

# 10. MAÍZ PARA SILAJE

**Jorge R. Carrete y Omar Scheneiter**

Estación Experimental Agropecuaria Pergamino  
INTA

## Indice

Introducción .....	221
Composición morfológica de la planta de maíz .....	221
Calidad del forraje al momento de la cosecha .....	222
Aspectos agronómicos del maíz para silaje .....	225
<i>Densidad de plantas a cosecha</i> .....	225
<i>Altura de cosecha</i> .....	227
<i>Momento de cosecha</i> .....	228
Caracterización del valor nutritivo de los silajes elaborados en la región pampeana .....	231
Utilización del silaje de maíz en la alimentación animal .....	232
Bibliografía .....	233



## Introducción

La utilización del silaje de planta entera de maíz creció de manera significativa desde la década de los noventa, como consecuencia de la importante adopción de tecnología que significó la intensificación de los sistemas ganaderos pastoriles y dadas las ventajas que reporta su uso cuando se lo compara con otros forrajes conservados. Se estima que la superficie destinada a silaje de maíz supera las 700.000 ha.

Se trata de un forraje esencialmente energético, ya que su tenor proteico es bajo y poco variable. Su calidad nutritiva depende del contenido de grano y de la calidad del resto de la planta, razón por la cual interesa conocer no sólo el índice de cosecha sino también la proporción de los distintos componentes morfológicos, los cuales presentan calidades intrínsecas diferentes.

## Composición morfológica de la planta de maíz

La relación fuente/destino, previamente descrita en este libro (ver capítulo de Ecofisiología), determinada por el genotipo, el ambiente y el manejo, define la fitomasa aérea, la proporción de grano, y el contenido de carbohidratos no estructurales solubles (CNES) en los tallos.

En trabajos realizados en Pergamino (Rimieri y col., 1997 y Scheneiter y col., 1997) donde se evaluaron híbridos de diferente ciclo, desde semiprecozes a tardíos, se encontraron diferencias significativas, entre otras características, en la producción de materia seca total y en su partición de la misma (Cuadro 1). Se observó, además, una correlación positiva entre

duración del ciclo y rendimiento total de materia seca y una correlación negativa entre largo del ciclo y materia seca aportada por la mazorca.

Cabe aclarar que el cuadro 1 sólo muestra las principales características de cada grupo, pudiendo existir híbridos dentro de cada uno que presenten un comportamiento diferencial. En aquellos híbridos de ciclo largo sensibles al fotoperíodo o con marcada protandria, se produce una acentuada disminución en la proporción de mazorca que resiente la calidad del silaje.

Existe una relación inversa ( $r = -0,95$ ) entre contenido o peso seco de mazorca y el peso seco de tallo + hoja, de modo que los híbridos con mayor contenido de mazorca tiene menor peso seco correspondiente a la fracción tallo+hoja. Los extremos están representados por el grupo semiprecoz y semitardíos.

Micheloud y col. (1997), al evaluar 15 cultivares de maíz de ciclo intermedio, observaron que la proporción de materia seca aportada por los distintos componentes morfológicos de la planta varió entre híbridos, con valores máximos y mínimos de 29,7 y 22 % de hoja, 28 y 18,9 % de tallo, 7,6 y 4,2 % de chala, 8,9 y 6,2 % de marlo y 43,2 y 28,8 % de grano.

El rendimiento en grano puede verse afectado por fuente o por destino, según que las circunstancias ambientales adversas se den durante la floración (destino) o durante el llenado de los granos (fuente). A medida que se reduce el índice de cosecha, se incrementa la proporción hoja + tallo y se afecta la composición química de los tallos al alterar la distribución de los CNES y la relación CNES / almidón por removilización, resintiéndose la calidad del silaje.

Bajo condiciones experimentales, una reducción de 0; 33; 66, y 100 %, en el número de granos fijados por unidad de superficie, por impedimento de la polinización, condujo a una

Ciclo	Producción (t MS/ha)	Mazorca (%)	Tallo (%)	Hoja + Chala (%)
Semiprecoz	13.3	61.8	19.4	18.8
Normal	14	52.4	26.2	21.4
Semitardío	16.4	24.5	42.1	33.4

**Cuadro 1.** Producción y partición de la materia seca promedio de 18 híbridos, durante la campaña 1996/97 agrupados según tres ciclos.

Fuente: Rimieri y col., 1997

reducción significativa en el rendimiento total de biomasa y a un incremento en la biomasa del componente tallo (Dalla Valle y col. 1998a). Sin embargo, no tuvo efecto sobre el contenido de Proteína Bruta (PB) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) del silaje, ni sobre la calidad fermentativa, aunque aumentó la proporción de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>). Los silajes con más grano, presentaron mayor contenido de carbohidratos no estructurales y menor proporción de N-NH<sub>3</sub> (Dalla Valle y col. 1998b).

Como veremos más adelante, la densidad de siembra y el momento de cosecha son factores que alteran la producción y proporción de los distintos componentes morfológicos.

En un estudio realizado por Scheneiter y Carrete (1998), donde se evaluaron híbridos de maíz para silaje, a través de los años, se observó interacción genotipo x ambiente significativa en la producción de materia seca total y en la proporción de mazorca. Esto es coincidente con lo señalado por Argillier y col. (1997), quienes a su vez observaron que la variación causada en la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica y de la fibra cruda, por la interacción genotipo x ambiente (año o localidad) fue marcadamente menor a la variación debida al genotipo, y que en un ambiente determinado, el valor nutritivo del genotipo determina el valor del silaje y por ende, la respuesta animal.

## Calidad del forraje al momento de cosecha

Al igual que el resto de las especies forrajeras, la calidad de la planta de maíz se reduce hacia la madurez como consecuencia de un incremento en el contenido e indigestibilidad de la pared celular, siendo compensado dicho efecto por el almidón aportado por los granos (Van Soest, 1994). Di Marco y col. (2000) evaluaron la digestibilidad *in vivo* del forraje ensilado en tres momentos de cosecha (emergencia de espigas, grano lechoso y media línea de leche), concluyendo que la madurez del cultivo no afectó la digestibilidad de la materia seca, dado que el aumento en el contenido de almidón fue acompañado de una disminución de la misma magnitud en la

digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN).

Las condiciones climáticas previas a la floración pueden inducir grandes diferencias en la digestibilidad del forraje que podrán ser más o menos modificadas de acuerdo con las condiciones ambientales durante la etapa de fijación y llenado de los granos. Así, la digestibilidad puede aumentar, disminuir o permanecer constante. Los dos factores ambientales de mayor incidencia son la humedad y la temperatura. Cuando la temperatura es moderada y la humedad no es limitante se produce un rápido llenado de los granos que mejora la relación CNES / pared celular, y por ende se incrementa la digestibilidad del forraje. Por el contrario, frente a deficiencias hídricas o temperaturas bajas, el llenado de los granos es más lento y se realiza, en gran medida, a partir de los carbohidratos sintetizados antes de la floración y acumulados en el tallo, afectando la digestibilidad. Según algunas determinaciones efectuadas, la contribución particular de los azúcares del tallo al llenado de los granos puede oscilar entre 0 y 44%.

Altas temperaturas desde el estado de 7 a 8 hojas hasta el llenado de los granos incrementan la deposición de pared celular y su indigestibilidad (Andrieu, y col., 1993). La menor digestibilidad del forraje observada a altas temperaturas es el resultado de la combinación de un incremento en la lignificación de la pared celular y de un aumento de la actividad metabólica de la planta, que reduce el nivel de metabolitos en el contenido celular y acelera la conversión de fotosintatos a componentes estructurales (Van Soest, 1994).

