que picando en estadios más avanzados, es posible incrementar la energía de las dietas sin la necesidad de aumentar la proporción de grano extra incorporado a las mismas, aumentando directamente el aporte de energía ofrecido por el silaje utilizado.

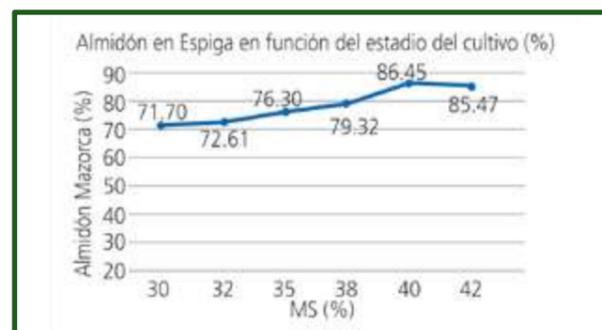


Figura 10-20 Variación del Almidón de la espiga en función de la MS del cultivo

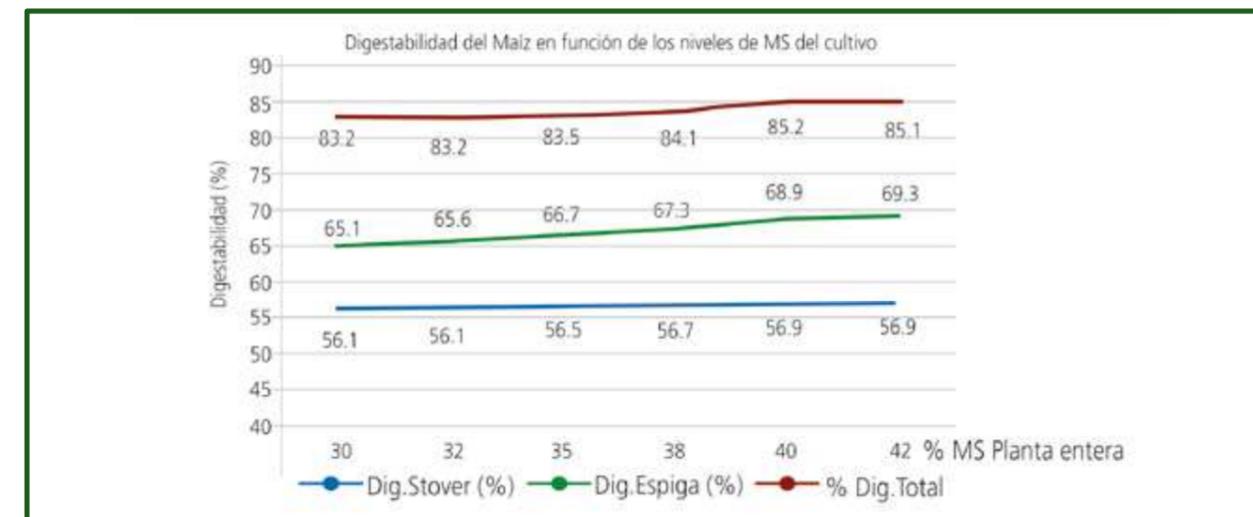


Figura 10-21 Variación de la digestibilidad de la planta, de la espiga y del stover en función de la MS del cultivo

Como se mencionó anteriormente, en este ensayo puntual, realizado en un año con altas precipitaciones y con un híbrido con características Stay Green, se produjo una estabilización de la FDA del stover y por ende una estabilización o incremento de la digestibilidad de toda la parte de la planta sin espiga.

Tener en cuenta que esta condición no debería esperarse en situaciones con híbridos graníferos o en años climáticamente más adversos, con un menor régimen de precipitaciones y mayores temperaturas. En estos casos podría ocurrir un leve incremento de la FDA del stover, que repercutiría en una disminución de la digestibilidad.

A pesar de esto, aún en casos en que la digestibilidad de la parte vegetativa de la planta (stover) observe una leve reducción, lo que determina un incremento en la digestibilidad de planta entera y en la MS obtenida por ha en el grano, reportando siempre ventajas nutricionales en la medida que se avanza en el estadio vegetativo.

¿Por qué esta tecnología nos permite aumentar la rentabilidad mediante la disminución de los costos?

Analizando económicamente la viabilidad de aplicación de esta tecnología de silaje seco, si se tiene en cuenta el incremento de MS que llega a la boca de los animales sumado a la factibilidad y facilidad de consumo de este forraje, el aumento en el contenido de MS del 30 % al 42 %, arrojaría el resultado que detallamos a continuación.

Considerando un caso de 40 hectáreas con un rendimiento de 25.000 kg de MV/ha picadas al 30 % de MS, arrojan 300.000 kg de forraje con

2,34 Mcal EM/kg/MS y un potencial de producción de 37.950 kg de carne con ese forraje.

Si el momento de cosecha, en cambio, se lleva a 42 % de MS, se obtendrán 420.000 kg/MS con más energía por acumulación de almidón en grano y más digestibilidad, 2,49 Mcal/kg/MS, con lo que el potencial de producción se incrementa a 56.500 kg de carne con ese forraje.

Este diferencial de cantidad más calidad de forraje, arroja una diferencia de potencial de producción de **463 kg de carne por ha.**

Si bien la estimación de energía disponible para producción se incrementa cuando se avanza en el estadio de madurez del cultivo y este dato es irrefutable, como lo demuestran los ensayos realizados, es probable que el incremento de MS/ha no sea siempre lineal, pero nunca quedan dudas de la ventaja en términos energéticos.

De esta manera, si se toma un rinde promedio total de 8.750 kg MS/ha (25.000 kg/MV con 35 % MS), la ventaja de cosechar tardíamente nos da una diferencia de 0,15 Mcal EM/kg MS Dig, lo que a simple vista parece insignificante pero que en términos productivos arroja una diferencia de **70 kg carne/ha/año** adicionales, solamente por el incremento energético por kg de MS cosechada por ha.

Aún con una cuantificación económica reducida o con un año en donde los cultivos solamente incrementen energía y no MS/ha, la conveniencia de demorar el momento de picado es indiscutible por dos razones:

- Se necesitan menos kg de silaje para producir la misma cantidad de kg de carne/ha.

- Se necesita menos kg de grano extra aportados para alcanzar la misma proporción energética en las dietas elaboradas a base de silajes cosechados, en estadios avanzados de maduración.

Si bien existen índices variables en el cobro del servicio de picado de forrajes, existe un porcentaje importante del costo que es fijo por ha y no depende de los kilos de MS cosechada, por lo que incrementado el índice de MS, se pueden reducir en parte los costos de confección del silaje y en consecuencia de la ración suministrada.

Sabemos que todas las raciones se ajustan a MS, por lo que en la formulación de raciones y/o alimentos no vamos a tener inconvenientes; y además, desde el punto de vista alimenticio, si hablamos de maíz tendremos una ventaja comparativa con respecto a los materiales ensilados en estadios tempranos.

Si bien la calidad del stover puede disminuir levemente, o bien mantenerse constante o aún incrementarse en forma leve, como es el caso de este ensayo, a medida que los cultivos maduran, el gran aporte que ofrece el grano en energía y digestibilidad, suplanta y soluciona la falta de calidad de la fibra, dando como resultado final un forraje con mayor digestibilidad total y alta concentración energética, con una mayor cantidad de Mcal EM/ha.

¿Qué tecnología tenemos disponible para producir silaje de maíz energético?

El momento ideal para el picado está determinado en función del tipo de máquina a utilizar. Con los equipos de picado simple es correcto picar en estado más temprano (35 %), mientras que con equipos más modernos con procesador de granos (Figura 10-22), el picado deberá realizarse cuando el grano alcanza el estado de madurez fisiológica, asegurando un mejor llenado del grano (mayor porcentaje de almidón), con un incremento del valor nutritivo.

Con la tecnología que poseen las máquinas en la actualidad se logra un tamaño y uniformidad de picado y quebrado de los granos que permiten 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.

El quebrado de los granos es un proceso indispensable para incrementar su aprovechamiento a nivel ruminal, fundamentalmente cuando presentan mayor porcentaje de endosperma duro. Utilizar el sistema procesador de granos (cracker),

tradicional para maíz, permite lograr un 95 % de eficiencia en el partido de los granos cuando el cultivo presenta 40 % de MS. Pero debe quedar en claro que en esta situación la máquina disminuye normalmente un 15 % su capacidad de trabajo e incrementa en un 14 % el consumo de combustible, pasando de consumir por cada tonelada de MS picada 2,9 litros (30 % MS) a 3,3 litros (40 % MS). También es importante aclarar que este incremento de combustible es una inversión 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.

Esta tendencia hacia la producción de silajes energéticos, con mayor porcentaje de MS, 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 son las nuevas tecnologías Shredlage o KernelStar, las cuales serán descritas detalladamente en el capítulo de picadoras, pero que tienen como objetivo mejorar el partido de los granos.

Esta nueva generación de procesadores de grano se adapta muy bien para trabajar con granos de endosperma duro, como el que presenta cualquier cultivo de maíz con más de 40 % de 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. Esto indica que la tendencia mundial está evolucionando para poder producir silajes energéticos a un bajo costo.

Análisis relativo del costo de silaje de maíz:

De acuerdo a lo que se viene expresando en el presente trabajo, se deduce la importancia de tener altos rendimientos en los cultivos destinados



Figura 10-22 Sistema de procesador de grano (cracker) tradicional, compuesto por dos rodillos acanalados que se encuentran entre el cilindro picador y la unidad de lanzamiento o expulsión.

a la producción de silaje (en este caso de maíz o sorgo granífero), además del incremento de la MS al momento de la confección de este importante recurso forrajero.

Si bien la preponderancia del incremento de la MS, desde el punto de vista nutricional (y también económico) ya se ha expresado en este capítulo, en el presente análisis lo que se demuestra es la importancia del proceso y la toma de decisión a la hora de confeccionar silajes con alto potencial de producción, bajo los requerimientos o protocolos técnicos más adecuados y que además hagan uso eficiente de recursos como el agua y la tierra disponibles, con una relación costo beneficio positiva, al momento de la toma de decisiones.

Con el objetivo de que este análisis no pierda relevancia o actualidad en el tiempo, lo que se hace es expresar los valores en números relativos en donde el precio base por ha picada es "100" y el resto de los costos o valores adicionales que se cobran (como adicional por tonelada de MV o el procesado de granos), se lo expresan en proporción al valor base.

De acuerdo a la tabla de costos, presentada en los últimos años por la CACF (Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros - www.ensiladores.com.ar), se tomaron los precios de referencia y en base a eso se refieren los costos o variables, para poder llegar a una conclusión relevante al respecto.

Por otra parte cabe aclarar que los valores de la CACF, quizás no sean 100 % los que manden en el mercado, pero sí son los referentes y en este apartado se los toma como tales, para poder arribar a conclusiones que ayuden a la toma de decisiones.

De esta manera, teniendo el valor de costo de la ha picada, a futuro se podrán sacar conclusiones sin caer en el error de no tener precios actualizados, y el presente análisis se podrá tomar como base para la toma de decisiones y analizar conclusiones independientemente de la diferencia de precios originadas en el tiempo.

Valores del servicio de picado obtenido de los precios que presenta la CACF (Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros - www.ensiladores.com.ar) pero expresado en números relativos en donde el precio base por ha picada es "100" y el resto de los costos o valores adicionales que se cobran

Tabla 10-5

Referencia	Silos aéreos de Maíz / Sorgo				
	25 tn/MV/ha	35 tn/MV/ha	45 tn/MV/ha	55 tn/MV/ha	65 tn/MV/ha
Precio Base / ha	100	100	100	100	100
Adicional Tn/MV	3,31	3,31	3,31	3,31	3,31
Adicional Tn /MV c/procesador de grano	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99
Precio/ha total	182,75	215,85	248,95	282,05	315,15
Precio por ha total c/ procesador de grano	199,75	239,65	279,55	319,45	359,35
Precio Total Tn MV c/ procesador de grano	7,99	6,84	6,21	5,80	5,52

En el cuadro debe observarse que a medida que se incrementa el rendimiento/ha, el precio por tonelada picada desciende (se diluye) en proporción al exceso de rendimiento logrado en el cultivo.

La primera conclusión que se desprende es que al momento de definir lotes o ambientes donde se sembrará un maíz o sorgo destinado a la confección de silajes energéticos, siempre se deberán elegir los que permitan lograr los mayores rendimientos y que permitan expresar toda la potencialidad productiva del cultivo. Esto además justifica lo mencionado anteriormente respecto a las prácticas agronómicas que se deben utilizar en los lotes destinados a silaje y el paquete tecnológico que debe adoptarse, tratando siempre de potenciar el mayor rendimiento por ha, como lo hacemos en los lotes destinados a grano.

Como se expresó anteriormente, si bien el costo diferencial por ha, en parte viene dado por el exceso de rendimiento en MV, el costo total por tonelada de MV picada siempre se reduce cuando el rendimiento (de MV/ha) se incrementa.

Otro punto de análisis y en concordancia con el apartado anterior, es que el partido de grano debe ser mandatorio y nunca resignado por una cuestión de precio. Es una inversión, no un gasto.

Si bien se ve que se incrementa el "precio cobrado", lo cual es lógico por la disminución de capacidad operativa de los equipos, mayor inversión y aumento de los costos de reparación y mantenimiento de la maquinaria utilizada, desde el punto de vista productivo, el costo total por tonelada de MV picada y con grano procesado, siempre disminuye ante un incremento de producción por ha.

No tiene sentido resignar el aprovechamiento del grano a nivel ruminal, ya que de otra manera se deberá suplementar las dietas con una fuente de energía extra (como grano comprado tranqueras afueras o producido en un cultivo adicional), cuando en realidad este recurso energético ya fue pro-

ducido y solo hay que procesarlo para que esté disponible al efecto de las bacterias intra-ruminales.

Teniendo en cuenta que todos los valores en la dietas se expresan en referencia a kg de MS, a continuación se realiza un análisis relativo del costo de MS de silaje de acuerdo a la humedad del cultivo a la hora de confección.

Para tal fin, se tomará como promedio una ha que rinde 35 t de MV y que de acuerdo al cuadro anterior arroja un "valor relativo" de 6,84, precio total por ha con procesamiento de grano incluido.

En la tabla 10-6 se demuestra como el costo por kg de MS se derrumba cuando se incrementa el porcentaje de MS a la hora de confeccionar el silo, independientemente de las ventajas nutricionales que ésta decisión acarrea como mayor digestibilidad y disponibilidad de almidón para la producción de carne y/o leche.

Como se demuestra en la tabla, a medida que se incrementa el porcentaje de MS, la confección del costo por kg de silaje disminuye.

Se puede concluir que, a los fines de poder abordar la toma de decisión de confeccionar un cultivo energético y poder definir un protocolo de trabajo debemos tener en cuenta:

- Producir siempre cultivos con alto rendimiento de bio-masa y grano por ha, utilizando lotes de alto potencial productivo y aplicando todo el paquete tecnológico disponible, a los fines que se potencie la producción de MV y grano por ha.
- En la medida que se logre incrementar la producción por ha, el costo de la tonelada de MV se ve disminuido, aún cuando se cobra un adicional o proporcional por incremento de rendimiento por ha.
- El incremento del nivel de MS al momento de picado siempre disminuirá el costo total de los Kg de MS producido, aún cuando el partido de grano se haga indispensable para poder aprovechar el almidón dentro del rumen.

Tamaño y uniformidad de picado

El tamaño de picado debe estar definido por varios factores, tales como el uso eficiente de la maquinaria y la facilidad de la compactación que presenta el cultivo (dependiente de la condición de MS que posea al momento de picado) (Figura 10-23), pero fundamentalmente debe responder a la necesidad nutricional que debe cubrir este forraje en la dieta de los animales a los cuales va a ser destinado (producción de carne o leche), brindando movilidad ruminal y un correcto aprovechamiento en el comedero.

