

## Leandro O. Abdelhadi



## EFICIENCIA en PRODUCCIÓN de carne con ENSILAJE DE MAÍZ

### Introducción

Leandro O. Abdelhadi

Maestría en Producción Animal -  
Universidad Nacional de  
Mar del Plata, Argentina.

Médico Veterinario - Universidad  
Nacional de La Plata, Argentina.

Director Unidad Experimental  
de Alta Producción  
Ganadera para Argentina.

Consultor para América Latina  
de Alltech Biotechnology.

Asesor de explotaciones  
ganaderas en Pampa Húmeda  
y Litoral Argentinos.

leandroabdelhadi@hotmail.com  
Argentina

**L** El cinturón tropical en el cual se encuentra Colombia y tantos otros países de América Latina y El Caribe, se caracteriza por contar con una combinación climática que influye negativamente sobre la producción lechera, ya sea directamente sobre el animal (alta temperatura y alta humedad relativa) o indirectamente sobre la calidad del forraje disponible. Esto ha hecho que si bien la región de América Latina y el Caribe posee el 16,5% de las vacas lecheras del mundo, solo produce el 8,5% de la leche que consumimos.

La mayor parte de las razas lecheras de alto potencial de producción (como Holstein, Jersey, Pardo Suizo, entre otras) encuentran *confort* para producir en regiones templadas, mientras que en zonas tropicales rara vez se expresan

productivamente como razas puras. Aquí es donde el cruzamiento con razas adaptadas al trópico, como Gyr, Guzerá o, por qué no, Brahman, ha sido el camino transitado por el grueso de los productores.

Esta última raza hoy esta dominando la producción de carne en Colombia, aunque comparte el territorio con otras menos difundidas pero presentes como el Romosinuano Colombiano y el Senepol.

La realidad es que, en un nuevo contexto mundial de alimentos escasos y cada vez más caros, surge la necesidad imperiosa de pasar de las producciones tradicionales a las producciones intensivas, en donde la eficiencia de conversión de alimento en leche y carne es un punto clave.

En la medida que crecemos en exigencia productiva, aquellos recursos forrajeros utilizados con animales de bajo potencial o para producciones extensivas tendrán cada vez menos presencia en las dietas. Esto se debe, simplemente, a que estamos frente a animales de mayores requerimientos o con un objetivo productivo un escalón más arriba.

Resumiendo, si bien hay muchas posibilidades de crecer desde el punto de vista genético, la realidad es que tenemos mucho potencial por expresar en la genética actualmente disponible. Buena parte de que esto no suceda está relacionado con una mala alimentación actualmente.

Las regiones tropicales se caracterizan por poseer una temperatura media

Especie	Porcentaje de la materia seca (%)					
	Digestibilidad	Proteína bruta	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina	Solubles*
<b>Templada</b>						
Alfalfa	60	17	24	8	7,5	33
Ensilaje maíz	70	9	26	16	3,0	40
Ochoro	70	15	26	25	4,3	21
<b>Tropical</b>						
Pangola	54	11	34	29	7,0	10
Guinea	54	9	35	26	8,0	9
BermudaB	50	9	32	38	7,0	8

\*compuestos solubles no contenidos en pared celular, proteínas y minerales.

**Tabla 1.** Digestibilidad y composición de forraje tropicales y templados (adaptado de Van Soest, 1994).

anual elevada y poco variable (a diferencia de las regiones sub-tropicales o templadas), con una distribución de lluvias bi-anual (estación húmeda y seca). Esta particularidad condiciona por un lado en la producción de forraje con especies llamadas C4 (en especial gramíneas tropicales) como grandes productoras de materia seca por hectárea; y por otro lado en la calidad del forraje, que dista mucho del producido por especies templadas (**Tabla 1**).

Si bien se ha generalizado la idea de que las gramíneas C4 tienen menor valor nutritivo que las C3, hay excepciones como el maíz o el sorgo, que siendo C4 poseen una calidad superior que la de otras gramíneas, pero también sabemos que cuando se cultivan en ambientes tropicales entregan una calidad inferior a la que potencialmente entregarían cuando se cultivan en climas templados (Deinum, 1976).

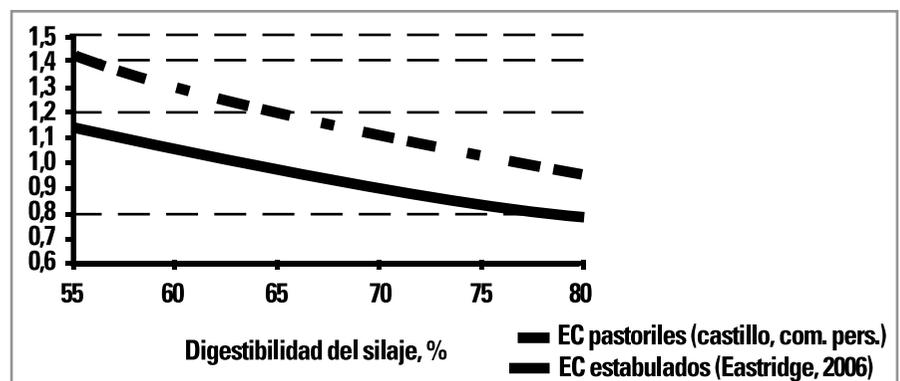
La realidad es que el tipo de dieta al que vamos evolucionando implica la necesidad de disponer de

nutrientes cada vez más digeribles, por lo cual difícilmente con gramíneas tropicales podemos aspirar a altas producciones individuales. Según Eastridge (2006), en la década del 80 habíamos de conversiones de alimento en leche de 0,9 kilogramos leche por kilo de materia seca y en menos de 30 años, hablamos de 1,6 kilogramos de leche por kilo de materia seca consumida. En estas eficiencias de conversión no solo hay genética sino además dietas de muy alta calidad que, en definitiva,

son las que permiten la expresión de dicho potencial.

Para que tengamos una idea de cómo la eficiencia mejora con el uso de forrajes cada vez más digeribles, tomemos el ensilaje de maíz, como la base forrajera siempre presente en lecherías pastoriles o estabuladas de todo el mundo, y calculemos la conversión en leche, en función de su digestibilidad. Entonces, obtenemos lo que nos muestra la **Figura 1**.

Claramente vemos que la eficiencia de conversión mejora notablemente en la medida que la digestibilidad del ensilaje aumenta. Esto significa que a mayor calidad necesitamos menos kilogramos de ensilaje para producir la misma leche. Además, se observa que, independientemente de la digestibilidad, en sistemas pastoriles las vacas serían menos eficientes en transformar el ensilaje en leche que en sistemas estabulados.



**Figura 1.** Eficiencia de conversión (EC) de ensilaje de maíz en leche, para sistemas pastoriles o estabulados. Confeccionado a partir de Castillo (Com. Pers., Univ. Davies, California) y Eastridge, 2006.

Si bien en países como Colombia es posible generar forrajes que superen en calidad a las gramíneas tropicales y, por ende, nos permitan aspirar a mayores producciones individuales con la genética disponible, mi experiencia en el país indica que hay mucho por hacer desde la siembra hasta llegar al comedero, si el objetivo es llegar con un ensilaje de alta calidad. Por esto, a continuación, se desarrollan los principales puntos a considerar si el objetivo es poner calidad en la boca del animal.

## Desarrollo

Lo primero es tener claro la función del ensilaje en el sistema productivo, o sea, si el ensilaje será suplemento del pasto, si constituirá la base de la alimentación, si será solo una porción reducida de la dieta o si tendrá como destino una categoría de muy altos o de bajos requerimientos. Bajo estos criterios, los pasos a seguir cambian, aunque la realidad es que si logramos rendimiento y calidad, el recurso puede ser utilizado en un amplio rango de situaciones, mientras que si la calidad es limitante también se limitan las alternativas de uso.