El estado de madurez de la cosecha tiene influencia sobre los contenidos de pared celular y almidón. Andrieu y col. (1993) reportaron una alta correlación negativa entre contenido de almidón y celulosa bruta ( $r = -0,82$ ) o fibra detergente ácida ( $r = -0,85$ ). El contenido de almidón aumenta con la madurez, mientras que la pared celular que se incrementa con el avance del ciclo, declina desde el estado de grano lechoso a media línea de leche, para luego estabilizarse o declinar (Johnson y col., 2002). Sin embargo, Cabon (1996), analizando la evolución de la composición de la planta en relación con el contenido de materia orgánica libre de almidón durante el período de

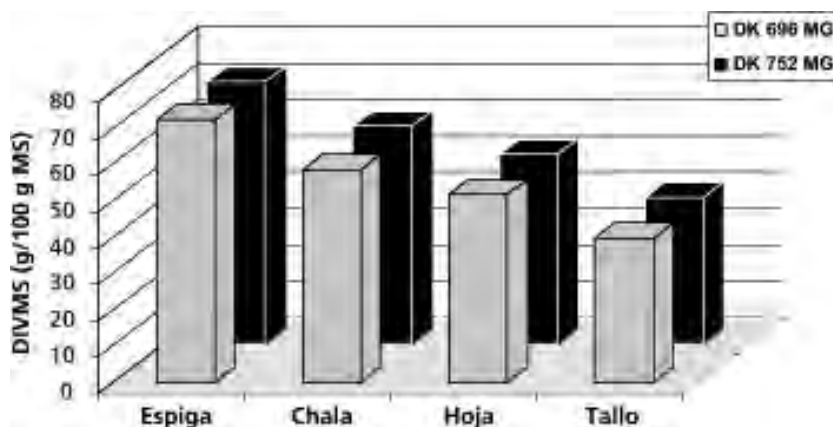
llenado de los granos, observó un tenor estable de fibra detergente ácida y proteína bruta, con un ligero incremento en la FDN y una reducción en el tenor de CHS, concluyendo que los factores ambientales (temperatura y humedad) juegan un rol importante en las diferencias observadas entre genotipos.

Con respecto a la degradabilidad de la MS y de la FDN, Ferrero y col. (2000) observaron, al analizar la calidad del silaje en tres estados fenológicos (grano lechoso, media línea de leche y madurez fisiológica), que el avance de la madurez no afectó la degradabilidad de la FDN de la planta entera, pero por el contrario, la fracción degradable y la velocidad de degradación de la MS aumentaron por el aporte de los granos, sin afectar la degradabilidad de la planta debido a una disminución de la fracción soluble.

Carrete (2002), en un estudio que abarcó 16 híbridos comerciales, observó diferencias de magnitud entre híbridos extremos, en los contenidos de FDN ( $51,9 \pm 4,9$  y  $72,5 \pm 1,0$  g/100g MS) y pared celular indigestible (FDNI) ( $26,0 \pm 1,6$  y  $38,3 \pm 2,0$  g/100g MS) y las DIVMS ( $57,5 \pm 1,1$  y  $66,0 \pm 1,0$  g/100g MS) y de la pared celular (DFDN) ( $37,2 \pm 4,1$  y  $59,0 \pm 1,3$  g/100g MS) de la planta libre de espiga (grano + marlo). Por otra parte, se registró una alta correlación entre DIVMS y DFDN (0,84;  $P < 0,001$ ) y FDNI (-0,95;  $P < 0,001$ ), mientras que la correlación entre FDN y FDNI o DFDN fue de mediana a baja (0,37;  $P < 0,0088$  y 0,48;  $P < 0,0005$  respectivamente). Al respecto, Andrieu y col. (1993), señalaron que la pared celular de la planta de maíz es no sólo diferente (menor contenido de celulosa y mayor

relación hemicelulosa /celulosa) sino también menos variable, permaneciendo su lignificación casi constante por el efecto de dilución del grano. Por otra parte, la digestibilidad de la FDN, es casi independiente de su contenido en la planta y mucho menos relacionada con su grado de lignificación. Según estos autores, la digestibilidad de la pared celular en el maíz es menor que en otras gramíneas (aproximadamente 10 puntos porcentuales) y puede variar de acuerdo con Allen y Oba, 1996 (citados por Schroeder y col., 2000), en un rango de 25 a 60 g/100g MS. Las digestibilidades de la pared celular de la planta, determinadas por Carrete (2002) resultaron inferiores a las señaladas por Andrieu y col. (1993) en evaluaciones realizadas *in vivo*. Contrariamente a lo esperado, no se observó correlación entre las DIVMS de la «planta» y de la planta entera («planta»+ espiga). Sin embargo, la correlación entre contenido de FDNI y DIVMS de la planta entera fue negativa y significativa (-0,30;  $P < 0,037$ ), pero de escasa magnitud, cuando se la compara a la evaluada *in vivo* por Andrieu y col. (1993), quienes hallaron una fuerte relación entre digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica y fibra detergente neutra indigestible ( $r = 0,981$ ).

Estos cambios en la digestibilidad y en la composición química de la planta entera están asociados, no sólo a cambios a nivel celular y de los tejidos sino también a variaciones que se producen en la proporción de los distintos componentes morfológicos, los cuales presentan calidades intrínsecas diferentes (Figura 1).



**Figura 1.** Digestibilidad *in vitro* de la materia seca de la espiga, chala, hoja y tallo en dos híbridos comerciales de maíz (Carrete y Ceconi, 2001).

Micheloud y col. (1997), al evaluar 15 cultivares de maíz de ciclo intermedio, registraron valores máximos y mínimos de DIVMO de la hoja de 60,16 y 52,04 g/100g MO, tallo 59,73 y 37,93 g/100g MO, y chala 71,08 y 56,13 g/100g MO, respectivamente.

Di Marco y Aello (2003) analizaron la degradabilidad ruminal a las 24 hs., que es el tiempo promedio de retención de los silajes para su digestión en el rumen, registrando valores de 45, 25 a 30 y de 90 g/100g MS, para hoja/chala, tallo/marlo y grano respectivamente.

En el año 1924 se describió por primera vez en los EE.UU., la mutación nervadura marrón (bmr). Los genotipos con esta mutación se caracterizan por exhibir una pigmentación marrón-rojiza de la nervadura central de la hoja, visible en la planta al estado de 5 a 6 hojas. Si bien se conocen 4 genes (bmr1, bmr2, bmr3 y bmr4), el más estudiado es el bmr3. Los genotipos que lo contienen se caracterizan por presentar menor contenido de lignina y mayor digestibilidad, consumo y tasa de digestión que sus correspondientes versiones con el genotipo salvaje o normal, aunque presentan un pobre comportamiento agronómico. No obstante, Barrière y Arguillier (1993) han sugerido que podrían obtenerse genotipos bmr3 tan buenos como los normales, siempre y cuando se parta de líneas de alto valor agronómico y se utilicen métodos adecuados de selección.

