

MAÍZ PARA SILAJE

Ing. Agr. M.Sc. Jorge Carrete.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [silos](#)

La superficie sembrada con maíz para silaje aumentó de manera significativa desde mediados de la década del 90, acompañando a la creciente intensificación de los sistemas ganaderos, como consecuencia de sus múltiples ventajas tanto agronómicas como nutricionales.

La producción y la calidad del forraje por unidad de superficie debe ser maximizada a fin de reducir el costo por unidad de nutriente y lograr un producto de mejor valor nutricional. Esto implica, entre otros factores, tener en cuenta una correcta elección del híbrido, época y densidad de siembra, fertilización, control de malezas y ajuste del momento de cosecha.

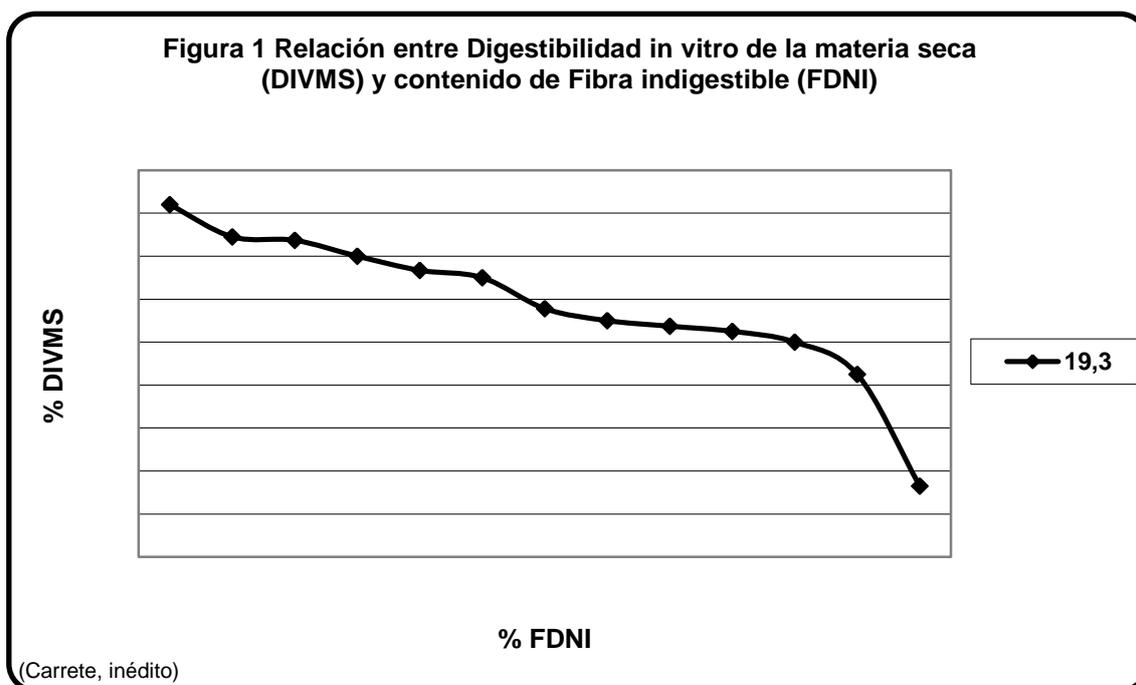
Tradicionalmente se utilizaron híbridos de maíz para grano, ya que se partía del concepto, hoy abandonado, de que las dos situaciones, grano y silo, tenían las mismas exigencias. Hoy se acepta que se requieren híbridos con características diferenciales, dado que:

- no necesariamente un alto rendimiento en grano esta asociado a una alta producción de forraje por unidad de superficie,
- el grano representa sólo del 28 al 46 % de la materia seca cosechada,
- el contenido de grano no alcanza a explicar satisfactoriamente la digestibilidad observada en la planta entera, de modo que a una misma digestibilidad el silo puede presentar distinto nivel de grano (Cuadro 1), y
- existe una relación directa entre digestibilidad in vivo de la materia orgánica (DMO) y contenido de fibra indigestible (FDNI), entendiéndose como tal a la fibra que pasa por el tracto gastrointestinal de los rumiantes sin ser digerida. La relación entre ambas variables, hallada Andrieu et al. (1993) fue de:

$$DMO = 92.94 - 0.102 \text{ FDNI} \quad \text{RSD} = \pm 0.6; \text{R} = 0.981; \text{N} = 99$$

En Pergamino, para trece híbridos, la relación entre Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y FDNI fue de:

$$\text{DIVMS} = 89.497 - 0.999 \text{ FDNI} \quad \text{R}^2 = 0.99$$



Cuadro 1. Producción de forraje, contenido de mazorca, digestibilidad in vitro y pared celular (FDN) de tres híbridos de maíz sembrados en la EEA Pergamino (1998/99) (Scheneiter y Carrete, 1999, inédito).