Es por ello que se define como correcto, un picado de 15 mm (producción de carne) y de 19 mm (producción de leche), con absolutamente todos los granos partidos, que cuente con un 8 % carne (12 % leche) de partículas de más de 2,5 cm, pero nunca mayor a 8 cm para evitar o disminuir la selección en los comederos (Figura 10-24).

Tabla 10-6 Variación del costo en función de la evolución de la MS del cultivo.

Precio por kg de MS	6,84 Valor relativo de la t de MV
% de Materia seca a la hora de confección	Precio relativo del Kg de MS
30 % de MS	0,22
35 % de MS	0,19
40 % de MS	0,17
45 % de MS	0,15



Figura 10-23 Pared de un silo con un correcto porcentaje de tamaño de partículas.



Figura 10-24 Picado de maíz a 15 mm, con 10 % de partículas de entre 2,5 y 6 mm.

Una máquina con sistema de picado de precisión con un material que se halle en su momento óptimo de cosecha y que tenga un mantenimiento normal, fácilmente logra esa proporción de largo y uniformidad de picado.

La explicación del porqué no se busca un tamaño menor es porque, cuando las partículas tienen menos de 10 mm, la tasa de pasaje a nivel ruminal es muy alta, pudiendo ocasionar falta de eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes.

Desde el punto de vista de la maquinaria se debe tener presente que a menor tamaño de picado, mayor será la potencia requerida, así por ejemplo para pasar de los 13 a los 6 mm en maíz, se podría incrementar el requerimiento de potencia hasta en un 35 %.

El tipo de forraje que se pique también influye en gran medida en este aspecto, y como valores extremos se puede mencionar que picar maíz con un 70 % de humedad y con un largo de 13 mm requiere 54 % menos potencia que una alfalfa con un 60 % de humedad y un largo de picado de 6 mm.

Todo lo relacionado a regulación de picadoras respecto a largo y uniformidad de picado, se encontrará en el capítulo de picadoras, donde se muestran diversas pruebas a campo con distintos equipos llevadas a cabo en Argentina.

El porcentaje de partículas fuera del rango normal, se justifica por la necesidad en algunos casos de contar con fibra efectiva en la ración, aunque esto no debería ocurrir con un adecuado balance forrajero y previsión de stock de alimento.

Aunque será explicado en detalle en el capítulo de utilización, cabe destacar que la fibra en el rumen cumple la función de facilitar el rumiado para achicar ese porcentaje de partículas, con lo que obliga al animal a tragar saliva y con ello bicarbonato que ayuda a estabilizar el pH ruminal.

Otra de las funciones de la fibra, es la de raspar (scratch) las paredes internas del rumen limpiándolas y mejorando la capacidad de absorción de nutrientes a través de ella, pero lo ideal es que ésta no sea aportada por el silaje, sino buscar una fuente de fibra externa y de menor costo y confeccionar el silaje bajo los parámetros más adecuados de tamaño de picado, para una correcta fermentación y conservación.

Si bien muchas veces se piensa que las porciones de forraje con defectos en el picado son solo chala u hojas sin demasiado valor nutricional, se debe

considerar que en su paso por el silo, se "mojan" con ácido láctico que es una gran fuente de energía además de azúcar solubles y almidón aportado por los granos, por lo que su eliminación genera pérdida de nutrientes (Figura 10-25).

2.7 Altura de corte

La altura de corte va a depender en cierta medida de la altura de la planta que se vaya a picar y de la condición del cultivo. En el primer punto, debemos considerar que si se trata de un cultivo de bajo porte (sorgo granífero), será menor que en uno de mayor altura (maíz de los denominados tropicales).

Respecto a la condición de cultivo, pueden presentarse dos situaciones muy distintas como un cultivo muy seco, o bien un cultivo muy húmedo. En el caso de enfrentarnos con un cultivo con mayor nivel de MS (más de 45 % MS), podremos trabajar disminuyendo la altura de corte a 20 cm, ya que la parte basal de la planta contiene más humedad, facilitando la compactación del silo. En el caso contrario, con una MS más cercana a 35 % será aconsejable aumentar la altura de corte, superando los 35 cm.

En líneas generales se define la altura de corte adecuada alrededor de 30 cm o sobre la inserción de la primera hoja en el maíz y sobre el primer entrenudo en sorgo, lo que además favorecerá el rebrote del mismo, en el caso que la latitud y las condiciones climáticas lo permitan (Figura 10-26).

La toma de decisión para adoptar una determinada altura de corte varía y depende de varios factores, pero a continuación se detallan algunos



Figura 10-25 Se observa en el comedero, pedazos mayores a 10 cm que fueron rechazados y que tienen adheridos a ellos nutrientes.

de los más influyentes para la adopción de nuevas metodologías de trabajo.

En primer lugar, teniendo en cuenta la cantidad de forraje que se va a cosechar y priorizando siempre la inclusión en las dietas y la digestibilidad, no tiene sentido incorporar al silo la porción de forraje que tiene mayor contenido de agua y de fibra, considerando que la parte basal de las plantas de maíz contienen hasta un 80 % de FDN, lo que ayudaría a deprimir el consumo de ese forraje.

Un método práctico para verificar la altura en donde la fibra comienza a disminuir es golpear con el filo de un cuchillo el tallo de los maíces o sorgos a diferentes alturas y cuando ese filo se introduce con facilidad en los tallos, nos indica que el nivel de fibra ha disminuido.

Por otra parte, la mayor cantidad de Potasio (K), está alojado en los primeros 30 cm del tallo y dejando esa porción en el lote estamos devolviendo fertilidad, además de agregar cobertura, lo cual no es un detalle menor sobre todo en tierras que son inestables desde el punto de vista de la erosión o bien en zonas tropicales en donde las precipitaciones son intensas.

El último factor a considerar es que la primera hoja y la porción basal del tallo están muy contaminadas con tierra y cosechando esa porción de la planta estaremos incorporando tierra al silo, con el riesgo de favorecer una fermentación indeseable del tipo butírica, además de incrementar los porcentajes que en análisis de laboratorio se expresan como cenizas, los cuales no deberían superar el 6 - 7 % de la dieta total.

En referencia al sorgo diremos que cuando se corta sobre el primer entre nudo y con un corte prolijo, en las zonas que agroclimáticamente lo permiten se puede lograr un rebrote temprano y un nuevo



Figura 10-26 Correcta altura de corte, en donde se deja también cobertura y no se cosecha la hoja basal que está en contacto con el suelo (contaminante del silo).

aprovechamiento del cultivo, con la consiguiente disminución del costo del kg de MS del silaje.

Una estrategia de control de tierra, cuando se trabaja sobre lotes muy contaminados, como puede ser los que están adyacentes a caminos muy transitados (Figura 10-27), es trabajar haciendo cabezas más grandes, de manera tal que el material más contaminado quede en la base del silo o en la punta de una bolsa, evitando que se mezclen materiales de diferentes calidades dentro de la masa del silo y así elevar la calidad nutricional del forraje producido.

2.8 Pérdidas durante el proceso de ensilaje

Las mermas producidas durante el proceso de ensilaje pueden clasificarse en cuatro grupos principales:

- Pérdidas en el campo.
- Pérdidas por respiración (aeróbica).
- Pérdidas por fermentación (anaeróbicas).
- Pérdidas por efluentes.

Pérdidas en el campo.

Siempre que se trabaje con maquinaria de precisión con cabezales recolectores adecuados, las pérdidas en el campo serán reducidas.

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 (ver capítulo 2 de mercado de maquinaria forrajera).



Figura 10-27 Cultivo de maíz con alto grado de contaminación con tierra, en donde se hace conveniente tomar una estrategia para no mezclar material contaminado con el material más limpio, del interior del lote.

Dada la gran cantidad de hectáreas que son necesarias trabajar para amortizar una picadora autopropulsada, los principales usuarios de estos equipos son contratistas prestadores de servicio, los cuales al momento de efectuar el recambio de unidades buscan evolucionar a unidades con mayor capacidad de trabajo. La Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros (CACF), agrupa a 150 empresas prestadoras de servicio de picado y se considera al contratista de picado como la empresa más profesionalizada de todos los que brindan servicio en el sector agropecuario (cosecha, pulverización, siembra), el cual maneja un conocimiento agronómico muy elevado y que busca siempre lograr la mayor calidad en su servicio.

Uno de los problemas que se detectan al momento de hablar de pérdidas en la confección, es que muchas de las máquinas usadas que se entregan por parte de pago de una nueva no salen del circuito, sino que son adquiridas por otros contratistas más pequeños, en algunas oportunidades de zonas ganaderas extra-pampeanas con menor desarrollo, o bien por productores o grupo de productores que por la superficie que trabajan no podrían amortizar un equipo nuevo. En muchos casos, estas picadoras son equipos de 10.000 h de uso que presentan un gran desgaste y un nivel tecnológico obsoleto.

En estas "nuevas zonas", donde la mayoría de las máquinas autopropulsada de nueva generación no llegan, además de máquinas autopropulsadas con un mayor desgaste, también se continúa recurriendo a la maquinaria de arrastre. En el caso de estas últimas, un punto a tener en cuenta es que las mismas tengan un cabezal rotativo que trabaje de manera independiente de las hileras de siembra, para ser más eficientes en la utilización de energía para el trabajo, como así también con el tema de pérdidas a campo (Figura 10-28).

Otra de las ventajas adicionales es que cuando eventualmente los lotes se encuentran enmalezados, mediante la elevación de la altura de corte, se puede escapar a esas malezas, mientras que las que tienen el sistema de corte en la base del puntón, deben trabajar cerca y paralelas al piso presentando en algunos casos inconvenientes por atascamientos ocasionados por las malezas, más incorporación de malezas a la masa del silo, teniendo en cuenta que éstas tienen un valor alimenticio menor y diferente al cultivo que se está picando y ensilando.

Un avance que presenta muchas ventajas en las máquinas de arrastre, lo representan los cabezales rotativos que pueden cortar cultivos independientemente al distanciamiento entre surcos,

de la misma manera que lo hacen las máquinas autopropulsadas.

Dentro de las pérdidas de material se debe tener especial cuidado en los cambios de camiones, para que exista una buena sincronización entre el operario de la picadora y el chofer de los camiones, a los fines de tratar de evitar lo más posible que se tire forraje picado al suelo (pérdidas).

Si bien esa pérdida puede considerarse muy reducida, teniendo en cuenta que una picadora autopropulsada puede hacer un promedio de 1500 has, contando la cantidad de cambios de camión que se hacen en la campaña, la cantidad de forraje que se puede desperdiciar en su conjunto puede no ser menor.

Cuando se trabaja con maquinaria autopropulsada los riesgos de pérdida de MS se minimizan, debido a que principalmente los cabezales de corte evolucionaron de tal manera que prácticamente no tienen limitantes, como se explicará en el capítulo correspondiente a maquinaria y que en la actualidad la carga de camión puede automatizarse mediante sistemas de visión, con cámaras incorporadas a los tubos de descarga de las picadoras.

Pérdidas por respiración

Estas pérdidas, dependerán en forma directa de tres factores

- Distancia entre el lote a picar y el sitio de confección del silo (aunque este punto es ínfimo).
- Frecuencia de llenado, o sea de la capacidad de trabajo de las picadoras y la frecuencia con que se cubren las sucesivas capas de silo, compactado con nuevo material.
- Velocidad con que se elimine el oxígeno de la masa del mismo, mediante la compactación del material ensilado.



Figura 10-28 Cabezal rotativo de una máquina de arrastre.

A pesar de que en algunos trabajos se han descubierto producciones reales de MS causadas por fotosíntesis, incluso llegando hasta el 4 % día posterior al corte, está muy claro que nunca llegarán a compensar las pérdidas de los azúcares durante la respiración. Una vez que el forraje llega al silo, debe ser descargado y compactado lo más rápido posible para extraer el oxígeno y promover la fermentación. Si el llenado se produce en forma discontinua, ocurrirán pérdidas relacionadas principalmente con la digestibilidad y el consumo potencial del silaje producido.

Resulta importante planificar el lote en el que se va a sembrar maíz para picado, ya que de la distancia que exista hasta el lugar de confección, dependerá el equipo necesario a contratar o dimensionar y lógicamente el costo de confección.

Lo ideal es confeccionar el silo cerca del lugar donde se tiene previsto realizar el suministro, para disminuir los gastos operativos y de personal durante el aprovechamiento. Las limitantes actuales están más vinculadas al suministro que a la confección del silo. En cuanto a esta W se debe dimensionar el equipo de picado y llenado de silo en forma adecuada, para que la frecuencia de llegada de material al silo, desde el lote, sea continua, disminuyendo el efecto de pérdidas por respiración.

La elección correcta del lote a sembrar deberá estar en función de las rotaciones necesarias en el campo y del lugar de confección, para de esa manera eficientizar el trabajo y disminuir las pérdidas en el proceso. Una vez tomada la decisión sobre qué tipo de silo construir, se necesitará determinar dónde emplazarlo.

Cuando se evalúen diferentes sitios, se deberá buscar un lugar que posibilite la descarga del material sin problemas; y que pueda coleccionar y canalizar los efluentes del silo, en el caso que este tenga grandes dimensiones o que el contenido de humedad no sea el correcto por cualquier causa, para no solo evitar pérdidas por respiración sino también por mala fermentación, además de evacuar de la mejor manera el agua de lluvia, que puede afectar el tránsito en la fase de extracción y utilización del silo confeccionado.

Durante el compactado de un silo aéreo (bunker, torta, trinchera o puente), la forma ideal de trabajo es utilizando un tractor doble tracción equipado con una hoja frontal de baja altura y en lo posible con un tope en el hidráulico, para que no baje más allá de los 10 cm (Figura 10-29). Es importante considerar que el trabajo continuo por tiempo prolongado, genera fatiga y distracción en los operarios y cuando los mismos bajan de

masiado las hojas que se utilizan para acomodar el material se corre el riesgo de mover el material, que fue previamente acomodado y compactado, de ahí la necesidad de trabajar con un tope en el sistema hidráulico de la hoja (Figura 10-30). Otro punto a considerar es el estado de los neumáticos del tractor, teniendo en cuenta que los tacos de los neumáticos aumentan el peso específico en el punto de compactación, mejorándola y además evitan el patinaje en la superficie ya compactada.

Ese patinaje sobre la superficie del silo es perjudicial ya que cuando el tractor patina y no tracciona va descompactando el material de las capas anteriores, generando zonas de baja densidad y mala fermentación (Figura 10-31).



Figura 10-29 Tractor muy utilizado para la compactación de los silos aéreos.



Figura 10-30 Si se pone un tope en los hidráulicos del sistema de desparramado, se facilita la operación del mismo evitando bajarlo a menos de 10 cm.



Figura 10-31 Cuando se baja demasiado la herramienta de desparramado o cuando no hay potencia suficiente se puede producir patinaje, creando zonas de baja densidad en el silo.

En referencia a la velocidad de marcha, diremos que cuando se trabaja en retroceso, siempre se debe ser más cuidadoso que cuando se lo hace hacia adelante, ya que los tacos de las ruedas de los tractores trabajan en sentido inverso, levantando más material que cuando se trabaja hacia adelante.

Otro punto a considerar es que todo el equipo de trabajo esté bien dimensionado, y que se cuente con la potencia necesaria para compactar adecuadamente el material que entrega la picadora.

A tal efecto una regla práctica indica que cuando se cuenta en la compactación, con una potencia similar a la utilizada en el picado, el compactado va a ser eficiente, considerando que la habilidad de los operarios que pisen el silo pueda disminuir el requerimiento de potencia, necesario para el acomodado y compactado de forraje que se ensile.