El tallo constituye el componente morfológico de menor valor alimenticio. Su composición química y calidad varía a lo largo del mismo. La porción por debajo de la inserción de la espiga presenta menor contenido de materia seca, pero su aporte a la materia seca total del tallo es mayor que la de la porción superior (Rojas, 1999). Por otra parte cuanto más abajo se encuentra un entrenudo, mayor es el contenido de lignina y éteres de ácido ferúlico en la pared celular, y menor el contenido de ésteres del mismo ácido. Rimieri y col. (2001) observaron que la relación tallo superior/tallo inferior estuvo cercana al 80/20% y que los tallos inferiores presentaron mayor degradabilidad efectiva, contenido de material soluble y velocidad de degradación. Asimismo, éstos presentaron menor contenido de FDN, FDA y PB y mayor DIVMS y CHS que los tallos superiores, aunque la digestibilidad de su FDN fue inferior. Esto es coincidente con

lo señalado por Alessandro y col. (2001). Estas diferencias pueden explicarse a partir de la acumulación de carbohidratos de reserva en la porción inferior del tallo y la proporción y calidad de las dos fracciones que lo integran: corteza y médula. Según Di Marco y Aello (2001) la proporción de médula/corteza en el tercio inferior del tallo, es de 75/25 con calidades notablemente diferentes (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Calidad de la médula y corteza del tallo de maíz, al estado de grano pastoso.

Sección	g/100g MS
<b>Médula</b>	
FDN	43.7
Almidón	9.1
CHS	53.2
DIVMS	67.8
<b>Corteza</b>	
FDN	68.8
DIVMS	35.0
Degradabilidad 24 hs	31.9

Fuente: Di Marco y Aello, 2001.

La menor degradabilidad de los tallos se ve acentuada por el tamaño de picado y su efecto sobre la velocidad de tránsito por el rumen, que, según Di Marco y Aello (2001), puede ser inferior a 24 horas.

Alessandro (2002) encontró gran variabilidad genética para la calidad de los tallos, la cual estuvo influenciada por la estrategia de acumulación y translocación de asimilados, de modo que los genotipos con mayor acumulación y menor translocación de material soluble fueron los de mayor calidad. También sugirió que se podría mejorar la calidad del tallo sin necesidad de cambios en la estructura de la planta ni afectar el rendimiento de materia seca. Una mejora en la digestibilidad de la fibra permitiría incrementar la concentración energética del silaje y el consumo con la consecuente mejora en la performance animal.

A diferencia del tallo, el grano constituye el componente morfológico de mayor valor nutritivo. Aunque el almidón contenido en ellos es casi totalmente digerido en el tracto gastrointestinal

de los rumiantes, la tasa y la extensión de la fermentación ruminal varía con el tipo de grano y procesado del mismo. Los distintos tipos de granos (dentado, semidentado, flint, etc.) se diferencian por las proporciones relativas de amilosa y amilopectina, la forma y el tamaño de sus gránulos de almidón; la estructura proteica en los cuales están embebidos, y por sus características físicas. Esto determina diferencias en los sitios de digestión y por ende en la naturaleza, en la magnitud y proporción de nutrientes liberados al organismo animal (ácidos grasos volátiles en el rumen y en el ciego-colon y glucosa en el intestino delgado) y en la eficiencia energética alcanzada. La textura del grano juega un rol importante en la degradación ruminal. Se ha reportado mayor tasa de desaparición del almidón en cultivares con endosperma harinoso respecto de aquellos que contenían endosperma córneo. La vitreosidad es mayor en los híbridos tipo flint que en los dentados y ésta estuvo relacionada con el tenor de proteína. El endosperma harinoso tiene una matriz proteica más delgada que el córneo, lo cual resulta en un ligero menor contenido de proteína. La vitreosidad en los granos se incrementa con la madurez y decrece la digestibilidad ruminal del almidón (Philippeau y Michalet Doreau, 1997). Adicionalmente los tipo flint presentan mayor proporción de partículas gruesas, mayor densidad aparente y menor superficie específica. En el trabajo de Philippeau y col. (1999), donde se evaluaron 14 híbridos, la degradabilidad efectiva de la materia seca presentó una media de 55,8 g/100g MS (oscilando entre 51,9 y 71,5), en los híbridos dentados y de 42,3 g/100g MS (oscilando entre 39,7 y 45,3) en los de tipo flint. Estos mismos autores determinaron que el 88,5 % de la variación en la degradabilidad del almidón estuvo asociada con la vitreosidad y que la predicción más exacta de la degradabilidad se obtuvo considerando vitreosidad, densidad aparente y peso de mil granos ( $r^2 = 0,97$ ).

Johnson y col. (2002) observaron que el procesamiento mecánico del grano en el momento de la cosecha, afectó el valor nutritivo, el tamaño de partícula y la densidad del silaje de planta entera. La proporción de granos enteros en el silaje no procesado explicó el 62% de la variación en la digestibilidad total del almidón,

la cual decrece en la medida en que éstos se incrementan. A un determinado grado de vitreosidad, la digestibilidad del almidón fue mayor en las vacas alimentadas con silaje procesado.

En el Cuadro 3 se resume la producción de forraje por unidad de superficie, y la calidad de la planta entera de maíces para silaje evaluados en la EEA Pergamino y cosechados entre media y un cuarto de línea de leche.

**Cuadro 3.** Valores promedios y desvíos estándares de producción y calidad de la planta entera y el tallo, de maíces para silaje, obtenidos en la EEA Pergamino durante el período 1995– 2002.

Parámetro	Nº de muestras	Promedio ± D.E.
Producción (t M S /ha)	102	17,47 ± 3,44
M S (g/100 g M húmeda)	102	34,02 ± 2,68
(g/100g M S)		
Mazorca	102	50,52 ± 8,29
DIVMD	80	63,71 ± 3,8
FDN	68	51,07 ± 5,12
PB	53	7,11 ± 0,65
DIVMS Tallo	29	46,37 ± 3,74

Fuente: Carrete, 2002.

## Aspectos agronómicos del maíz para silaje

Dada la necesidad de reducir el costo por unidad de nutriente y lograr un producto de mejor valor nutricional, es necesario maximizar la producción y calidad del forraje por unidad de superficie. Esto implica, entre otros factores, tener en cuenta una correcta elección del híbrido, época y densidad de siembra, fertilización, control de malezas y cosechar el forraje en el momento adecuado.

### Densidad de plantas a cosecha

Se ha sugerido que la densidad óptima de plantas de maíz puede diferir según el destino sea la producción de granos o forrajes, siendo mayor para este último caso. Por ejemplo, estudios realizados en el extranjero indican rendimientos máximos de grano con densidades entre 74.000 y 79.000 plantas/ha<sup>-1</sup> mientras para producción de forraje los valores correspondientes son de 81.500 a 100.000 plantas/ha<sup>-1</sup>. En adición a

lo anterior, los híbridos responderían de manera diferencial a la densidad, dado que los nuevos híbridos pueden ser más tolerantes al estrés por mayores densidades de plantas que los más antiguos. Además de la producción de forraje, existen antecedentes que indican una reducción de la calidad (medida en términos de DIVMS) a muy altas densidades de plantas (cuando se evaluó un rango de 18.500 a 143.300 plantas  $ha^{-1}$ ).

### 1. Tamaño de las plantas y producción de materia seca.

Desde el punto de vista morfológico, el aumento de la densidad de plantas a cosecha provoca invariablemente una disminución del diámetro del tallo.

El aumento de la densidad de plantas afecta la producción de materia seca. En aquellos casos en que se detectó respuesta positiva, en San Vicente y Cañuelas, Bertoia y col. (1994) determinaron un aumento del 18 % en la producción de materia seca cuando las densidades se elevan desde 60.000 a 100.000 plantas  $ha^{-1}$ . En Pergamino, incrementos de 45 y 50 % (un aumento de entre 2,1 y 2,7 pl  $m^{-1}$ ) se tradujeron en aumentos de 14 a 18 % en producción de forraje, mientras en Balcarce, Dalla Valle y col. (1999), determinaron un aumento del 16 % en la acumulación de biomasa cuando pasaron de 70.000 a 110.000 plantas  $ha^{-1}$ .

