

LOS SILAJES EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL: IMPORTANCIA DE LA CALIDAD

Leandro O. Abdelhadi

Estación El Encuentro, Investigación y Extensión en Nutrición de Rumiantes, Buenos Aires
E-mail: leandroabdelhadi@speedy.com.ar

RESUMEN

En países tropicales o templados, donde la ganadería tiene un fuerte componente pastoril, el principal factor que atenta contra la producción de forraje y por ende de carne o leche, es sin dudas el clima, el cual afecta no solo la cantidad sino también la calidad de recursos disponibles para la alimentación de rumiantes. Frente a la necesidad de estabilizar la oferta de alimentos y con ello la producción animal, no hay dudas que las reservas forrajeras constituyen un eje fundamental del sistema y en especial los silajes cuya vida útil es muy prolongada en el tiempo siempre que las buenas prácticas de manejo hallan sido respetadas a la hora de su confección. Contar con una reserva de calidad no solo garantiza estabilidad productiva y financiera, sino además se transforma en un seguro contra todo riesgo que permite producir más allá de incontenencias climáticas cada vez más comunes en los tiempos actuales.

Palabras clave: silajes, calidad, maíz, sorgo, alfalfa.

INTRODUCCIÓN

Si uno recorre América Latina en general, no hay dudas que la producción pastoril es la más difundida, y dependiendo del país en el cual nos toque trabajar, encontramos situaciones de suelo y clima contrastantes que hacen difícil generalizar el tipo de recurso forrajero utilizado en sistemas de producción ganaderos. Esto lo digo porque de norte a sur y de este a oeste, podemos pasar de tener forrajeras tropicales a verdeos invernales, o de pasturas templadas a especies adaptadas a la aridez.

Así disponemos de forrajeras tropicales con grandes producciones primavera estivales y nulas producciones invernales, o verdeos invernales con buena producción otoño invernal y nula

producción estival, o pasturas de clima templado con picos productivos primaverales y otoñales y caídas en los meses invernales y estivales (Fig. 1).

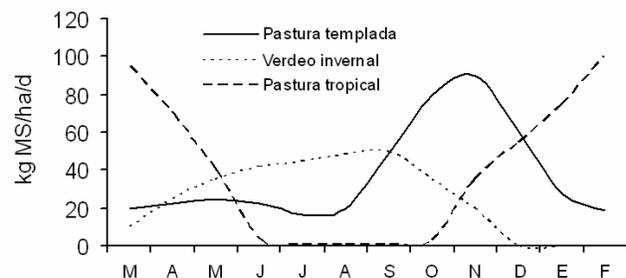


Figura 1. Curva de crecimiento de pasturas de clima templado, tropicales y verdeos invernales (Adaptado: Mazzanti, no publicado; Agnusdei y Marino, 2005; y De León, 1998 a, b).

Esta realidad nos muestra que independientemente del tipo de especie forrajera con la que uno deba trabajar, hay algo que no cambia, **la estacionalidad en producción.**

En sistemas productores de carne y leche, la demanda de alimentos es permanente y creciente, y esa estacionalidad en oferta de forraje que producen las pasturas o verdeos, debe ser amortiguada con el uso de suplementos que aporten volumen, calidad o ambos, en los momentos críticos y dependiendo de la categoría a alimentar. Así, una vaca lechera en producción o un novillo en engorde demandarán calidad y una vaca de cría en el período de gestación sólo cantidad.

La producción a pasto ha evolucionado en los últimos tiempos hacia planteos en los cuales la parcela pasa a ser un comedero más, en donde queremos generar la mayor cantidad de producto a bajo costo. Por ello es que los sistemas que estamos planteando apuntan a utilizar en pastoreo directo todo ese forraje que

estacionalmente produzca el recurso disponible (por lo cual poco queda para reservar), mientras que para el resto del año buscamos alternativas que nos permitan seguir con altas producciones individuales y casi prescindiendo del pasto.

Esta situación tan real que percibimos en el campo, no sería posible sin el uso de reservas (generadas con cultivos como maíz, soja o sorgo en poca superficie) que permitan soportar la carga en períodos críticos y mantener así adecuadas producciones individuales.

Dependiendo de cual es el recurso base, uno puede encontrar limitantes energéticas, proteicas o ambas. Una pastura de clima templado o de altura, siempre que sea adecuadamente manejada, en general presenta a lo largo del año tenores proteicos adecuados para algunas categorías como pueden ser vaquillonas en recría, novillos en invernada; por lo cual el uso de suplementos energéticos es lo que más se ha difundido. Por otro lado en zonas tropicales, la disponibilidad no sólo de energía sino además de proteínas condicionan la productividad y son el problema a resolver. Por ello no hay recetas y será la situación de una zona o país en particular y las categorías a alimentar quienes determinen el tipo de reserva a utilizar en un caso u otro.

Así entre los suplementos más utilizados, tenemos desde granos a silajes de planta entera, capaces de ser generados en casi todos los países a partir de maíz, sorgo, soja, alfalfa. Tanto maíz como sorgo, se caracterizan por producir grandes volúmenes de materia seca por hectárea, lo que permite generar silajes con un bajo costo por tonelada de alimento. El aporte energético del silaje dependerá de la digestibilidad de la pared celular (fibra) y del contenido de grano al momento de ensilarlo, pudiendo integrar más de la mitad de la dieta de los animales, siempre y cuando la pastura tenga una concentración proteica adecuada (pastura bien manejada), o ser la dieta base en la alimentación a corral cuando la proteína es externa. En este sentido aparece como interesante la soja y la alfalfa, capaces de entregar muy buenas producciones de materia seca digestible por ha con contenidos proteicos muy interesantes según el momento de ensilado y capaz de ser combinada directamente con maíz (Abdelhadi, 2005).

Por otro lado los granos, húmedo o secos, procesados o no, se caracterizan por aportar una energía (almidón) en su mayoría utilizada en el rumen, lo que es beneficioso cuando pasturas de alta calidad forman la dieta base, ya que su elevado nivel proteico de alta degradabilidad ruminal, debe ser balanceado con energía para lograr adecuadas producciones individuales. El nivel de grano a utilizar normalmente es menor al de los silajes, ya que grandes concentraciones de almidón en rumen pueden generar un ambiente inadecuado para la digestión de la pastura y con ello afectar directamente la producción.

En general cuando el objetivo es maximizar la producción por hectárea a partir del manejo de altas cargas, los silajes serían más adecuados que los granos (Abdelhadi *et al.*, 2005). Sean granos o silajes, el uso de suplementos en animales en pastoreo genera lo que se conoce como sustitución: kg de pasto que el animal deja de comer por cada kg de suplemento. Este índice para el caso de los granos está en el orden de 0,5 y para el caso de silajes más cerca de 1. Conocer esto es muy importante, ya que si primero no ajustamos la carga a la oferta de pasto, al incluir un suplemento estaremos haciendo que el animal deje de comer más pasto por cada kg de suplemento que le damos. Así las pérdidas del pasto que nos costó producir se incrementarían y si el suplemento no mejora la performance individual de los animales, también lo estaremos tirando. Por eso, el beneficio económico máximo de suplementar animales en pastoreo, se obtiene no solamente cuando se mejora en las ganancias de peso vivo, sino cuando dicha sustitución es aprovechada a través de los incrementos en la carga animal. Por otro lado, es bien conocido el impacto logrado en la producción por hectárea a través de los incrementos en la carga y su repercusión en el resultado económico de la empresa (Abdelhadi *et al.*, 2005; Abdelhadi y Santini, 2006).

A fin de ilustrar el impacto del uso de silajes sobre la producción de carne y leche, mostraré algunos datos que surgen de revisar 29 trabajos científicos (Abdelhadi *et al.*, 2001), y para finalizar desarrollaremos todo lo que hace a la producción de silajes de calidad

LOS SILAJES EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN PASTOREO

De los trabajos analizados en la revisión, el 75 % utilizó silaje de maíz como suplemento mientras que el resto utilizó silaje de sorgo. Los silajes fueron incluidos en las dietas de los animales en un 37 % en promedio (base MS), con un rango que va del 12 al 67 % de la dieta total. La duración media de los trabajos fue de 101 días (± 27), utilizándose un total de 334 animales con un peso promedio de 274 kg (± 84) siendo el número promedio de animales por tratamiento (n) de 13 ($\pm 7,5$). La dieta base estuvo constituida por pasturas y verdeos, cuya disponibilidad y parámetros de calidad medios se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Disponibilidad de forraje y composición química de las pasturas.

Estimador	Media	DS
Disponibilidad, kg MS/ha	2.670	462
Materia seca, %	29,5	7,2
DIVMS ¹	70,3	10,6
FDN ¹	40,1	5,2
PB ¹	17,1	5,5

¹ Expresado como % de la MS; DS Desvío estándar; DIVMS= digestibilidad *in vitro* de la MS, FDN= fibra detergente neutro; PB= proteína bruta.