Otra regla práctica es dividir el peso del tractor por 270 para calcular la capacidad de procesamiento que tiene ese tractor por hora. De esta manera cuando se trabaja con tractores de 13500 kg de peso, sabremos que el mismo tiene una capacidad de procesamiento de material de 50 t/hora ($13500/270 = 50$), por lo que si se trabaja con una picadora que tenga la capacidad de procesar 150.000 kg/h harán falta 3 tractores de esas características y peso para asegurar una rápida y eficiente compactación del silo.

Si se recuerda que el tamaño óptimo de picado es de aproximadamente 1,5 cm promedio, resulta muy fácil eliminar el aire por compactación de un material de ese tamaño, desparramado en capas finas de 10 cm, como se explicó anteriormente.

Las técnicas de compactado dependerán del tipo de silo, pero si se cuenta con tractores con caja inversora del sentido de marcha, se va a ser más eficiente en el pisado, ya que no será necesario "bajar del silo" para dar la vuelta ni girar sobre él.



Figura 10-32 Los equipos con caja inversora permiten el trabajo en avance y retroceso haciendo el compactado más eficiente.

Un punto en el que se pone poca atención es cuando se baja del silo para dar la vuelta (en el caso que sea necesario), teniendo en cuenta que se está más tiempo abajo del silo, para girar, que sobre el mismo para ejercer la compactación del material, necesiándose más tiempo y combustible para generar la misma densidad, que cuando se permanece siempre arriba del silo (Figura 10-32).

Trabajando en forma correcta, las pérdidas causadas por respiración son mínimas en silos que estén bien compactados y tapados, ya que se deben crear condiciones de fermentación anaeróbica lo más rápido posible.

Una vez finalizada la compactación, las bacterias aeróbicas continúan respirando hasta que se consume todo el oxígeno del medio. La tasa de respiración está regulada por la temperatura, acelerándose los procesos respiratorios a medida que ésta aumenta, hasta llegar a los 30°C.

A partir de este momento, siempre y cuando no existan vías o conductos de entrada de aire, disminuye la respiración hasta que se inactivan las enzimas.

En los silos herméticos tiene poca importancia el oxígeno existente entre la masa del forraje y solamente provocará un aumento térmico de 3 a 4°C, mediante la oxidación de no más del 1 % de la cantidad de azúcar existente en la MS.

Una pérdida que pocas veces se tiene en cuenta o que pocas veces se observa, es la de la periferia del silo o mejor llamada, capa de transición.

Si se observa detenidamente el perfil de un silo se puede ver una coloración más oscura o marrón cerca de la superficie de éste, lo que indica entrada de aire (Figura 10-33).

En los silos con picado desparrado y mal compactados, donde es difícil evitar el intercambio gaseoso con el medio, el silaje sigue respirando, la temperatura se eleva produciéndose desnaturalización de proteínas y calentamiento, disminuyéndose considerablemente la calidad del silo, además de incrementarse notablemente las pérdidas de MS.

Pérdidas por fermentación

Se producen por la actividad de microorganismos que se desarrollan en condiciones anaeróbicas.

Las bacterias, ya sean lácticas, acéticas o butíricas, utilizan los azúcares simples del jugo celular transformándolos en ácidos orgánicos e inhibiendo



Figura 10-33 La capa de transición cambiará de espesor de acuerdo a la velocidad de llenado del silo y la presión de compactación.

cualquier actividad microbiana posterior, logrando así la conservación del material.

Es conveniente que la fermentación que ocurra sea láctica, ya que utiliza del 3,8 % al 4 % de los azúcares del material puesto a fermentar; mientras que en la butírica consume el 24 % y la acética el 38 %.

La fermentación láctica es la más eficiente, ya que logra la acidez necesaria (pH 3,6- 3,9), con un mínimo de utilización de energía, quedando el resto disponible para ser aprovechado por el animal. Las pérdidas en esta etapa ocurren generalmente por desconocimiento de la forma adecuada de trabajo.

La compactación adecuada y rápida mejora las condiciones fermentativas y por lo tanto favorece una rápida fermentación láctica, con las ventajas que esto ocasiona en la estabilización del silo y la conservación del nivel energético del mismo.

Como se explicó anteriormente, una vez eliminado el aire del interior del silo, las bacterias acéticas comienzan a multiplicarse en forma rápida, liberando ácido acético al medio y provocando el comienzo del descenso del pH. Cuando el medio se acidifica en exceso, comienzan a desarrollarse las bacterias productoras de ácido láctico, estabilizándose el silo a los 30 a 40 días aproximadamente dependiendo de la especie ensilada, la humedad del forraje y la homogeneidad y tamaño de picado.

Las bacterias ácido lácticas pueden clasificarse en homolácticas y heterolácticas. Las primeras son más activas y eficientes en la producción de ácido láctico a partir de los carbohidratos, ya que no producen gas durante la fermentación, siendo nulas las pérdidas gaseosas durante este proceso. No así las heterolácticas, en las que el nivel de pérdidas producidas estaría en relación directa al material originario, ya sea glucosa o fructuosa.

Aunque el productor no pueda manejar qué tipo de bacteria predominará en el silo, es importante conocer que la presencia de bacterias homo o heterolácticas dependerá del cultivo ensilado, desarrollándose en el maíz y en el sorgo las homo lácticas principalmente.

Existen condiciones, en las que los procesos fermentativos no son los descritos comúnmente, derivando en fermentaciones de tipo butíricas ocasionadas por varios factores en los que se destacan los clostridios.

Los clostridios son promotores del ácido butírico y responsables de los silajes rancios, negros y de pH elevado (Figura 10-34).

Incluso este tipo de fermentación puede provocar que los silajes sean tóxicos y causen enfermedades y hasta la muerte en los animales que los consumen.

En otros casos más leves pero no por ello menos dañinos, pueden pasar restos de ácido butírico a leche generando maduraciones defectuosas de los quesos producidos, tal es el caso de animales que se alimentan en exceso con silajes de pasturas mal fermentados.



Figura 10-34 Diferencias de color de dos muestras de silos de pasturas, una con fermentación de tipo butírica (izq) y otra con fermentación adecuada.

Las características más importantes de los silajes con clostridios son:

- pH alrededor de 5.
- Mayor cantidad de ácido butírico que láctico.
- Fuerte olor rancio o ausencia de olor, ni siquiera a fermento.
- Color oscuro o negro.
- Pobre conservación del forraje.
- Elevadas pérdidas de MS en el silo.
- Bajo consumo de MS por parte del animal.
- Pobre utilización del nitrógeno por el rumiante.
- Disminución de la capacidad inmunológica de los animales alimentados.

Debido a que el Clostridium no tolera condiciones de baja humedad, su proliferación se ve favorecida con contenidos de humedad superiores al 30 % o en especies con una mala relación azúcar proteína como son los silajes de pasturas de alto contenido proteico

También es menos resistente a pH bajos que las bacterias lácticas, por lo que se requiere un rápido incremento de la acidez para disminuir las pérdidas por fermentaciones butíricas. La presencia de pH elevado, en forrajes con elevado contenido de humedad, evidencia la actividad del Clostridium en el medio.

La contaminación con tierra del forraje mientras se realizan todos los procesos mecánicos, es la causa más común de este tipo de fermentaciones, teniendo en cuenta que los silajes de pasturas son los más susceptibles.

Sumado a que algunas veces no se ajusta debidamente el secado del forraje y que la contaminación con restos de bosteo, es un riesgo permanente cuando se ensilan cortes de lotes que fueron previamente pastoreados, cuando se trata de silaje de pasturas con destino proteico.

Los silos mal picados, también puede derivar en fermentaciones de tipo butílicas (Figura 10-35).



Figura 10-35 Silaje de sorgo mal picado con muestras incipientes de fermentación butírica por contener algunos tallos negros.

Pérdidas por efluentes

El volumen de pérdidas por efluentes depende del contenido de humedad del forraje, del tamaño de picado y de la forma y estructura del silo y siempre son máximas cuando los niveles de MS del material ensilado no alcanzan el 30 %, como se detalló anteriormente (Figura 10-36).

Es importante que el material a ensilar posea al menos el 35 % de MS y en algunos casos más, como en los sorgos y los silajes de pasturas, considerando que si este porcentaje es menor se perderá por lixiviación una gran cantidad de nutrientes con un contenido estimado del 6 - 8 % de MS de alto valor nutritivo, como los azúcares más solubles.

En algunos silos se ha podido observar que aumenta el porcentaje de MS y de compuestos nitrogenados a medida que transcurre el tiempo, mientras que disminuye la concentración de azúcares.

Además, se ha demostrado que se pierden cantidades elevadas de elementos minerales con el efluente.

Otra desventaja en la pérdida de efluentes es, que son un excelente medio para el desarrollo de los microorganismos benéficos del silo como las bacterias, además que, al existir pérdida del contenido celular, se crean condiciones para la proliferación de hongos y levaduras que disminuyen la calidad del forraje.



Figura 10-36 Pérdidas de efluentes en un silo de grandes dimensiones y detalle de líquidos perdidos.

Una de las causas mecánicas de generación de efluentes es el mal ajuste de sistema de picado, como por ejemplo cuando se está confeccionando un silo de pasturas y no hay un correcto ajuste de la contracuchilla y se produce ruptura de la pared celular, con liberación de efluentes.

Cuando se trabaja con embolsadoras y éstas tienen muy desgastado el sistema de álabes y peines en el rotor de compactación, se corre el riesgo de triturar el material entre ellos con liberación de jugo celular, incrementando el contenido de humedad en el silo, con una mala fermentación.

Los efluentes generan fuertes olores y contienen grandes poblaciones de levaduras, hongos e incluso listeria. La listeria es una bacteria causante de peligrosas enfermedades, tanto a los animales como al hombre. En animales pueden provocar encefalitis, que es la inflamación de los tejidos cerebrales, alteraciones nerviosas, abortos y muertes. Estudios realizados en Inglaterra, demostraron que del 3 al 6 % de los silos y aproximadamente el 22 % de los rollos de henolaje empaquetado estaban contaminados con esta bacteria.

Quizás sin llegar a causar problemas graves, lo que se debe analizar cuando se trata de llegar a mercados internacionales de alimentos como la carne y la leche, es salvaguardar siempre la trazabilidad del producto que se vende, como así también la materia prima que les da origen. Tener certificada la inocuidad del alimento como garantizada la salud animal, es el primer paso para lograr mercados donde exportar los productos pecuarios.

Para desarrollarse en el silaje, la listeria necesita oxígeno y pH cercano a 5,5. No crece en silajes bien conservados, donde el proceso fermentativo se ha cumplido en forma correcta. Es muy probable que se encuentre en lugares donde haya un intercambio gaseoso, como en la periferia del silo, en el final de los silos bolsa o cerca de las pinchaduras del plástico.



Figura 10-37 Sistema de drenaje en el lateral de un silo de grandes dimensiones.

Para prevenir el crecimiento de la Listeria en los silajes, se aconseja:

- Mantener las condiciones de anaerobiosis mediante una buena compactación y un correcto sellado.
- Permitir que el material ensilado fermente por lo menos durante dos semanas.
- Ensilar el forraje con un contenido de MS comprendida entre el 30 al 40 %.
- Mantener limpio y drenado los alrededores del silo.
- Descartar el desperdicio de la periferia del silo, que mantiene contacto con el aire.

Estos últimos puntos deben considerarse y prever un sistema de drenaje cuando se confeccionan silos aéreos.

A la indicación de una pendiente del 2 % cuando se confeccionan silos aéreos debe sumarse el sistema de drenaje, sobre todo en silos de pasturas o bien en silos de grandes dimensiones en donde la pérdida de efluentes pueda ser común (Figura 10-37).

2.9 Método de almacenaje de los silos

Los silajes pueden ser confeccionados de dos maneras:

- En estructuras aéreas.
- En bolsas plásticas.

Como se mencionó anteriormente, el silaje es la tecnología que revolucionó la ganadería argentina, y en parte, un 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 periodo 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 1.000 t.

A continuación se describen los principales aspectos a tener en cuenta en las estructuras aéreas, mientras que todo lo referido a bolsas plásticas se describirá en el capítulo específico de embolsadoras.

Estructuras aéreas

El primer punto a considerar cuando se confeccionan silos aéreos, es la eficiencia del aprovechamiento, la cual está estrechamente ligada a las dimensiones de los mismos para disminuir las pérdidas, tanto de superficie expuesta como en la tasa de extracción por el consumo que se haga de él.

Si bien este punto está detallado en el apartado de extracción, vale la pena señalar que lo ideal es extraer entre 30 y 40 cm/día de todo el frente expuesto del silo, para lo cual se deberá hacer un análisis predictivo de los rodeos que serán alimentados con este forraje y el consumo diario, estimando una densidad promedio de 650 kg/m³.

Resulta importante tener en cuenta que el silo debe tener la mayor altura posible, siendo la limitante el sistema de extracción del que se disponga, y el máximo de altura deberá coincidir con la altura máxima de la herramienta de extracción con que se cuenta.

El fundamento de tener una altura considerable, es que siempre hay pérdidas por exposición del material en la capa que queda en contacto con la superficie, además de la superficie de transición que se explicó anteriormente, y cuando el silo tiene baja altura esta cara expuesta y capas de transición toman mayor relevancia con respecto a la masa total ensilada (Figura 10-38).



Figura 10-38 Capas de pérdidas normales en silos aéreos.

Una consideración en cuanto a la altura, es que cuando se utilizan paredes, el silo no supere mucho el alto de esas paredes debido a que la compactación en esos laterales va a ser defectuosa, por impedir que llegue al borde del mismo, permitiendo que el agua de lluvia erosione esos laterales e ingrese al silo deteriorándolo en el caso que no utilice o que se deteriore la cobertura utilizada (Figura 10-39).

El ancho mínimo que debe tener un silo tipo puente o bunker debe ser aquel que permita girar con el equipo que se utilice para el desparramado y compactado sobre la superficie del silo, (en el caso que no se trabaje con tractores con inversor de marcha), sin necesidad de bajar al suelo. Esto es también muy importante ya que, de lo contrario, cada vez que baje y suba nuevamente, el tractor le estará incorporando tierra al silo.

Las mismas consideraciones son válidas para los camiones o carros forrajeros que vienen del campo. Nunca deben subir para descargar material sobre el silo, porque siempre se incorpora tierra a la masa ensilada.



Figura 10-39 Cuando el silo supera mucho en altura la pared, se puede complicar la compactación de los laterales, generando erosión de las mismas por causa del agua de lluvia.

El concepto que de esa manera se agiliza el trabajo, es erróneo y no solo se incorpora tierra al forraje, sino que muchas veces ocurre que el camión o carro se queda atascado, patinando, escarbando y por consiguiente alterando toda la estructura compactada anteriormente (Figura 10-40).

Es importante tener en cuenta que, con la tierra, se aportan esporas de bacterias del género Clostridium, promotoras de la producción de ácido butírico. La forma correcta de descarga, el material en el silo, es descargándolo en la base, y a partir de allí que el tractor que tiene la pala o uña frontal sea el encargado de llevarlo hacia la parte superior de la estructura de almacenaje.

Cuando el equipo de trabajo se halla limitado y es inevitable la necesidad de subir a la estructura del silo, lo mejor es depositar una capa de material fresco en la base del silo antes de la entrada a éste, para que los tractores y carros o camiones puedan limpiar los neumáticos en el material fresco y que la contaminación con tierra quede en la parte basal del silo (Figura 10-41).



Figura 10-40 No es bueno que los carros suban a la superficie del silo porque aportan tierra a la misma.