En general, estas respuestas positivas se han manifestado con condiciones de humedad muy favorables para el desarrollo del cultivo. Sin embargo, si las condiciones ambientales durante

parte del cultivo no fueron satisfactorias, puede no haber relación entre densidad de plantas a cosecha y acumulación de biomasa, como se observa en la Figura 2, para las condiciones ambientales de los ensayos denominados Pergamino 1 y 2, mientras que para el resto de los ensayos, se observa una relación lineal con un incremento medio de 0,91 t MS  $ha^{-1}$  por cada aumento de 10.000 plantas  $ha^{-1}$  en el rango de 66.000-120.000 plantas  $ha^{-1}$ .

### 2. Partición de la materia seca.

Tradicionalmente se consideró importante para valorar nutritivamente al silaje la cantidad de grano que éste contenía. De allí que en los ensayos realizados en el país se midiera la proporción de mazorca en relación con los cambios en la densidad de plantas. Los resultados muestran que este carácter puede ser poco afectado, aunque las diferencias entre sitios y años en el contenido de mazorca pueden ser muy importantes.

La interacción híbrido por densidad en el porcentaje de mazorca y de tallo encontrada en algunos ensayos realizados puede reflejar la diferente adaptación de los híbridos al estrés poblacional.

### 3. Calidad de la planta.

Según la mayoría de las evaluaciones realizadas en nuestro país, la DIVMS puede ser similar para distintas densidades de plantas. Sin embargo, algunos ensayos evidenciaron que esta variable disminuyó con altas densidades, aunque dependió del híbrido (Scheneiter y Carrete, 1999).

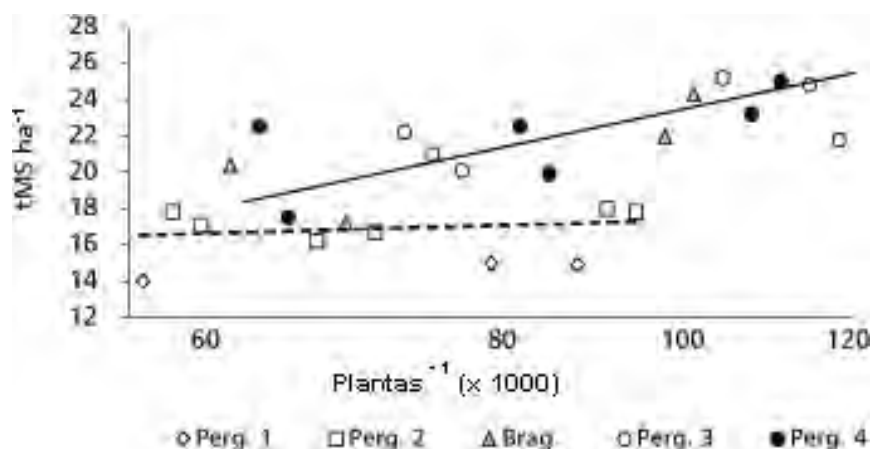


Figura 2. Producción de forrajes con distintas densidades de plantas a cosecha.



En Rafaela y en Balcarce tampoco se observaron diferencias importantes en distintos parámetros químicos (DIVMS, PB, FDN y FDA) entre densidades de siembra de 57.100, 85.700 y 114.300 plantas ha<sup>-1</sup> (Romero y col., 1994) y 70.000, 90.000 y 110.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Dalla valle y col., 1999), respectivamente.

Trabajos recientes en EE.UU. revelan una caída en la DIVMS por aumento de la densidad de plantas equivalente a una disminución de 0,35% de DIVMS por cada aumento de 10.000 plantas en la densidad. Estos cambios en la digestibilidad van acompañados por un aumento en el contenido e indigestibilidad de la FDN. Sin embargo, no en todos los sitios evaluados se observó una respuesta de este tipo.

#### 4. Comentarios finales.

En el rango de las densidades de plantas evaluadas en estos ensayos, el efecto más importante fue un aumento de la producción de materia seca, del orden del 10 al 20 %, para incrementos en la densidad de plantas del 25 al 50 %, a partir de densidades de 60-70.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Este aumento es obtenido en años con precipitaciones superiores a la media histórica y es acompañado por una reducción en el diámetro del tallo. Tanto los componentes morfológicos de la planta (expresados como porcentaje de mazorca, tallo u hoja sobre el total cosechado) como las variables de calidad fueron levemente afectados por cambios en la densidad de plantas y, cuando esto ocurrió, estuvo asociado a otros factores (híbridos o dosis de nitrógeno).

## Altura de cosecha

En nuestro país, el maíz para silaje se cosecha extensivamente a una altura baja, la cual deja muy poco material remanente, con el objetivo de obtener el mayor volumen posible de forraje cosechado.

El aumento de la altura a la cual se cosecha el cultivo modifica la composición morfológica del material cosechado al disminuir el aporte relativo del tallo y aumentar el de la mazorca, que son los componentes morfológicos más importantes del cultivo. Por su parte, la calidad puede verse afectada al aumentar la digestibilidad y disminuir el contenido de fibra (Dalla Valle y col., 1999). En adición, la composición morfológica de la planta es variable entre híbridos (Rimieri y col., 1997) y cambia con el avance de la madurez del cultivo (Carrete y Scheneiter, 1998), por lo cual sería posible que el efecto de la altura de corte sobre la producción y calidad del cultivo cambie según estos factores.

### 1. Producción y partición de la materia seca con distintas alturas de cosecha

El porcentaje de materia seca en planta aumenta a medida que se eleva la altura de cosecha. Puede existir, además, un efecto combinado entre momento y altura de cosecha, ya que las diferencias en porcentaje de materia seca de la planta se acentúan con el avance de la madurez del cultivo (Figura 3). Este comporta-

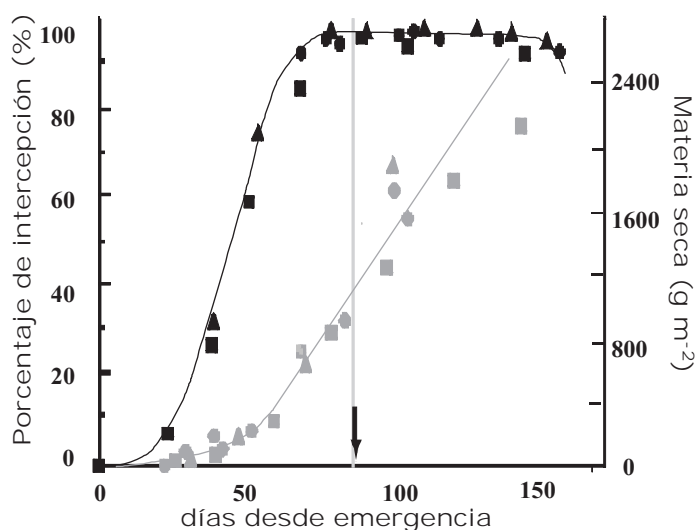


Figura 3. Porcentaje de materia seca en planta con tres alturas y en tres momentos de cosecha.

miento responde a los cambios en la composición morfológica que experimenta la planta con el avance de la madurez (aumenta la proporción de estructuras reproductivas y disminuye las de sostén y foliar) y la distinta acumulación de agua que contienen estas partes, puesto que la mazorca puede presentar el doble de porcentaje materia seca con respecto al tallo en madurez fisiológica.

Estas diferencias en contenido de humedad con distintas alturas de cosecha pueden tener implicancias prácticas en el momento de confeccionar el silo, debido a los problemas de compactación que puede presentar un material cosechado tarde y a mayor altura. La cosecha de forraje se reduce con la altura de picado, disminuyendo entre un 10 y 15 % el volumen cosechado cuando se eleva la altura de cosecha en dos nudos sucesivos como lo evidenciaron dos ensayos realizados en la EEA INTA Pergamino (Cuadro 4).