Híbrido	Producción (t MS/ha)	Mazorca (%)	DIVMD (%)	FDN (%)
A	18,6	38,77	68,70	57,83
B	18,3	50,13	70,17	60,50
C	16,4	58,30	64,87	54,13

Las estrategias de acumulación y partición de la materia seca son diferentes según la longitud del ciclo, independientemente de las condiciones ambientales que condicionan la producción y de prácticas agronómicas como el riego y la fertilización (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción y partición de la materia seca promedio de 18 híbridos, agrupados según tres ciclos (campana 96/97) (Rimieri et al, 1997).

Ciclo	Producción (t MS/ha)	Mazorca (%)	Tallo (%)	Hoja + Chala (%)
Semiprecoz	13,3	61,8	19,4	18,8
Normal	14,0	52,4	26,2	21,4
Semitardío	16,4	24,5	42,1	33,4

Cabe aclarar que el cuadro anterior muestra las principales características de cada grupo de híbridos; no obstante, no todos, dentro de un mismo grupo de precocidad, se comportan de la misma forma. Para el área de Pergamino, se detectaron diferencias en producción de materia seca entre híbridos de hasta 5,2 t MS/ha. Aún cuando la mayor producción de materia seca se obtiene con los de ciclo más largo (semitardíos), en aquellos semitardíos sensibles al fotoperíodo o con marcada protandria, se produce una acentuada disminución en la proporción de mazorca que resiente la calidad del silo.

El tallo y la espiga son los componentes morfológicos de mayor contribución a la producción de biomasa en maíz. Existe una relación inversa entre contenido de mazorca y de tallo + hoja, de modo que los materiales con mayor porcentaje de mazorca tienen menor proporción de tallo y viceversa ($r = -0,95$). Los extremos estuvieron representados por el grupo semiprecoz (alto porcentaje de mazorca y bajo de tallo y hoja) y por el grupo semitardío (alto porcentaje de tallo y hoja y bajo de mazorca).

La producción de forraje por unidad de superficie tiene importancia no solo desde el punto de vista económico sino también nutricional, por cuanto el rendimiento en término de materia seca digestible está más relacionado con la producción de materia seca que con la digestibilidad del forraje.

La calidad del forraje que puede ofrecernos un maíz para silaje, varía en función del híbrido, del estado de madurez a la cosecha, y del año y sitio de siembra. El efecto del ambiente es muy importante (la variabilidad debido a este factor es igual o mayor que la debida al híbrido), y para un sitio dado la calidad intrínseca del híbrido y las condiciones ambientales durante el desarrollo del cultivo, condicionan la calidad del forraje.

Para el área de Pergamino, se han detectado diferencias en la digestibilidad in vitro del forraje de hasta 12,4 unidades porcentuales (53,1 a 65,5% en la campaña 96/97). Considerando las distintas campañas, la DIVMS de la planta entera osciló entre: 53,2 y 70,2 %, con una media de $64,4 \pm 3,9\%$ ($n = 62$). Estos valores se relacionaron muy débilmente ($r = 0,18$) con el porcentaje de mazorca y no se encontró asociación con ninguna otra variable morfológica, ni con la longitud de ciclo ni con el número de días desde floración a cosecha. Que exista una relación débil entre digestibilidad y porcentaje de mazorca no significa que este componente no sea importante. Por el contrario, y de acuerdo con investigaciones conducidas en otros países, el nivel de grano debería oscilar entre 40- 45 % para no afectar la productividad animal.

La fuerte relación hallada entre la fibra indigestible y la digestibilidad de la materia orgánica medida en rumiantes, plantea la importancia que adquiere también el resto de la planta en la determinación de la calidad del forraje y particularmente el tallo, que es el segundo componente morfológico en importancia.

La digestibilidad del resto de la planta excluyendo la mazorca es variable en función del contenido de pared celular, de la cantidad y composición bioquímica de la lignina (principal factor de anticalidad en las plantas) y de su distribución en la pared secundaria de las células vegetales. Como es obvio la digestibilidad del tallo es menor que la de la planta y osciló entre 43,3 y 55,2 % para híbridos extremos, con una media de: $47,4 \pm 2,8\%$ ($n = 26$). Para los materiales evaluados en la EEA Pergamino, el contenido de pared celular de la planta entera varió entre 39,4 y 60,5 %, con una media de: $51,5 \pm 4,5\%$ ($n = 50$), estando medianamente relacionado con el porcentaje de tallo ($r = 0,69$).

