

CALIDAD NUTRITIVA DE LA PLANTA DE MAÍZ PARA SILAJE

Oscar N. Di Marco y Mario S. Aello. 2003. Unidad Integrada Balcarce, Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP)-INTA EEA Balcarce. www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Reservas: silos](#)

INTRODUCCIÓN

Hay un dicho en Inglés que dice: "garbage in garbage out", el cual significa que si se guarda basura se tiene basura. (garbage significa basura o desperdicios y su pronunciación suena como "garbich"). Esto se puede aplicar a muchos órdenes de la vida, como ya sabemos, y también a la confección de silaje de maíz. Por esta razón vamos a analizar cómo es la planta de maíz para ensilar a los efectos de mostrar qué calidad tienen sus componentes para que no guardemos garbage.

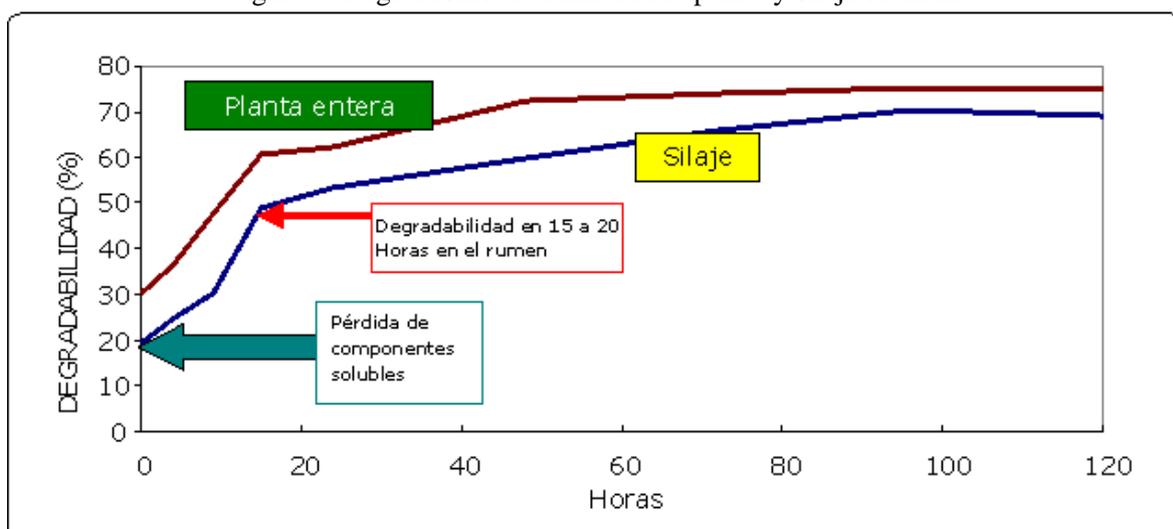
La calidad nutritiva de la planta se puede definir en términos de cuánto substrato degradable en el rumen aportan sus componentes. Es decir, la espiga y el resto de la planta. En otras palabras, un cultivo de maíz para ensilar es un conjunto de espigas, hojas, tallos y chalas. La espiga contiene el grano, el cual es de alto valor nutritivo para los animales, mientras que el del resto de la planta puede equipararse al de un forraje de mediana a baja calidad, como se verá más adelante. El proceso de ensilaje per se no agrega valor nutricional al conjunto sino que, por lo contrario, en el proceso siempre se pierde un poco de lo que se ensila.

Como se muestra en la figura 1, las curvas de degradabilidad de una planta de maíz antes de ensilar y luego de ensilada son similares, pero difieren en la cantidad de fracción soluble, la cual en el silaje es menor debido a la pérdida de hidratos de carbono solubles y proteínas. Esto hace que la degradabilidad del silaje sea al menos un 10 a 15% menor que el de la planta antes de ser ensilada, dependiendo del contenido de materia seca (MS) del cultivo al momento de ensilar. Una regla general es que a menor contenido de MS aumentan las pérdidas, por eso se recomienda cosechar a un contenido de MS entre 30 a 35%.