**Tipo de híbridos.** A pesar de los grandes avances en tecnología de híbridos que han sucedido en los últimos 12 años, desde que ingresamos en 1996 en lo que llamamos la era biotecnológica, en general, seguimos viendo que los genotipos con mejor relación grano:planta son aquellos que mejores respuestas en producción nos entregan. Esto se debe a que la fracción tallo:hojas (conocida mundialmen-

te como *stover*), en general no tiene suficiente tiempo de permanencia en rumen para ser digerida (menos de 48 horas) y termina "paseando" y apareciendo en la materia fecal. Esto conlleva a que cuando se utiliza información de laboratorio, ajustada a 72 horas de permanencia en rumen, se sobreestime el aporte energético que realiza un ensilaje de baja relación grano:planta y el resultado es una menor producción con respecto a la esperada.

Aunque en el país algunas empresas están trabajando en mejorar el *stover* (por ejemplo, incorporando características como menor contenido de lignina -gen BMR- y mayor contenido de hojas, o incluso integrando a materiales templados genética tropical para aumentar su estado verde), la información publicada mundialmente muestra que si bien habría alguna ventaja a favor de las fibras más digestibles (Owens, 2005), la mayor producción por hectárea de los híbridos tradicionales (alto nivel de almidón), sumado al limitado tiempo de exposición a la digestión ruminal que tienen los ensilajes, liman esas diferencias.

No obstante, de la mano de la investigación, todo lo que hagamos por mejorar el aprovechamiento del *stover*, cuando se parte de la base de materiales de alta relación grano:planta,

nos permitirá mejorar en producción de carne o leche año tras año.

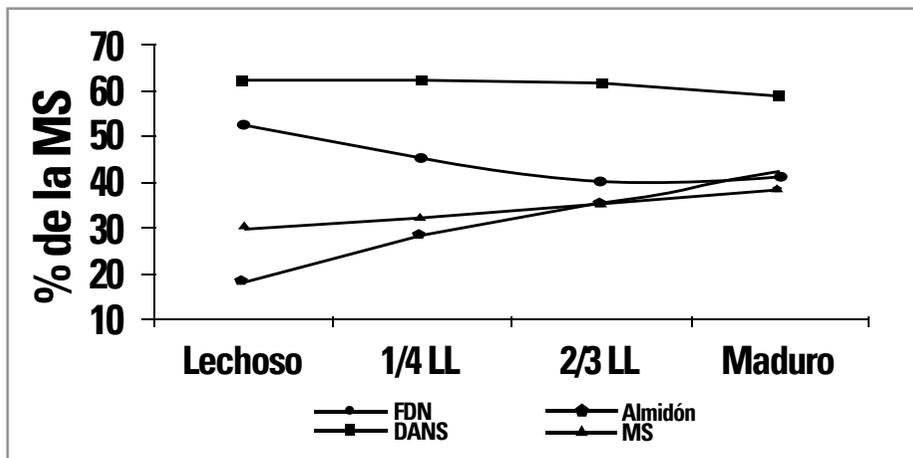
**Madurez del cultivo y porcentaje de materia seca.** Aquí es donde se genera el mayor conflicto y estrés, tanto para el contratista que da el servicio de ensilado como para el productor (salvo que el proceso de ensilado dependa del uso de maquinaria propia). Creo que en este momento hay que dedicarle tiempo y para ello hay que conocer dos cuestiones básicas.

**Primero.** Medio a dos tercios de línea de leche es el rango en el cual debemos ensilar la mayor parte de los materiales de alta relación grano:planta que tenemos disponibles (**Figura 2**). Es en ese punto en que la pérdida de calidad de planta, por avance en la madurez, es compensada por el almidón que se acumula en el grano (nutriente altamente digestible) (**Figura 3**).

**Segundo.** Cuando no hay limitantes para que el llenado de granos se produzca, el rendimiento de materia seca por hectárea en maíz aumenta aproximadamente un 30% por pasar de grano lechoso a media línea de leche y un 9% más por pasar de media línea de leche a grano maduro. Esto nos dice que anticipar el momento de ensilado, picando por ejemplo en grano lechoso, solo sirve para resignar rendimiento de materia seca por hectárea (y subir el costo de cada kilogramo de ensilaje producido). Esto sucede



**Figura 2.** Medio a dos tercios de línea de leche es el rango en el cual debemos ensilar la mayor parte de los materiales de alta relación grano:planta.



FDN= fibra detergente neutro  
MS= materia seca  
DANS= digestibilidad aparente de la MS

**Figura 3.** Variación en la calidad nutritiva de ensilajes de maíz en función del estado de madurez (adaptado de Bal et al., 1997).

porque, como se comentó anteriormente, hasta dos tercios de línea de leche la calidad de la planta entera permanece sin cambios si la comparamos con la calidad en grano lechoso (Figura 4).

Más aun, si vemos las nuevas generaciones de híbridos disponibles en el mercado norteamericano con destino a ensilaje, observamos que dentro de la ventana de picado que va de 30 a 40% de materia seca, la calidad de la fibra no cambia (medida como digestibilidad de la fibra en detergente neutro) mientras que el contenido

de almidón crece en un 61% (Figura 5). Conclusión: anticipar el picado es solo para resignar calidad y rendimiento.

**Altura de corte.** Esta tecnología está pensada solo para maíces y sorgos graníferos básicamente. Aquí el objetivo es aumentar la relación grano:planta y con ello el porcentaje de materia seca y la digestibilidad del ensilaje. Tanto la información mundial como la local coinciden en que se debe definir la altura de corte según el tipo de dieta, o más bien la función que el ensi-

laje cumplirá en una dieta en particular.

En las condiciones de Colombia, sabemos que la altura de corte tradicional para no afectar la eficiencia de trabajo de la maquinaria en los típicos suelos ganaderos ronda los 20 centímetros desde el suelo. La información Argentina para maíces (Romero et al., 1997; Abdelhadi y Tricarico, 2007a) muestra que pasando de 20 a 40 centímetros desde el suelo, se afectaría el rendimiento en materia seca por hectárea (menos del 8%), pero debido a que en el campo queda la fracción menos digestible del cultivo (parte inferior del tallo), la digestibilidad de lo que nos llevamos es mayor (más de 3,3%) y con ello la capacidad de producir carne o leche con el material que ensilamos no se afectaría demasiado (menos de 6% de materia seca digestible).

No obstante, dependiendo del papel que el ensilaje tenga en la dieta o de la categoría a alimentar, puede no tener sentido sacrificar ese rendimiento potencial de materia seca digestible (y transformarlo en carne o leche); o quizás convenga



**Figura 6.** Es importante conocer los beneficios que tiene el levantar la altura de corte.

hacerlo y de paso asegurar un aporte de nutrientes al suelo (Materia orgánica, potasio) que genere un ahorro de fertilizante en el cultivo sucesor.

Por último, aunque para el productor es más importante llevarse materia seca digestible que materia verde con agua al silo, para el contratista levantar la altura de corte le implica dejar kilogramos en el campo que podría picar y cobrar por ello.

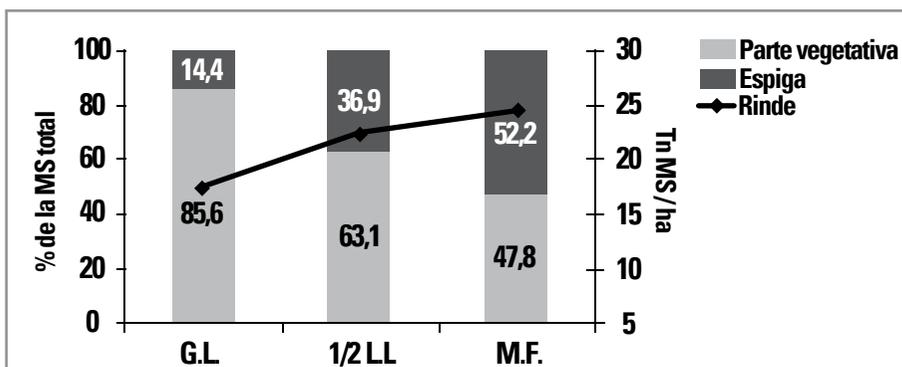
Lo importante es saber que el levantar la altura de corte (**Figura 6**) tiene dos beneficios para el contratista: 1) aumenta la eficiencia del trabajo y 2) reduce el desgaste del sistema de corte de la máquina, ya que la parte inferior de la planta es la que más tierra tiene adherida y actúa como un esmeril para desgastar metales. En cuanto al productor que lo necesite hacer, el beneficio que consigue al

levantar la altura del corte es maximizar la producción individual por kilogramo de materia seca de ensilaje consumido.