El tenor promedio de MS de los silajes utilizados fue de 32,1 % ($\pm 6,6$) con una digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) del orden de 63,4 % ($\pm 5,6$), un contenido de 55,4 % ($\pm 7,1$) de fibra detergente neutro (FDN) y de 8,6 % ($\pm 0,9$) de proteína bruta (PB).

En el Cuadro 2 se presenta el efecto de la suplementación con silajes de planta entera sobre la ganancia de peso y el consumo de bovinos para carne. Los valores observados en el cuadro

representan la diferencia promedio entre los animales suplementados y el grupo control, estimada mediante el test t de Student para medias apareadas. Además se presenta el desvío estándar así como el valor máximo y mínimo para cada una de las variables analizadas.

La suplementación con silajes de planta entera de maíz o sorgo produjo una reducción en el consumo de pastura o verdeo (CP) ($P < 0,01$), sin afectar el consumo total de materia seca (CTMS) de los animales ($P < 0,56$) (Cuadro 3). El coeficiente de sustitución (CS) promedio calculado ($CS = (CP \text{ del control} - CP \text{ del suplementado}) / \text{consumo de suplemento}$) fue de $0,75 \pm 0,16$ kg MS de forraje por kg de MS de silaje, para un rango de suplementación que osciló entre 0,8 y 3,9 kg de MS por animal y por día.

La carga resultó significativamente superior ($P < 0,01$) en los tratamientos suplementados con silajes (Cuadro 2), no habiendo reducciones en las ganancias diarias de peso vivo (GPV) ($P < 0,91$). Por ello es de esperar una mejora en la producción de carne por hectárea, por efecto de la suplementación.

El efecto de la suplementación sobre el aumento de la carga animal y la ganancia de peso vivo, en relación a los animales control, se presenta en la Figura 2. Los valores observados en la figura representan la diferencia promedio (expresada en porcentaje) entre los animales suplementados y el grupo control, estimada mediante el test t de Student para medias apareadas.

En la Figura 2 se observa que a partir de

Cuadro 2. Efecto de la suplementación con silajes de planta entera (maíz o sorgo) sobre la ganancia de peso, consumo y carga animal en bovinos para carne. ⁽¹⁾

Estimador	n	Media	DS	Mín	Máx	P<
GPV, kg/día	17	-0,004	0,03	-0,25	-0,21	0,91
CTMS, kg MS/día	14	-0,124	0,21	-1,23	1,30	0,56
CTP, kg MS/día	8	-2,185	0,41	-4,37	-0,90	0,01
Carga, cab/ha	6	3,25	0,8	1,5	6,9	0,01

⁽¹⁾ Los valores representan la diferencia promedio entre los animales suplementados y los control, test t de Student para diferencias apareadas.

Fuente: Juan *et al.* (1996, 1997), Juan y Jouly (1998), Pavan *et al.* (1998), Pieroni *et al.* (1998), Pordomingo (1997, no publicado), Vogel *et al.* (1989) y Wales y Moran (1992).

GPV = ganancia diaria de peso vivo; CTMS = consumo total de materia seca; CTP = consumo total de pastura o verdeo; n = número de comparaciones; DS = desvío estándar; Mín = valor mínimo; Máx = valor máximo.

un mínimo de 12 % de silaje en la dieta hasta un máximo de 67 % (base MS), la carga puede ser incrementada desde 35,7 a 56,5 %, sin resentir la GPV, para un rango de concentración proteica del forraje base que va de 11,6 a 22,6 %. Debe quedar claro que a menor concentración proteica del forraje base, el porcentaje de suplemento a utilizar deberá ser menor, a fin de no generar raciones con tenores de PB inferiores al 12 % - mínimo recomendado en bovinos para carne en crecimiento/terminación- (NRC, 2000). Caso contrario, el uso de una fuente proteica sería necesario.

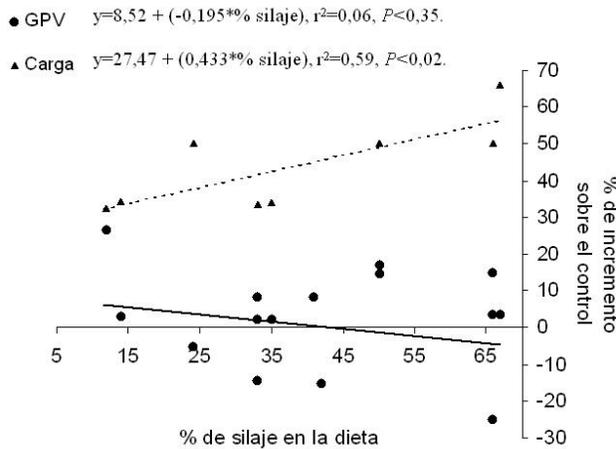


Figura 2. Respuesta a la suplementación con silajes de planta entera sobre la ganancia de peso vivo (GPV) y la carga animal en bovinos para carne en pastoreo.

(% de incremento sobre el control = (suplementado - control * 100) / suplementado

Del análisis de los trabajos revisados en lo que hace al ambiente y digestión ruminal, podemos concluir que la suplementación con silaje de maíz generó valores de pH ruminal de $7,01 \pm 0,4$, sin diferencias significativas con los

valores de $6,97 \pm 0,5$, registrados en los animales control que no recibieron suplementación (Cuadro 3).

Por otra parte, se detectó un efecto claro de la suplementación con silaje sobre la concentración ruminal de nitrógeno amoniacal (N-NH₃), la cual fue menor ($P<0,01$) en los animales suplementados (Cuadro 4). Sobre un total de 16 comparaciones analizadas, se registró una correlación negativa entre el porcentaje de silaje de maíz en la dieta y la N-NH₃ ($r = -0,68; P<0,01; n = 16$), siendo de 0,48 mg/dl la disminución en la N-NH₃ por cada unidad de incremento en el nivel de silaje de la dieta, para un rango de suplementación de 15 a 49 % (base MS) (Figura 3).

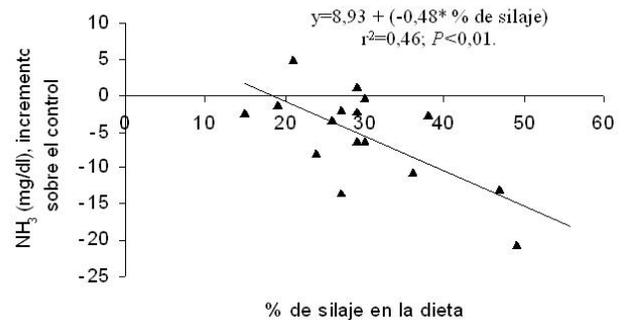


Figura 3. Relación entre el porcentaje de silaje de maíz en la dieta y la concentración ruminal de nitrógeno amoniacal en bovinos en pastoreo.

Esta disminución en la N-NH₃ en los tratamientos suplementados con silaje de maíz, puede ser explicada por la menor concentración proteica de la dieta total, ya que el silaje constituyó en promedio el 33 % de la dieta y su concentración proteica fue del 7,7 %, lo cual determinó una concentración proteica de la dieta total de 15,3 %, inferior en 4,6 puntos de la

Cuadro 3. Efecto de la suplementación con silaje de planta entera de maíz sobre el ambiente ruminal en bovinos para leche. ⁽¹⁾

Item	n	Media	DS	Mín	Máx	P<
pH	17	0,04	0,06	-0,40	0,50	0,49
N-NH ₃ , mg/dl	18	-10,2	3,58	-49,0	5,00	0,01
AGV, mmol/l	17	-5,55	3,71	-26,0	15,0	0,15
Ac:Pr	17	-0,10	0,05	-0,40	0,20	0,09

⁽¹⁾ Los valores representan la diferencia entre los animales suplementados y los control, test t de Student para diferencias apareadas. Fuente: Elizalde (1990), Moran y Croke (1993), Stockdale (1994a, 1994b, 1994c, 1997a, 1997b), Stockdale y Dellow (1995), Stockdale (1996) y Valk (1994).

CTMS= consumo total de materia seca; CTP= consumo total de pastura o verdeo; N-NH₃= concentración ruminal de nitrógeno amoniacal; AGV= concentración ruminal de ácidos grasos volátiles; Ac:Pr = relación entre los ácidos acético y propiónico.

registrada en los animales que consumieron 100 % pasturas o verdeos (19,9 % PB). Cuando menor es la concentración proteica de la dieta total o el consumo de nitrógeno, menor será la N-NH₃ (Stockdale, 1994c). Esto es muy importante tenerlo en cuenta y es en general lo que limita el nivel de inclusión de silajes de maíz o sorgo que uno puede hacer, ya que por debajo de 12 % de proteína en la dieta total estaríamos limitando la performance individual, en especial en animales jóvenes con altos requerimientos proteicos.