COMPOSICIÓN DE LA ESPIGA

Como se ha dicho, la espiga es el componente de la planta de mayor valor nutritivo debido a que el grano, constituido fundamentalmente por almidón, es altamente utilizado por los rumiantes. Se estima que los animales digieren más del 90% de los granos, aunque hay variaciones debidas al procesamiento de ellos, madurez del cultivo e híbrido.

Figura 1: Degradabilidad ruminal de la planta y silaje de maíz.



El otro componente de la espiga es el marlo que representa aproximadamente el 17% del peso de la misma, como se muestra en la figura 2. Es decir que en una espiga de 250 g hay aproximadamente 210 g de grano. El resto, 40 g, es el marlo que es un componente de baja calidad.



Foto 1. Vista de 3 plantas de un híbrido de maíz de ciclo corto, separado en espiga, tallo y el conjunto de hojas, vainas y chalas.



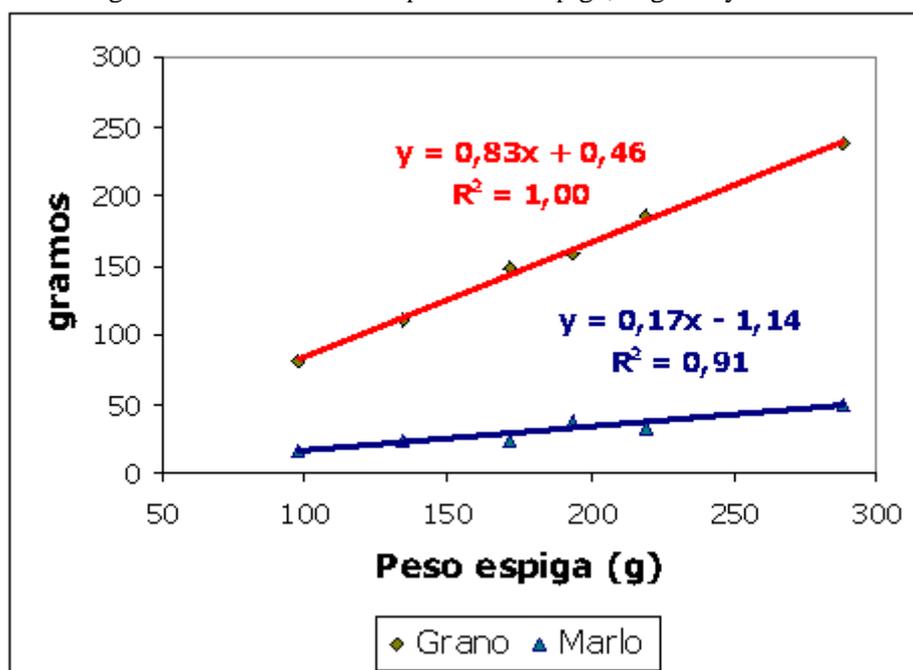
Foto 2. Vista de un corte de la espiga del mismo híbrido de la foto 1

EL RESTO DE LA PLANTA

El resto de la planta de maíz está formada por las chalas, hojas y tallo. Los experimentos llevados a cabo por nuestro equipo de trabajo indican que esta fracción de la planta, que en Inglés se denomina "stover", está formada por 45-50% de hojas, 40-45% de tallos y el resto (10-15%) por la chala. Estos componentes son todos de mediana a baja, o muy baja, calidad. Las hojas -que incluyen la lámina y vaina- tiene una calidad similar a la de la chala. Cuando este material se expone a 24 horas de degradación en el rumen, que es el tiempo en que los silajes son retenidos para su digestión, se observa que solamente se degrada alrededor de un 45% como lo muestra la tabla 1.