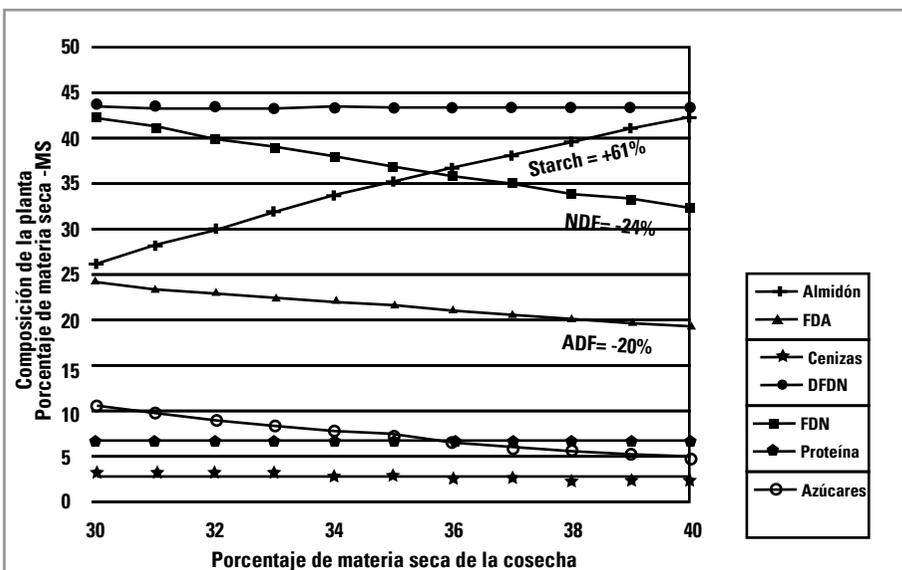
Recordemos además que ante una crisis climática (sequía), la planta de maíz no logra buen contenido de granos y encima concentra nitratos en la parte inferior, por lo cual la altura de corte es una herramienta a tener en cuenta. También, de acuerdo con trabajos muy recientes (Soderlund et al., 2012), en la medida que aumenta el estrés hídrico baja el rendimiento por hectárea y el aporte de grano al silo, pero aumenta el contenido de FDN (fibra detergente neutro) con un importante incremento en su digestibilidad.

**Tamaño de partícula y compactación.** En líneas generales podemos decir que a menor tamaño de partícula se logra mayor compactación, o sea, entrarán más kilogramos de ensilaje por cada metro cúbico de silo. Al respecto, es ilustrativo el trabajo de Johnson et al. (2003), quienes en dos experimentos evalúan entre otras cosas el efecto de diferentes tamaños de picado sobre la compactación en ensilajes de maíz (**Tabla 2**).

Ningún extremo es bueno, ya que un picado muy fino reduce la efectividad de la fibra y un picado muy grueso reduce la capacidad de compactación del material y genera rechazos en el come-



**Figura 4.** Producción y composición de maíz para ensilaje en tres estados de madurez, en condiciones no limitantes (Ferrero, 2000).



**Figura 5.** Composición de la planta de los mejores maíces para silo con el avance en la madurez (Walker et al., 2010).

dero. Para el caso de maíces y sorgos, la recomendación general está en el rango de 7 a 10 milímetros para silos no procesados y 12 a 17 milímetros para silos procesados, porque el procesamiento del material con "grain crackers" (dispositivo para quebrar los granos) reduce el tamaño de partícula en un 10 a 15%. Si usáramos el Separador de Partículas de la Universidad de Pensilvania - SPUP (Figura 7), el 8% del material tamizado debería quedar en la zaranda superior. Entre un 15 a 20% del material con más de 3 centímetros de longitud es fibra lo suficientemente larga para hacer mover el rumen.

Lo que nosotros hacemos es darle una orden de TLC (longitud teórica de corte) a la máquina y, luego, en función de cómo estén el sistema de corte y el estado de madurez del cultivo, tendremos un resultado. Por ello, la mejor forma de calificar el trabajo de picado es mediante el uso del SPUP cuando se inicia el proceso y realizar los ajustes necesarios para un objetivo particular, no esperar al final para ver el resultado, porque ya será tarde.

En un estudio realizado en Wisconsin sobre 168 silos búnker llenos con ensilaje de maíz o henolajes de pasturas, Muck y Holmes (1999) reportaron variaciones muy importantes en los niveles de compactación.

Tamaño picado	11,1 mm	27,8 mm	39,7 mm
Experimento 1, kgMV/m <sup>3</sup>	521	501 b	484 c
Experimento 2, kgMV/m <sup>3</sup>	---	479 a	446 b

\* Medias dentro de filas seguidas por letras difieren (P<0,05).

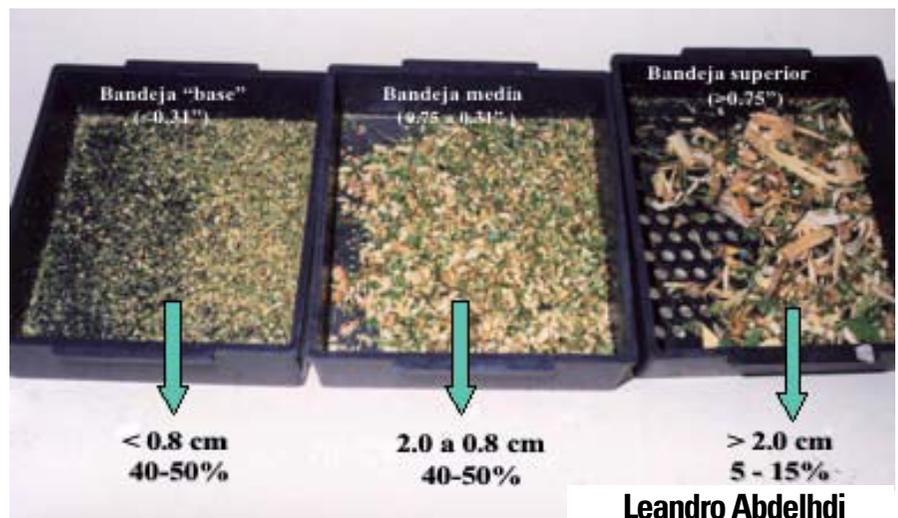
**Tabla 2.** Efecto del tamaño de picado sobre la compactación (medida en kgMV/m<sup>3</sup>).

Ítem	Henolajes (n=87)		Ensilaje maíz (n=81)	
	Media	Rango	Media	Rango
Materia seca, %	42	24 - 67	34	25 - 46
Compactación, kgMV/m <sup>3</sup>	592	208 - 976	688	368 - 960
Compactación, kgMS/m <sup>3</sup>	237	106 - 434	232	125 - 375
Tamaño picado, mm	11,6	7,6 - 30,5		7,6 - 17,8

**Tabla 3.** Evaluación de 168 silos búnker en Wisconsin, USA.

Encontraron algunos silos muy compactados y otros directamente sin compactar, con los valores promedio razonables que usualmente encontramos en establecimientos de escala intermedia que tienen silos aéreos que, en general, no superan los 2 metros de altura en promedio (Tabla 3).

Estos autores relacionaron las buenas compactaciones con tiempos de pisado de 1 a 4 minutos por tonelada de materia verde (MV) y bajas tasas de llenado (menores a 30 toneladas de MV por hora). Por el contrario los peores ensilajes tuvieron pisados inferiores a 1 minuto por tonelada de MV y tasas de llenado de 60 toneladas de MV por



**Figura 7.** Material tamizado con el Separador de Partículas de la Universidad de Pensilvania.

hora. Por último, podemos decir que son claves en controlar la compactación y así minimizar las pérdidas de materia seca y nutrientes:

- ▶ Tasa de llenado del silo = recomendado hasta 35 toneladas de MV por hora (relativo según la relación entre potencia de picado y potencia de compactación).
- ▶ Tiempo de pisado del tractor = ideal 1 a 3 minutos por tonelada de MV.
- ▶ Peso del tractor = evitar ruedas duales y si es posible agregar peso (agua en cubiertas y peso en el frente).
- ▶ Distribución del material en finas capas (15 a 30 centímetros) a fin de que el 100% sea pisado antes de que llegue el nuevo material al silo.