La concentración total de ácidos grasos volátiles (AGV) no fue diferente entre tratamientos (P<0,15), registrándose una tendencia a la disminución de la relación acético: propiónico (Ac: Pr). Enfocado en la producción de carne, una Ac: Pr igual o menor a 3:1 sería necesaria para lograr la máxima eficiencia en ganancia de peso (Elizalde y Santini, 1992). La tendencia (P<0,09) al incremento en la proporción de ácido propiónico en relación al acético registrada al suplementar con silaje de maíz, sería recomendable ya que el ácido propiónico es un precursor gluconeogénico que permitiría una mayor producción de glucosa a nivel hepático, aumentando la relación insulina: somatotrofina, estimulando la lipogénesis. Además esta mayor producción de glucosa, abastecería del glicerol necesario para la fijación de grasa, permitiendo así una mejor terminación. Orientar la fermentación ruminal hacia la formación de ácido propiónico resulta ventajosa tanto en novillos en crecimiento como en terminación, ya que del 43 al 67 % del carbono usado para la síntesis hepática de glucosa, proviene de dicho ácido (Huntington, 1997). De esta manera los aminoácidos gluconeogénicos quedarían libres pudiendo expresar así su capacidad aminogénica (síntesis de proteína) y con ello se mejoraría la ganancia de peso de animales en crecimiento.

Finalmente en la medida que con buenas prácticas de manejo logremos potenciar la calidad del forraje en pastoreo como así también del silaje producido, el nivel de inclusión de uno u otro componente de la dieta dependerá de cual sea el factor limitante para una ganancia de peso objetivo. En el caso de un silaje de maíz o sorgo sin dudas lo es la proteína.

Debe quedar claro que para no afectar la performance individual al suplementar en pastoreo, la calidad del suplemento a utilizar debe al menos equipararse con la calidad del recurso base (pasto). De no ser así e independientemente del nivel proteico de la dieta estaremos comprometiendo las ganancias de peso. En este sentido debemos conocer que hoy por hoy en algunos sitios estamos bastante lejos de lograr silajes de alta calidad que nos permitan altos niveles de suplementación (Cuadro 4), ya que si vemos el cuadro siguiente con 61 puntos de digestibilidad no podemos pensar en altas performances si el silaje se incluirá en altos niveles de la dieta.

Esto explica el porqué hoy por hoy las mayores respuestas al suplementar con silajes en pastoreo siguen estando en la carga y no en las performances individuales. En la medida que logremos mejorar la calidad de los silajes (acercándonos a 70 puntos de digestibilidad) podremos comenzar a pensar en mejoras no solo en carga sino también en performances individuales.

PUNTOS CLAVES A CONSIDERAR EN LA PRODUCCIÓN DE SILAJES DE CALIDAD

Tener un buen silaje es sinónimo de hacer todo bien desde un principio hasta el final, y ello implica tomar a la confección de silajes como un

Cuadro 4. Calidad nutritiva de silajes de maíz remitidos al laboratorio de INTA EEA Balcarce por productores de la Provincia de Buenos Aires (Schroeder *et al.*, 2000).*

Análisis	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Total
MS, %	31,4	33,8	31,0	31,4	33,0	31,2	31,7 ± 5,9
DIVMS, %	58,0	59,0	63,3	65,5	61,8	60,1	61,1 ± 5,1
MO	--	--	95,5	93,7	93,7	93,6	93,7 ± 1,3
PB	6,4	6,7	6,6	7,3	7,0	6,8	6,8 ± 1,2
CHS	--	11,5	--	--	--	9,1	10,3 ± 4,7
FDN	54,1	53,7	50,7	50,2	50,8	48,8	50,2 ± 6,3
FDA	--	28,6	28,2	29,9	29,3	27,3	28,3 ± 3,8
Almidón	16,3	14,7	10,9	14,2	16,6	18,9	17,4 ± 6,4

* Total de muestras analizadas en el período 1993-1998 = 454.

proceso que tiene etapas que ajustar, definir y monitorear. Uno de los primeros puntos críticos con que nos enfrentamos es que tipo de silaje vamos a confeccionar y a partir de que especie, por lo cual haré un simple comentario acerca de la especie forrajera a ensilar.

En general podemos decir que dentro del espectro de especies normalmente utilizadas para la producción de reservas forrajeras, el mercado nos ofrece un gran abanico de posibilidades en cuanto a rendimiento y calidad, sin dudas los dos factores normalmente puestos en la balanza de la toma de decisiones. Así desde alfalfa hasta sorgo o maíz, los semilleros ofrecen materiales de los más variados, y es aquí en dónde muchas veces la información es sesgada por un interés particular. Debido a ello es recomendable el uso de información imparcial para la toma de decisiones, información generada bajo igualdad de condiciones y con el rigor científico necesario. En este sentido publicaciones en las que participan diferentes empresas, campos experimentales o universidades siguen siendo las más útiles desde el punto de vista técnico.

Para dar algún ejemplo acerca de especies sobre las que se ha hecho hincapié en el presente congreso, para el caso de Alfalfa es

interesante rescatar evaluaciones como las realizadas por Romero y Ahorna (2003) en 25 cultivares en dos zonas diferentes durante tres años consecutivos, con diferencias más que notables en rindes entre zonas y cultivares (Cuadro 5).

De este cuadro surge claramente que para una misma área (Santa Fe, Argentina) las producciones son muy distintas de un cultivar a otro, con materiales que duplican a otros frente a idénticas condiciones de suelo y clima. Por otro lado es interesante ver la variación entre zonas, ya que el mismo material en condiciones de suelo y clima diferentes, puede rendir la mitad o menos; de aquí la importancia de trabajar con información zonal.

Por otro lado vayamos al caso del sorgo granífero, con información generada por Abdelhadi (2004a) con tres años consecutivos de ensayos y tres zonas de la provincia de Buenos Aires evaluadas (Cuadros 6 y 7).

Al igual que en el ejemplo anterior brindado para alfalfa, los cuadros 6 y 7 no hacen más que mostrar que la producción entre años, entre zonas y entre híbridos de sorgo granífero es variable y por ende será variable la elección

Cuadro 5. Producción acumulada durante tres años de evaluación de 25 cultivares de alfalfa en Argentina.

Ítem	Rafaela	Humbolt	Diferencia e/zonas
Rango, kg MS/ha	29.362 – 57.712	9.102 – 22.785	---
Media, kg MS/ha	49.830	16.510	33.320
Desvío estándar, kg MS/ha	4.944	2.467	3.435
Coeficiente de variación, %	10	15	10

Cuadro 6. Producción media (kg MV/ha) durante tres años de evaluación en Est. El Encuentro, pdo. Gral. Paz, Argentina.

Híbridos	2002	2003	2004	Media	DS
Ciclo corto	48.594	60.995	54.986	54.858	6.201
Ciclo intermedio	66.608	78.925	67.017	70.850	6.996
Ciclo largo	52.731	71.564	57.988	60.761	9.718
Media híbridos, kg MV/ha	55.978	70.495	59.997	62.156	7.496

Cuadro 7. Producción media (kg MV/ha) de sorgos graníferos en tres zonas de la Prov. de Buenos Aires.

Híbridos	Gral. Paz	Gral. Belgrano	Lobería	Media	DS
Ciclo corto	54.986	35.657	34.559	41.734	11.490
Ciclo intermedio	67.017	48.231	48.869	54.706	10.667
Ciclo largo	57.988	49.282	51.208	52.826	4.573
Media híbridos, kg MV/ha	59.997	44.390	44.879	49.755	8.873

del material para una u otra zona de un país.

Otro ejemplo, en este caso del maíz, tomando la información generada por Abdelhadi (2004a) evaluando diferentes materiales sileros disponibles en el mercado (Cuadro 8).

Además no podemos dejar de rescatar la evaluación realizada por Gutiérrez *et al.* (2003) sobre 17 híbridos de maíz para silaje en el sudeste bonaerense argentino, con rindes medios de 23.373 ± 2.057 kg MS/ha (21.075 a 27.825) y 16.192 ± 1.345 kg MS digestible/ha (14.628 a 18.545) e índices de cosecha de grano medios de 54 ± 4 % (45,9 a 50,5).

Por último no podemos dejar de hacer algún comentario acerca de la soja. La realidad es que son dos los momentos en los cuales se puede optar por ensilarla: en el estadio R2-R3 que sería entre floración y aparición de la vaina o en estadio R5-R6 que sería cuando la vaina ya está llena y ha comenzado a amarillear la primer hoja desde el suelo hacia arriba. Este momento de ensilado dependiendo de la zona influye más en el rendimiento que la variedad misma del cultivo, ya que en el primer caso los rindes apenas alcanzan el 50 % de los que podemos obtener en el estadio más tardío. Al respecto en el Cuadro 9, se adjuntan resultados ilustrativos obtenidos por Hudson Reid (Comunicación personal).

Como conclusión podemos decir que dentro de una especie tenemos una gran oferta de materiales para elegir en función de su

comportamiento en cada zona, pero debe quedar claro que no necesariamente el material más rendidor es el más adecuado para reservar. Si tomamos a la digestibilidad como parámetro para evaluar la calidad de un material (en el trabajo de Gutiérrez *et al.*, 2003, el más rendidor en kg MS/ha no fue el que más MS digestible generó). De ahí la importancia de saber que, como hay variación en cantidad también existe variación en calidad entre materiales disponibles en el mercado y para elegir correctamente hay que contar con la información lo más objetiva posible al respecto.