Es decir, en cada kilogramo que se consume de la mezcla de hojas y chalas hay solamente 450 g de sustrato degradable en el rumen, a partir del cual el animal obtiene energía en forma de ácidos grasos volátiles. El resto, más de la mitad, es un desperdicio que se pierde en heces. El panorama no es mejor para los tallos ya que se degradan aún menos. Los experimentos muestran una degradabilidad media de sólo 25 a 30%. En otras palabras, algo más de la mitad del peso de las hojas y cerca del 70 a 75% del peso de los tallos que se ensilan se pierden en heces. A los tallos se puede aplicar el slogan inicial "garbage", porque cuando mayor es la proporción de tallos peor será el silaje "garbage out".

Figura 2: Relación entre el peso de la espiga, el grano y el marlo.



¿CÓMO AFECTAN LAS PRÁCTICAS DE MANEJO LA MORFOLOGÍA Y CALIDAD DE LA PLANTA?

En general las prácticas de manejo como riego, densidad y fecha de siembra no inciden mayormente en la degradabilidad de hojas y tallos (como lo muestra la tabla 1), pero afectan la proporción de los componentes de la planta y de esta forma la calidad de la misma. Por ejemplo: el riego mejora el rendimiento de grano y disminuye la proporción de hojas, el aumento de la densidad disminuye el peso de la espiga y aumenta el de hojas y tallos, y el retraso de la fecha de siembra disminuye el tamaño de la espiga y aumenta el peso del tallo.

Tabla 1: Degradabilidad de hojas y tallos de los híbridos Dekalb 615 con y sin riego y del Dekalb 688 sembrado a baja y alta densidad.

Componente morfológico	DK 615		DK688	
	Secano	Regado	Baja densidad	Alta densidad
Hojas	45.3	45.7	45.1	46.5
Tallos	26.1	24.6	27.4	29.3

¿CUÁNTO PUEDE OBTENER EL ANIMAL POR KILOGRAMO DE MATERIA SECA DE SILAJE?

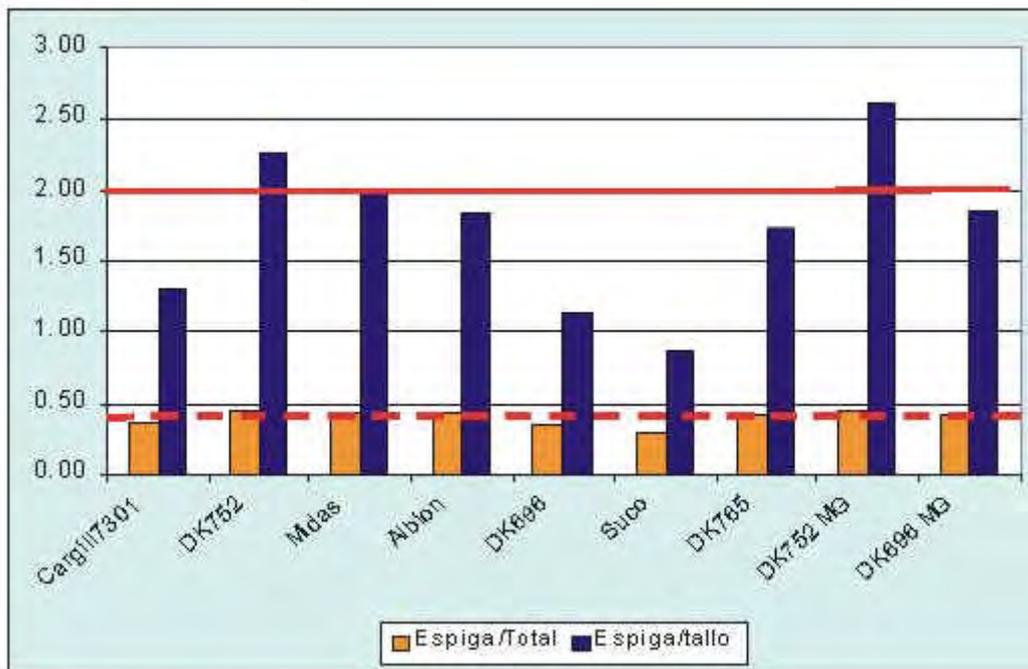
Ello depende de la proporción de espiga y, más precisamente, de la relación espiga:tallo. Es decir, cuando más amplia es esta relación mejor es el material para ensilar. Esto se debe a que la espiga es el componente que aporta energía y el tallo se comporta como un diluyente ya que ocupa lugar en el rumen y aporta muy poco sustrato degradable. Por ejemplo, en un híbrido para silaje, esta relación es de 1,8:1 y disminuye a 1,4:1 cuando se retrasa la fecha de siembra. En cambio, en híbridos para grano puede llegar a 3:1.