Estas buenas prácticas de manejo, combinando adecuados tamaños de partícula con compactación, deberían terminar en darnos silos bunker con 230 a 260 kilogramos de materia seca por metro cúbico y silos bolsa con 150 a 200 kilogramos de materia seca por metro cúbico, para estar dentro del rango de lo aceptado para que el proceso sea una fermentación y no una respiración (consumo de nutrientes en presencia de oxígeno).

**Procesamiento de granos.** El procesamiento de granos está aceptado como una técnica para mejorar la calidad del ensilaje, a partir de una mayor



Leandro O. Abdelhadi

**Figura 8.**

La regla para un adecuado procesamiento del grano sería que el 90% del grano esté quebrado y el trozo más grande del corazón de la mazorca debería ser de un cuarto de la rodaja.



Leandro O. Abdelhadi

**Figura 9.** Presencia de rodajas de marlo en el comedero



Rene Urzua

**Figura 10.** Presencia de grano sin digerir en materia fecal.

exposición del almidón a la digestión ruminal.

En todo el mundo, hay publicaciones que hablan acerca de la posibilidad de hacerlo en el momento de llenar el silo o previo a su utilización, pero en la mayoría de los casos, incluyendo en ellos a Colombia, el procesamiento se realiza durante la cosecha

con un dispositivo llamado "corn cracker", el cual es específico para maíz y es factible de realizarse solo con picadoras autopropulsadas.

La regla para un adecuado procesamiento sería que el 90% del grano esté dañado y el trozo más grande del corazón de la mazorca debería ser un cuarto de la rodaja (**Figura 8**). Si esto no sucede el resultado será doble, con presencia de: 1) rodajas de marlo en el comedero (**Figura 9**) y 2) grano sin digerir en la materia fecal (**Figura 10**).

Al comenzar este documento, se habló de la importancia de ensilar maíces con una alta relación grano:planta, por lo cual si ese grano extra no se hace disponible a partir del procesamiento, el animal será incapaz de extraer esa energía diferencial y la conclusión errónea será que un material producirá la misma carne o leche que el otro.

## Recordemos algunos puntos importantes:

- ▶ Este dispositivo cuenta con dos rodillos dentados que trabajan a una velocidad diferencial. Uno de ellos reduce la luz y cuando se desgasta por el uso, genera más luz entre rodillos que la adecuada (se vencen los resortes). O sea, el estar puesto no significa que esté haciendo el trabajo que necesitamos.

▶ En caso de granos pequeños, en maíces Flint o en granos como el sorgo, el uso de rodillos con mayor número de dientes (125) que se pueden acercar a una distancia de 1 milímetro, y que trabajen a una mayor velocidad diferencial respecto de la empleada tradicionalmente, sería la única forma de lograr un trabajo adecuado. En experiencias locales, al procesar el 85% del grano de sorgo pudimos lograr una respuesta en ganancia de peso similar a las obtenida con ensilaje de maíz (Abdelhadi & Santini, 2006), en donde el mayor tamaño del grano permite una mayor utilización (si llegase a quedar entero), a diferencia de lo que ocurre frente a granos pequeños.

▶ Usar estos dispositivos implica pasar toda la masa del material por esa luz entre rodillos, por lo cual no hay forma de evitar la baja en la eficiencia de trabajo y el mayor consumo de combustible. Pero, si queremos asegurar un adecuado resultado es preferible asumir ese 15% extra en el precio y no dejar de procesar el material porque el resultado no será el adecuado.

▶ En la medida que el material esté más seco, mayor será la necesidad de procesarlo, porque un grano procesado se humecta en menos tiempo que un grano entero y con ello, se acelera el inicio de la digestión ruminal. Además, mientras más grande es el animal, mayor es el pasaje de alimentos desde el rumen y, por ende, menos tiempo de exposición

tendremos para lograr una adecuada digestión. Por tanto, más importante es el procesamiento cuanto mayor es el peso del animal.

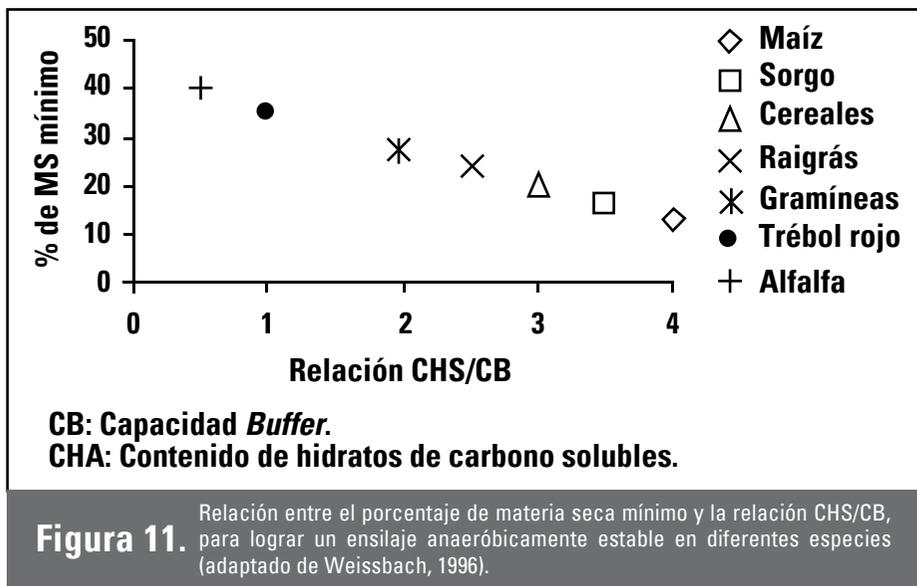
**Fermentación y su control.** Es bien sabido que hay dos características intrínsecas en los forrajes que determinan su aptitud para ser ensilados. Estas son: la capacidad *buffer* (CB: resistencia que ofrece una especie a la acidificación), y el contenido de hidratos de carbono solubles (CHS). En función de la relación entre estas dos variables surge cuál debe ser el nivel de materia seca mínimo que una especie forrajera necesita para lograr un ensilaje anaeróbicamente estable (**Figura 11**).

Especies como el maíz se caracterizan por tener una alta relación CHS/CB, lo cual las transforma, fácilmente, en ensilables por más bajo que sea el nivel de materia seca al momento del picado.

Lo anterior ha hecho que, durante años, productores y técnicos no hayan evaluado la necesidad de controlar el proceso con el uso de aditivos en especies como estas, que naturalmente se terminan estabilizando. Al contrario, en otras especies con características opuestas (baja relación CHS/CB) como las leguminosas, se ha asociado el uso de aditivos con el logro de un ensilaje estable y la información publicada ha avalado este concepto.

En contraste con esto, los trabajos publicados en relación con el uso de inoculantes en maíces y sorgos han arrojado resultados inconsistentes, en especial cuando la metodología experimental utilizada se ha basado en el uso de microsilos (ambiente sumamente controlado). A partir de 2004, en conjunto con diferentes empresas del sector y la Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros - CACF, iniciamos una nueva etapa de investigación local en el uso de inoculantes bacterianos, pero utilizando la metodología del silo bolsa como dispositivo experimental, en un intento por lograr una mejor representación de la realidad del productor. A partir de allí, hemos generado y publicado resultados consistentes que justifican el control de la fermentación mediante inoculantes, dados sus efectos positivos en lograr ensilajes de mayor calidad, tanto en cultivos fácilmente ensilables como maíces y sorgos, como en aquellos más complicados: leguminosas o combinaciones de ambos (**Tablas 4, 5 y 6**).