El momento ideal para la confección de una reserva determinada, estará en función de la categoría a quien va a ser destinada (maximizar calidad o rendimiento), ya que el objetivo de toda práctica de conservación de forraje es proveer alimento para el ganado con la menor pérdida de cantidad y calidad del forraje con respecto al material inicial.

Es por eso que elegida la especie forrajera a reservar, lo que sigue en importancia es la **elección del momento de confección de la reserva**, ya que si se parte de un material de baja calidad ninguno de los procesos de conservación descritos en el ámbito de este congreso, podrá mejorarla. Es así que cada cultivo que se va a reservar tiene un momento ideal, que no permite dar recomendaciones generales sino por el contrario cada uno debe ser considerado en forma independiente. Retomando algunas de las especies sobre las que se vino haciendo hincapié, veamos algunas

Cuadro 8. Producción media (kg MV/ha) de maíces sileros en la prov. de Buenos Aires.

Híbridos	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Media	DS
Morgan 369	55.536	42.230	48.767	48.844	6.653
Dekalb 780 Silero	61.500	62.500	62.000	56.300	1.846
Dekalb 790 Silero	51.349	47.078	49.262	49.230	2.135
Dekalb Silero 3	49.102	51.579	50.341	50.341	1.239
Media híbridos, kg MV/ha	52.611	49.759	51.166	51.179	1.426

Cuadro 9. Humedad, producción y composición en sojas para silaje.

Año	Humedad, %	Rendimiento, kg MS/ha	Composición
1999 n=3	72,9	9.871 (7.500-12.600) R5-R6	38,8 % tallo 18,8 % hoja 43,3 % vaina
2000 n=4	79,4	5.823 (5.500-6.300) R2-R3	49,5 % tallo 42,6 % hoja 7,8 % vaina

pautas generales:

Alfalfa. Sin dudas la reina de las forrajeras, adaptada al pastoreo y/o la producción de reservas. La alfalfa en un estado fenológico temprano, se caracteriza por brindar una alta calidad lo cual va en detrimento de la cantidad, mientras que el pensar en un corte tardío, resulta en mayor cantidad de forraje de una calidad poco aceptable (Figura 4).

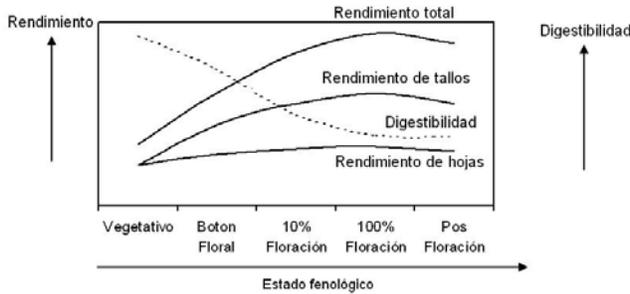


Figura 4. Representación esquemática de la variación en la calidad y cantidad de forraje producido por alfalfa con el avance de la madurez (Ackerly *et al.*, 2000).

El incremento en la producción y la disminución en la calidad a medida que la planta de alfalfa madura, es atribuido a cambios fisiológicos y morfológicos que ocurren en la relación hoja tallo y en la lignificación y elongación del tallo (Putnam *et al.*, 2000). Como se observa en la Figura 3, al avanzar en el estadio fenológico, la producción de hojas se mantiene relativamente constante siendo los tallos quienes más aportan a la producción total del cultivo.

Maíz. En el caso del maíz en particular, el silaje de planta entera puede tener similar digestibilidad (calidad) siendo solo planta verde sin grano, o cuando es una planta seca con grano (Figura 5). Esto ha sido ampliamente estudiado y uno de los trabajos referentes al respecto realizados por Bal *et al.* (1997), en donde se muestra que en el primer caso (planta con muy poco grano) la calidad se debe a una fibra de alta digestibilidad (planta verde) y en el segundo caso la mala calidad de la planta es compensada por el almidón del grano.

Soja. Como comentamos anteriormente el momento de ensilar soja es variable y depende del objetivo particular al que queremos apuntar con el silaje. Si de contenido proteico se trata, en los estadios tempranos de madurez con una planta con gran cantidad de hoja (Cuadro 9) rondaremos los 18-22 puntos de proteína y el cultivo debería tratarse como una leguminosa tradicional a la hora de ensilar (corte- pre-oreo). En caso de que además de un buen contenido proteico estemos buscando algo de aceite y sobre todo un buen rendimiento por ha, ensilar en R5-R6 sería el momento adecuado ya que estaríamos llevando al silo toda la producción de vaina (Cuadro 9). A continuación se presenta la Figura 7 con la evolución del estado de madurez en soja, resaltando los momentos anteriormente mencionados.

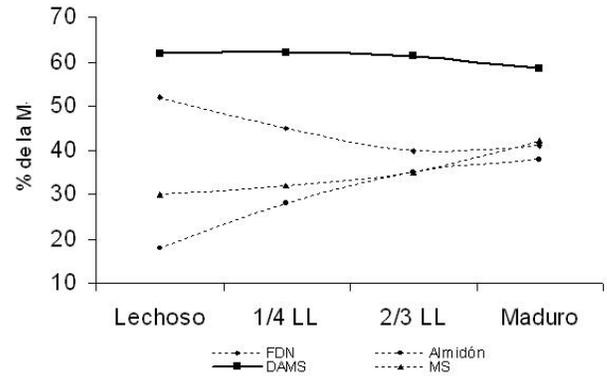


Figura 5. Variación en la calidad nutritiva de silajes de maíz en función del estado de madurez (Bal *et al.*, 1997). DAMS= digestibilidad aparente de la MS.

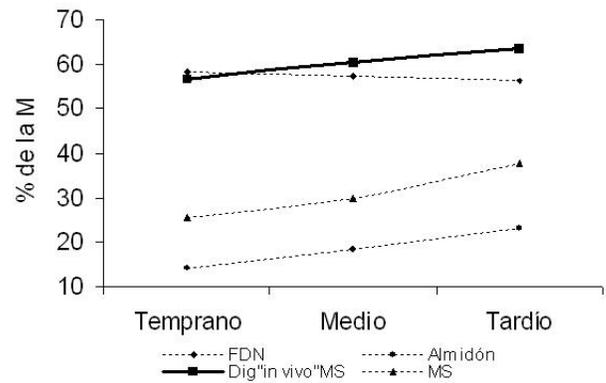


Figura 6. Evolución de la calidad nutritiva del sorgo granífero con el avance en el estadio de madurez (Bragachini *et al.*, 1997).



Figura 7. Evolución de la madurez en la planta de soja.

También existen situaciones en las cuales la decisión del mejor momento para confeccionar la reserva se aleja de la normalidad, y ello sucede por ejemplo ante una situación de sequía. Algunas consideraciones para sorgos y maíces en estrés hídrico (KSU, 2000):

- La calidad de los materiales rondará del 75 al 95 % de la calidad normal.
- El alto contenido de azúcares en tallo en parte compensará la menor cantidad de grano.
- La planta normalmente se verá muy seca, pero la humedad está en el tallo. El mejor momento sería ensilar con el 30-50 % de las hojas inferiores secas, ya que si ensilamos con mucha humedad estaremos perdiendo gran parte de los nutrientes solubles.
- En materiales secos la única forma de lograr una adecuada compactación es picando fino, y esto es clave para la eliminación del oxígeno y asegurarse una adecuada fermentación.

Como conclusión debemos decir que no importa cuanta hoja, tallo o grano tenga una planta de maíz, sorgo, soja o alfalfa, lo importante es conocer claramente, para el material en cuestión, cual es el momento óptimo para producir una determinada reserva, y además saber que dicho momento puede variar, por ejemplo de la mano del clima (importancia del seguimiento de los cultivos).

Elegida la especie a reservar y el momento óptimo para hacerlo, el siguiente punto crítico a tener en cuenta serían las **pérdidas de materia seca** que se producen durante la confección y el almacenamiento para los diferentes métodos de conservación (Figura 8).

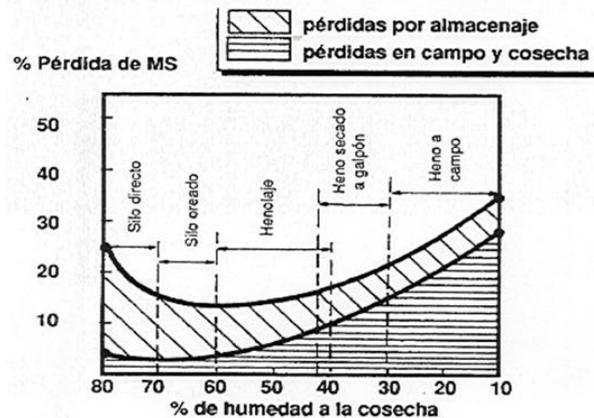


Figura 8. Proporción de las pérdidas de MS por cosecha y almacenaje para diferentes tipos de conservación (Hoglund, 1964, citado por Miller y Wedin, 1972).