## 2. Calidad de la Planta

La calidad de la planta puede resultar en algunos casos diferente con distintas alturas de cosecha. De este modo, se han detectado casi 4 unidades porcentuales menos de DIVMS con cosecha baja en relación con cosecha alta. No se han observado diferencias en el porcentaje de pared celular entre alturas de cosecha.

En Rafaela, Romero y Bruno (1998) proponen aumentar la altura de cosecha para mejorar la calidad del forraje en maíz. Estos autores midieron que pasando de una altura de corte de 10-15 cm a 45-50 cm tenían una disminución de 25 % de producción, pero con sustanciales aumentos en la calidad (67 % de DIVMS).

En Balcarce, Dalla Valle y col. (1999) hallaron que desde el punto de vista de la calidad del forraje, el aumento de la altura de picado se justificaría en cortes tardíos (un cuarto a no línea de leche) debido a que en cortes tempranos no se observan diferencias apreciables en calidad.

## 3. Comentarios finales.

El efecto de la altura de cosecha sobre la producción y calidad del maíz para silaje depende de varios factores, como el ambiente, el híbrido, el momento de cosecha y sus interacciones. Elevar la altura de cosecha desde el nudo 1 al nudo 3, en cualquier momento de cosecha, implica disminuir entre un 4 a un 15 % de forraje, entre el nudo 3 y el 5 entre un 10 y un 20 % y entre el nudo 1 y el 5, entre un 20 y un 25 % de forraje. El efecto de la altura de corte sobre la calidad del silaje puede depender del híbrido y del momento de cosecha. En cosechas tardías existe una mayor digestibilidad con una altura elevada de cosecha. En cortes tempranos puede haber mayor digestibilidad del silaje, en algunos híbridos, con mayor altura de cosecha, mientras en momentos intermedios la altura de cosecha no afectaría mayormente la calidad del forraje. Las variaciones en producción de materia seca digestible se asemejan a las de producción de biomasa, siendo mayor en cortes tardíos con menor altura de cosecha y menor en cortes tempranos con mayor altura de cosecha.

## Momento de cosecha

El momento en que se cosecha el cultivo de maíz para silaje puede afectar la producción de forraje, la composición morfológica de la planta,

**Cuadro 4.** Producción de forraje con tres alturas de cosecha.

Altura de cosecha			
Ensayo 1		Ensayo 2	
cm	t MS ha <sup>-1</sup>	cm	t MS ha <sup>-1</sup>
16	19,7 a	14	16,6 a
43	19,0 a	37	14,0 b
77	15,4 b	64	12,6 c
P<0,01 C.V. 4,1		P< 0,001 C.V. 7,0	

Fuente: Scheneiter y Carrete, 2001.

el estado general de la planta y la calidad del forraje. Si bien extensivamente se señala un momento óptimo de corte que según el criterio adoptado puede ser madurez fisiológica del cultivo, 35 % de materia seca de la planta entera o de media a un cuarto de línea de leche, este momento varía según el híbrido y el ambiente.

### 1. Fecha de cosecha

En términos generales la fecha de cosecha, si se considera un momento óptimo de media línea de leche, se produce aproximadamente 35 días después de la floración femenina media. No obstante, ésta puede diferir según el híbrido y la fecha de siembra como se pudo observar en un ensayo realizado en la EEA Pergamino con dos híbridos, tres fechas de siembra y tres momentos de cosecha (Cuadro 5).

### 2. Producción de materia seca

En maíz la acumulación de materia seca se detiene con la madurez fisiológica del cultivo. Existen referencias que indican que en momentos

de cosecha intermedia y tardía se produce la mayor acumulación de materia seca tal como se observa en el Cuadro 6 en los ensayos de cuatro campañas sucesivas. Sin embargo, existen excepciones. De este modo, con híbridos de muy poca partición a grano (Ej. Z 8155) y en años con temperaturas relativamente frescas y lluviosos, conviene adelantar la cosecha del cultivo.

La mayor parte de las experiencias realizadas en nuestro país coinciden en que la cosecha en grano lechoso puede resultar en menor acumulación de biomasa y que cosechas con el grano entre media línea de leche y grano duro permiten obtener los más altos volúmenes cosechados (Gutiérrez, 1997, Van Olphen y col., 1998, Spada y col., 2000 y Diaz y col., 2002).

### 3. Composición morfológica de la planta

A medida que progresa el estado de madurez del cultivo, la mazorca va adquiriendo mayor importancia, mientras los otros componentes de la planta van perdiendo importancia relativa (figura 4), lo cual fue observado en varios

**Cuadro 5.** Fechas de cosecha de dos híbridos de maíz para silaje sembrado en tres fechas y cosechados en tres estados de maduración.

Híbrido	Siembra	Fecha de cosecha			
		Enero	Febrero	Marzo	Abril
Sil 3	18 de Sept	Tem	Int Tar		
	22 de Oct		Tem Int	Tar	
	21 de Nov			Tem Int	Tar
C 350	18 de Sept	Tem	Int Tar		
	22 de Oct		Tem	Int Tar	
	21 de Nov			Tem Int	Tar

Fuente: Scheneiter y Carrete (inédito).

tem: temprano  
int: intermedio  
tar: tardía

**Cuadro 6.** Producción de materia seca en distintos momentos de cosecha del cultivo de maíz para silaje en distintos híbridos y ensayos.

Ciclo	Híbrido	Momento de cosecha		
		Temprano	Intermedio	Tardío
Año 1	Tilcara	14,5	17,4	15,9
Año 2	TMF 113	7,6	10,6	15,0
	Sil 3	13,8	15,0	15,0
	Z 8155	15,0	15,7	15,8
Año 3	DK 754 S	25,0	21,1	21,0
	Z 8155			
Año 4	Tambero 1	17,0	19,5	21,9
	M 507			

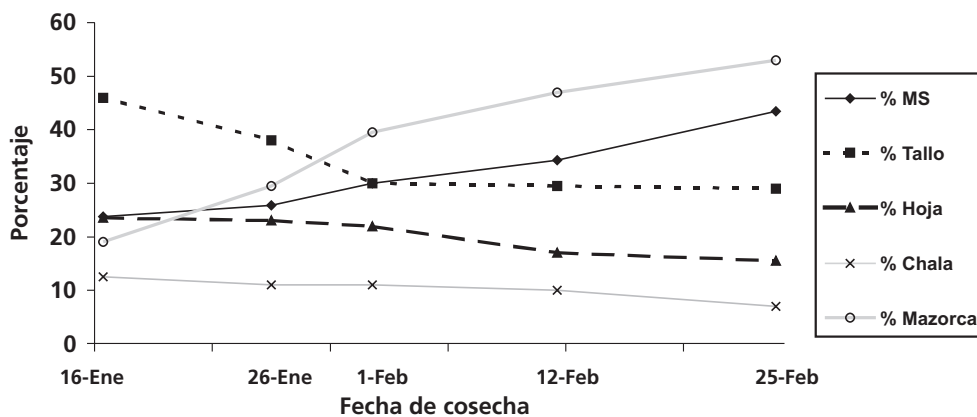


Figura 4. Efecto del momento de cosecha del cultivo del maíz sobre la partición de la materia seca.

estudios realizados en el país (Spada y col., 2000; Díaz y col., 2002).