Resumiendo los resultados presentados en las **Tablas 4, 5 y 6**, el uso de inoculantes bacterianos permitió mejorar la fracción degradable de la materia orgánica (lo que es lo mismo que decir la digestibilidad) en 4,5 puntos en promedio. Esto se explica por los efectos positivos de la inoculación en mejorar la disponibilidad final de nutrientes solubles como proteína, carbohidratos solubles y almi-



alcanzar hasta el 50% del material ensilado (en especial en los sectores con menor compactación, como son las capas superficiales).

Al respecto se presenta, en la **Tabla 7**, el trabajo de Holthaus et al. (1995), quienes analizaron 127 silos horizontales de maíz y sorgo a lo largo de cuatro años y estimaron las pérdidas de materia orgánica en dos profundidades: de 0 a 45 centímetros y de 45 a 90 centímetros. Como una forma indirecta de medir pérdi-

dón. Si estas diferencias las llevamos a materia seca digestible por hectárea, como se hace en el último punto (extracción y suministro), estos puntos significan mucho dinero extra en carne y leche que estaríamos ganando por cada hectárea ensilada.

**Sellado de silos.** Un buen sellado se caracteriza por el contacto perfecto del plástico con la superficie del silo. Por tanto, lo que utilicemos en superficie para asegurar ese contacto dependerá de cada situación particular, aunque independientemente del sitio del mundo en el cual nos encontremos el uso de cubiertas es lo más difundido.

No sellar un silo inmediatamente, luego de su confección, implica permitir un flujo permanente de oxígeno, lo cual mantiene un proceso de respiración activo que vuelve más lento el descenso del pH, genera un mayor consumo de nutrientes de lo normal y produce, en consecuencia, pérdidas que, según trabajos publicados, pueden

Ítem	Híbrido <sup>1</sup>		Altura <sup>2</sup>		Inoculación <sup>3</sup>		CV (%)	EEDM
	Granífero	Forrajero	20 cm	40 cm	Control	Sil - All		
MS, %	33,56 a	29,05 b	30,65	31,96	31,35	31,25	6,88	0,88
<i>Calidad nutritiva (en % de la MS)</i>								
MO	94,59	94,25	94,05	94,79	94,21	94,63	1,50	0,58
FDN	40,70 b	43,63 a	42,95	41,37	42,95	41,38	6,90	1,19
PB	7,86	8,29	8,00	8,15	7,43 b	8,73 a	11,03	0,36
PV, %PB	57,83 a	50,78 b	54,13	54,49	52,71 b	55,91 a	3,35	0,75
CHS	11,50 a	7,86 b	10,18	9,18	9,54	9,82	25,17	0,99
Almidón	27,44 a	19,28 b	23,84	22,88	22,38	24,34	23,65	2,26
EE	2,63	2,42	2,52	2,53	2,58	2,48	32,05	0,33
<i>Calidad fermentativa</i>								
pH	3,83 a	3,80 b	3,81	3,82	3,81	3,82	0,35	0,05
N-NH <sub>3</sub> , %								
NT	3,84 b	4,48 a	4,20	4,13	4,23	4,10	14,24	0,24
<i>Cinética de digestión</i>								
FD, %	68,72	67,18	67,41	68,48	66,11 b	69,78 a	4,94	1,37
kd, 100/h <sup>-1</sup>	4,94 a	4,69 b	4,81	4,82	4,86	4,79	3,91	0,76

1. Granífero = DK682RR vs. Forrajero = DK790S (Dekalb)

2. 20 vs. 40 cm desde el suelo

3. Control vs. inoculado con 5 g/tonMV Sil-All (Alltech Inc., Nicholasville, KY)

a,b. Dentro de filas medias seguidas de letras distintas difieren (P<0,05), n = 12

*Referencias:* MS = materia seca, MO = materia orgánica, FDN = fibra detergente neutro, PB = proteína bruta, PV = proteína verdadera, CHS = carbohidratos solubles, EE = extracto etéreo, N-NH<sub>3</sub> = nitrógeno amoniacal, FD = fracción digestible de MO, kd = tasa de digestión de MO, EEDM = error estándar de la diferencia entre medias.

**Tabla 4.**

Efecto del híbrido, la altura de corte y la inoculación sobre la calidad nutritiva, fermentativa y la cinética de digestión de ensilajes de maíz (Abdelhadi y Tricarico, 2007b).

Ítem	Cultivo <sup>1</sup>			EEDM	Inoculación <sup>2</sup>		EEDM
	Maíz	Maíz/Soya	Soya		Control	Sil	
MS	44,52 a	42,65 b	34,98 c	2,26	41,36	40,08	1,85
<b>Calidad nutritiva (en % de la MS)</b>							
MO	93,78 b	94,10 a	94,43 c	0,55	93,10	93,78	0,45
FDN	38,18	36,67	38,3	2,32	39,39 t	36,04 t	1,90
PB	7,82 c	12,47 b	18,98 a	2,32	11,81	14,37	1,89
PV, %PB	59,13 b	61,72 a	51,52 c	2,75	54,42 b	60,49 a	2,25
CHS	9,48 a	8,13 b	4,2 c	1,13	6,08 b	8,47 a	0,92
Almidón	27,9 b	21,17 a	6,22 c	4,53	14,80 t	22,06 t	3,70
EE	3,82 c	4,03 b	6,50 a	0,96	5,12	4,44	0,78
<b>Calidad fermentativa</b>							
pH	3,9 a	4,17 b	4,84 a	0,18	4,39	4,22	0,15
N-NH <sub>3</sub> , %NT	4,23	5,98	8,15	2,17	7,16	5,09	1,77
<b>Cinética de digestión</b>							
FD, %	72,50 a	65,68 a	53,68 b	2,97	61,24 b	66,67 a	2,43
kd, 100/h <sup>-1</sup>	5,13 a	5,37 ab	5,93 c	2,5 x 10 <sup>3</sup>	5,56	5,54	0,21

<sup>1</sup>. Sólo maíz DK682RR (Dekalb), 50% maíz y 50% soya ensiladas en conjunto, Sólo soya DM 4800 (Don Mario).

<sup>2</sup>. Control vs. inoculado con 7,5 g/tonMV Sil-All (Alltech Inc., Nicholasville, KY).

<sup>a b</sup>. Dentro de filas medias seguidas de letras distintas, difieren; o t = tienden a diferir (P<0,05), n = 6 (cultivo) y 9 (inoculación).

Referencias: MS = materia seca, MO = materia orgánica, FDN = fibra detergente neutro, PB = proteína bruta, PV = proteína verdadera, CHS = carbohidratos solubles, EE = extracto etéreo, N-NH<sub>3</sub> = nitrógeno amoniacal, FD = fracción digestible de MO, kd = tasa de digestión de MO, EEDM = error estándar de la diferencia entre medias.

**Tabla 5.**

Efecto del cultivo puro o combinado y la inoculación sobre la calidad nutritiva, fermentativa y la cinética de digestión de ensilajes de maíz y soya (Abdelhadi y Tricarico, 2007b).

Ítem	UEDAP					Inoculación		CME	CV (%)
	Castelli	Jesús María	Pehuajó	Río Cuarto	Tucumán	Control	Sil-All <sup>2</sup>		
n	8	4	8	6	4	16	14		
MS	41,04 b	32,83 bc	53,86 a	35,75 b	26,9 c	37,87	38,29	30,89	14,60
<b>Calidad nutritiva (en % de la MS)</b>									
MO	93,51	93,90	93,60	93,80	9,75	93,67	93,76	1,02	1,08
FDN	42,01 b	47,35 a	40,16 cd	37,75 d	44,93 ab	42,64	42,27	3,38	4,33
FDA	29,60 b	34,48 a	28,05 b	25,15 c	34,48 a	30,35	30,35	2,48	5,19
PB	9,00 b	10,35 a	9,79 ab	9,25 ab	8,8 b	9,06 b	9,82 a	0,37	6,43
PV, %PB	55,56 a	49,35 b	46,04 bc	47,56 bc	43,20 c	46,96 b	49,73 a	6,71	5,36
Almidón	22,13 ab	10,38 c	20,46 b	18,11 b	9,75 c	15,11 b	17,23 a	2,40	9,58
<b>Calidad fermentativa</b>									
pH	4,58 a	3,99 b	3,94 b	3,85 c	3,69 d	4,02	4,00	0,00	1,41
<b>Cinética de digestión</b>									
FD, %	70,29 ab	64,68 c	68,80 bc	73,21 a	68,25 bc	66,74 b	71,35 a	6,32	3,64
kd, 100/h <sup>-1</sup>	4,5 c	5,25 abc	6,04 a	5,54 ab	5,20 bc	5,21	5,41	0,02	8,24

<sup>1</sup>. Maíz DK684RR2 (Dekalb) combinado con soyas grupo 5,5 en adelante, ensilado durante 60 días en cada sitio agroecológico.