En general en la medida que se incrementa el número de operaciones necesarias para la confección de la reserva (corte, hilerado, etc), las pérdidas son mayores. Las pérdidas típicas de MS para alfalfas henificadas, están en el orden del 25-30 % y se producen en su mayoría durante la confección, mientras que para el silaje se acepta una reducción en las pérdidas del 10 % respecto de la henificación (15 a 20 % del material inicial), y se producen en su mayoría en el silo (Frame *et al.*, 1998).

En el proceso de ensilaje hay fases y en cada una puntos críticos muy importantes a considerar:

- Fase pre-fermentativa (desde la cosecha al sellado), en donde son puntos críticos el tamaño de picado, la compactación, la tasa de llenado y el tapado o embolsado.
- Fase fermentativa (desde el sellado a la estabilización), en donde son puntos críticos la relación entre azúcares solubles y capacidad buffer de la especie a ensilar, y el tipo de bacterias que dominan el proceso de fermentación.
- Fase pos-fermentativa (de extracción), en donde son puntos críticos la tasa de extracción, el tiempo en contacto con el oxígeno, el desechar el material en mal estado.

Fase pre-fermentativa

Tamaño de picado. En realidad comenzaremos por aquí dado que lo referente a especie a reservar y momento óptimo para ello, ya fue desarrollado con anterioridad. En lo que respecta a tamaño de picado hay todo un mundo de información que apunta al efecto del tamaño de picado en la producción animal, mientras que en el ámbito de esta reunión sólo realizaré algunas consideraciones acerca del tamaño de picado y su influencia en el proceso de ensilaje. Básicamente podemos decir que un picado fino (6-12 mm) favorece el acomodamiento de partículas en el silo y con ello la eliminación de oxígeno. En situaciones en las cuales estamos trabajando con materiales muy secos, es sumamente importante reducir los tamaños de picado a fin de favorecer la compactación, mientras que cuando se trabaja con materiales verdes el tamaño de picado tiene menor importancia sobre la compactación y por ende la eliminación del oxígeno.

Algo interesante a tener en cuenta es que el uso de procesadores de grano “corn cracker en el caso del maíz”, reduce el tamaño de partícula en un 15 a 30 %, incrementando el consumo de energía por parte de la máquina en un 7 a 15 % (Schurig y Rodel, 1993; Roberge *et al.*, 1998). Esta reducción debe ser considerada, ya que una reducida distancia entre cuchillas sumada al uso de grain crackers pueden dar un material prácticamente pulverizado sin forma física. Importante es la homogeneidad de picado.

Compactación y tasa de llenado. Hay una relación directa entre tamaño de picado y compactación, en dónde es clave el contenido de agua del material ensilado. En líneas generales podemos decir que a menor tamaño de picado mayor compactación, o sea entrarán más kg de silaje por cada m³ de silo. Al respecto es ilustrativo el trabajo de Johnson *et al.* (2003), quienes en dos experimentos evaluaron entre otras cosas el efecto de diferentes tamaños de picado sobre la compactación en silajes de maíz (Cuadro 10).

Cuadro 10. Efecto del tamaño de picado sobre la compactación (medida en kg MV/m³).

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

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

Los factores que afectan la densidad de compactación no han sido dilucidados en un 100 %. Ruppel *et al.* (1995) reportaron que las pérdidas de MS en silos bunker de alfalfa disminuyen linealmente a medida que aumenta la compactación (Fig. 9). La ecuación que se muestra en la Figura 8 indica que el porcentaje de pérdida de MS (y) es igual a 28,65 % - (0,0529* la densidad de compactación lograda). Estos autores encuentran en el peso del tractor y el tiempo de pisado, dos de los factores más importantes a tener en cuenta.

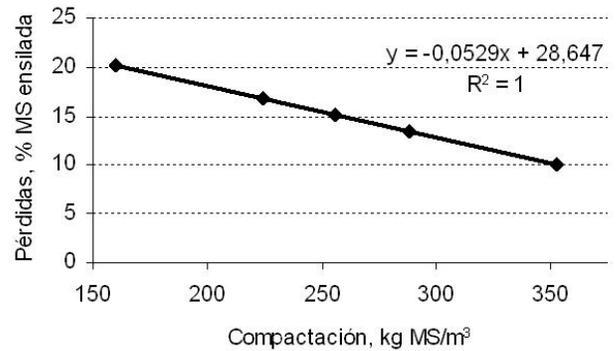


Figura 9. Efecto del nivel de compactación sobre la pérdida de MS en henolaje de alfalfa (Ruppel *et al.*, 1995).

En un relevamiento realizado en Wisconsin sobre 168 silos bunker llenos con silaje de maíz o henolajes (pasturas, alfalfa), Muck y Holmes (1999) reportaron variaciones muy importantes en los contenidos de humedad tanto de los silajes como de los henolajes, o sea materiales muy húmedos y otros muy secos, aunque la media para ambos casos se encuentra dentro de valores recomendados. Lo mismo con los niveles de compactación, con silos muy compactados y otros directamente sin compactar, con valores medios razonables (Cuadro 11).

Finalmente estos autores relacionaron a las buenas compactaciones con tiempos de pisado de 1 a 4 minutos por tonelada de MV y bajas tasas de llenado (menores a 30 toneladas de MV/hora). Por el contrario los peores silajes

Cuadro 11. Evaluación de 168 silos bunker en Wisconsin, USA.

Ítem	Henolajes (n=87)		Silaje maíz (n=81)	
	Media	Rango	Media	Rango
MS, %	42	24 - 67	34	25 - 46
Compactación, kg MV/m ³	592	208 - 976	688	368 - 960
Compactación, kg MS/m ³	237	106 - 434	232	125 - 375
Tamaño picado, mm	11,6	7,6-30,5	10,9	7,6-17,8

tuvieron pisados inferiores a 1 min/ton MV y tasas de llenado de 60 ton MV/h.

Como conclusión podemos decir que son claves en controlar la compactación y así minimizar las pérdidas de MS y nutrientes:

- tasa de llenado del silo = recomendado hasta 35 ton MV/hora.
- tiempo de pisado del tractor = ideal 1 a 3 minutos / 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 cm) a fin de que el 100 % sea pisado antes de que llegue el nuevo material al silo.

Tapado o embolsado. Desde hace ya tiempo sabemos que si no tapamos un silo perdemos y mucho, pero lamentablemente se toma al tapado como un costo más a la hora de confeccionar el silo sin saber que la factura al final se termina pagando y muy cara. Según Bolsen *et al.* (1993) si un silo permanece destapado las pérdidas en los primeros 30 a 90 cm excederán el 60 a 70 % de la materia seca allí contenida. En un silo tipo budín de 50 m de largo x 10 m de ancho x 1,8 m de altura, estas pérdidas pueden representar 17 al 50 % del total de la MS ensilada.

Para ilustrar el impacto del tapado sobre las

pérdidas en un silaje, a continuación discutiremos el trabajo de Holthaus *et al.* (1995) quienes analizaron 127 silos horizontales (bunker, puente) a lo largo de 4 años y estimaron las pérdidas de MO en dos profundidades: de 0 a 45 cm y de 45 cm a 90 cm. Como una forma indirecta de medir pérdidas se evaluaron los contenidos minerales de los materiales, considerando que en un silaje bien preservado tenemos 95 % de materia orgánica (MO) y 5 % de minerales (que permanecen constantes). Por ejemplo si la muestra tenía 45 % de MO la cuenta daría $45/95 = 47,4$ % de materia orgánica remanente y 52,6 % de pérdida (Cuadro 12). De la totalidad de los silajes estudiados, el 96 % eran de maíz o sorgo forrajero y sólo un 18 % se encontraba sellado con polietileno.

Los altos valores de pH en los primeros 45 cm de los silajes analizados, muestran claramente el deterioro al que están expuestos los materiales que no son tapados. Este deterioro expresado como pérdida de MO, 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 silaje, ya que entre 45 y 90 cm en los materiales tapados se obtuvo un menor pH y una menor pérdida de la MO ensilada. Por último los incrementos en el porcentaje de MS de los materiales sin tapar son prueba cierta de que

Cuadro 12. Efecto del cultivo y sellado sobre el contenido de MS, pH y pérdidas de MO en silajes de maíz y sorgo a dos profundidades de muestreo.

Ítem	% MS		pH		% MO pérdida	
	0 a 45 cm	45 a 90 cm	0 a 45 cm	45 a 90 cm	0 a 45 cm	45 a 90 cm
Efecto principal						
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
Maíz						
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
Sorgo						
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

esos silo siguieron en combustión por más tiempo, consumiendo nutrientes y como resultado final pierden agua (quedan con más MS) y CO₂ que se evapora.

Como conclusión podemos decir que por no tapar perdemos mucho y eso simplemente se debe a la presencia de O₂: “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; pero dependiendo del volumen de material a ensilar y forma de suministro, el embolsado es también una buena alternativa. 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.