Figura 10-41 El silaje debe ser descargado en la base del silo, y de allí trasladado por el tractor que acomoda en capas de 10 cm y pisa el material.

La presencia de estructuras fijas, como paredes o piso, es un punto a considerar en la toma de decisión de algunos aspectos del ensilado.

Para hacer paredes a fines de delimitar el ancho del silo, se puede utilizar cualquier tipo de estructura, desde tierra, rollos, alambrados con hilos de alambre a poca distancia y nylon.

Lo importante cuando se construyen paredes, es que si el material que se utiliza lo permite (el cemento lo permite), tengan una leve inclinación hacia afuera, para permitir el tránsito de los tractores lo más cerca posible de ellas, para que el lateral que queda contra la pared esté correctamente compactado y evitar intercambio gaseoso además de la percolación de agua.

Una de las precauciones que deben tomarse cuando se utilizan paredes de cemento, es la de controlar el estado de las mismas, cuando ya tienen unos 5-6 años de uso.

Dependiendo de la construcción y de los silos confeccionados, el ácido va penetrando en el interior del cemento deteriorándolo y pudiendo llegar a producir debilitamiento del mismo.

Un método práctico es raspar con una moneda la pared y verificar que el cemento no se descascare. De ocurrir esto será conveniente hacer un tratamiento de pintura tipo epoxi, para impedir que el ácido del silo siga penetrando la estructura del cemento (Figura 10-42).

Un error muy común es que cuando se construyen silos con paredes de tierra, se hacen fosas para levantar las paredes y dentro de la fosa se confecciona el silo.



Figura 10-42 Cuando se utilizan estructuras de cemento es importante controlarlas periódicamente para corroborar que se hallan en buen estado.

Una vez más diremos que, cuando llueve el agua va a penetrar a la estructura de almacenaje y en este caso no tendrá vías de escape, dificultando y en algunos casos impidiendo la extracción del mismo, con los inconvenientes que esto trae aparejado, además del deterioro que ocasiona la presencia de agua en la masa ensilada.

Si bien las paredes de los silos parece que fueran muy necesarias, un silo puede perfectamente ser confeccionado sin la construcción previa de paredes laterales, pero sí es conveniente, pensar en una estructura para el piso, que en definitiva va a ser el que nos mejore las condiciones durante la extracción y nos determine que se pueda suministrar silaje durante todos los días que sea necesario, independientemente de las condiciones climáticas reinantes (Figura 10-43).

Teniendo en cuenta esto, se debe elegir para la construcción de los silos, un lugar de fácil acceso, alto bien drenado con suelo firme y de ser posible con una pendiente que permita el fácil escurrimiento, tanto de flujos como de agua de lluvia.

Para la construcción de silos sin paredes, lo más conveniente es dimensionar la superficie del mismo y comenzar el llenado del silo, desde un extremo hasta que se alcanza la altura deseada.

Una vez lograda la altura se progresará en un plano inclinado hacia adelante y avanzando, en la medida que haya material para el llenado del silo (Figura 10-44).

De esa manera también se aprovechará mejor el espacio de tránsito con los tractores, se permite que estén más tiempo sobre el silo, incrementando eficiencia, y se permite que trabajen en un plano inclinado con menos pendiente, haciendo más eficiente la utilización del peso del equipamiento utilizado para la compactación.



Figura 10-43 Silo perfectamente constreñido si la necesidad de paredes laterales.

Otra de las ventajas que permite este sistema de trabajo, es que se puede ir tapando el silo a medida que se lo va llenando.

La forma más conveniente para aplicar este sistema es tener la cobertura plástica previamente preparada y enrollada, para que a medida que la estructura del silo "crece" hacia adelante, se la pueda ir desenrollando, para dejar el silo tapado y favorecer las condiciones de anaerobiosis además de evitar el deterioro que pudiera producir la ocurrencia de lluvias.

Tapado del silo:

Una vez finalizada la confección del silo, es conveniente proceder al tapado del mismo.

Una de las conveniencias de trabajar con tractores con inversor en el sentido de avance, es que una vez determinada la altura inicial del silo, el mismo irá creciendo hacia adelante permitiendo el tapado de la sección, como se mencionó anteriormente (Figura 10-45).



Figura 10-44 Forma de trabajo correcta para el compactado, en un plano inclinado de poco ángulo y permitiendo que el tractor no baje de la estructura de almacenaje



Figura 10-45 Se puede observar una sección del silo tapado, mientras que el mismo continúa llenándose de material. Esto es posible cuando se dimensiona previamente el silo, y se lo hace "crecer hacia adelante", no en altura.

De esta manera se evita la formación de “burbujas” de aire entre la cobertura y la superficie del silo, minimizando el porcentaje de pérdidas en la superficie expuesta y alargando la vida útil de la cobertura plástica (Figura 10-46).

Para dimensionar la cantidad de nylon necesario para la cobertura de los silos, se tiene que calcular una superficie entre un 30 - 40 % superior a la superficie de la base del silo, por la sujeción lateral, su curvatura y las uniones de las mantas (Figura 10-47).

Es importante sellar las uniones de las diferentes mantas plásticas que se usen para prevenir que entre el agua de lluvia, concentrándose en algunas zonas del silo, ocasionando pérdidas de cantidad y calidad de forraje (Figura 10-48).

Por último, cabe destacar que para sujetar las mantas se calcula una cubierta de automóvil por cada m² de superficie, teniendo en cuenta que se puede utilizar cubiertas cortadas por la mitad, como una forma de reciclar su uso.

Un detalle a tener en cuenta es que esas cubiertas estén bien sujetas para evitar que la cobertura plástica se rompa y permita la entrada de agua o

bien se embolse aire aumentando los daños ocasionados a la misma (Figura 10-49).

Algunas veces también se usan envases vacíos de agroquímicos para sujetar las mantas plásticas, en dicho caso se los debe llegar de agua, pero solo hasta la mitad de su volumen, y ponerlos acostados para disminuir el peso específico sobre la superficie del silo, evitando que la cobertura plástica se deteriore prematuramente.

Un detalle que se debe tener en cuenta es que cuando se utilizan paredes en los silos que son altos, una manera de disminuir las pérdidas es, que la cobertura plástica caiga por fuera de la pared, para impedir la entrada de agua a la estructura de almacenaje (Figura 10-50).



Figura 10-48 Correcta unión de las mantas plásticas de cobertura.



Figura 10-49 Cubiertas de auto cortadas al medio y debidamente colocadas y unidas entre sí.



Figura 10-50 La cobertura debe caer por fuera de las paredes cuando el silo supera la altura de estas.



Figura 10-46 La defectuosa colocación y sujeción de la cobertura de los silos aéreos provoca pérdidas económicas, que son fáciles de evitar.



Figura 10-47 Se puede observar que no existe capa de pérdida cuando la colocación de la cobertura es correcta.

3. Anexo primero: Recomendaciones para el ensilado de maíces afectados por calor y sequía

En ciertas situaciones, suele ocurrir un escenario climático complejo, con leves lluvias y altas temperaturas en diciembre o febrero, los cuales suelen ser meses claves para la producción de maíz de siembra temprana y tardía respectivamente, ya sea para la producción de grano como los destinados a silaje.

Estos meses suelen coincidir con la etapa de florecimiento, donde los maíces atraviesan su periodo crítico de mayor demanda de agua, pero donde puede suceder que las condiciones climáticas le hagan vivir un fuerte estrés hídrico, por la escasez de precipitaciones y altas temperaturas que puede llegar a ocasionar una severa disminución de rendimientos y en casos extremos aborto de espigas y no formación de granos (Figura 10-51).

Ante esta adversidad, con lotes afectados por baja producción de granos y pensando en sacar el mejor provecho, muchos productores deciden ensilar no solo los lotes que se sembraron con el objetivo de picarlos, sino también algunos que tenían destino cosecha.

Si bien se trata de una decisión no planificada y que demanda un tratamiento de urgencia, resulta fundamental tomar ciertos recaudos y privilegiar la calidad de la planta. En primer lugar debemos recordar que el silaje es la conservación del forraje húmedo por fermentación, debido a la acción de bacterias anaeróbicas sobre los azúcares del contenido celular, seguido por una posterior preservación, manteniendo un pH reducido en condiciones de anaerobiosis.



Figura 10-51 Lote de maíz afectado por la sequía en pleno período crítico.

El proceso de fermentación genera grandes cambios químicos, con la consiguiente pérdida de nutrientes y es de vital importancia acortar el tiempo de duración de los procesos indeseables, para lograr mayor cantidad de forraje conservado de alta calidad.

Uno de los principales objetivos que debe alcanzar el silaje, consiste en mantener las condiciones anaeróbicas (impedir la penetración del aire), para preservar calidad. Pero ante esta situación, es importante destacar que el proceso fermentativo puede verse altamente comprometido debido al estrés que presenta el cultivo.

En este informe escrito por especialistas del sector, se detalla una serie de recomendaciones para el ensilado de maíces afectados por estrés hídrico y calórico, tratando de disminuir las pérdidas de MS en un escenario desfavorable.

Entonces, durante todo el proceso de ensilado hay que tener en cuenta distintas consideraciones como se detallan a continuación.

- **Conocer el ciclo del híbrido:** tener en cuenta los días a madurez fisiológica de los híbridos, con respecto al % MS que se puede acumular, ya que se puede adelantar la fecha de picado de un material que aún le queda tiempo de desarrollo.

Cuando las superficies destinadas a silo de maíz en un establecimiento son amplias, se puede contar con más de un híbrido sembrado, y pueden encontrarse diferencias de hasta 30 - 35 días a madurez fisiológica entre un híbrido y otro.

Se debe considerar que, en épocas de estrés hídrico, la principal deficiencia de los cultivos se manifestará en el contenido de grano; si se tiene en cuenta que es el mayor aportante a la acumulación de MS de ensilado, será de esperar que los materiales tiendan a ser ensilados con niveles de MS por debajo de los ideales, para un buen proceso fermentativo (menos del 30 % de MS).

- **Altura de corte adecuada a la condición de cultivo:** pueden presentarse dos situaciones muy distintas como un cultivo muy seco, o bien un cultivo muy húmedo.

En el caso de enfrentarnos con un cultivo muy seco (más de 40 % MS), podremos trabajar disminuyendo la altura de corte, ya que la parte basal de la planta contiene más humedad, facilitando la compactación del silo.

En el caso de cultivos con aborto de espiga, se tiende a privilegiar la calidad de la planta completa, y habrá que prestar especial atención al contenido de MS, la cual no debería ser menor al 30 %, ya que tendríamos pérdidas por efluentes y desarrollo de bacterias del género *Clostridium* spp., obteniendo silajes de bajo valor nutritivo y baja palatabilidad. En estos casos será aconsejable aumentar la altura de corte, superando los 35 cm.

En algunas zonas donde la situación es completamente crítica, con cultivos que fracasaron, y se tome la decisión de picarlo y ensilarlo para liberar el lote pensando en la siembra de soja, se debe tener presente que puede tratarse de maíces con nivel de MS inferiores al 30 %, o sea que posee más de 70 % de su peso en agua.

En estos casos, la clave es evitar el corte directo que se realiza normalmente en maíz y realizar un corte con una segadora o cortadora, efectuar un pre-oreo del maíz, con el objetivo de perder humedad y luego recolectar el mismo cuando alcance al menos 35 % de MS con la picadora equipada con un cabezal pick-up (Figura 10-52).

- **Compactación de cultivos con pre-oreo:** será fundamental trabajar este aspecto, ya que con altos contenidos de MS será más difícil eliminar el aire, corriendo el riesgo de generar "silajes calientes" con pérdida de nutrientes. Un aspecto a trabajar es reducir el tamaño de picado a 14 mm (largo teórico), privilegiando la compactación en detrimento del efecto de "fibra efectiva".

Es importante aclarar que este aspecto se verá más influenciado en aquellas estructuras silos aéreos que requerirán un correcto pisado (peso de tractores) y espesor de capa (menor a 10 cm), para incrementar los niveles de compactación.

En silos bolsa será fundamental trabajar sobre terrenos parejos, utilizando embolsadoras en excelentes condiciones que posean mayor largo de túnel y controlar el estiramiento del plástico.

- **Lograr una buena fermentación:** para mejorar la fermentación láctica, es recomendable la utilización de inoculantes homofermentativos (Figura 10-53), incorporando bacterias específicas, a tasas mayores a 100.000 UFC/g de silo (Unidades Formadores de Colonia por gramo de silo).

En general los inoculantes están compuesto por bacterias y enzimas que permiten de forma natu-

ral una rápida acidificación del material ensilado, aportando una cantidad de ventajas entre las cuales se destacan la estabilización del forraje, evitar la proliferación de hongos y el desarrollo de micotoxinas; la conservación en el tiempo y por ende como sumatoria de estas ventajas, un mayor y mejor aprovechamiento por los animales. Se recomienda optar por productos que sean aprobados por SENASA.



Figura 10-52 Lote de sorgo cortado con una segadora y preoreado.



Figura 10-53 Silaje de maíz sin espiga inoculado.

- **Alternativas de uso de maíces ensilados que estaban destinados a producción de granos:** una situación que puede presentarse es que este cultivo se encuentre en un establecimiento agrícola, y que haya sido sembrado para producción de grano, sin disponibilidad de animales para transformar esta fibra en carne o leche. Bajo estas condiciones, los silajes confeccionados en un establecimiento agrícola serán comercializados a otros establecimientos ganaderos que lo consumirán.

Con este contexto, muchos de estos ensilados serán trasladados en invierno de un establecimiento a otro, y por ello que se debe asegurar la mayor estabilidad al momento de la apertura y re-oxigenación del silo para su posterior traslado.

Al tratarse de cultivos que presentan una alta concentración de azúcar, con alta generación de ácidos lácticos, que produce que se confeccionen silos que van a ser muy inestables al momento de su apertura, se recomienda también la aplicación de inoculantes heterofermentativos, como por ejemplo *Lactobacillus buchneri*.

De esta forma, se recomienda la utilización de inoculantes combinados, tanto homofermentativos, para mejorar la fermentación, como heterofermentativo, para reducir las pérdidas al momento de la apertura y traslado.

Entre las consideraciones y recaudos que se deben tomar para hacer el ensilado, la primera es que la distancia, entre el lugar donde se confecciona el silo y donde va ser consumido, sea prudente y pueda ser un trayecto que pueda recorrerse diariamente con un mixer o un acoplado forrajero.

Sería oportuno comercializar la venta del pasto antes del picado y confeccionar la bolsa directamente donde va ser consumida. Si bien se incrementan los gastos de acarreo del maíz recién picado, se van a disminuir la pérdidas que se producen si el traslado se hace una vez que el material fue ensilado.

- **Otras problemáticas asociadas a la sequía:** en general los sorgos forrajeros o graníferos implantados tienen un desarrollo pobre, con fuertes síntomas de estrés y estado de regular a malo. Esto puede generar intoxicación con ácido cianhídrico y/o nitratos. En el caso de maíz, en plantas afectadas por la sequía podemos encontrar elevada concentraciones de nitratos. Estos compuestos podrían darse también en cultivos que rebrotan después de una lluvia.

Los cultivos como sorgo o maíz con desarrollo limitado por déficit hídrico, pueden contener una alta concentración de nitrógeno, lo cual puede derivar en la formación de compuestos tóxicos para animales y que pueden afectar el consumo humano (dióxido de nitrógeno, ácido cianhídrico y/o nitratos). Tener precaución con cultivos con altos niveles de fertilización o picados luego de una lluvia, dado que son escenarios que aumentan estos riesgos.

Ante estas situaciones será de fundamental importancia el análisis de los cultivos y/o ensilados, antes del suministro; estas muestras deben enviarse inmediatamente al laboratorio refrigeradas. Si bien durante el proceso de ensilado estos niveles disminuyen, es de suma importancia el análisis de laboratorio.