<sup>2</sup>. 7,5 g/tonMV (Alltech Inc., Nicholasville, KY).

<sup>a b</sup>. Dentro de filas medias seguidas de letras distintas, difieren (P<0,05).

Referencias: MS = materia seca, MO = materia orgánica, FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácido, PB = proteína bruta, PV = proteína verdadera, FD = fracción digestible de MO, kd = tasa de digestión de MO, CME = cuadrado medio del error, n = número de observaciones por tratamiento.

**Tabla 6.**

Efecto del sitio agroecológico (UEDAP) y la inoculación sobre la calidad nutritiva, fermentativa y la cinética de digestión de combinaciones de maíz y soya para ensilaje (Abdelhadi y Tricarico, 2007b).

das, se evaluaron los contenidos minerales de los materiales, considerando que en un ensilaje bien sellado y preservado tenemos más de 93% de materia orgánica y el resto son minerales.

Los altos valores de pH, en los primeros 45 centímetros de los ensilajes analizados, muestran claramente el deterioro aeróbico al que están expuestos los materiales que no son tapados. Este deterioro, expresado como pérdida de materia orgánica, fue reducido en aproximadamente un 50% por efecto del tapado, tanto en sorgo como en maíz.

Aunque en menor magnitud, el efecto del tapado se sigue manifestando en profundidad del ensilaje, ya que entre 45 y 90 centímetros en los materiales tapados se obtuvo un menor pH y una menor pérdida de la materia orgánica ensilada. Por último, los incrementos en el porcentaje de materia seca de los materiales sin tapar son prueba cierta de que esos silos siguen en combustión por más tiempo consumiendo nutrientes y, como resultado final, pierden agua (quedan con más materia seca) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que se evapora. De esta manera, queda un mayor porcentaje de cenizas (teoría de la salamandra: mientras haya oxígeno disponible la leña se consume más rápido y solo quedan las cenizas, la forma en que el fuego se apaga es cortando la entrada de oxígeno, o sea tapando el silo en este caso).

Ítem	Porcentaje MS (%)		pH		Porcentaje MO perdida (%)	
	0 a 45 cm	45 a 90 cm	0 a 45 cm	45 a 90 cm	0 a 45 cm	
<b>Efecto principal</b>						
No tapado	37,1	35,2	6,75	3,97	47,0	11,3
Tapado	28,8	33,9	5,21	3,84	20,3	4,5
<b>Maíz</b>						
No tapado	39,5	35,0	6,36	3,99	49,7	12,8
Tapado	29,8	34,2	4,87	3,76	23,3	4,0
<b>Sorgo</b>						
No tapado	36,1	33,8	7,01	3,96	43,8	11,8
Tapado	28,5	33,8	5,67	3,87	20,8	5,3

Tabla 7.

Efecto del cultivo y sellado sobre el porcentaje de materia seca, el pH y las pérdidas de materia orgánica en ensilajes de maíz y sorgo a dos profundidades de muestreo.

Como conclusión, podemos decir que por no tapar perdemos mucho y eso simplemente se debe a la presencia de oxígeno: "el principal enemigo del proceso de ensilaje". A pesar de que la ciencia avanza a pasos agigantados, una manta de nylon y cubiertas siguen siendo lo mejor a la hora de tapar un silo. Sin embargo, dependiendo del volumen de material a ensilar y forma de suministro, el embolsado es también una buena alternativa.

La gran ventaja de la bolsa radica en el sellado hermético en la medida que avanzamos en el llenado del silo. Aquí es sumamente importante permitir el escape de gases durante las primeras 72 horas de finalizado el silo (así evitamos posibles rajaduras), para luego sellar adecuadamente el extremo final.

Con la información aquí suministrada no hay que hacer demasiadas cuentas para justificar económicamente el sellado de los silos y no tomarlo como un trabajo o costo extra a la hora de ensilar.

**Extracción y suministro.** Aquí es donde finaliza este largo proceso y, lamentablemente, es uno de los

puntos más descuidados, independientemente de la metodología utilizada. Uno de los principales problemas es que el productor piensa que sus operarios conocen el tema y, por otro lado, el contratista que terminó su trabajo, cobra y ya está planeando la próxima campaña. La realidad es que muchos han comenzado a inquietarse por esta etapa, en especial contratistas que quieren que el productor obtenga el máximo retorno por peso invertido en ensilaje, para que sigan adoptando esta tecnología.

Cuando abrimos un silo, el principal enemigo vuelve a tomar contacto con el material: el oxígeno. Debido a ello, el consumo de nutrientes por parte de microorganismos aeróbicos (primero levaduras y luego hongos) comienza nuevamente y todo aquello que tanto nos costó conservar se comienza a perder.

Este es el motivo por el cual se acepta que una exposición, de la cara expuesta, superior a 24 horas implica pérdidas no menores al 3% de la materia seca

hasta donde el oxígeno penetró. La solución es simplemente un manejo que nos asegure que el silo que llega al comedero es el mismo que se estabilizó anaeróbicamente, y no un material expuesto al deterioro aeróbico. Lo primero que debemos conocer es como dimensionar un silo, para lo cual hay ciertas cuestiones que conocer.

**1.** En función de las compactaciones que vemos, hay que avanzar un mínimo diario (ejemplo: 50 centímetros, lo cual también varía de acuerdo con la época de año). En la medida que la compactación aumente por encima de 200 kilogramos de materia seca por metro cúbico, podemos ir bajando la remoción diaria solo de búnkeres hasta un mínimo de 30 centímetros de la cara expuesta por día, ya que en bolsa difícilmente logramos más compactación dado el máximo estiramiento que permite.

**2.** Altura promedio del silo, lo cual estará en función de la metodología de extracción a utilizar. Por tanto, podría estar en el rango de 1,6 a 2 metros si es para autoconsumo, o 2 a 3 metros si la extracción será mecanizada.

Cantidad de silo a consumir por día (en metros cúbicos: m<sup>3</sup>), para lo cual debemos aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{Metros cúbicos diarios} = \frac{\text{kgMS/animal} \times \text{número de animales}}{200 \text{ kgMS}}$$

Con un ejemplo se aclara todo. Supongamos que tenemos en total 1.000 animales a los cuales les tenemos que suministrar 5 kilogramos de materia seca por día. Por tanto, si aplicamos la ecuación llegamos a una demanda diaria de 25 metros cúbicos.

Por otro lado, si nuestra realidad (compactación y temperatura media de la época) nos obliga a avanzar un mínimo de 50 centímetros y, supongamos, por el sistema de extracción haremos un silo de 2 metros de altura, entonces, para conocer el ancho que debe tener nuestro silo aplicamos la siguiente ecuación:

$$\text{Metros de ancho} = \frac{25 \text{ m}^3 / 2 \text{ m altura}}{0,5 \text{ m avance diario}}$$

Con esto llegamos, en el ejemplo, a que nuestro silo debería tener un mínimo de 25 metros de ancho por 2 metros de altura, para que removiendo 50 centímetros de toda la cara expuesta diariamente, se puedan obtener los 5.000 kilogramos de materia seca que requieren consumir los 1.000 animales, o sea:

$$\begin{array}{l} 25 \text{ m ancho} \quad \times \\ 2 \text{ m altura} \quad \times \\ 50 \text{ cm avance} \times \\ 200 \text{ kgMS/m}^3 = 5.000 \text{ kgMS} \end{array}$$

Para el caso de la bolsa, la remoción diaria mínima de 50 centímetros nos permite estar extrayendo, en una bolsa de 9 pies de diámetro, entre 700 y 900 kilogramos de materia seca, por lo cual el tamaño del hato a alimentar debe ser el mínimo necesario para poder utilizar esta

cantidad de ensilaje. En la medida que cambie el diámetro de la bolsa (actualmente se encuentran de 6 a 10 pies), cambiará la cantidad de material que tenemos en 50 centímetros de avance diario, por lo cual, si el hato a alimentar es más pequeño la sugerencia sería usar bolsas de 6 pies y si es más grande podemos pensar en bolsas de 10 pies, o simplemente avanzar más de 50 centímetros diarios.