Fase fermentativa

Relación entre azúcares solubles y capacidad buffer. Las características que definen la buena aptitud de un cultivo para ser ensilado son el nivel de substratos fermentables en forma de carbohidratos solubles (CHS), la capacidad buffer (CB) y el contenido de materia seca (McDonald *et al.*, 1991). Estas propiedades se pueden resumir en lo que se conoce como coeficiente de fermentabilidad, $CF = \% \text{ de materia seca} + 8 \text{ (CHS/CB)}$, índice cuyo valor debe ser mayor que 45, para que las probabilidades de obtener un silaje de buena calidad sean altas (Weissbach, 1996). En la medida que disminuye la relación CHS/CB del forraje, el porcentaje de MS mínimo necesario para lograr un silaje anaerómicamente estable (que no permita el desarrollo de flora indeseable) aumenta (Fig. 10). La alfalfa se encuentra en el extremo más dificultoso para lograrlo ya que por tener una baja relación CHS/CB (alta capacidad buffer), el contenido de MS debe ser muy alto (40 %) y para lograr este valor se debe recurrir al premarchitado, con lo cual pasa a ser un henolaje, tal como se comentó anteriormente.

En el otro extremo de la figura se encuentran los cultivos como el sorgo y maíz, con alto contenido de azúcares y baja capacidad buffer (alta relación CHS/CB), lo cuales son muy fáciles de ensilar y pueden dar un silo

anaerómicamente estable con bajos contenidos de MS al momento del ensilado.

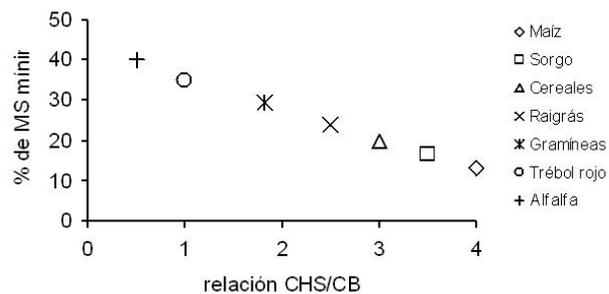


Figura 10. Relación entre el porcentaje de materia seca mínimo y la relación CHS/CB, para lograr un silaje anaerómicamente estable en diferentes especies (Weissbach, 1996).

Finalmente, esta relación es intrínseca de cada especie pero determinante de la facilidad con que podemos acidificar y conservar un cultivo (los CHS son el combustible para que las bacterias produzcan ácido y la CB lo que frena la acidificación).

Tipo de bacterias que dominan el proceso de fermentación. Una vez puesto el nylon y cortado el ingreso de O₂, en los silajes comienza una fermentación bacteriana que a partir de azúcares produce ácidos que finalmente reducen el pH (acidifican el material) y así el silo se estabiliza. De la duración del proceso fermentativo, dependerá la cantidad y calidad de silaje que logremos, y ello se debe ni más ni menos a la cantidad y tipo de ácidos generados, que a su vez son consecuencia de cantidad y tipo de bacterias presentes en el material al momento de ensilar.

Entre la flora autóctona, las bacterias deseables que son las lácticas están en baja concentración (100 UFC/g de cultivo en pie) con lo cual la fermentación se torna ineficiente dando por cada molécula de azúcar fermentada 1 molécula de ácido láctico y otros derivados.

A diferencia de ello, cuando utilizamos un inoculante bacteriano lo que hacemos es aumentar de 100 a 100.000 UFC (1.000 veces) la población de bacterias lácticas y ello junto con enzimas que degradan azúcares estructurales a

compuestos solubles (combustible para las bacterias) hacen que el tiempo de fermentación necesario para estabilizar el silo se reduzca marcadamente, debido a que la producción de ácido láctico se incrementa notablemente (por cada molécula de azúcar en un material inoculado se generan 2 moléculas de ácido láctico). Como resultado del uso de inoculantes, internacionalmente se han reportado mejoras tales que son pocos los técnicos o contratistas que en el mundo no recomienden su aplicación. Desde hace dos años evaluando la inoculación de sorgos y maíces, encontramos que estas mejoras en calidad y cantidad también se pueden lograr en nuestro país.

Aprovechando el trabajo de un contratista del Pdo. de Cnel. Brandsen (Buenos Aires, Argentina) y gracias al apoyo de la empresa Alltech, decidimos evaluar el uso de inoculantes en sorgo granífero con destino a silaje de panojas en dos estado de madurez, y en sorgo granífero y maíz con destino a silaje de planta entera.

En todos los casos medimos la recuperación de MS y la calidad de los materiales pre-ensilados (PRE), pos-ensilados (POS) y luego de una exposición al aire de tres días a partir de la apertura de los silos (PEA), triste realidad en el campo. A continuación se presenta el Cuadro 13 con los resultados obtenidos en lo que hace a recuperación de materia seca (esto es de la MS ensilada, cuanto quedó utilizable al momento de abrir los silos, o sea 60 días pos ensilado en estos trabajos).

Como se observa en Cuadro 13, el uso del inoculante permitió en el caso de silaje de panojas de sorgo en estado grano lechoso y silaje de planta entera de maíz, recuperar un extra de alrededor de 5 % de MS. Imagínense en un material de 15 a 20.000 kg MS/ha ese porcentaje equivale a 750 – 1.000 kg MS que no perdemos por hectárea ensilada. A continuación se presenta la Figura 11 en donde se observa el efecto del

uso o no del inoculante sobre la calidad nutritiva del silaje de panojas de sorgo.

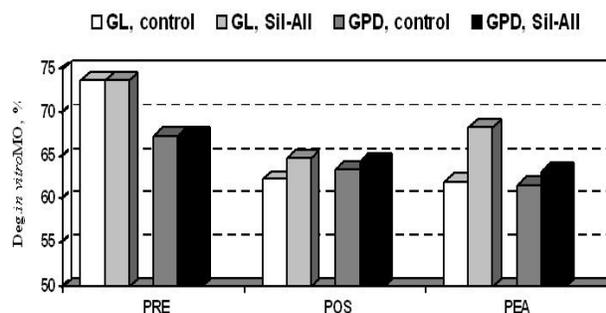


Figura 11. Degradabilidad *in vitro* de la materia orgánica de sorgo granífero ensilado en estados grano lechoso (GL) o grano pastoso-duro (GPD), con o sin el agregado de Sil-AII (Abdelhadi, 2004 a, b).

Deg.= degradabilidad; MO= materia orgánica; PRE, POS y PAE= material pre-ensilado, pos-ensilado y pos-exposición al aire por tres días.

Claramente se observa el efecto del inoculante en mejorar la degradabilidad del silaje de panojas de sorgo independientemente del estado de madurez. Del resto de los parámetros de calidad evaluados, encontramos tendencias al incremento en el contenido de MS y a la disminución en el contenido de FDN y N-NH3 por el uso de inoculante, en especial en el sorgo ensilado en el estadio más temprano.

A continuación se presenta la Figura 12 con los resultados de calidad de silajes de planta entera de maíz y sorgo granífero inoculados o no.

Aquí nuevamente encontramos un marcado efecto positivo del inoculante en mejorar la degradabilidad de los silajes. Además el uso del inoculante tendió a incrementar los tenores de MS y PB y a disminuir el contenido de N-NH3 y FDN en los materiales utilizados (sorgo

Cuadro 13. Recuperación de MS (%) en silajes de panoja de sorgo y silajes de planta entera de sorgo y maíz sometidos o no a la acción de Sil-AII (Abdelhadi, 2004b).

Tratamiento	Silaje panojas sorgo grano lechoso	Silaje panojas sorgo grano pastoso-duro	Silaje planta entera Sorgo granífero	Silaje planta entera Maíz
Control	92,4± 0,9 b	93,1 ± 5,2	92,1 ± 2,5	94,5 ± 3,3 b
Sil-AII	97,9 ± 1,8 a	89,7 ± 3,9	95,1 ± 5,6	99,6 ± 0,1 a

* valores seguidos de letras diferentes (a, b) difieren entre filas.

MS2 y maíz M369, ambos híbridos de Morgan).

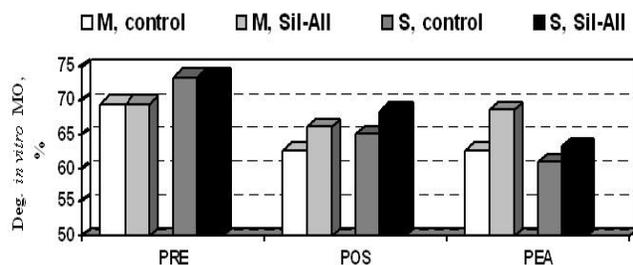


Figura 12. Degradabilidad *in vitro* de la materia orgánica de maíz (M) o sorgo granífero (S) ensilados con o sin el agregado de Sil-AII (Abdelhadi, 2004a).

A continuación se presenta la Figura 13 con el efecto de la inoculación bacteriana sobre la degradabilidad *in vitro* de la MO en silajes de soja.