Las recomendaciones surgieron de un trabajo conjunto que llevan adelante varios especialistas del sector: Guillermo Piñero de la empresa HAB, Juan Monge de la Universidad Nacional de Villa María, Fernando Opacak y Fernando Clemente de la Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros, Pablo Cattani (asesor privado), José Costamagna de Claas Argentina, Javier Barnech y Patricio Villegas de la empresa De Laval, y técnicos de INTA, Mario Bragachini, Federico Sánchez, Gastón Urrets Zavalía y José Peiretti.

4. Anexo Segundo: Silaje de grano con alto contenido de humedad

El silaje de granos con elevado contenido de humedad es una de las alternativas que se presentan para el logro de forraje con alto contenido energético, digestibilidad ruminal y producción individual, dentro de las alternativas para la conservación de forrajes.

Para lograr un silaje con importante contenido energético, se puede realizar de tres maneras:

- **Silaje con una picadora convencional,** elevando la altura de corte hasta la altura de la primera espiga para lograr alta concentración de granos, MS muy (de la parte superior de la planta) y por consiguiente digestibilidad total.
- **Eearlage o silaje de espigas,** cosechando espigas con un cabezal maicero convencional, adaptado a una picadora autopropulsada.
- **Cosecha de granos húmedos** con una cosechadora convencional y luego quebrarlo y compactarlo, a los fines de lograr un silo altamente energético (silo bolsa), siendo esta la más difundida o conocida.

En todos los casos la idea es poder contar con un material de alto valor energético y dependiendo de los casos, más o menos diluido en niveles de fibra de acuerdo a la técnica aplicada, para poder atemperar fallos en la administración y uso de este tipo de recurso forrajero

En la actualidad se utiliza casi exclusivamente la tercer alternativa (cosechar los granos para luego embolsarlos con una máquina que procesa los granos) por varias razones; siendo las principales: la practicidad y mayor concentración energética, con menor costo; aunque la alternativa del earlage (punto 2) se vio nuevamente potenciada los últimos años al final de campaña de cultivos de verano, por presentar una capacidad de trabajo mayor en los sistemas de embolsado y/o almacenaje en silos bunker, dándole mayor trabajo a las máquinas picadoras.

El momento óptimo para la confección de este tipo de silajes, es cuando los granos cuentan entre 25 - 30 % de humedad y esto se debe a dos razones fundamentales:

1. La primera, es poder contar con humedad suficiente de manera tal que permita una fermentación anaeróbica que asegure la conservación en el tiempo, con el mínimo de pérdidas.
2. En segundo lugar, lograr que los granos "estén llenos", o sea que hayan alcanzado el máximo de acumulación de almidón, pero resguardando y potenciando la digestibilidad del mismo a nivel ruminal.

A medida que la MS del grano aumenta, los gránulos de almidón se van recubriendo de una cubierta proteica, lo que hace necesaria la participación de una bacteria proteolítica para disolverla y permitir la acción de otra amilolítica para que "digiera" el almidón propiamente dicho (particionar las moléculas complejas en cadenas más cortas). Este proceso puede generar que parte del almidón del grano no se digiera a nivel de rumen, perdiendo eficiencia de utilización y por consiguiente incrementando los costos.

En la medida de que se trabaje en el rango de los 25 - 30 % de humedad este efecto se sostiene, dando la mayor absorción energética proveniente del almidón del grano a nivel ruminal, determinando que para el aprovechamiento de los hidratos de carbono complejos (tal el caso del almidón), solo haga falta que actúen las bacterias amilolíticas para su aprovechamiento en rumen.

Es real, que el porcentaje de humedad no es estricto, pero se debe tener en cuenta que si se tra-

baja más húmedo, habrá menor concentración energética por kg de MS almacenada en forma de almidón, con un incremento del costo productivo; mientras que cuando se trabaja más seco, la digestibilidad o aprovechamiento del almidón del grano a nivel ruminal disminuye, debido a la dinámica de desarrollo antes expuesta..

Se debe tener en cuenta que no se debería trabajar en niveles de humedad por debajo del 24 %, ya que la digestibilidad a nivel ruminal baja, la fermentación no es buena y se favorece la actividad de microorganismos, que insumen energía y ácidos (tal el caso de las levaduras) en el proceso de fermentación, disminuyendo la energía disponible al momento de la utilización.

Dentro de las principales ventajas del ensilado de grano con alto contenido de humedad, se encuentran.

- Mayor digestibilidad a nivel ruminal de la energía aportada por el grano, dadas las condiciones descritas anteriormente.
- Cosecha fácil y barata: En el momento en el cual es necesario cosechar el grano, aún es temprano para cosechar grano seco, por lo que la oferta de cosechadoras suele aumentar

En el caso del grano no es necesario extremar medidas de limpieza, por lo que se prefiere realizar una cosecha "sucia" antes que originar pérdidas por limpieza, teniendo en cuenta que la prioridad es la cosecha con la mayor cantidad de grano posible.

Otro punto fundamental es el ahorro de gastos de flete y secado, ya que el grano se produce y se procesa dentro del establecimiento con una importante reducción de costos y mayor aprovechamiento del mismo.

Un punto no menor en cuanto al ahorro es: al contar con maquinarias que quiebran y embolsan el grano en una sola operación, reduce los costos de preparación de la ración respecto del grano seco, en donde muchas veces y dependiendo del sitio de digestión que se desee lograr, es necesario el quebrado de los grano antes del suministro, agregando una operación más en el preparado de las raciones (Figura 10-54).

Si bien, el sistema de confecciones de silaje de grano (con alto contenido de humedad) más utilizado es mediante el embolsado de material, cabe destacar que también es factible hacerlo en silos aéreos. Siendo, la tasa de extracción o porcentaje de utilización en la ración, lo que determine cuál es el método más conveniente.

Dado que este recurso forrajero no tiene alta proporción en la mayoría de las raciones (por su alta concentración energética), la tasa de extracción del frente expuesto, muchas veces no alcanza los 40 cm diarios; por lo que es más conveniente trabajar con sistema de almacenaje que presenten un frente expuesto más pequeño, para mejorar la tasa de extracción, asegurando que el material que integre la ración, presente el mínimo de degradación aeróbica posible.

En el caso de una alta tasa de uso o bien en establecimiento de grandes proporciones, donde el volumen utilizado es importante, es totalmente factible la confección de silos aéreos con las dimensiones adecuadas, que permitan una tasa de uso eficiente (Figura 10-55).

En este caso se debe organizar una logística de trabajo, tendiente a aprovechar al máximo la capacidad de trabajo de la/s cosechadora/s y el almacenaje (silo bunker o torta), para minimizar el riesgo climático, ya que la ocurrencia de lluvias va a generar deterioro del material ensilado, en mayor medida que otros tipos de silaje, sumado a que durante la confección no se irá tapando o aislando el material, como ocurre con el sistema de embolsado.

En referencia a la logística de este tipo de alimento, cuando se trabaja con el sistema de embolsado, se debe además planificar el uso de las bolsas confeccionadas dentro del año, dado que cuando éstas permanece más de una campaña en condiciones de campo, comienzan a tornarse permeables acelerando el deterioro del material (Figura 10-56).

La utilidad estratégica del sistema de embolsado de granos, con alto contenido de humedad, es la de aprovechar mayor cantidad de energía, en ensilajes de materiales que presentan alguna dificultad

tad mecánica para el partido de sus granos, como es el caso del sorgo granífero.

Cuando se trabaja en la confección de silos de planta entera de sorgos graníferos o doble propósito, algunas veces se desaprovecha el grano por una cuestión mecánica (dificultad del quebrado eficiente), sin comprometer el largo de fibra deseado; con el agravante que al hacer un análisis de laboratorio, esa pérdida o ineficiencia no está estimada, dando en la ración una energía real aprovechable menor, que la que se refleja en los análisis de laboratorio.

Es por ello que, haciendo una estimación de la pérdida de granos por heces, se debería agregar a la ración o el silo (al momento del suministro), la misma cantidad en grano húmedo para cubrir dicha pérdida energética. De esta manera, se estará asegurando que llegue a la boca de los animales la cantidad de energía necesaria para alcanzar los niveles de producción estimados, al momento de la elaboración de las raciones.



Figura 10-55 Silaje de grano con alto contenido de humedad de grandes proporciones



Figura 10-56 Se debe tener especial cuidado con la conservación y extracción del silaje de grano húmedo, debido a su inestabilidad a la exposición al aire.



Figura 10-54 Embolsadora con partidor de grano incorporado

Teniendo en cuenta que el sorgo se está utilizando cada vez más como fuente de materia prima para la elaboración de silos energéticos, una práctica que da buenos resultados, es destinar alrededor del 30 % de la superficie a ensilar para la producción de silaje de grano húmedo, para suplir la pérdida de energía por razones de mecánicas.

Siempre se debe considerar que la mezcla de grano húmedo con el silaje de planta entera, debe ser realizada al momento del suministro de la ración, y no durante la confección de los silos; principalmente porque la dinámica de fermentación de ambos materiales es diferente, y por otro lado, para permitir la mezcla o proporción adecuada en la ración, de acuerdo al destino o uso de cada recurso forrajero.

4.1 Manejo, regulación y control al momento del embolsado de grano con alto contenido de humedad.

Para culminar en un proceso exitoso, al momento de confeccionar silos de grano con alto contenido de humedad en bolsa, resulta importante respetar algunos pasos.

Además del cuidado de la superficie, lugar y ubicación u orientación que ya fueron detallados en el capítulo de embolsado, se deben tener en cuenta tres factores para asegurar el éxito en la confección de silos de grano húmedo, con el método de almacenaje en bolsa.

Inicio de la bolsa:

Dado que las bolsas confeccionadas con las máquinas específicas para "Grano Húmedo", en su gran mayoría no cuentan con sistema de compactación con red sino solamente con frenos en las ruedas; por lo tanto el principio de "acción y reacción" necesario para la compactación del material, es ejercido por el peso de la bolsa y el freno en las ruedas.

En la medida que la bolsa no tiene el peso suficiente para "empujar" a la embolsadora hacia adelante (lo que ocurre en el inicio de la misma); es conveniente comenzar su llenado con mínimo frenado, para asegurarle a ella un peso igual o superior al de la máquina embolsadora y su tractor, a los fines de que ésta corra sin problemas.

De ese modo se inicia el trabajo sin riesgos de sobre-estiramiento de la parte inicial, maximizando la vida útil de esa sección y prolongando la imper-

meabilidad total del silo confeccionado, minimizando roturas o puntos de sobre-estiramiento.

Una vez que la bolsa corre entre 3 y 5 metros y logra el peso suficiente para "empujar el conjunto embolsadora-tractor hacia adelante", ahí se debe iniciar el proceso de frenado para asegurar la compactación deseada y que la máquina corra sin problemas (Figura 10-57).

Carga del material:

Al momento de cargar el material, siempre se debe cuidar que el flujo de grano sea constante, ya que pueden originarse puntos de mayor estiramiento que el deseado y/o sectores más vacíos (Figura 10-58), generando espacios con presencia de aire dentro de la bolsa, decayendo los deseados procesos fermentativos anaeróbicos.

Por otra parte, se debe considerar que en esos puntos donde queda aire, en el día se produce evapotranspiración de agua, la cual se condensa en las noches generando "lluvia interna"; lo cual acelera el deterioro del material y facilita la forma-



Figura 10-57 Inicio de la bolsa con mínima presión para asegurar la confección y vida útil de la bolsa



Figura 10-58 Bolsas con defecto en el proceso de llenado, en donde el flujo de material no fue continuo y uniforme

ción de hongos, con la consiguientes pérdidas de calidad y productividad. Por esta razón siempre se debe chequear al momento de la confección, que la tolva de recepción de grano de la embolsadora nunca se vacíe, tratando de lograr una tasa de alimentación constante y una correcta confección de la bolsa.

En el caso de que el flujo de material no sea suficiente, es conveniente detener el llenado de la bolsa, dejando un remanente de grano en la tolva de alimentación, hasta que una nueva carga de grano se pueda suministrar; de manera que el flujo que llega a los rodillos partidores y el sistema de alimentación sea uniforme, permitiendo de este modo una confección uniforme sin puntos "flojos" o de sobre-estiramiento.

Control del procesado de grano:

El procesado del grano que se va a embolsar, dependerá de la necesidad indicada en la ración que posteriormente se confeccionará.

A los fines de tener un ataque bacteriano intraruminal, es necesario y suficiente que el grano se procese en dos o tres partes, aunque esto puede variar de acuerdo a los requerimientos nutricionales o recomendaciones de los responsables de las raciones.

Sabiendo que la limitante, en todo el proceso de trabajo, es la capacidad de partido y embolsado de los granos, siempre se busca acelerar la carga del mismo, sacrificando muchas veces el procesado.

A los fines de buscar una solución práctica, lo más recomendado es sacar una muestra de grano (con el calador específicamente diseñado por los fabricantes de las embolsadoras) y chequear el partido del mismo, pero simulando el trabajo que hacen



Figura 10-59 Muestra original extraída de la embolsadora

los animales durante el proceso de rumia, o sea frotando la muestra extraída dos o tres veces entre las manos a los fines de determinar fehacientemente el nivel correcto de procesado que se está logrando.

De esta manera no se caerá en el error de un deficiente procesado, ni tampoco en un sobre procesado que deteriore la capacidad de trabajo total del equipo (Figura 10-59) y (Figura 10-60).

Factores y regulación de la cosechadora a tener en cuenta cuando se cosecha grano húmedo

El cultivo debe cosecharse cuando el grano alcanza la madurez fisiológica. En el caso del maíz: se determina cuando en el punto de inserción del grano con el marlo aparece una punta negra (necrosis de los vasos que conducen la savia); es coincidente en este período la desaparición de la línea de leche y en este momento el contenido de humedad se encuentra próximo al 30 %. En este estado la cantidad de nutrientes del grano es máxima y las condiciones para su preservación son muy buenas.

El grano no debe cosecharse antes de madurez fisiológica porque está demasiado húmedo e inmaduro, afectándose el rendimiento de MS e implicará un importante consumo de potencia, tanto del cabezal como del resto de la cosechadora, además presentará inconvenientes de "empastado" de los órganos de trilla y separación, ocasionando elevadas pérdidas de granos; además durante la descarga suelen producirse también frecuentes trancados por empastado en zonas críticas, como ser codos de tubo de descarga o compactado del material debajo del protector del sinfín de alimentación del tubo de descarga, en el piso de la tolva de granos.



Figura 10-60 Partido real del grano, una vez que se simula en la mano el proceso de rumia por parte de los animales

Por otra parte debemos fijarnos un tope inferior de humedad del grano a ensilar de 20 a 22 %, porque con esos niveles de humedad, habrá menos posibilidades de lograr una buena compactación y fermentación. Esto no afecta directamente a la cosechadora, por el contrario cuanto más seco el grano más fácil es trillarlo, pero peor la calidad de la reserva que lograremos. Por lo tanto para corregir posibles desfases debajo de este límite, se aconseja suspender la trilla durante el día y efectuar la labor durante la noche, en especial aprovechando el rocío, de forma tal de incorporar unos puntos de humedad por las condiciones del ambiente.

En general dentro de las humedades aconsejadas no se presentan grandes dificultades, debiéndose realizar ciertas regulaciones, dependiendo si es maíz o sorgo y de las condiciones del cultivo al momento de la cosecha.

En cuanto a la regulación del cabezal maicero, prácticamente no hay que hacer modificaciones si vamos a cosechar maíces con aproximadamente 20 %, pero si la humedad se acerca al 25 %, es aconsejable utilizar cabezales con rolos con cuchillas enfrentadas y configurar las cadenas del cabezal para que trabajen desfásadas (y no encontradas), para que sea más continua la alimentación del sinfín que lleva las espigas al embocador.