En la figura 3 se muestra dicha relación para diferentes híbridos de la red de evaluación de híbridos de INTA Balcarce. Como se observa, puede variar entre 1:1 a 2,5:1. Ello quiere decir que por cada kg de tallo hay materiales que aportan desde 1 kg hasta 2 a 3 kg de grano.

RELACIÓN ESPIGA TALLO EN DISTINTOS HÍBRIDOS

La mayor parte de los híbridos presentan un buen rendimiento de materia seca y de espiga cuando se dan las condiciones adecuadas de humedad y fertilización, no obstante la relación espiga:tallo es muy variables como se muestra en la figura 3. Además está decir que cuando mayor es esta relación mejor serán las características del cultivo para ensilar.

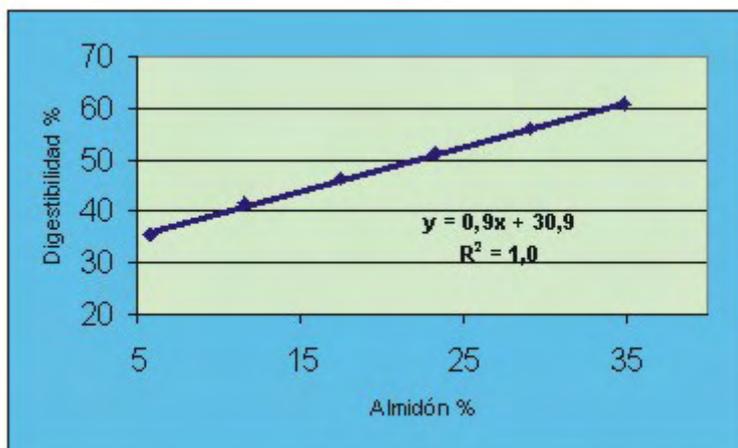
Figura 3: Relación espiga al peso total de la planta y relación espiga:tallo de distintos híbridos de maíz (adaptado Revista Arg. Prod. Animal 20(1):168, 2000)



CONCENTRACIÓN ENERGÉTICA DEL SILAJE

La concentración de energía metabolizable (EM) depende de la digestibilidad in vivo. Hemos observado experimentalmente que dicho parámetro está en el rango del 52-55% independientemente del estado de madurez. Al madurar la planta el aumento del contenido de almidón compensa la disminución de la digestibilidad de hojas y tallos. Sin embargo, a un mismo estado de madurez, por ejemplo de mitad de línea de leche a pastoso, la digestibilidad aumenta con el contenido de almidón como se muestra en la figura 4.

Figura 4: Relación almidón y digestibilidad de la MS



Para un silaje de maíz con 25% de almidón es de esperar una concentración de EM de 1,8 a 2,0 Mcal EM/kgMS, la cual es un 30% inferior a la que contiene una pastura de alta calidad con 70-75% de digestibilidad que alcanza a 2,6 Mcal EM/kgMS. Esto indica que el silaje de maíz no es un recurso de alta concentración energética.