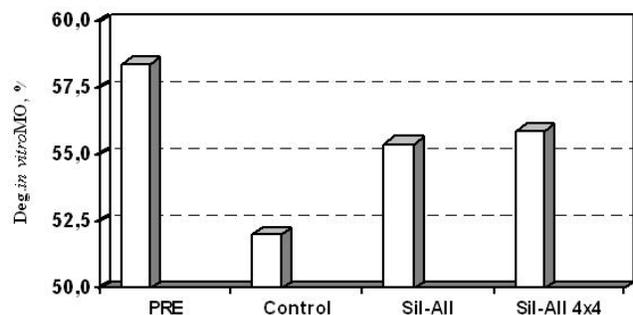


Figura 13. Degradabilidad *in vitro* de la materia orgánica de soja ensilada con o sin el agregado de Sil-AII. (Abdelhadi y Tricarico, 2005).

Deg.= degradabilidad; MO= materia orgánica; PRE = material pre-ensilado, Control = material sin inocular, Sil-AII o Sil-AII 4x4 = material inoculado con 10 g inoculante bacteriano/ton MV.

Por otro lado la inoculación en soja nos permitió una mejor calidad fermentativa del silaje confeccionado, lo cual se desprende del menor pH y contenido de NH₃-N obtenidos en los tratamientos inoculados.

Como conclusión podemos decir que independientemente del cultivo hay un importante efecto del inoculante sobre la recuperación de MS, con lo cual perdemos un 5 % menos del material ensilado. Y a ello debemos sumar la mejora en promedio en degradabilidad lograda de 2,4 puntos en los materiales pos-ensilados y de

4,1 puntos en los materiales pos-exposición al aire (lo más común para nuestros planteos), y esta mejora es sobre el 100 % del material ensilado y no sólo sobre la MS recuperada.

Fase pos-fermentativa

Tasa de extracción y tiempo en contacto con el oxígeno. Aquí es sumamente importante conocer que en 24 horas de exposición al aire, en la cara extracción de un silaje podemos perder el 3 % de la MS/día (Woolford, comunicación personal). Para evitar estas pérdidas la clave está en diagramar el tamaño del silo en función de la tasa de extracción y no hacer un silo gigante y luego ver a quién se lo damos.

La clave está en la remoción diaria de la cara expuesta, la cual durante otoño–invierno debería ser de 15-30 cm/día mientras que cuando aumenta la temperatura ambiente se recomiendan remociones de 45 cm/día (Bolsen, 2002). Vamos a una forma de cálculo práctico:

- Requerimientos del rodeo a suplementar = 2.700 kg MV/día (150 vacas x 18 kg MV/cab/día).
- Compactación lograda normalmente por mi contratista: 600 kg MV/m³.
- Requerimientos diarios = 2.700/600 = 4,5 m³/día.
- Tasa de remoción sugerida para otoño–invierno = 15 cm/día.
- Altura normal para un silo forma de budín = 1,8 m.
- Incógnita ¿largo del frente de extracción? = 4,5 m³ / (0,15 m x 1,8 m) = 16,6 m.

Estas son las dos medidas que en este caso tenemos que respetar, 16,6 m de ancho y 1,8 m de altura, porque con ello removiendo 15 cm/día de la cara expuesta obtenemos los 4,5 m³ de silo necesario para el rodeo del ejemplo.

Para conocer el tamaño final que tendrá el silo nos falta saber el ancho del budín, el cual estará determinado por la cantidad de hectáreas a ensilar y el rinde. Supongamos que nuestro silo será de 5 ha y lo haremos con un maíz de 40 t MV/ha, en total tendremos un silo de 200.000 kg

MV = 333 m³ (200.000/600). Entonces la cuenta sería: 333 m³ / (16,6 m largo x 1,8 m alto) = 11,1 m ancho.

Este razonamiento de cálculo lo podemos aplicar a cualquier situación, siempre y cuando pensamos en silos bunker, puente, y grandes rodeos a suplementar; porque no debemos olvidar que otra opción es la bolsa, en dónde sabemos que podemos guardar 4 t MV/m lineal lo cual sería 200 t MV en una bolsa de 50 m (todo dependerá de la remoción diaria y cantidad de has a ensilar).

Desechar el material en mal estado. El sellado con nylon y cubiertas no es 100 % efectivo y superficialmente siempre encontramos pérdidas (excepto en sellados perfectos, con inoculación manual en superficie y utilizando una cubierta al lado de la otra). Descartar ese material en mal estado no es una práctica común en los campos, lo cual atenta contra las respuestas productivas que podemos esperar al utilizar estos silajes. Whitlock *et al.* (2000) hicieron un muy buen trabajo al respecto en Kansas con novillos fistulados y utilizando un silo bunker de maíz al cual dejaron sin tapar para lograr pérdidas usuales en la superficie del mismo. Luego plantearon 4 dietas experimentales a base de silaje (90 % de la dieta) siendo el 10 % restante un suplemento proteico más núcleo vit-min. Según la proporción de silaje en la dieta los tratamientos fueron: a) 100 % silaje normal, b) 75 % normal: 25 % en mal estado, c) 50 % normal: 50 % en mal estado, y d) 25 % normal: 75 % en mal estado (Cuadro 14). La calidad de silaje obtenida fue: pH 3,9 y 4,79; % MS 38 y 36,4; % MO 94,7 y 90,9; % Almidón 22,3 y 24,3; % PB 6,9 y 9,9; % FDN 42,6 y 48,9; % FDA 23,4 y 31; para silaje normal y en mal estado, respectivamente.

La inclusión de silaje en mal estado en las dietas, tuvo un efecto negativo sobre el consumo

y la digestión de nutrientes. Por último, Hoffman y Ocker (1997) evaluaron el efecto de utilizar ensilaje de grano húmedo de maíz bien conservado y aeróbicamente deteriorado en vacas en lactancia media. El resultado fue una caída en producción de 2,9 l/v/día por utilizar silaje en mal estado respecto de las que consumieron alimento fresco.

CONCLUSIÓN

Como conclusión podemos decir que los silajes efectivamente constituyen una herramienta insustituible para estabilizar la oferta forrajera y con ello la producción animal, pero debemos poner mucha atención en aquellos detalles que hacen a la calidad, ya que si se nos escapan estaremos afectando el valor nutritivo del silaje en su conjunto, lo cual indudablemente repercutirá negativamente sobre la producción de carne o leche. En esos mínimos detalles es donde encontraremos las grandes diferencias.

REFERENCIAS

- Abdelhadi, L.O., Santini, F.J and Gagliostro, G.A. 2001. Suplementación con silajes de planta entera a bovinos en pastoreo: efectos sobre la producción y el ambiente ruminal (Revisión Bibliográfica). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 21 (3-4): 147-158.
- Abdelhadi, L.O. 2004a. Sorgos y maíces: rendimiento y calidad de materiales con destino a la producción de silajes. Boletín técnico preparado para Monsanto – Dekalb Argentina, entregado en la reunión a campo realizada en el Est. El Encuentro, 11 de Marzo de 2004.
- Abdelhadi, L.O. 2004b. Evaluating inoculants for forage crops in Argentine beef and milk grazing systems: Effects on silage quality and system profitability. *In* Lyons, T.P.

Cuadro 14. Efecto del nivel de silaje en mal estado sobre el consumo de MS y la digestibilidad de nutrientes.

Dieta	A (100)	B (75:25)	C (50:50)	D (25:75)
Consumo, kg MS/cab/día	7,9 a	7,3 b	6,9 bc	6,6 c
Digestibilidad, %				
MO	75,6 a	70,6 b	69,0 b	67,8 b
PB	74,6 a	70,5 b	68,0 b	62,8 c
FDN	63,2 a	56,0 b	52,5 b	52,3 b
FDA	56,1 a	46,2 b	41,3 b	40,5 b