Debido a que la espiga se halla fuertemente adherida a la planta es necesario ajustar mejor la luz entre las chapas cubrerolos, de la que se utiliza en condiciones normales de trilla, de esta manera facilitaremos el desprendido de la espiga del resto de la planta.

Para facilitar la regulación de las chapas cubrerolos, se deberá observar el diámetro de los tallos en la zona de inserción con la espiga, especialmente si la presencia de espigas pequeñas es o no importante, dado que la diferencia entre el diámetro de estas espigas y el del resto de los tallos con espigas

mayores, determinará hasta dónde se podrán abrir dichas capas cubre rolos.

El posicionamiento correcto de la zona de desprendimiento de la espiga sobre las chapas cubre rolos es de gran importancia, para evitar que las espigas post desprendimiento caigan fuera del cabezal. Para poder situar la zona correcta de desprendimiento se deberá dividir a la chapa cubre rolo en 4 secciones ascendentes de adelante hacia atrás, debiéndose producir el desprendimiento en la tercera sección (Figura 10-61).

Un estudio realizado por INTA demuestra que, si las espigas se desprenden en la 1ª sección de las chapas cubrerolos, el 30 % de las espigas caen fuera del cabezal, si se desprenden en la 2ª sección el 10 % caerá fuera; mientras que si se desprenden en la 3ª sección solo caerá el 0,6 % fuera del cabezal. Pero cuando el desprendimiento se realiza en la 4ª sección, el problema más grave no pasa por la caída de espigas fuera del cabezal, sino que origina un gran número de cortes de plantas, al chocar las mismas con la pared final. En esta situación se produce un aumento de pérdidas por cola de la máquina y también un 10 a 15 % en el consumo de combustible.

Si los rolos funcionan lentos, respecto de la velocidad de avance de la máquina, el espigado ocurre en la parte final de los rolos (4ª sección), con el consecuente corte de plantas. Caso contrario, si los rolos van más rápidos que la velocidad de avance el espigado se producirá en la 1ª o 2ª sección con la consecuente caída de espigas fuera del cabezal. Por lo tanto, se deberá buscar la armonía de ambos parámetros de velocidad, intentando lograr que el desprendimiento suceda en la 3ª sección (Figura 10-62).

En maíz húmedo, es posible que como es más difícil desprender las espigas y presenta ciertas dificultades el desgrane en el cilindro; por consiguiente también tendremos un considerable aumento en

el consumo de potencia. Todo ello hace necesario trabajar a velocidades menores a 6 km/h; por lo tanto es posible que se necesite colocar y adecuar la velocidad de las cadenas alzadoras, con la velocidad de avance de la cosechadora. Para ello, la mayoría de los cabezales maiceros cuentan con un juego de dos o tres engranajes, para armonizar dicha velocidad. En las máquinas modernas se hace desde un joystick en la cabina, que actúa sobre una caja de variación de engranajes con transmisión Powershift en algunos modelos de cosechadoras John Deere o con sistema de transmisión continuamente variable (CVT) en CASE y New Holland; en las otras se cambia uno de los engranajes en las cajas de transmisión lateral, de los cabezales maiceros.

Sistema de trilla transversal (convencional)

El cilindro de trilla maicero, debe estar equipado con batidores de estrías gruesas (maiceras) y con los espacios inter-barras forrados, con las chapas compresoras de espigas. En general los grandes problemas de trilla de maíz, están asociados a la falta de forrado del cilindro; ello implica una notable reducción en la eficiencia de trilla, observándose pedazos de espigas mal trillados que salen por la cola de la cosechadora. Estos se introducen dentro del cilindro por los espacios que quedan entre las barras trilladoras y al no sufrir compresión, salen sin ser trillados completamente.

Ante esta situación, el operario aumenta la agresividad del cilindro incrementando las vueltas/minuto o disminuyendo la separación entre cilindro y cóncavo, lo que agrava este problema reduciendo más aún el tamaño de los pedazos de espigas, con el consecuente daño en los granos y pérdidas por cola por saturación de granza tanto en la zaranda superior como en la inferior. Además, esta mayor agresividad conlleva un aumento en el consumo de combustible, que ronda entre un 7 y un 12 %.

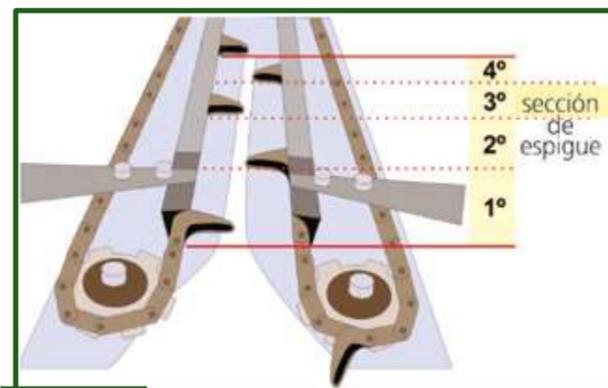


Figura 10-61 Secciones de espigue de maíz.

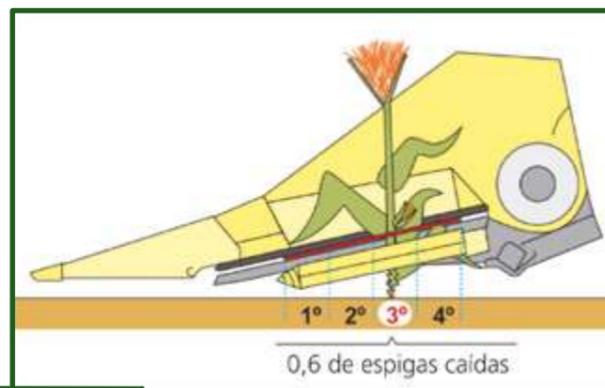


Figura 10-62 Sección óptima de espigue.

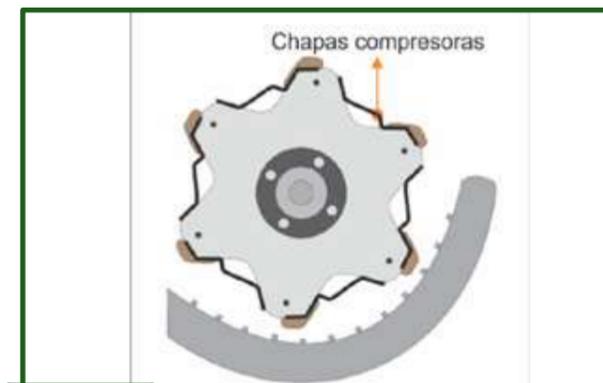


Figura 10-63 Chapas compresoras de espiga de maíz inter-barras trilladoras.

Por todos los problemas anteriormente mencionados, es de suma importancia que el cilindro de trilla maicero se encuentre forrado con las chapas compresoras (Figura 10-63). De esta manera no se deja lugar para que las espigas se filtren entre las barras y por lo tanto la trilla se efectúa completa, con menor agresividad, con menores pérdidas por cola y menor gasto de combustible.

Para la regulación de luz o apertura entre el cilindro y cóncavo se puede utilizar una técnica sencilla y que será específica del maíz a cosechar. Hay que tener presente que la luz de entrada del cilindro/cóncavo siempre debe ser mayor que la luz de salida.

De esta manera se logrará una trilla progresiva y completa. Para conocer qué distancia de entrada y salida utilizar, se deberá medir el diámetro mayor de una espiga promedio del lote a cosechar y en función de si el maíz está seco (< 14 % de humedad) o húmedo (> 14 % de humedad) se utilizará la siguiente regla. En maíz seco la medida de luz entre el cilindro y el cóncavo será de un 80 % del diámetro de la espiga promedio a la entrada y un 50 % a la salida (Figura 10-64). En maíz húmedo será de un 60 % a la entrada y un 30 % a la salida.



Figura 10-64 Luz de entrada y salida entre cilindro y cóncavo transversal con maíz seco.



Figura 10-65 Luz de entrada y salida entre cilindro y cóncavo transversal con maíz húmedo.

Una vez configurada la apertura cilindro/cóncavo adecuada solo quedará calibrar las revoluciones del cilindro de trilla, en función de la calidad del trabajo realizado. Si salen espigas trilladas de forma incompleta, por la cola de la máquina, se deberán aumentar las revoluciones del cilindro. En cambio, si lo que se ve es mucho marlo trozado en la cola de la máquina y grano dañado en la tolva, se ajustará bajando las revoluciones, si no es suficiente; agregue a esta regulación un aumento de unos 5 mm a la luz de trilla.

Limpieza: trabajar con el mayor caudal posible de aire, orientándolo hacia el primer tercio de la zaranda superior. Si ésta es regulable, deberá tener una apertura entre tres cuartos y la máxima, mientras que si es fija se debe utilizar la de mayor tamaño de alvéolo. La zaranda inferior debe ser de máximo tamaño de colado tres cuartos (19 mm), con inclinación que evite en lo posible la retrilla.

A final de campaña de embolsado puede, en algunos casos, retirarse la zaranda inferior, para permitir llevar a la tolva todo el material remanente de limpieza, el cual posee restos de marlos y chalas; de esta manera se aportan unos puntos de humedad, sin afectar en demasía la digestibilidad final. Para estas condiciones avanzadas de madurez, se aconseja además realizar la cosecha nocturna, a fin de captar en el material remanente algo de rocío.

Sistema de trilla axial

El sistema axial es uno de los más eficientes para la trilla de maíz (para lo cual fue concebido en Estados Unidos). La calidad del producto final es una de las mejores del mercado debido a una mayor superficie de trilla y gracias a esto logra un trabajo más suave y progresivo. Para maíz bastará colocar las muelas (o barras) y camisas (cóncavo) maiceras para luego regular revoluciones y luz, que depen-

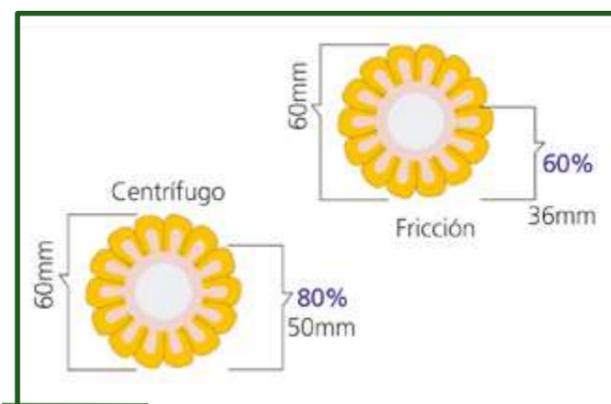


Figura 10-66 Apertura de camisa en función del diámetro de la espiga y del sistema axial.

derá del sistema de trilla axial, el cual puede ser centrífugo o de fricción. Los centrífugos son en general, los que presentan muelas en gran parte de su superficie, en cambio los de fricción presentan por separado, la zona de trilla con muelas y la zona de separación con dedos. De ahí que la calibración de velocidad de rotación y apertura de cóncavos, será totalmente diferente.

En cuanto a la distancia de apertura o luz entre el rotor y los cóncavos en la zona de trilla, será en los sistemas centrífugos de un 80 % del diámetro de la espiga de maíz promedio del lote, y en los de fricción, de un 60 % del diámetro de dicha espiga (Figura 10-66).

En cualquier máquina con la que se coseche maíz húmedo, la ventilación debe trabajar con las máximas revoluciones. Convendrá tener cuidado con el retorno de los granos limpios, es posible que deba abrir bien la zaranda inferior o colocar una fija con orificios mayores a 16mm de diámetro, o eventualmente quitar la zaranda inferior (como última opción).

Sorgo granífero

En el caso del sorgo la humedad límite para embolsado es 19 %, pero no es conveniente comenzar antes del 25 %, dada la gran ingesta de masa verde que ingresa a la cosechadora, empastando toda el área de trilla y limpieza.

Dentro de este rango, nos permitirá mejorar la fermentación en la bolsa, sin grandes pérdidas de granos durante la cosecha. Así como la cosecha de maíz es mayor el uso del sistema de trilla axial; en el caso del sorgo granífero húmedo, se adapta mejor la cosechadora con sistema de trilla convencional (Figura 10-67).



Figura 10-67 Cosecha de sorgo grano húmedo.

Plataforma: Se utiliza el cabezal sojero bloqueado, tal cual para trigo. Es necesario para facilitar la captación por parte del molinete que cuente con dientes plásticos de unos 35 cm de longitud y su separación no sea mayor de 15 cm. Estos elementos son indispensables para lograr sostener adecuadamente la panoja en el momento de corte y permitir su posterior ingreso a la batea, evitando la caída delante de la plataforma.

Otro elemento indispensable para evitar pérdidas de panojas es la pantalla posterior, ubicada sobre la visera superior del cabezal, la cual debe contar por lo menos con 45 cm de altura y extenderse todo a lo ancho del corte. De esta manera se evitan las pérdidas por voleo detrás del cabezal (Figura 10-68).

Otro aspecto a considerar para reducir el voleo de panojas es mantener una relación 1:1 entre la velocidad tangencial de giro del molinete y la de avance; esta relación puede llevarse hasta un giro superior en un 10 %, respecto del avance; utilizándose las cuando el cultivo presenta panojas pequeñas, livianas y/o algo inclinadas.

También suelen presentarse condiciones de cultivo con panojas con diferentes estratos de altura, los cuales pueden ser por cuestiones de mezclas de semillas (resiembras de híbridos), plantas fuera de tipo (segregación) o desuniformidad por manchones de suelo y/o macollado tardío (lluvias luego de un tiempo de sequía).

Estas situaciones de desuniformidad de altura de panojas, es una de las condiciones que suele producir las mayores pérdidas en la cosecha de sorgo; si su conductor y el cabezal, no están debidamente preparados.

Se debe tener en cuenta que el largo total del tallo más la panoja, no podrá superar los 60 a 70cm, es probable que estas sean en principio boleadas hacia atrás; siempre y cuando el cabezal esté equipado con la pantalla trasera, esta evitará más de un 60 % de las pérdidas. El resto puede ser voleado hacia adelante del cabezal, pues suelen quedar algunas raquillas de las panojas enganchada en el molinete, y esta posibilidad será mayor si su velocidad tangencial supera la mencionada relación 1:1, con el avance de la cosechadora.

El problema de la captación de las panojas, con un largo mayor a las medidas mencionadas, estriba en que éstas superan la profundidad de la batea de captación (distancia entre la barra de corte y el inicio de contacto con el sinfín embocador), siendo elevadas por el molinete con destino incierto.



Figura 10-68 Detalle de pantalla posterior, ubicada sobre la visera superior del cabezal.

- **Cilindro-cóncavo:** El cilindro debe trabajar a una velocidad entre 900 a 1.100 rpm. El cóncavo que mejor se adapta es el sojero maicero, con una luz entre alambres de 16 a 18 mm; mientras que la luz de trabajo cilindro-cóncavo estará entre 7 y 15mm, según las condiciones del cultivo.
- **Limpieza:** Si se produce el pasaje de semillas, adheridas en ramilletes, solo es necesario que ajustemos la trilla hasta que puedan pasar por los alvéolos de la zaranda superior, pues normalmente no se utiliza la inferior.

5. Anexo tercero: Silaje de caña de azúcar

- Por Ing. Agr. José Peiretti

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), es considerada una de las alternativas con mejor relación costo/beneficio en alimentación de ganado bovino en algunas zonas de nuestro país. Sin embargo, posee algunos factores que deben ser tenidos en cuenta. Son varias las ventajas que se adjudican a la caña de azúcar como alimento animal, pero no deben perderse de vista sus contraindicaciones. Algunos trabajos de investigación incluso,

directamente no la recomiendan como ingrediente para rodeos de alto potencial genético, por sus altos niveles de minerales y fibra de baja calidad. Sin embargo, si bien las consideraciones nutricionales son ciertas, para poder considerar a la caña de azúcar como un ingrediente válido dentro de una TMR o PMR, el enfoque se debe realizar desde un ángulo diferente.