El contenido de proteína bruta es en general bajo, variando, en las evaluaciones realizadas en Pergamino entre 6,0 a 8,4 %, con una media de: $6,9 \pm 0,5\%$ ($n= 43$).

Los híbridos con la mutación "bmr 3" (caracterizados por presentar menor contenido de lignina) han manifestado una mayor digestibilidad del forraje, consumo y ganancia de peso por animal, pero presentan una pobre performance agronómica, razón por la cual no se comercializan. No obstante, entre los híbridos sin esta mutación existe suficiente variabilidad genética como para obtener, en el futuro cercano, híbridos que combinen un buen comportamiento agronómico y una mejor calidad del forraje.

Las condiciones ambientales antes de la floración, y en particular temperatura, afectan el contenido y la digestibilidad de la pared celular. De modo, que altas temperaturas desde el estado de 7 a 8 hojas hasta el llenado del grano incrementan la deposición de pared celular y su indigestibilidad.

Luego de la floración, la digestibilidad de la planta puede incrementarse, decrecer o permanecer constante. Cuando la temperatura es moderada y la humedad no es limitante se produce un rápido llenado de los granos que mejora la relación entre carbohidratos y pared celular, y por ende se produce un incremento en la digestibilidad. 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 carbohidratos sintetizados antes de la floración y acumulados en el tallo, afectando estas condiciones a la digestibilidad. La capacidad que tienen algunos híbridos de mantener vivo gran parte de su tejido foliar (Stay green) durante el llenado de los granos, así como la sanidad foliar, son dos aspectos que contribuyen a mejorar la calidad del forraje. En situaciones ambientales extremas, que comprometen el tejido foliar, la digestibilidad se reduce.

Los distintos tipos de granos (dentado, semidentado, duro) se diferencian por el tipo de almidón (proporciones relativas de amilosa y amilopectina), la forma y el tamaño de sus gránulos, la estructura proteica y por sus características físicas. Esto da lugar a diferencias en los sitios y en la magnitud con que el almidón se digiere en el tracto gastrointestinal de los rumiantes. La degradabilidad ruminal del almidón puede oscilar entre 40 y 78 %, siendo mayor en los maíces dentados y menor en los de tipo duro. En parte, estas diferencias se atenúan con el quebrado que puede realizar la máquina picadora e impactan de manera diferencial según los requerimientos animales y su interacción con el resto de la dieta: Este es un aspecto que en el futuro cercano, debiera tenerse en cuenta si se pretende armonizar la disponibilidad de energía y proteína y lograr una mayor eficiencia de utilización del almidón.

Otro aspecto que afecta la calidad, es el momento de cosecha. Mientras los cambios en la digestibilidad in vitro del forraje han sido de escasa magnitud, como lo demuestran los trabajos realizados en la EEA Pergamino y otros centros, el consumo se incrementa hasta que el porcentaje de materia seca en planta llega al 35 %. El momento óptimo de la cosecha se sitúa en alrededor de este porcentaje de materia seca en la planta, cuando se alcanzaría el mayor rendimiento de materia seca digestible por unidad de superficie, alto porcentaje de grano y una buena calidad general de la planta. A menos que existan limitaciones prácticas para la cosecha y elaboración del silo, no son convenientes las cosechas demasiado tempranas, ya que afectan de manera significativa la producción de biomasa. En híbridos con alto contenido de mazorca y buen estado general de la planta, sería posible extender el período de cosecha hasta aproximadamente el 40 % de materia seca en planta. En cambio, en híbridos con bajo contenido de mazorca, la cosecha temprana (30 % de materia seca en planta) evitaría la pérdida de calidad de los componentes vegetativos sin afectar mayormente el rendimiento de materia seca digestible (Carrete et al., 1997).

Debido a las transformaciones que sufre el forraje durante el proceso de ensilado resulta necesario complementar las evaluaciones con la elaboración de microsilos, los cuales reflejan de manera más real la calidad de cada material. En la EEA Pergamino, los valores hallados en la DIVMS y en contenido de FDN del silaje fueron menores y no correlacionaron de manera significativa, cuando se los compara con la DIVMS y FDN de la planta entera recién cosechada (Cuadro 3)

Cuadro 3 Digestibilidad in vitro y contenido de Fibra detergente neutra y Proteína bruta promedio de 32 silos evaluados en la EEA Pergamino.