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

- and Jacques, K.A., eds. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Alltech 20th Annual Symposium, Nicholasville, KY, USA. Pp.171-177.
- Abdelhadi, L.O. 2005. Maíz y soja: dos cultivos Roundup Ready que se pueden ensilar juntos. *Rev. Producir XXI* 13 (166): 3.
- Abdelhadi, L.O. y Tricarico, J.M. 2005. Effects of bacterial inoculation on fermentation, chemical composition and degradability of sorghum by-product and whole-plant soybean silages. ASAS – ADSA Joint Annual Meeting, Cincinnati, Ohio, USA.
- Abdelhadi, L.O., Santini, F.J and Gagliostro, G.A. 2005. Corn silage or high moisture corn supplements for beef heifers grazing temperate pastures: Effects on performance, ruminal fermentation and in situ pasture digestion. *Animal Feed Science and Technology* 118 (1-2): 63-78.
- Abdelhadi, L.O. and 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.
- Ackerly, T., Putnam, D. y Orloff S. 2000. Quantifying the yield/quality tradeoff. Proceedings of the 29th National Alfalfa Symposium and 30th California Alfalfa Symposium. Las Vegas, Nevada. P. 197.
- Agnusdei, M.G. y Marino, M.A. 2005. Producción y Utilización del pasto. Aspectos que deben conciliarse en una ganadería pastoril y competitiva. In Seminario técnico de forrajes 2005: Claves para una ganadería rentable y sustentable en un escenario productivo diferente. Complejo Paseo de La Plaza, sala Pablo Neruda, Buenos Aires. Pp. 177-194.
- Bal, M.A., Coors, J.G. y 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.
- Bolsen, K.K., Dickerson, J.T., Brent, B.E., Sonon Jr., R.N., Dalke, B.S., Lin, C.J. y Boyer Jr. J.E. 1993. Rate and extent of top spoilage in horizontal silos. *J. Dairy Sci.* 76: 2940-2962.
- Bolsen, K.K. 2002. Bunker silo management: Four important practices. Research and Extension Service, Department of Animal Science and Feed Industry, Kansas State University, Manhattan, KS. Pp.1-5.
- Bragachin, I.M., Cattani, P., Ramírez, E. y Ruiz, S. 1997. Silaje de maíz y sorgo granífero. *Cuad. Act. Tec. N° 2. INTA EEA Rafaela.* Pp. 122.
- De León, M. 1998 a. Evaluación de Panicum maximum y Cenchrus ciliaris bajo pastoreo en el norte de Córdoba. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18 (Supl.1): 174.
- De León 1998 b. Producción y calidad forrajera de Chloris gayana y Cenchrus ciliaris bajo pastoreo en el norte de Córdoba. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18 (Supl.1): 175-176.
- Elizalde, J.C. 1990. Suplementación con silo de maíz en vacunos en pastoreo de avena, ambiente ruminal y dinámica de la digestión. Tesis M.Sc. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce. 110 pp.
- Elizalde J.C. y Santini, F.J. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos durante el período otoño-invierno. EEA INTA Balcarce. Boletín técnico 104. 27 pp.
- Frame, J., Charlton, J.F.L. y Laidlaw, A.S. 1998. Temperate forage legumes: chapter 3 "Lucerne (syn. Alfalfa)". CAB International, London, UK. P. 107.
- Gutiérrez, L.M., Castaño J., Viviani Rossi, E. y Weilenmann de Tau, M.E. 2003. Evaluación de híbridos de maíz para silaje. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23 (Supl.1): 226-227.
- Hoffman, P.C. y Ocker, S.M. 1997. Quantification of milk yield losses associated with feeding aerobically unstable high moisture corn. *J. Dairy Sci.* 80 (Supl.1): 234.
- Holthaus, D.L., Young, M.A., Brent, B.E. y Bolsen, K.K. 1995. Losses from top spoilage in horizontal silos. *Kansas Agric. Exp. Sta. Rpt. of Prog.* 727: 59-62.
- Huntington, G.B. 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J Anim. Sci.* 75: 852-867.
- Jhonson, L.M., Harrison, J.H., Davidson, D., Mahanna, W.C. y 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.

- Juan, N.A., Pordomingo, J.A. y Jouli, R.R. 1996. Efecto del uso de grano, silaje y heno como complemento de pastoreo de avena en engorde de novillos. 20° Congreso Rev. Arg. Prod. Anim. 16 (Supl. 1):
- Juan, N.A., Jouli, R.R. y Pordomingo, J.A. 1997. El silaje como sustituto parcial de verdeo de invierno para engorde de vaquillonas a campo. Rev. Arg. Prod. Anim. 17:
- Juan, N.A. y Jouli, R.R. 1998. Silaje de sorgo granífero y verdeo de avena para invernada a campo. Rev. Arg. Prod. Anim. 18 (Sup.1):
- Kansas State University (KSU) 2000. Management of drought – stricken corn and sorghum for silage. Research and Extension Service, Department of Animal Science and Feed Industry, Manhattan, KS.
- MacDonald, P., Henderson, A.R. y Heron, S.J.E. 1991. The Biochemistry of Silage. Chapter 2: Crops for Silage. Chalcome publications, Great Britain. Pp. 19-80.
- Miller, H.F. y Wedin, W.F. 1972 Equipment for harvesting, storing and feeding. In Hanson, C.H., ed. Alfalfa Science and Technology. Agronomy Monograph N° 15. ASA, CSSA, SSA, Madison, Wisconsin, USA. Pp. 575-599.
- Moran, J.B. y Croke, D.E. 1993. Maize silage for the pasture-fed dairy cow. 5. A comparison with wheat while grazing low quality perennial pastures in the summer. Aust. J. of Exp. Agric. 33: 541-549.
- Muck, R.E. y Holmes, B.J. 1999. Factors affecting bunker silos densities. In The XII International Silage Conference, Uppsala, Sweden. Pp. 278-279.
- NRC, 2000. Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition. National Academy Press, Washington, DC.
- Pavan, E., Santini, F.J. y van Olphen, P. 1998. Suplementación de vaquillonas en pastoreo de avena con silaje de maíz y dos fuentes nitrogenadas. Rev. Arg. Prod. Anim. 18 (Sup. 1):
- Pieroni, G., Melani, G. y Peralta, R. 1998. Suplementación con silaje de maíz a novillos en terminación sobre verdes de avena. Rev. Arg. Prod. Anim. 18 (Sup.1):
- Pordomingo, J.A. 1997. Intensificación a través de los forrajes conservados en los sistemas de ciclo completo (Resumen). *In* Primer Congreso Nacional sobre producción intensiva de carne. Buenos Aires.
- Putnam, D., Orloff, S. y Ackerly, T. 2000. Agronomic practices and forage quality. In Proceedings of the 29th National Alfalfa Symposium and 30th California Alfalfa Symposium. Las Vegas, Nevada. P. 183.
- Roberge, M.P., Savoie, P. y Norris, E. 1998. Evaluation of a crop processor in a pull-type forage harvester. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 41 (4): 967-972.
- Romero, L., Giordano, J. y Bruno, O. 1995. Efecto del acondicionamiento mecánico sobre la tasa de secado de la alfalfa para heno. INTA PROPEFO, Hoja Informativa N° 4, Rafaela.
- Romero, L., Ahorna M.S. 2003. Evaluación de cultivares de alfalfa en dos localidades: Rafaela y Humbolt (Comunicación). Rev. Arg. Prod. Anim. 23 (Supl. 1): 111.
- Ruppel, K.A., Pitt, R.E., Chase, L.E. y Galton, D.M. 1995. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. J. Dairy Sci. 78: 141-153.
- Schroeder, G.F., Elizalde, J.C., Fay, J.P. 2000. Caracterización del silaje de maíz producido en la provincia de Buenos Aires. Rev. Arg. Prod. Anim. 20 (3-4): 161-177.
- Stockdale, C.R. 1994a. Persian clover and maize silage. 1. Silage as a supplement for lactating dairy cows offered herbage of different quality. Aust. J. of Exp. Agr. Res. 45: 1751-1765.
- Stockdale, C.R. 1994b. Persian clover and maize silage. 2. Effects of variations in clover and silage consumption on the productivity of dairy cows at various stages of lactation. Aust. J. Agric. Res. 45: 1767-1782.
- Stockdale, C.R. 1994c. Persian clover and maize silage. 3. Rumen fermentation and balance of nutrients to lactating dairy cows. Aust. J. Agric. Res. 45: 1783-1798.
- Stockdale, C.R. y Delow, D.W. 1995. The productivity of lactating dairy cows grazing white clover and supplemented with silage. Aust. J. Agric. Res. 46: 1205-1217.
- Stockdale, C.R. 1996. Substitution and production responses when lactating dairy cows graze a white clover pasture supplemented with maize silage. Aust. J. of Exp. Agr. 36: 771-776.

- Stockdale, C.R. 1997a. Supplements improve the production of dairy cows grazing either while clover or paspalum-dominant pastures in late lactation. *Aust. J. of Exp. Agr.* 37: 295-302.
- Stockdale, C.R. 1997b. Influence of energy and protein supplements on the productivity of dairy cows grazing white clover swards in spring. *Aust. J. of Exp. Agr.* 37:151-157.
- Valk, H. 1994. Effects of partial replacement of herbage maize silage on N-utilization and milk production of dairy cows. *Livestock Production Science* 40: 241-250.
- Vogel, G.J., Phillips, W.A., Horn, G.W., Ford, M.J. y McNew R.W. 1989. Effects of supplemental silage on forage intake and utilization by steers grazing wheat pasture or bermudagrass. *J Anim. Sci.* 67: 232-240.
- Wales, W.J. y Moran, J.B. 1992. Maize silage for beef production. Neville Varcoe's beef property "Killamont" and Kyabran research centre, Northern Victoria.
- Weissbach, F. 1996. New developments in crop conservation. In *Proceedings of the XIth International Silage Conference*, University of Wales, Aberystwyth. P. 11.
- Whitlock, L.A., Wistuba, T., Siefers, M.K., Pope, R.V., Brent, B.E. y Bolsen, K.K. 2000. Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of corn silage-based rations. *Kansas Agric. Exp. Sta. of Prog.* 850: 22-24.