A) Muchos de los productores que empiezan a utilizar a la caña de azúcar como forraje, la primera vez pasan por alto factores importantes tales como la elección de la variedad, el manejo agronómico y aspectos relacionados a la cosecha y/o picado del cultivo, lo que puede provocar el fracaso de este recurso forrajero.

B) No es conveniente superar el 40 - 50 % de la dieta con silaje de caña de azúcar y hay que equilibrarla con alimentos energéticos (granos, subproductos industriales, etc.), proteicos (expeller de oleaginosas, semilla de algodón, urea, etc.) y minerales (no olvidar que, si el silaje de caña es un ingrediente nuevo en la ración, siempre es recomendable el periodo de adaptación del rumen, incorporándolo de a poco hasta alcanzar el porcentaje final, para no generar problemas gástricos).

C) La logística de este cultivo, también es una cuestión a tener en cuenta, desde el punto de vista de la nutrición animal. En la Argentina, las experiencias de uso de la caña de azúcar, son en la mayoría de los casos, de suministro en fresco picado grueso de baja uniformidad, demandando una logística diaria, muchas veces engorrosa. Por este motivo, se considera que la conservación de la caña en forma de silo, es una alternativa viable para su aprovechamiento.

5.1 Silaje de caña de azúcar

Este cultivo es rico en azúcares solubles, cerca del 23 %, con baja capacidad buffer y con un adecuado contenido de materia seca (entre el 25 al 35 %MS), lo cual le da a la caña de azúcar una alta capacidad fermentativa.

Si tenemos en cuenta todo lo que se sabe sobre el arte del ensilaje, y vemos estas características intrínsecas de la caña de azúcar, las mismas son superiores incluso a cultivos como el maíz (*Zea mays sp.*) y el sorgo (*Sorghum sp.*) y las pasturas tropicales.

Estas cualidades fermentativas del cultivo de caña de azúcar, combinadas con un manejo agronómico adecuado de la técnica del ensilaje, como el tamaño de picado, compactación y sellado del

silo, son favorables para el desarrollo de microorganismos deseables en el silo, como algunos géneros de bacterias homofermentativas, tales como *Lactobacillus* y *Pediococcus*. La producción de ácidos comienza durante la fase anaeróbica del ensilado, gracias a la alta disponibilidad de sustrato y la baja capacidad buffer que posee este cultivo, lo que reduce rápidamente el pH (en condiciones óptimas el pH del silo puede descender por debajo de 4 alrededor de 3 días después de comenzada la fermentación).

Si se comprenden las ventajas de la caña de azúcar como cultivo para ser ensilado, también se deben saber manejar sus desventajas, para poder controlarlas y no fracasar por desconocimiento la primera vez que se intente hacer un silo para el rodeo.

La caña posee una micro flora epífita muy rica en levaduras (pueden llegar a 1,10 M UFC de levaduras/gr MV). La mayoría de las especies de levaduras necesitan oxígeno para desarrollarse, pero muchas de las especies presentes en la caña de azúcar poseen la capacidad de crecer en un medio anaeróbico (como el del silo), gracias a la alta presencia de azúcares solubles de esta especie. Durante el proceso de ensilado, el pH baja rápidamente y las levaduras pasan a ser dominantes en el micro ambiente de la masa del silo, debido a que estas especies son capaces de desarrollarse en un rango de pH de 2 a 8.

Esta cualidad permite que estas levaduras estén presentes en un abanico de micro ambientes más amplios que las bacterias, sumado a que el etanol (producto de la fermentación producida por estas levaduras), es tóxico para muchos de los microorganismos competidores de las levaduras.

Las pérdidas de MS en forma de gases y efluentes, es otro de los puntos a tener en cuenta para no fracasar con el silaje de caña. Dijimos que la técnica del ensilado resulta más práctica frente al suministro diario en fresco, pero para esto debemos saber controlar las pérdidas de MS que suceden durante la etapa de estabilización en los silos de este cultivo, porque si no, se estaría incrementando el costo del silo de caña frente al suministro diario en fresco y el silo perdería sus ventajas comparativas.

Otra de las consecuencias de no controlar la producción de gases y efluentes en el silo de caña es el aumento proporcional en los componentes fibrosos del material que este tipo de pérdidas provocan, lo que reduce la digestibilidad in vitro de la MS del silaje, si se la compara con los valores iniciales al momento de ensilarla.

5.2 Manejo agronómico del silo de caña de azúcar

5.2.1 Elección de la variedad

Cuando se piense en incorporar a la caña de azúcar como forraje, la primera decisión es que variedad ensilar. Esto tiene la misma importancia que tiene en otros cultivos como el maíz o el sorgo, y más si tenemos en cuenta que la caña de azúcar es un cultivo semi perenne. Uno de los criterios más usados para la elección de la variedad como forraje es su longevidad. Si se utilizan variedades con más de 5 años de vida útil, se reducen marcadamente los costos por tonelada de materia seca.

En los planteos productivos, el objetivo es lograr una vida útil hasta el sexto año. Si este objetivo de seis años se logra a campo, podemos decir que la elección de la variedad fue exitosa, aunque para conseguir esta longevidad debemos tener muy ajustado el manejo a campo.

Otro punto fundamental es la productividad del cañaveral. Tengamos en cuenta que el principal argumento de su inclusión como forraje, es su alta productividad de MS/ha en zonas donde el maíz y el sorgo no llegan a expresar su potencial. Una regla importante es que la productividad (t/ha) de la caña de azúcar debería ser 2,5 a 3 veces la obtenida con el maíz, para considerarla como un forraje viable en el sistema. Variedades con baja productividad no deben ser tenidas en cuenta como opción forrajera. En la industria suco-alcoholera, hay un amplio abanico de variedades adaptadas a diversas condiciones edafo-climáticas. La productividad de cada variedad varía según las condiciones ambientales en las cuales son cultivadas (Figura 10-69).



Figura 10-69 La principal ventaja de la caña de azúcar es su alta productividad de materia seca.

La principal limitante a la incorporación de la caña de azúcar en la nutrición animal es la baja digestibilidad de su fracción fibrosa. Esto está provocado por una menor tasa de degradación de su FDN, la cual es inferior al 2 %/h, y el alto porcentaje de FDN no digerible que es superior al 50 % (por ejemplo en el silaje de maíz la tasa de degradación de la FDN es del 5 % y el porcentaje no digerible de la misma es inferior al 30 %). El incremento en la fracción fibrosa provoca el rápido llenado del rumen y consecuentemente una baja en el consumo voluntario.

5.2.2 Momento de picado

La industria suco alcoholera utiliza el término de madurez fisiológica para identificar el momento de máxima concentración de azúcar y definir el momento de cosecha. En la producción ganadera raramente hay un momento puntual de cosecha (cuando se habla de suministro en fresco) y el criterio suele ser la cosecha indiscriminada.

La recomendación si se planea realizar silo de caña, sería pensar en el momento de máxima concentración de azúcares del cultivo (controlar grados Brix), según la variedad y zona donde se esté produciendo la caña. Esto aumentaría la digestibilidad del material ensilado, debido al aumento en el porcentaje de carbohidratos solubles.

Sembrar varios grupos de madurez en el mismo campo, también es una buena estrategia si se piensa en hacer silo de caña. De esta forma no se concentrarían las tareas de ensilado en solo una época del año y podríamos ensilar toda la producción de MS en su estado óptimo.

5.2.3 Espaciamiento entre hileras en la caña para silo

Reducir el espaciamiento entre hileras tiende a aumentar la productividad del cañaveral (Muraro et al., 2011). Estos autores determinaron que disminuir el espaciamiento entre hileras desde 1,90 a 1 m, aumenta el número de macollos por m², sin afectar el peso promedio del tallo primario, por lo que la productividad aumenta.

Los mismos, realizaron una experiencia donde disminuyeron el espaciamiento entre hileras de 1,30 a 0,90 m, en la variedad RB72-454 (variedad muy utilizada en Brasil como forraje), durante el primer año de vida del cañaveral. Encontraron que la caña picada a los 420 días de vida presentó un incremento de 48,12 a 56,67 t MS/ha (un 17,7 %) en el tratamiento con menor espaciamiento. De-

terminaron que ese aumento en la productividad, estaría explicado por un mayor número de macollos por m² que, si bien presentan un peso promedio menor (14,7 %), su cantidad por hectárea aumento en un 35 %. También concluyeron gracias a los análisis bromatológicos, que este aumento en la densidad, no generaba diferencias significativas en la calidad nutricional de la caña de azúcar.

Si empezamos a manejar todas las variables productivas, un detalle que no se debe perder de vista y del cual hablaremos más adelante, es el picado mecánico del cañaveral. Una interesante estrategia para facilitar las labores mecánicas sería reducir el número de yemas sembradas por metro lineal (máximo 13 yemas/metro lineal) y reducir el espaciado entre surcos. Esto mantendría el número de yemas sembradas por hectárea y facilitaría las tareas mecánicas de picado y avance de las máquinas por el cañaveral. En la industria suco alcoholera argentina, lo sugerido va desde 9 yemas/m lineal (siembras estivales) hasta 15 yemas/m lineal (siembras primaverales), pero los promedios reales registrados superan las 15 yemas/m lineal (estivales) hasta 30 yemas/m lineal (primaverales).

Una recomendación, pensando en un cañaveral planificado para ensilaje, sería pensar en una siembra de 10 yemas/m lineal en surcos separados a 0,9 m lo cual facilitaría la tarea mecánica de picado.

5.2.4 Picado

El volumen de material por metro lineal en la caña de azúcar puede ser hasta cuatro veces superior a otros cultivos tradicionales para silo, como el maíz o el sorgo. Esto debe tenerse en cuenta, al momento de planificar el ensilado, ya que esto aumenta el desgaste de la maquinaria, y si la tarea no es bien ajustada se elevan las pérdidas de forraje.

Una consideración a tener en cuenta en Argentina es cuando se usan picadoras de arrastre para picar caña de azúcar. Este tipo de máquinas realizan una tarea eficiente, pero no tienen la capacidad de trabajo en t/h que poseen las máquinas auto-propulsadas, por lo que, debido a la gran productividad en t MS/ha que posee la caña de azúcar, necesariamente debemos impulsarlas con un tractor que posea no solo los hp necesarios para transportarla y hacer funcionar los mecanismos de la picadora, si no también que cuente con una marcha ultralenta, para que el suministro de potencia necesario en la toma de potencia, no se vea alterado al avanzar a una velocidad lo suficientemente



Figura 10-70 Para el uso de picadoras de arrastre, debemos considerar utilizar un tractor con marcha ultra lenta para poder trabajar correctamente frente al alto volumen del cañaveral.

baja para poder procesar la alta productividad del cañaveral con la picadora (Figura 10-70).

5.3 Importancia de la inoculación bacteriana en el silaje de caña de azúcar

• Por Jorge Navarro

Uno de los factores que no debe perderse de vista al momento de ensilar caña de azúcar, es su fermentación alcohólica. Este proceso ocurre debido a las levaduras (presentes en la flora epífita de la caña), que transforman el azúcar en etanol, CO₂ y agua. Niveles de etanol en el orden del 8 al 17 % de la MS total, han sido registrados en silajes de caña sin aditivos, con pérdidas totales de materia seca (PTMS), superiores al 29 % (Pedroso et al., 2004).

Bajos valores de etanol y PTMS, junto con un incremento en la cantidad de horas en estabilidad aeróbica (EA), fueron registrados en silajes de caña de azúcar inoculados con urea y con aditivos bacterianos conteniendo diversas cepas de *Lactobacillus buchneri*, según Kung (2001); Queiroz (2006); Schmidt (2006) y Pedroso et al. (2007 y 2008).

5.3.1 Experiencia del INTA

Durante la campaña 2016 y 2017 Peiretti y Navarro (2018), realizaron una experiencia en el INTA EEA Salta, sobre la influencia de la inoculación con *Lactobacillus buchneri* cepa NCIMB 40788 sobre el perfil fermentativo, las pérdidas de materia seca y la estabilidad aeróbica en silaje de caña de azúcar.



La solución en almacenado y procesado de granos en el lugar de consumo.

RICHIGER



Embolsadoras
Quebradoras
para grano
Seco y Húmedo
Entero o Quebrado

Equipadas con
molinos quebradores
de grano
simples o dobles

Tenemos
un modelo
a la medida
de su necesidad



RICHIGER



SU PRODUCCIÓN BIEN ACOMPAÑADA

www.richiger.com
richiger maquinarias
Suncholes / Santa Fe / Argentina

Caña de azúcar de la variedad Lcp 85-384 con 13 meses de crecimiento vegetativo, segundo corte, fue cosechada a mano y procesada con una picadora estática modelo JF 60 maximum (Figura 10-71).

El material procesado fue ensilado en recipientes plásticos de 20 l de capacidad (Figura 10-72), equipados con válvulas para la liberación de gases y con dispositivos para la recolección de efluentes, según la metodología utilizada por Pedroso et al. (2007 y 2008) y Queiroz (2006). Los siguientes tratamientos se aplicaron en la caña de azúcar antes de ensilarla: 1) Control sin inoculación, 2) Urea al 1 % MV, 3) Inoculante bacteriano con *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 (1M CFU/gr MV). Los silos experimentales fueron mantenidos a temperatura ambiente y muestreados luego de 60 y 120 días de conservación (Figura 10-73).

En esta experiencia se evaluó la estabilidad aeróbica (EA). Para ello se tomaron muestras de aproximadamente 3,5 kg de cada una de las repeticiones en los silos experimentales. Estas muestras fueron colocadas, en recipientes plásticos de 10 l de volumen, sin compactar durante 10 días a temperatura ambiente. En el centro geométrico de cada uno de estos recipientes se colocó un termómetro con datalogger que registro la temperatura del volumen de silo en condiciones aeróbicas durante 10 días. En la tabla 10-7 se muestran los resultados obtenidos al término de la evaluación.



Figura 10-70 Picadora JF 60 maximum utilizada para picar caña de azúcar en el ensayo de (Peiretti and Navarro, 2018).

Como resultado del ensayo se encontró que *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 mostraba la menor producción de etanol con respecto a los otros tratamientos evaluados, con diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$). Los resultados obtenidos en estabilidad aeróbica 60 d.d.c. mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, obteniendo los mejores valores con LB NCIMB 40788. Los resultados de estabilidad aeróbica 120 d.d.c. no mostraron diferencias significativas entre el tratamiento con Urea y el tratamiento con LB NCIMB 40788.

Los valores de DPDT-5 y DPDT-10 fueron también los más bajos en el tratamiento con LB NCIMB 40788 con diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos ($p < 0.001$) en los silos abiertos 60 d.d.c., lo que indica que incluso luego de iniciada la exposición al oxígeno, la actividad microbiana fue menos intensa. La conversión de ácido láctico a ácido acético realizada por LB NCIMB 40788 y el efecto fungicida de este ácido es probablemente la principal explicación para este resultado. Los valores de DPDT-5 y DPDT-10



Figura 10-72 Silo experimental de caña de azúcar luego de la inoculación y previo al momento de sellado. Fuente: (Peiretti and Navarro, 2018).



Figura 10-73 Silos experimentales de caña de azúcar, de 20 litros de capacidad cada uno, sellados y con la válvula para la liberación de gases colocada en la tapa, previos a ser transportados a laboratorio para su conservación. Fuente: (Peiretti and Navarro, 2018).