#### 4. Digestibilidad in vitro de la materia seca

A diferencia de lo que puede ocurrir con otras gramíneas forrajeras, la calidad del maíz puede no caer con el avance de la madurez, ya que la creciente influencia del grano en formación compensaría y diluiría la declinación natural del valor nutritivo del resto de la planta. A través del tiempo, los valores de digestibilidad no siguen un patrón predecible todos los años (Figura 5), ya que se presentan años en que la DIVMS desciende con el avance de la madurez, no varía o bien aumenta la calidad general de la planta.

En términos generales, la cosecha tardía tiene menor o igual calidad que la intermedia,

rara vez mayor. Por lo tanto, es razonable afirmar que cortando con un 35 % de materia seca en planta (media a un cuarto de línea de leche) obtenemos igual o mayor calidad que si postergamos demasiado el corte. Las inconsistencias entre años probablemente se deban al efecto del ambiente (temperatura y radiación) sobre la maduración y composición química del cultivo. Estas se reflejan también en otros ensayos realizados en la República Argentina. De este modo, Spada y col. (2000) y Díaz y col. (2002) no observaron diferencias entre momentos de cosecha mientras Van Olphen y col. (1998) hallaron menor DIVMS con la demora en la cosecha.

El porcentaje de fibra presenta un comportamiento muy particular y está fuertemente

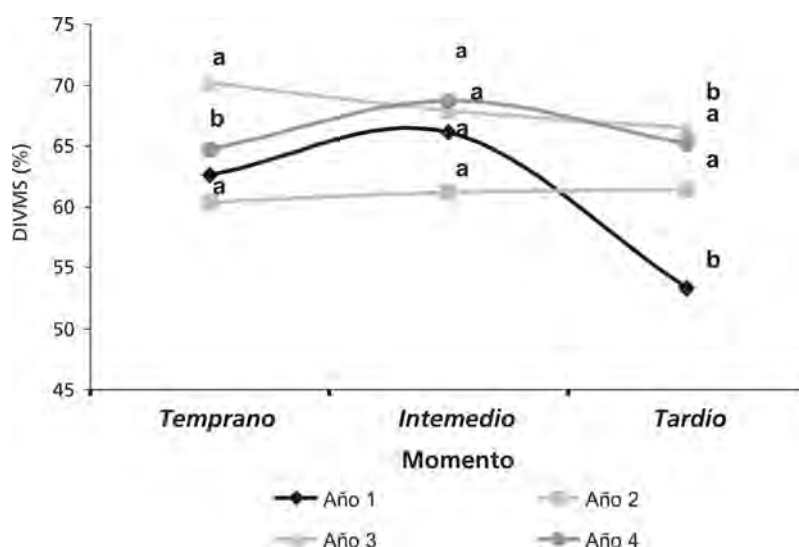


Figura 5. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) en tres momentos de corte. Letras distintas dentro de cada año indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

afectado por la interacción híbrido x momento de cosecha. En general parece ser menor en el momento óptimo. Este comportamiento puede obedecer a que mientras el contenido de fibra de la planta se mantiene relativamente constante con distintos momentos de picado, en la cosecha intermedia al volcarse la mayor cantidad de asimilados y elementos no estructurales hacia la espiga se diluye el porcentaje de fibra, mientras con el avance de la madurez se desprenden hojas (tienen menos fibra que el tallo y además el balance entre fijación de carbono y respiración se va alterando con el consiguiente aumento relativo del porcentaje de fibra (Figura 6).

Sin embargo, si bien la tendencia general se mantiene puede haber ligeras variantes entre híbridos.

La cosecha de materia seca digestible en general copia la acumulación de biomasa, ya que al no ser de gran magnitud las diferencias observadas en DIVMS entre momentos de cosecha, aquélla es la variable que más impacto tiene en la acumulación de materia seca digestible.

### 5. Comentarios finales

El momento de cosecha tiene dos extremos bien definidos que se deben evitar: 1) cosecha muy temprana (25 % de MS en planta), que implica perder forraje y aumentar el riesgo de pérdidas por efluentes, y 2) cosecha muy tardía, que pueden comprometer la calidad del ensilaje por dificultades en la compactación y, excepto en los híbridos con muy alto contenido de grano, pérdida de calidad de la planta. El

momento óptimo de cosecha que en general se recomienda (35 % de materia seca en planta o grano en estado de media a un cuarto de línea de leche) debe contemplar las dos excepciones ya mencionadas.

## Caracterización del valor nutritivo de los silajes elaborados en la región pampeana

En el Cuadro 7 se resumen el valor nutritivo promedio de los silajes remitidos al Laboratorio de Nutrición Animal de la EEA INTA Balcarce durante el período 1993 a 1998, provenientes de las zonas pampeana norte y sur (Schroeder y col., 2000). Estos resultados son coincidentes con el valor nutritivo de microsilos realizados en la EEA INTA Pergamino (MS:  $34,9 \pm 3$  g/100g MS.; DIVMS:  $59,8 \pm 2,9$  g/100g MS y FDN:  $50,1 \pm 4,5$  g/100g MS, media  $\pm$  desvíos estándares,  $n = 57$ ), pero inferiores a los señalados en la bibliografía extranjera, probablemente asociados al menor contenido de grano y elevados porcentajes de pared celular de nuestros silajes. De acuerdo con Schroeder y col. (2000), el contenido promedio de grano de los silos de maíz analizados en el laboratorio de INTA Balcarce fue inferior a 30%. Sin embargo y bajo condiciones de ensayo, se han obtenido índices de cosecha de 43 a 57 %, con niveles de almidón de 30 a 43% (Castaño y Gutiérrez, 2002), lo cual confirma la necesidad de una correcta elección del híbrido y del momento de cosecha.

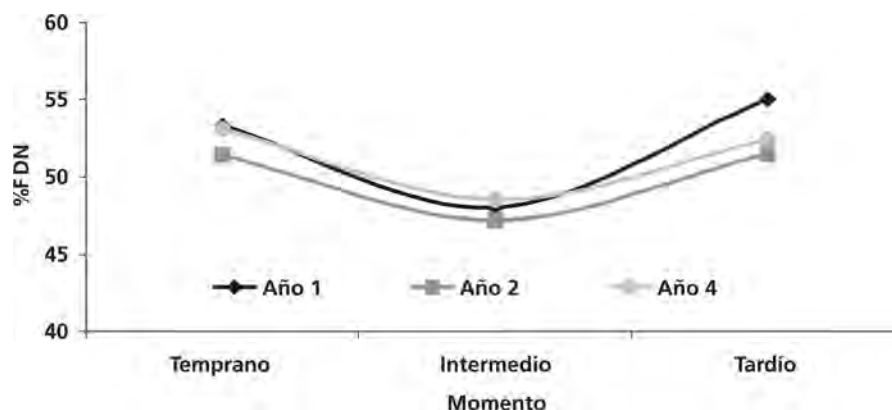


Figura 6. Porcentaje de pared celular (FDN) en tres momentos de cosecha.

**Cuadro 7.** Valores promedios  $\pm$  D.E. para el total del período 1993-98 y para cada uno de los análisis solicitados sobre muestras de silaje de maíz al Laboratorio de Nutrición Animal de la EEA INTA Balcarce.