EJEMPLO DE UN CÁLCULO DE LA MATERIA SECA DIGESTIBLE EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE ALMIDÓN DEL SILAJE

Supongamos un maíz con 40% de espiga y 60% de stover (hoja+tallo+chala): En 1.000 g de materia seca se encontrarán los siguientes componentes:

Grano =	400 x 0,83 =	330 g (figura 2)
Marlo =	400 x 0,17 =	70 g (figura 2)
Tallo =	600 x 0,40 =	240 g (estimado 40% de tallo en el stover)
Hojas/chalas =	600 - 240 (tallos) =	360 g
En este ejemplo la relación espiga:tallo es 400/240= 1,7:1		

MATERIA SECA DEGRADABLE (MSD) DE LOS COMPONENTES

1) El grano es degradable en el 90%, por tanto: $332 \times 0,9 = 299$ g MSD 2) El tallo y el marlo tienen la misma degradabilidad de aproximadamente 27%, por lo tanto: $(68 + 240) \times 0,27$ (ver tabla 1) = 84 g MSD

Para hojas y chala el cálculo es: $360 \times 0,45$ (ver tabla 1) = 162 g MSD.

El conjunto tendrá un total de 543 g MSD sin considerar las pérdidas durante el ensilado, de los cuales 299 g de MSD son aportados por los granos y 246 por el resto de la planta (84 + 162). Es decir que en este caso los granos que pesan el 33% del peso de la planta aportan el 55% de la MSD (297/543).

Como se ha dicho, en el proceso se pierde alrededor de un 10% de material degradable (figura 1) bajo la forma de hidratos de carbono solubles que se consumen por respiración. Por lo tanto corrigiendo la MSD del resto de la planta (246 g) por un factor 0,9 se obtiene la del silaje. Esto es $246 \times 0,9 + 299$ (MSD de granos) = 520 g MSD.

En síntesis, cada kg de MS ensilada hace un aporte de prácticamente 520 g de MSD, lo cual concuerda con el valor de digestibilidad mostrado en la figura 4, para un silaje de 23 de almidón. Téngase en cuenta que el silaje del cálculo tiene 330 g de granos, los cuales aportan 70% de almidón, por lo tanto $330 \times 0,7 = 231$ g de almidón por kg de silaje. Esto también coincide con los ensayos de digestibilidad in vivo que indican que el animal digiere entre el 52 a 55% del silaje consumido, debido a la baja digestibilidad de tallos y hojas.

QUÉ SE PUEDE ESPERAR EN GANANCIA DE PESO CON UN SILAJE DE TAN BAJA CONCENTRACIÓN ENERGÉTICA?

La producción es por lo general mayor que la que corresponde a su valor energético. Por ejemplo, en un vacuno para carne que consumiera una pastura de 52% de digestibilidad o 1,9 Mcal EM/kgMS es muy poco lo que se puede esperar en términos de ganancia de peso. Por lo general los animales podrían estar entre mantenimiento y ganancias de 100 a 200 g/día. Usando silaje de maíz como único alimento en vacunos para carne se obtienen ganancias de peso que llegan a 600-700 g/día. La misma aumenta cuando se suplementan con proteínas y disminuye a solamente 200 a 300 g/día cuando hay poco grano en la planta. Con un silaje bien hecho con más de 20% de almidón la ganancia de peso es alta para la concentración energética mencionada anteriormente.

¿POR QUÉ EL SILAJE DE MAÍZ SE COMPORTA DIFERENTE?

Porque las partículas de silaje no son retenidas en el rumen más de 20 a 24 horas lo cual, si bien hace que se pierdan en heces las partes de menor degradabilidad disminuyendo la digestibilidad del silaje, también produce el vaciado rápido del rumen que ocasiona un mayor consumo. El alimento consumido es un material con el doble o triple de calidad en términos de degradabilidad que el que se pierde por pasaje.