Tabla 10-7

Producción de etanol, estabilidad aeróbica y PTMS en silaje de caña de azúcar, 60 y 120 días de conservación (d.d.c.), con y sin aditivos.

Parámetros ⁽⁵⁾	Tratamientos ⁽¹⁾					
	60 d.d.c.			120 d.d.c.		
	Control ⁽²⁾	Urea ⁽³⁾	LAB ⁽⁴⁾	Control ⁽²⁾	Urea ⁽³⁾	LAB ⁽⁴⁾
Etanol (% p/p)	9.79 ^{aaa}	7.21 ^{bbb}	0.84 ^{ccc}	6.93 ^{aaa}	6.76 ^{bbb}	0.85 ^{ccc}
EA (hrs)	60 ^a	39 ^b	207 ^c	63 ^a	93 ^b	78 ^b
DPDT-5 (°C)	21.2 ^{aaa}	58.2 ^{bbb}	-0.13 ^{ccc}	20.9 ^a	5.0 ^b	11.8 ^b
DPDT-10 (°C)	43.7 ^{aaa}	65.1 ^{aaa}	4.3 ^{bbb}	45.6 ^a	48.9 ^b	48.1 ^b
PTMS (%)	22.32 ^{aaa}	19.22 ^{bbb}	15.76 ^{ccc}	22.01 ^{aaa}	22.26 ^{aaa}	13.68 ^{bbb}

^{a,b,c,d} Medias en la misma fila con diferente superíndice presentan diferencias significativas ($p < 0.05$). ⁽¹⁾ 60 y 120 días de conservación (d.d.c.). ⁽²⁾ Silaje de caña testigo (control) y tratado con: ⁽³⁾ Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ - 1 % de MV) y ⁽⁴⁾ inoculada con bacterias heterolácticas *Lactobacillus buchneri* (LB) NCIMB 40788 (1×10^5 CFU g⁻¹ de MV). ⁽⁵⁾ DPDT-5 y DPDT-10: diferencia diaria promedio entre la temperatura del silo y la temperatura ambiente, luego de 5 y 10 días respectivamente de exposición aeróbica, respectivamente.

no presentan diferencias significativas en los silos abiertos 120 d.d.c. en los tratamientos urea y LB NCIMB 40788.

El tratamiento LB NCIMB 40788 presentó los menores valores de PTMS en los silos abiertos luego de 60 y 120 d.d.c., con diferencias altamente significativas con los otros tratamientos ($p < 0.001$). Esto está de acuerdo con los resultados encontrados por otros autores y se apoya en la menor producción de etanol registrada en este tratamiento, lo que provocó una menor pérdida de MS en forma de gases.

Se concluye que el uso de aditivos en silajes de caña de azúcar mejora su perfil fermentativo, incrementa su estabilidad aeróbica y disminuye sus pérdidas de materia seca a lo largo del periodo de almacenaje del silo. La experiencia realizada por estos autores apunta al inoculante con *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 como el mejor tratamiento para reducir la producción de etanol y disminuir las pérdidas de MS en silaje de caña de azúcar.

El silaje de caña de azúcar es una opción interesante para conformar raciones en provincias del noroeste de la república Argentina, en zonas donde es difícil lograr alta productividad con el maíz o el sorgo. Se deben ajustar bien cuestiones relacionadas al manejo agronómico del cultivo, las tareas mecanizadas de su picado y controlar su fermentación alcohólica mediante el uso de aditivos adecuados.

6. Anexo cuarto: Silaje de pasturas megatérmicas

• por Ing. Agr. José Peiretti

El término pasturas mega térmicas, se refiere a diferentes genotipos aptos para crecer en múltiples ambientes, sean tropicales, subtropicales y templados.

Las pasturas subtropicales se caracterizan por tener una muy alta productividad con una muy elevada tasa de crecimiento en la época primavera/estival con precipitaciones concentradas, que puede llegar a bajar la digestibilidad hasta en un 5 % promedio diario (Luna Pinto, 2016).

Por ejemplo, en provincias del noroeste de la Argentina, es muy frecuente la práctica de clausurar los silos de planta entera de maíz o sorgo, durante toda la época estival, ya que el "monte", donde están cultivadas las especies mega térmicas, "explota" en su producción. En general, la capacidad de consumo promedio de los establecimientos ganaderos del norte del país, no llega a consumir en forma natural toda la productividad estival de estas pasturas, por lo que los productores ven desaprovechado este volumen de MS, además de que ese excedente no aprovechado genera problemas posteriores en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas.

Los genotipos subtropicales son los que más han extendido su frontera de cultivo tanto hacia el norte como hacia el sur de la Argentina, gracias a su gran adaptabilidad a diferentes condiciones agroclimáticas, con variados regímenes de precipitaciones, zonas con sequías prolongadas o múltiples tipos de suelos. Existen experiencias de productividad y adaptación de algunos genotipos de Grama Rhodes en la cuenca deprimida del Río Salado, por ejemplo, con suelos de alto contenido salino (donde se hace muy difícil el éxito de la

agricultura tradicional de cultivos como el maíz o el sorgo). Las especies subtropicales incluso soportan la presencia de agua en superficie durante un periodo prolongado, como es el caso de algunos cultivares de *Brachiaria* que pueden soportar más de 20 días de agua en superficie sin que esto afecte su supervivencia (Luna Pinto, 2016).

La mejor opción para aumentar la eficiencia en el manejo de la "pradera/monte" con pasturas mega térmicas, es sin duda la planificación integral (manejo agronómico, pastoreo dirigido, equipos mecánicos, etc.), para conservar este excedente o "explosión" productiva que no pueda ser consumida en forma natural por el rodeo, en la forma de heno (ver capítulos 5 y 9 de este manual técnico), o de ensilaje (Figura 10-74).

En zonas con precipitaciones concentradas en la época estival, como por ejemplo en la provincia de Salta, donde encontramos un mes de febrero con altas precipitaciones, la henificación de este tipo de pasturas encuentra muchas complicaciones, por lo que se opta por el silaje como medio de conservación favorito.



Figura 10-74 Las pasturas mega térmicas presentan muy buena productividad en un amplio abanico de zonas geográficas (arriba). Su productividad debe ser aprovechada mediante técnicas de conservación como el silaje (abajo).

Las consideraciones para lograr un buen silo de pasturas mega térmicas, son las mismas que para lograr un buen silo de cualquier otra especie, en cuanto a tamaño de picado, compactación, manejo del silo aéreo, manejo de la bolsa, extracción, suministro, etc., con el agregado de algunas consideraciones especiales de manejo de la pastura, planificación de tareas para no errar el momento justo de picado, e inoculación al momento de confeccionar el silo.

6.1 Factores que afectan la calidad de este tipo de silos

Los tres principales factores exclusivos del cultivo que afectan el proceso de ensilaje en todas las especies son el contenido de MS, la concentración de carbohidratos solubles y el poder buffer del forraje. Un material ideal para ensilar debe tener altos valores en estos parámetros. Generalmente, las leguminosas poseen baja concentración de carbohidratos solubles, **las pasturas gramíneas una concentración intermedia** y el maíz posee una concentración alta. La capacidad buffer es más alta en las leguminosas, **intermedia en las pasturas gramíneas** y baja en el maíz. Estos tres factores también se ven modificados por cuestiones y decisiones de manejo durante el ensilaje, como la variedad, el momento y tamaño de picado, los kg de tractor/m² que realicen la compactación, si se aplica o no aditivos o inoculantes, etc.

El medio ambiente, el contexto económico y la aplicación correcta de diferentes herramientas de manejo afectan el potencial de producción y la calidad del silo. Precipitaciones concentradas en la época de mayor productividad de la pastura, por ejemplo, modifican el contenido de MS y aumentan las pérdidas de material si el mismo fue hilerado luego del corte. Ineficiencias al momento de construir el silo, pocos tractores y de bajo peso compactando, la arquitectura de silo (de frente amplio y de baja altura, mala técnica de tapado, etc.), también impiden el logro de una buena anaerobiosis dentro del silo y perjudican su calidad final.

6.1.1 Momento de picado en pasturas mega térmicas

El momento de picado define la productividad de MS del silo y su valor nutricional. Se debe tener en cuenta que estas especies tienen una alta tasa de crecimiento, pudiendo alcanzar los 200 kg MS/ha día en la época de crecimiento, lo que puede disminuir marcadamente la digestibilidad y la calidad

del silo resultante, si no se lo monitorea y no se ensila en el momento adecuado (Luna Pinto, 2016).

El momento de picar la pastura mega térmica es entre el 30 al 35 % MS. En la mayoría de las especies megatérmicas, esto coincide con hoja bandera visible (Figura 10.75).

El objetivo del buen silo de pasturas megatérmicas se debe empezar a lograr varias semanas antes de la fecha planificada "en el papel" del picado. Lo primero, es comenzar a medir el contenido de MS de la pastura con antelación, ya que la pérdida de humedad puede acelerarse de golpe, nuestra pastura "pasarse" de un día para otro, y perder muchos puntos de calidad nutricional en el silo (Figura 10-75).

En caso que el control del contenido de MS, nos indique lo contrario, y que la pastura este con un bajo porcentaje de MS, desfavorable para el ensilado, se debe considerar la técnica de corte/hilerado para promover la pérdida de humedad y ensilar en condiciones óptimas. En esto no se deben perder de vista las condiciones climáticas de cada zona.

Las consideraciones para el manejo previo de la pastura, el corte/hilerado, acondicionado del material cortado y uso eficiente de los rastrillos, se aplican de igual manera en las pasturas megatérmicas que en el resto de los cultivos forrajeros. Se recomienda consultar el capítulo 5 de este manual técnico (henificación de megatérmicas), donde se habla del manejo agronómico de la pastura antes y luego del corte y los capítulos 6 y 7, referidos a corte y rastrillado respectivamente.



Figura 10-75 Es importante cuando se piensa en silo de pasturas megatérmicas controlar diariamente el contenido de MS con bastante antelación a la fecha planificada de picado, ya que la velocidad de deshidratación es muy alta y los valores cambian muy rápidamente.

Si la época de ensilado coincide con la concentración de precipitaciones, se desaconseja el corte/hilerado, ya que en las pasturas megatérmicas hileradas esto representaría mucha pérdida de material y se deberá optar por el picado directo en pie (Figura 10-76).

6.1.2 Tamaño de picado

El tamaño recomendado promedio de partícula en silaje de pasturas megatérmicas es de 15 mm. Si las mismas, tienen un elevado contenido de humedad (menos de 30 % MS), podemos regular a un tamaño de picado mayor, para no tener tanta pérdida de hidratos de carbono solubles en forma de efluentes (Figura 10-77). Si aumentamos el tamaño de picado por sobre los 15 mm, deberemos también aumentar la intensidad del trabajo de compactación para poder extraer todo el oxígeno de la estructura del silo. Si el cultivo presenta un contenido de MS superior al 35 %, en ese caso podemos disminuir el tamaño promedio de picado hasta los 10 mm, para lograr una mejor compactación.



Figura 10-76 Corte picado directo de una pradera subtropical en la provincia de Salta, Argentina.



Figura 10-77 Vista de pastura subtropical picada con menos de 30 % de MS y con la picadora regulada a un tamaño de picado de 25 mm en la provincia de Salta, Argentina.

6.1.3 Compactación

La causa de fracaso más frecuente en el silaje de todas las especies es la falta de compactación. En el caso de especies megatérmicas, por las características que tienen las explotaciones en el norte de la república Argentina (grandes extensiones), la distancia entre el lote donde se encuentra el cultivo y el patio de comidas o el lugar donde se emplaza el silo, suele ser bastante considerable, por lo que se presta más atención a los vehículos de transporte (camiones o carros) que transportan el material picado hasta el silo en construcción (para que la picadora no se detenga), que al equipo de compactación. Como se vio en el capítulo respectivo, debemos tener tantos Hp compactando, como tengamos picando. La mejor regla es: mientras más tractores y más pesados tengamos compactando mejor. En silos aéreos, siempre el tractorista de mayor destreza, debe ser el que maneja el tractor encargado de subir y acomodar el material que descargan los camiones o carros forrajeros. Los que posean menos habilidad al volante, deberán estar avocados a la tarea de compactación en la parte superior del silo. En silos bolsa un buen consejo es no dejar la batea descargada mientras se está armando la bolsa, es decir desconectar el rodillo compactador de la embolsadora con la batea cargada, hasta que llegue el siguiente camión o carro. Esto provoca que no perdamos compactación en la bolsa y también ayuda a bajar el repicado del material.

6.1.4 Extracción y suministro

Alrededor del 40 % MS se pierde en promedio en este conjunto de tareas. El buen sellado del silo, preservar su cobertura o la integridad de la bolsa, y cuestiones relacionadas al manejo de la pala frontal y del acoplado mixer, ayudan a bajar este porcentaje de pérdidas.

6.1.5 Factor fundamental en silos de estas especies: Inocularlos

Cuando se piensa en realizar un silo de especies megatérmicas, la inoculación bacteriana no debería ser un opcional. Los inoculantes bacterianos poseen una población de bacterias específicas que transforman el ácido acético en ácido láctico, lo que promueve la fermentación del silo de estas especies, al provocar un rápido descenso del pH. Esta baja del pH también sirve de controlador biológico contra las levaduras y hongos perjudiciales que se encuentran en la estructura del silo.

Como recomendación técnica se sugiere aumentar la dosis de inoculantes bacterianos en silos de pasturas mega térmicas.

En las condiciones de trabajo en especies megatérmicas, se debe prestar mucha atención a la viabilidad del inoculante. Como recomendación se sugiere no inocular cuando la temperatura de la mezcla de inoculante presente en el tanque de la picadora o de la embolsadora, supera los 35 °C, ya que superado ese límite, la población bacteriana baja marcadamente y por ende la inoculación fracasa.

Los diferentes tipos de aditivos y las distintas metodologías de aplicación están explicados en los capítulos de aditivos y sus efectos del silaje (capítulo 15) y picadoras (capítulo 13), respectivamente, de este manual técnico. Lo explicado allí sobre los diferentes efectos de cada tipo de aditivo e inoculante y las metodologías de distribución de las mezclas, se aplica de igual forma en los silos de especies megatérmicas.

11 Silaje de Pasturas



Cuando se trabaja en la elaboración de pasturas para silajes, se deben considerar principalmente dos conceptos o metas a alcanzar:

- 1. Un alimento de alto contenido proteico, sin ser la metodología, ni las herramientas disponibles ni tampoco la facilidad de trabajo, una excusa para modificar el estadio fenológico de aprovechamiento para alcanzar este objetivo, sabiendo que existe un proceso o protocolo de trabajo a cumplir.*
- 2. Un forraje de alta digestibilidad de fibra e inclusión en las dietas, determinando que su nivel de FDN no sea una limitante para el consumo, sabiendo que en la mayoría de los casos este tipo de forraje conservado puede ser destinado a categorías de poco desarrollo con un volumen ruminal, aún no del todo desarrollado.*

Estos dos factores deben ser tenidos siempre en cuenta, dado que si no, será muy fácil caer en el error que para favorecer el trabajo rápido o simplificar los procesos o protocolos de elaboración se incurra en errores, que luego compliquen la calidad final del forraje y/o su inclusión en las dietas de rodeos, en los que la proteína de alta digestibilidad es esencial para su performance productiva y económica.

Dentro del silaje de pastura debemos dividir dos grupos:

- **Leguminosas:** aquí se destaca el silaje de alfalfa pura y las pasturas consociadas de tréboles y alfalfa con diferentes gramíneas. Son principalmente una fuente de fibra y proteína bruta.
- **Cereales de invierno:** las especies más utilizadas son cebada, raigrás, trigo, triticale, centeno, avena, entre otros. También son una fuente de