Análisis	Nº de muestras	Promedio $\pm$ D.E.
M.S. ( g/100 g M. húmeda)	440	31,7 $\pm$ 5,9 (g/100g M.S.)
MO	103	93,7 $\pm$ 1,3
DIVMS	445	61,1 $\pm$ 5,1
DIVMO		64,4 $\pm$ 4,0
PB	349	6,8 $\pm$ 1,2
Almidón	188	17,4 $\pm$ 6,4
FDN	328	50,2 $\pm$ 6,3
FDA	112	28,3 $\pm$ 3,8
CNES	32	10,3 $\pm$ 4,7
pH	29	3,9 $\pm$ 0,3
N-NH <sub>3</sub>	3	8,7 $\pm$ 3,2

Fuente: adaptado de Schroeder y col. (2000)

Carrete, y col. (2000), en un estudio que involucraba al silaje de 8 híbridos, observaron que la degradabilidad efectiva de la materia seca varió en un rango de 60,8 a 55,8 g/100g materia seca (MS), con una tasa de degradación promedio de 4,8 %/hora, lo cual indicaría que cerca del 40 al 45 % del forraje no sería aprovechado por el animal. Di Marco y Aello (2001) señalaron que en función de las digestibilidades *in vivo* y de las degradabilidades estimadas en Balcarce, la concentración energética del maíz sería de 1,8 Mcal de energía metabolizable/ kg MS y que la digestibilidad *in vitro* tendió a sobreestimar la calidad del silaje. Sin embargo, y en función de la correcta elección del híbrido, momento de cosecha, prácticas de manejo adecuadas y con condiciones ambientales apropiadas, la concentración energética sería mayor. De hecho, en diversos ensayos se utilizaron silajes que en promedio contenían 2.3 a 2,4 Mcal/kg. MS (De León y Simondi (2002), Santini y Pavan (2002).

## Utilización del silaje de maíz en la alimentación animal

En la Argentina, el silaje de maíz se puede utilizar tanto para cubrir déficit estacionales de forraje y/o balancear dietas en los sistemas pastoriles, como base o componente de la dieta en engordes a corral o bien para atenuar los efectos del meteorismo en pasturas.

Abdelhari, y col. (2001) analizaron la información de 47 ensayos de pastoreo, realizados en nuestro país con el objeto, entre otros, de identificar un patrón de respuesta a la suplementación con silajes de planta entera de maíz o sorgo en bovinos para carne o leche. En bovinos para carne, la suplementación produjo una reducción en el consumo total de pastura o verdeo, sin afectar el consumo total de materia seca. La tasa de sustitución fue de  $0,8 \pm 0,2$  kg MS forraje por kg de MS silaje, para un rango de suplementación que osciló entre 0,8 y 3,9 kg MS/animal/día. La carga animal se incrementó desde 36 a 57 % partiendo de un mínimo de 12 a un máximo de 67 % de silaje, base seca, en la dieta sin afectar la GDPV, para un rango de PB de 11,6 a 22,6%, como consecuencia de efectos asociativos positivos entre ambos forrajes.

En bovinos para leche, estos mismos autores observaron una reducción en el consumo de pastura, con una tasa de sustitución de  $0,6 \pm 0,4$  kg MS forraje por kg MS silaje, y un incremento en el consumo total, que contribuiría a explicar la mayor producción de leche observada en vacas suplementadas. También observaron que a menor tasa de sustitución mayor producción de leche ( $r = -0,80$ ), con lo cual, provocar altas sustituciones en pasturas de calidad sólo se justifica si el silaje es de muy buena calidad y el forraje remanente puede ser aprovechado incrementando la carga.

Por tratarse de un forraje deficitario en PB, es necesario ajustar el nivel de suplementación de modo de poder cubrir, a través de la pastura, los requerimientos de los animales o en su defecto adicionar una fuente externa de proteína.

Santini y col. (1997) demostraron la factibilidad de utilizar silaje de maíz como dieta base en la alimentación a corral. Este sistema permitiría, como lo mencionan los autores, simplificar el manejo de la invernada en los momentos de baja disponibilidad de forraje, para el mantenimiento de altas cargas en primavera o utilizarlo como tal. En estos casos también es necesario adicionar una fuente proteica, cuya proporción y naturaleza impactará sobre la ganancia diaria de peso vivo (GDPV), el consumo de nutrientes, la eficiencia de conversión y la duración de la invernada. El aporte de nitrógeno a dietas basadas en silaje de maíz mejora el consumo, la ganancia de peso y la conversión, siendo mayor el efecto con el agregado de proteína verdadera (De León y Simondi, 2002). En general, en novillos o vaquillonas, al pasar del 12 a 18 % de PB en la ración, siempre y cuando la energía no sea limitante, se pueden esperar aumentos de peso, asociados a un mayor consumo. La eficiencia de conversión puede mantenerse igual o disminuir, y los costos de la ración, si bien se incrementan, se reducen el tiempo de engorde y el costo por animal (Santini y Pavan, 2002).

El nivel de grano (almidón) en el silaje, define principalmente la tasa de engrasamiento (TE) que se logrará durante el encierre y en menor medida la GDPV, de modo que mayores TE reducen el tiempo de engorde. Así con silajes de mediana a buena calidad es posible obtener GDPV cercanas a los 0,9 kg/día, con tiempos de terminación asociados al nivel de almidón presente. El agregado de grano permitiría incrementar la TE y reducir el tiempo de terminación (Santini y Pavan, 2002).

## Bibliografía

Abdelhari, L. O., Santini, F. J. y Gagliostro, G. A. 2001. Suplementación con silajes de planta entera a bovinos en pastoreo. Efectos sobre la producción y el ambiente ruminal. *Revista Argentina Producción Animal*. 21 (3-4): 147-158.

Alessandro, M. S., Rimieri, P. y Carrete, J. R. 2001. Degradabilidad in situ de la materia seca de tallos de maíz. 24º Congreso Argentino de Producción Animal. Rafaela, Santa Fe. *Revista Argentina Producción Animal*. 21 (Supl 1):19-20.

Alessandro, M. S. 2002. Variabilidad y parámetros genéticos en caracteres morfofisiológicos de maíz para silaje relacionados con las estrategias de acumulación de materia seca. Tesis M. Sc. Pergamino, Argentina, UNR. 146p.

Andrieu, J., Demarquilly, C., Dardenne, P., Barrière, Y., Lila, M. Maupetit, P. Riviere, F. y Femenias, N. 1993. Composition and nutritive value of whole maize plants fed to sheep.1. Factors of variation. *Ann. Zootech.* 42:221-249.

Argillier, O., Barrière, Y., Traineau, R., Émile, J. C. and Hèbert, Y. 1997. Genotype x environment interactions for digestibility traits in silaje maize estimated from in vivo measurements with standard sheep. *Plant Breeding* 116: 423-427.

Barrière, Y. and Argillier, O. 1993. Brown - midrib genes of maize : a review. *Agronomie* 13:865-876.

Bertoia, L.M., Borlandelli, M.S. y Burak, R. 1994. Densidad de siembra de maíz (*Zea mays* L.) 1. Efecto sobre la producción de materia seca. *Revista Argentina de Producción Animal* 14(Sup.1):62-63.

Bragachini, M., Cattani, P., Ramírez, E. y Ruiz, S. 1997. Silaje de maíz y Sorgo. Cuaderno de actualización técnica N° 2. INTA Proyecto integrado Propefo.122 p

Cabon, G. 1996. Diversite des evolutions de composition chimique du mais dans les semaines precedant la recolte indicateurs du stade physiologique. Colloque maiz ensilage. Nantes-France. 43-50 p.

Carrete, J. R., Scheneiter, J. O., Rimieri, P. y Devito, C. 1998. Maíz para silaje: Efecto del momento de cosecha sobre la producción y el valor nutritivo del forraje. INTA Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. *Revista de Tecnología Agropecuaria*. 2 (6):2-5.

Carrete, J. R., Scheneiter, J. O. y Ceconi, I. 2000. Producción y calidad de la planta entera y calidad del silaje de híbridos de maíz. *Revista Argentina Producción Animal*. 20 (Supl 1):129-130.