	Planta entera	Silo
DIVMS	67.09 ± 2.03	59.82 ± 1.49
PB	6.75 ± 0.39	7.32 ± 0.32
FDN	53.91 ± 3.09	50.04 ± 4.13

En la actualidad, si bien existen en el mercado híbridos de maíz con mayor especificidad para ser ensilados, existe un largo camino aún por recorrer y las empresas semilleras tienen la posibilidad de mejorar la oferta de híbridos con calidad y aptitud para ser ensilados y a su vez, con buen comportamiento agronómico.

En síntesis, y como resultado de la experiencia acumulada en la EEA Pergamino, sería conveniente, al momento de decidir la compra, elegir entre aquellos híbridos que mejor se adapten a los requerimientos de cada sistema de producción en particular, considerando las siguientes características: alta producción de materia seca/ha, alto porcentaje de grano, alta calidad de la planta entera al momento de la cosecha y aptitud para el ensilado.

Otro aspecto que merece alguna consideración es la presencia de micotoxinas, sustancias tóxicas producidas por el crecimiento de ciertos hongos. La presencia de estos puede ocurrir tanto en la planta de maíz en crecimiento, durante la fase aeróbica del ensilado, durante el almacenamiento y en la superficie expuesta durante la extracción y suministro. Ciertas prácticas agronómicas (mínima labranza, siembra directa, etc.) o daños por insectos, viento y/o granizo predisponen para el crecimiento de hongos y la potencial formación de micotoxinas.

La presencia de estas toxinas afectan en el animal las siguientes variables: índices reproductivos, producción de leche, ritmo de ganancia de peso, resistencia a enfermedades y efectividad de las vacunas.

Establecer el nivel de toxicidad es difícil por cuanto normalmente se observa la presencia de más de una toxina, hay animales que son más susceptibles que otros y algunas de ellas son parcialmente degradadas en el rumen. En el cuadro 3, se indican los niveles críticos y la sintomatología provocada por algunas micotoxinas.

El camino más seguro es la prevención, que se inicia con la implantación del cultivo, continúa con la correcta elaboración del silo y un adecuado manejo del tapado durante la extracción de silo.

El uso de aditivos puede ser beneficioso, ya que evitan el desarrollo de hongos. La inclusión del gen Bt, podría tener efectos beneficiosos.

La desintoxicación de los silos contaminados no es posible a la fecha.

Cuadro 3.- Toxicidad y síntoma de las diferentes micotoxinas (Bragachini et al, 1997)

Micotoxina	Hongo	Nivel agudo	Nivel subagudo	Síntomas de la enfermedad
Aflatoxina	Aspergillus	20ppb 200ppb 300ppb		Vaca lechera en lactancia: < crecimiento < prod. leche residuos en leche. Rodeo de cría: > susceptibilidad < inmunidad Animales en terminación: daño en hígado, muerte
Vomitoxina (DON)	Fusarium	10ppm	500ppm	< consumo < producción la toxicidad puede aumentar cuando hay presencia de otras micotoxinas
Ocratoxina	Pecillium Aspergillus	5ppm	1ppm	diarrea < producción
T-2	Fusarium	50ppm	100ppm	Hemorragias intestinales, menor consumo, alteraciones y muerte.
Zeralenona	Fusarium	500ppm	500ppb	< fertilidad, inflamación vulva, irregularidad y prolongación ciclos estrales

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ANDRIEU, J.; DEMARQUILLY, C.; DARDENNE, P.; BARRIERÈ, Y.; LILA, M.; MAUPETIT, P.; RIVIÈRE, 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.
- CARRETE, J.R.; SCHENEITER, J. O.; RIMIERI, P. Y DEVITO, C. 1997. Maíz para silaje: Efecto del momento de cosecha sobre la producción y el valor nutritivo del forraje. INTA EEA Pergamino, Revista de Tecnología Agropecuaria. II (6): 2-5.
- RIMIERI, P.; CARRETE, J.R.; SCHENEITER, J. O. Y DEVITO, C. 1997. Producción y calidad del maíz para silaje; efecto de la longitud del ciclo bajo condiciones de riego y secano. INTA EEA Pergamino INTA EEA Pergamino, Revista de Tecnología Agropecuaria. II (5): 27-29.
- BRAGACHINI, M.; CATTANI, P.; RAMÍREZ, E. Y RUIZ, S. 1997. Silaje de Maíz y Sorgo granífero. INTA EEA Manfredi, Proyecto Propefo, Cuaderno de Actualización Técnica 2. 122 p.

Volver a: [silos](#)