A pesar de la simpleza de este tipo de cálculos que deberíamos realizar antes de ingresar a la picadora al lote, lo que vemos en el medio son productores y asesores preocupados en las primeras etapas del proceso (elección de híbridos, siembra, momento de ensilado, trabajo de la picadora, uso de aditivos), pero no encontramos la misma dedicación a la hora de utilizar aquello que tanto tiempo y dinero les costó tener.

Por ello, en 2009, en conjunto con empresas contratistas pertenecientes a la CACF, sumado al apoyo de Alltech Argentina, comenzamos a medir cuestiones relacionadas exclusivamente a la extracción y suministro de ensilajes, ya que considerábamos que el productor tenía un gran recurso y no estaba obteniendo el mejor resultado en producción.

Se condujeron dos estudios en el país, que involucraron 16 lugares entre las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y La

Pampa, que tuvieron por objetivo determinar si la calidad almacenada llegaba realmente al comedero (**Tabla 8**) y probar una tecnología que nos permitiera rápidamente demostrarle al productor la necesidad de cambiar el manejo para reducir las pérdidas (**Tabla 9**).

**Resumen Tabla 8:** ilustra que en la medida en la profundidad (a 1 metro de la cara) tenemos un silo de muy buena calidad (70,9% de digestibilidad en el promedio del total de silos evaluados), la cual en la medida que se va exponiendo al aire se va deteriorando (68,4% de digestibilidad en el silo que está expuesto en la cara) y lo que termina llegando al comedero tiene la peor calidad (67,5% de digestibilidad). Esto demuestra que entre el silo y el comedero se pierden 3,4 puntos de digestibilidad, que nadie está viendo, en los establecimientos que, a juicio de los contratistas participantes en este trabajo, hacen mejor las cosas en materia de manejo.

**Resumen Tabla 9:** Como muestra la Tabla, la termografía nos permitió identificar con claridad áreas de mayor y menor temperatura en la cara de los silos, que en todos los silos evaluados promediaron 27,2 grados centígrados contra los 13,3 grados centígrados encontrados en el promedio de las áreas más frías. Esto demuestra, en definitiva, que hay pérdidas (tanto en superficie como en profundidad) en la calidad del producto debidas a la actividad de microorga-

nismos que se desarrollan en presencia de aire. Dichas pérdidas terminan haciendo que del silo de 72,8% de digestibilidad in vivo de la materia seca (DIVMS), que deberíamos estar entregando a nuestras vacas o novillos, solo está quedando para extraer un silo de 68,9% DIVMS (3,9 puntos en digestibilidad perdidos), sabiendo que aún nos falta recorrer el camino hacia el comedero; que de acuerdo con la **Tabla 8** representa otro tanto en materia de pérdidas.

En este segundo trabajo (Abdelhadi et al., 2012), las pérdidas son mayores porque dentro del muestreo no solo entraron los campos que a juicio de los contratistas hacían lo mejor, sino también aquellos que representaban el promedio del manejo encontrado en Argentina.

Resumiendo, si contemplamos que de la cara expuesta al comedero se pierde otro 1,3% de la digestibilidad lograda en el ensilaje, luego de haber hecho todo bien hasta este punto, esto quiere decir que en el promedio de los establecimientos evaluados en 16 lugares de una gran parte de la pampa húmeda Argentina, los productores logran ensilajes de maíz con muy buenas calidades (71,8% de digestibilidad) y al comedero terminan llegando ensilajes con 4,1 puntos menos (68,7% de digestibilidad). La pregunta a hacerse es: ¿qué representa esto en términos económicos?

Para saber cuánto dinero nos cuesta una extracción inadecuada de ensilaje de maíz, primero debemos conocer cuánto dinero esta-

Variable	Sitio de Muestreo (n=12)				Tipo de silo (n=18)		
	Profundidad	Superficie	Comedero	SE	Búnker	Bolsa	SE
MS, %	31,9	30,7	32,3		33,1	30,1	1,89
% base materia seca							
MO	93,5	93,1	92,5	0,66	92,7	93,4	0,54
FDN	44,2	46,6	48,2	2,21	48,4 a	44,3 b	1,81
CHS	6,7	5,6	5,6	0,86	5,8	6,1	0,70
PB	5,9	5,9	6,2	0,41	5,9	6,2	0,34
Almidón	16,9	13,2	13,5	3,51	15,0	14,0	2,87
DIVMS	70,9 a	68,4 b	67,5 c	1,49	69,5	68,5	1,21
pH	3,88 b	3,87 b	4,03 a	0,08	3,98	3,88	0,06

a b c. Dentro de filas difieren ( $P < 0,09$ )

Referencias: MS = materia seca, MO = materia orgánica, CHS = carbohidratos solubles, FDN = fibra detergente neutro, PB = proteína bruta, DIVMS = digestibilidad in vitro de la materia seca, SE = error estándar (diferencia de 2 medidas).

**Tabla 8.**

Efecto del sitio de muestreo y el tipo de silo sobre la calidad nutritiva de ensilajes de maíz (Abdelhadi et al., 2010).

mos poniendo en todo el proceso para generarlo. Sobre la base de un rendimiento medio de 50 toneladas de materia verde por hectárea (lograble con maíces tropicales en diferentes ambientes colombianos) y considerando el paquete tecnológico acorde para obtenerlo, en la **Tabla 10** se presenta el diferencial en kilos de materia seca digestible extra a obtener, producto del buen manejo

(considerando el promedio de ambos trabajos) y en la **Tabla 11**, el impacto económico que ello tendría en producción de leche y carne.

Para estimar el impacto económico de transformar en leche esa materia seca digestible, que en la práctica se pierde producto por mal manejo, se considera que por cada 0,67 kilogramos de materia seca digestible se

Variable	Sitio de muestreo 0-50 cm (n=18)			Sitio de muestreo 50-100 cm (n=18)		
	Caliente	Frio	SE	Caliente	Frio	SE
T °C	27,23 a	13,34 b	0,579	27,23 a	13,34 b	0,579
MS %	32,41	31,66	0,344	31,82	31,69	0,313
pH	4,06	3,99	0,053	3,98	3,98	0,009
% base materia seca						
MO	92,92	93,21	0,172	93,15 t	93,61 t	0,145
PB	6,62	6,31	0,153	6,48	6,31	0,162
DIVMS h6	45,10	46,17	0,899	45,86 b	47,65 a	0,699
DIVMS h12	50,91	51,72	0,808	51,79	51,94	1,054
DIVMS h24	62,38	63,55	0,944	62,42	63,54	0,591
DIVMS h48	68,23 b	72,52 a	0,699	69,59 b	73,10 a	0,488

a b. Medias dentro de fila difieren ( $p < 0,01$ ) ot tienden a diferir t ( $p < 0,09$ ).

T = temperatura de la cara

**Tabla 9.**

Uso de termografía infrarroja para relacionar la temperatura con la calidad del ensilaje de maíz (Abdelhadi et al., 2012).

produce 1 kilo de leche y por cada 5,3 kilogramos de materia seca digestible se produce 1 kilo de carne.

Esto arroja como resultado lo que se muestra en la **Tabla 11**, en donde vemos que partiendo de una inversión de 1,8 millones de pesos colombianos por hectárea de maíz ensilada, disponer de esos 615 kilos extra de materia seca digestible por hectárea ensilada, para hacer más carne o leche, significaría tener un ingreso extra de 586 mil o 418 mil pesos, respectivamente. Esto equivale al 32 o 23% de la inversión por hectárea que haríamos si el ensilaje se destina a leche o carne, respectivamente.