Carrete, J. R. y Ceconi, I. 2001. Maíces Bt: Producción y calidad de la planta entera y del silaje. *Revista Argentina Producción Animal*. 21 (Supl. 1):160-161.

Carrete, J. R. 2002. Factores que afectan la calidad del maíz para silaje. Reunión Anual de Forrajeras. EEA INTA Pergamino. Texto en CD. 9º p.

Castaño, J. y Gutiérrez, L. 2002. Evaluación de híbridos de maíz para silaje. 25º Congreso Argentino de Producción Animal. Bs. As., Argentina. *Revista Argentina Producción Animal*. 22 (Supl. 1):171-72.

Dalla Valle, D. E., Viviani Rossi, E., Andrade, F. H. y Wade, M. H.1998a. Contenido de grano y calidad de maíz para silaje. *Revista Argentina Producción Animal*. 18 (Supl. 1):137-138.

Dalla Valle, D. E., Viviani Rossi, E., Andrade, F. H. y Wade, M. H.1998b. Rendimiento de maíz para silaje en función del número de granos fijados. *Revista Argentina Producción Animal*. 18 (Supl. 1):138.

Dalla Valle D.; Viviani Rossi E.; Van Olphen P.; Gutierrez L.; Ferrero J.; Andrade F. y Santini F. 1999. Maíz para silaje. *Agromercado, Cuadernillo Maíz*: 12-16.

- De León, M. y Simondi, J. M. 2002. Suplementación proteica. Alimentación con silajes. Primer Congreso Nacional sobre Producción Intensiva de Carne. Bs. As. Ed INTA – Forrajes & Granos – Forum Argentino de Forrajes – SAGP y A: 52 - 58.
- Díaz, M.G. y Di Nucci de Bedendo, E. 2002. Efecto del momento de cosecha sobre la producción y calidad de silaje de maíz. Revista Argentina de Producción Animal Vol 22. Sup. 1: 150-152.
- Di Marco, O. N., Aello, M. S., Nomdedeu, M. y Van Houtte, S. 2000. Digestibilidad in vivo del silaje de maíz en tres estados de madurez y su relación con la digestibilidad in vitro, degradabilidad ruminal y composición química. 23º Congreso Argentino de Producción Animal. Corrientes, Argentina. Revista Argentina Producción Animal. 20 Supl) 1:41- 42.
- Di Marco, O. N. y Aello, M.S. 2001. En torno al valor nutritivo del maíz para silaje. Rev. Forrajes y Granos, Agribusiness Journal. 6 (71): 58-61.
- Di Marco, O. N. y Aello, M. S. 2003. Calidad nutritiva de la planta de maíz para silaje. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce.htm> .
- Ferrero, J., Di Marco, O. N. y Viviani Rossi. E. 2000. Degradabilidad ruminal de la planta de maíz cosechada en diferentes estados de madurez. 23º Congreso Argentino de Producción Animal. Corrientes, Argentina. Rev Arg. Prod Anim. 20 (Supl.) 1: 42-43.
- Gutiérrez, L.M.; Viviani Rossi, E.M. y Delpech, E. 1997. Epocas de corte de híbridos de maíz para silaje en el sudeste bonaerense. Revista Argentina de Producción Animal Vol 17. Sup. 1: 176-177.
- Johnson, L. M., Harrison, J. H., Davidson, D. Robutti, J. L., Swift, M. Mahanna, W. C. and Shinnors, K. 2002. Corn silage management I: Effects of hybrid, maturity, and mechanical processing on chemical and physical characteristics. J. Dairy Sci. 85:833-853.
- Micheloud, M. N., Díaz, M. G., Di Nucci de Bedendo, E., Pavetti, D. R. y Vicentín, J. 1997. Producción, calidad de planta y de silaje de cultivares de maíz. 1er Congreso Binacional de Producción Animal. Paysandú, Uruguay. Rev Arg. Prod Anim. 17 (SupL) 1:130.
- Philippeau, C., and Michalet-Doreau, B. 1997. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal degradation. Anim. Feed Sci. Technol. 68:25-35.
- Philippeau, C., Le Deschault de Monredon, F., and Michalet-Doreau, B. 1999. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. J. Anim. Sci. 77:238-243.
- Rimieri, P., Scheneiter, J. O., Carrete, J. R. y Devito, C. 1997. Producción y calidad de maíz para silaje; efecto de la longitud del ciclo bajo condiciones de riego y secano. Revista de Tecnología Agropecuaria 2 (5): 27-29.
- Rimieri, P., Carrete, J. R. y Alessandro, M. S. 2001. Degradabilidad in situ de la materia seca de dos estratos del tallo de maíz. Revista Argentina Producción Animal. 21 (Supl. 1):21-22.
- Rojas, C. A. 1999. Evaluación de criterios de selección en maíces adaptados a la región maicera central. Efecto del macollamiento. Estrategias de translocación de fotosintatos. Tesis de Grado. Licenciatura en Genética. U. N. Misiones
- Romero L. A. y Bruno O. A. 1998. Producción y calidad de distintas especies para ensilar. En Curso de actualización para profesionales: últimos avances en silajes. Manfredi, Cordoba. 4 y 5 de Junio. pp: 3-5.
- Romero, L.A., Bruno, O.A. y Díaz, C. 1994. Respuesta a la fertilización y densidad de siembra de maíz y sorgo para silaje. In: Jornada de Actualización Técnica sobre la Producción de Forrajes Conservados de Alta Calidad. Rafaela, Estación Experimental Agropecuaria, 26 de Octubre de 1994.
- Santini, F. J., Pavan, E., García, S. C. y Castaño, J. 1997. Uso del Silaje de maíz como dieta base en la alimentación a corral (Feedlot). Primer Congreso Nacional sobre Producción Intensiva de Carne. Bs. As. Ed. INTA – Forrajes & Granos – Forum Argentino de Forrajes – SAGP y A: 161-174.
- Scheneiter, J. O., Carrete, J. R., Rimieri, P. y Devito, C. 1996. Producción y Calidad de Maíz para silaje. Revista de Tecnología Agropecuaria Vol I (2):63-66.
- Scheneiter, J. O., Carrete, J. R., Devito, C. y Rimieri, P. 1997. Ensayo de híbridos de maíz para silaje – Cargill. Propefo INTA Pergamino. Publicación interna. 5 p.
- Scheneiter, J. O. y Carrete, J. R. 1998. Evaluación de híbridos de maíz para silaje. Propefo INTA Pergamino. Publicación interna. 7 p.
- Scheneiter, O. y Carrete, J. 1999. Producción y calidad de maíz para silaje con distintas densidades de plantas a cosecha. Pergamino, Estación Experimental Agropecuaria. Revista de Tecnología Agropecuaria 11 (IV): 32-36.
- Scheneiter, O. y Carrete, J. 2001. Altura de corte y calidad de maíz para silo. Forrajes y Granos. Agrobussines Journal 60-61 (6) 82-83.
- Schroeder, G. F., Elizalde, J.C. y Fay, J. P. 2000. Caracterización del valor nutritivo de los silajes de maíz producidos en la provincia de Buenos Aires. Revista Argentina Producción Animal. 20 (3-4): 161-177.
- Spada, M. del C.; Roasio, R.; Brunetti, M.A. y Steinberg, M. 2000. Efecto de distintos momentos de confección de silos de maíz y sorgo sobre su calidad. Revista Argentina de Producción Animal Vol 20 Sup. 1: 235-236.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Second Edition. Cornell University Press. 476 p.
- Van Olphen, P.; Santini, F. y Viviani Rossi, E. 1998. Efecto del momento de corte sobre la producción y calidad del maíz para silaje. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 18. Sup. 1: 144.