En otras palabras, la fibra menos degradable es reemplazada por almidón, carbohidratos solubles y fibra de mayor degradabilidad. Por esta razón se han medido consumos de MS entre el 3 al 4% del peso vivo en animales consumiendo dietas en base a silaje de maíz, cuando el consumo en forrajes de la misma digestibilidad (50 a 55%) raramente puede ser mayor al 2% del peso del animal, debido al efecto del llenado ocasionado por el lento pasaje del alimento por el rumen.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN

El silaje de maíz convenientemente suplementado permite, en general, duplicar la ganancia de peso. Por ejemplo, en un experimento llevado a cabo en Uruguay con novillos de 330 a 345 kg se obtuvieron ganancias de peso con silaje sólo de 175 y 545 g/día en distintos años, atribuyéndose las diferencias a la calidad del silaje. Con suplementación de expeller de girasol las tasas de ganancia de peso aumentaron a 547 y 1113 g/día, respectivamente.

En Balcarce la ganancia de peso de terneros de 190 kg fue de 320 g/día con silaje de maíz más 12% de grano de maíz y 3% de urea. Aumentó a 1 kg/día cuando se reemplazó la urea por 32% de expeller de girasol, y fue de 970 g/día con silaje y 32% de expeller sin grano. En Nueva Zelanda la ganancia de peso de novillos de 300 kg fue de 307 g/día con silaje. En este caso aumentó a 800 g/día con silaje más 1% urea, o con 2,3% de una mezcla de sales minerales, y con ambos suplementos juntos aumentó a 1430 g/día.

En feedlot alimentando novillos de frame 5, con 60% de silaje de maíz, 25% de grano de maíz y 15% de expeller de girasol se han obtenido ganancias de peso de hasta 1400 g/d. Las causas de la respuesta del silaje de

maíz a la suplementación no están claras. En parte pueden deberse a un mayor consumo, a una mejor digestión del silaje, mayor crecimiento microbiano y consecuente aporte proteico al animal, o a mayor eficiencia de utilización de la EM.

CONSIDERACIONES FINALES

Por el momento es muy poco lo que se puede lograr en mejorar la degradabilidad del la MS del silaje a través de la calidad del stover, ya que en la medida que los híbridos han sido seleccionados por características agronómicas asociadas al rendimiento de grano, las hojas y tallos desarrollaron tejidos más resistentes a la degradación ruminal.

Por lo tanto hay que seleccionar los híbridos y prácticas de manejo que den una alta proporción de espiga en la planta, lo cual no significa estrictamente mayor producción de granos por hectárea, porque ello también se puede lograr con plantas muy desarrolladas y mediana proporción de espigas.

El aumento de la densidad disminuye el peso de la espiga y aumenta el de hojas y tallos, lo cual no es conveniente para silaje. Hemos obtenidos mejor proporción de espiga y mayor relación espiga/tallos con 50 mil plantas por hectárea que con 80 mil.

Por otro lado hemos observado que el retraso de la fecha de siembra de mitad de octubre a mitad de noviembre disminuye el tamaño de la espiga y aumenta el peso del tallo. Sin embargo también hemos observados en años con un verano seco como éste (2003) que los híbridos de ciclo corto sembrados en noviembre tienen mejor aspecto que los sembrados en octubre, en los cuales la planta se secó antes. No obstante, aún no sabemos que pasará en la degradabilidad de la MS de los respectivos silajes, que es lo que estamos estudiando.

PARTICIPANTES DEL PROYECTO

Los datos presentados fueron obtenidos de trabajos realizados con tesistas de grado, posgrado y de la especialidad, en los cuales colaboró el Ing. Agr. L. Gutiérrez.

El reconocimiento a todos ellos que realizaron valiosos aportes para entender mejor los factores que afectan la calidad del silaje de maíz. Ellos son: Jorgelina Ferrero; Mariana Nomdedeu; Sonia Arias; Santiago Van Houtte; Joaquín Bedatou; Diego Bolasell; Alejandro Chicatum y Szu Hsin (Vanesa) Lee.



Foto 3. Estudiantes preparando un microsilo de planta entera de maíz en la Unidad Integrada Balcarce.

Volver a: [Reservas: silos](#)