Sabemos cómo producir ensilajes de calidad, tenemos herramientas simples que nos permiten evaluar la evolución del manejo, solo hay que preocuparse por usar mejor lo que tenemos y, para ello, la única solución es: **CAPACITAR A LOS ALIMENTADORES.**

## Conclusiones

- ▶ Tipo de híbridos: alta relación grano:planta y mejoras en degradabilidad de tallo/hoja, bienvenidos sean.
- ▶ Madurez del cultivo y porcentaje de materia seca: trabajar de media a dos tercios línea de leche en maíz, grano pastoso en sorgos, 10% de floración en alfalfas y hoja bandera en cereales de invierno. Si es antes, perdemos rendimiento y generamos silos acéticos, después (materia seca mayor al 40%) perde-

SITIO DE MUESTREO	Profundidad Comedero	
Rinde (kgMV/ha)	50.000	
Rinde (kgMS)	16.500	16.500
Digestibilidad	72,17%	68,44%
kgMS digestible/ha	11.908	11.293
<b>kgMS digestible extra por buen manejo</b>	<b>615</b>	

**Tabla 10.** Rendimientos extra de materia seca digestible (MSD) según la calidad del ensilaje en el sitio de muestreo.

Impacto del buen manejo del silo en producción	Números	Unidad
Costo del ensilaje desde la siembra hasta que esta listo para usar	1.800.000	\$/ha
Diferencia de MSD por buen manejo del suministro	615	kg/ha
<b>Producción de leche</b> (0,63 kgMSD silaje= 1kg leche (Eastridge, 2006))		
Litros de leche extra factibles de ser producidos	977	litro/ha
Precio del litro por leche	600	\$/litro
Ingreso extra por buen manejo	586.143	\$/ha
Porcentaje del dinero invertido en ensilaje (%)	32,6	%
<b>Producción de carne</b> (5,3 kgMSD ensilaje= 1kg carne (Abdelhadi et al., 2001/2005/2006))		
Producción extra de carne	116	kg/ha
Precio del kilo vivo de novillo	3.600	\$/kg
Ingreso extra por buen manejo	418.042	\$/ha
Porcentaje del dinero invertido en ensilaje (%)	23,2	%

**Tabla 11.** Impacto económico de la materia seca digestible extra lograda por hectárea ensilada.

mos calidad y generamos silos inestables al aire. Rango de materia seca ideal: 32 a 38%.

- ▶ Altura de corte: pensado para maíces y sorgos. Aunque sacrificamos 6% de MSD por hectárea, es una herramienta interesante para maximizar calidad.
- ▶ Tamaño de partícula y compactación: picados finos aseguran buena compactación. Usar fuentes de fibra secas y de mala calidad como fibra efectiva. El SPUP es una herramienta para caracterizar los ensilajes y su uso debería arrojar no más del 15% del material colectado en la zaranda superior (mayor de 3 centímetros).

▶ Procesamiento de granos: necesitamos 90% de daño, mayor importancia cuanto más seco. Fundamental en sorgo.

▶ Fermentación y su control: información local avalada internacionalmente muestra mejoras sustanciales (mayor a 4 puntos de digestibilidad) debido al uso de inoculantes microbianos, cuando la metodología experimental fue el silo bolsa.

▶ Sellado de silos: plástico en contacto perfecto con la cara del silo, los selladores de superficie como el dipropionato de amonio solo ayudan, no nos independizan de tapar bien.

► Extracción y suministro: planificar las medidas del silo con anterioridad, para tener un avance diario planificado. De no ser así, hoy sabemos que las pérdidas entre el ensilaje almacenado y lo que llega al comedero se reflejan especialmente en la menor digestibilidad. En valores del mercado colombiano, esto equivalente al 32 o 23% del dinero invertido en cada hectárea ensilada, según se destine a producción de leche o carne.

## Comentarios finales

No me cabe duda de que si algo tenemos en América Latina y El Caribe es potencial para producir carne y leche, ya que en una nueva era de alimentos y tierras caras, la posibilidad de generar cantidad y calidad de forrajes (como el silo de maíz) a bajo costo, es una ventaja competitiva que debemos aprender a explotar. Sabemos que la genética disponible puede dar mucha más carne o leche. Esto va de la mano de una adecuada alimentación.

## Bibliografía

Abdelhadi, L.O. & Santini, F.J. (2006). Corn silage vs. grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: Effects on performance and ruminal fermentation. *Animal Feed Science & Technology*, 127(1-2), 33-43.

Abdelhadi, L.O. & Tricarico J.M. (2007a). Effects of a bacterial inoculant on fermentation, nutritive quality and degradability of combined corn-soybean silages in different geographical regions across

Argentina. *J. Anim. Sci.*, 85 (Suppl.1), 344.

Abdelhadi, L.O. & Tricarico, J.M. (2007b) Effects of cutting height and bacterial inoculation on fermentation, nutritive quality and degradability of two corn hybrids. *J. Anim. Sci.*, 85, (Suppl.1), 346.

Abdelhadi, L.O., Malaspina, C.A., Barneix, W.R., Saravia, P.A. & De Elia, C. (2010). The effect of management on corn silage quality. *J. Dairy Sci.* 93, (E-Suppl. 1), 49.

Abdelhadi, L.O., Saravia, P.A., Barneix, W.R., Malaspina, C.A., De Elia, C. & Tricarico, J.M. (2012). Infrared thermography to assess the relationship between corn silage quality and face temperature. *J. Animal Sci.* 90, (E-Suppl. 3), 537.

Bal, M.A., Coors, J.G. & Shaver, R.D. (1997). Impact of maturity of corn for use as silage in diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. *J. Dairy Sci.* 80, 2497-2503.

Deinum, B. (1996). *Influence of climatological factors on the chemical composition and feeding value of herbage*. Ponencia presentada en 10 International Grassland Congress. Finland.

Eastridge, M.L. (2006). Mayor advances in applied dairy cattle nutrition. *J. dairy Sci.*, 89, 1311-1323.

Ferrero, J. (2000). *Calidad de la planta y del silaje de maíz cosechados a diferentes estados de madurez*. Montevideo: Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce.

Holthaus, D.L., Young, M.A., Brent, B.E. & Bolsen, K.K. (1995). Looses from top spoilage in horizontal silos. *Kansas Agric. Exp. Sta. Rpt. of Prog.* 727, 59-62.

Jonhson, L.M., Harrison, J.H., Davidson, D., Mahanna, W.C. & Shinnors, K (2003). Corn silage management: Effects of hybrid, chop length, and mechanical processing on digestion and energy content. *J. Dairy. Sci.*, 86, 208-231.

Muck, R.E. & Holmes, B.J. (1999). *Factors affecting bunker silos densities*. Ponencia presentada en XII International Silage Conference, Uppsala, Sweeden, 278-279.

Owens, F. (2005). *Corn genetics and animal feeding value*. Johnston, IA: Pioneer Hi-Bred International.

Romero, L.A., Bruno, O.A., Diaz, M.C. & Gaggiottim, M.C. (1997). *Efecto de la altura de corte del maíz y del sorgo granífero sobre la producción y la calidad de los silabes, información técnica para productores 1995-96*. Santafé, Argentina: INTA EEA. 16-17.

Soderlund, S., Fagan, J., Hassen, A.T. & Owens, F.N. (2012). Effects of water stress and plant population on corn plant yields and composition. *J. Anim. Sci.*, *90*, (E-Suppl. 3), 518.

Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. (2nd ed.) Arizona: Cornell University Press.

Walker, P.M., Carmack, J.M., Brown, L.H. & Owens, F.N. (2010). Dry matter of corn at harvest alters whole plant chemical composition and predicted milk yields. *J. Dairy Sci.* *93*, (E-Suppl.)

Weissbach, F. (1996). *New developments in crop conservation*. Ponencia presentada en Proceedings of the XIth International Silage Conference. Aberystwyth: University of Wales. 11.

