

## ALIMENTACION Y CALIDAD DE CARNE

### USO DEL MAIZ

### PROCESAMIENTO Y RESPUESTA ANIMAL

Méd. Vet. Alicia Dillon<sup>1</sup> y Dr. Juan Carlos Elizalde<sup>2</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA General Villegas - adillon@correo.inta.gov.ar,

<sup>2</sup>Fac. de Cs. Agrarias, Balcarce UNMdP CONICET.

#### INTRODUCCION

Un fuerte incremento de la superficie destinada al cultivo de soja en la mayoría de las provincias de la pampa húmeda, sorprendió en los últimos años. Fue así como la soja, no sólo desplazó a otros cultivos, como el girasol y maíz; sino que en los sistemas de invernada, ocupó la superficie que se utilizaba con pasturas base alfalfa y verdeos invernales.

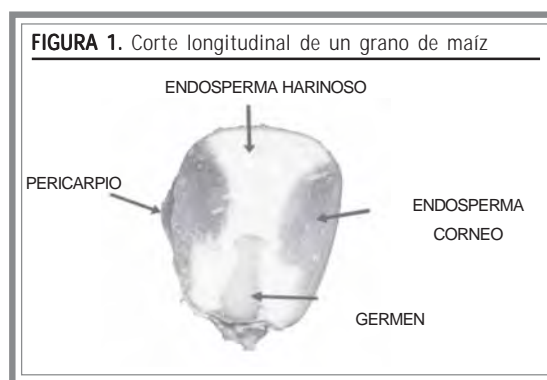
Esta nueva distribución de los cultivos condicionó los clásicos sistemas pastoriles basados casi exclusivamente en el aprovechamiento de pasturas y verdeos hacia la necesidad de incorporar la suplementación estratégica y el engorde a corral. En estos nuevos sistemas intensivos, el grano de maíz resultó ser una alternativa conveniente y muy utilizada tanto por su significativo aporte de energía, como por lo simple que resulta el proceso de suministro y por su amplia disponibilidad en la zona. En los últimos años se ha observado además que, como consecuencia de la intensificación de estos sistemas de invernada, se perciben índices de productividad individual y por unidad de superficie mayores a otros años.

#### DIGESTIÓN DEL GRANO DE MAÍZ

En la EEA INTA General Villegas, se analizaron 38 híbridos comerciales provenientes de un ensayo comparativo de rendimiento realizado por el Ing. Agr. Gustavo A. Duarte (CREA América I). Entre los datos de calidad obtenidos en el laboratorio se observó que el maíz tiene una concentración energética entre 2.8 y 3.3 Megacalorías de Energía Metabolizable (EM) por kg de materia seca, contenidos entre el 7.7 y 10% de proteína y entre el 64.8 y el 75.7% de almidón (Dillon y Elizalde, 2003). Si bien desde el punto de vista de la nutrición bovina la parte más importante del grano es el almidón, el valor nutritivo del grano no está dado por el contenido de almidón sino por la asociación de éste con las proteínas en el endosperma. Tanto el pericarpio (cubierta externa) del grano de maíz, como la matriz proteica del endosperma; forman

una barrera física que dificulta la accesibilidad de las bacterias ruminales a los gránulos de almidón. Dicha condición posibilita la modificación de la tasa y la extensión de la degradación ruminal del grano de maíz a través de la selección de genotipos y/o del método de procesamiento.

En referencia a la selección de genotipos, las diferencias en la degradabilidad de los híbridos de maíz están dadas por la diferente proporción de endosperma córneo o harinoso que posee el grano (**Figura 1**). El endosperma córneo es duro y resistente, y en él los gránulos de almidón están rodeados por una matriz proteica densa y continua que limita el ataque y la colonización de las bacterias ruminales. En contraste, en el endosperma harinoso, los gránulos de almidón son mayores y más accesibles a los microorganismos ruminales debido a que la matriz proteica que los envuelve es discontinua y más laxa.



La vitrosidad estima las proporciones relativas del endosperma córneo o harinoso en el grano, y se calcula como el porcentaje en peso, del endosperma córneo con relación al peso total del endosperma del grano. Por lo anteriormente comentado, la vitrosidad del maíz relacionada en forma inversa ( $r=-0.54$ ;  $P<0.001$ ; Dillon y Elizalde, 2003) con la degradabilidad ruminal del grano de maíz. Los maíces con mayor porcentaje de vitrosidad son los maíces tipo flint, en los cuales, la fracción córnea del endosperma es la más abundante; y por

eso son conocidos comúnmente como "maíces duros" porque sus granos son córneos, resistentes y de forma redondeada. Por otra parte, los maíces tipo dentados poseen menor vitrosidad, ya que en ellos endosperma harinoso es proporcionalmente mayor; y reciben este nombre debido a que la porción harinosa central se seca más rápidamente que la periferia córnea, provocando una depresión en el extremo distal.

Dillon y Elizalde (2004) evaluaron cinética de la degradación ruminal in situ; de cinco híbridos de maíz contrastantes respecto de su vitrosidad, y observaron que la fracción soluble (que es la que se degrada casi instantáneamente en el rumen) y la velocidad de degradación fueron mayores en los híbridos harinosos, lo que dio como resultado una mayor degradabilidad en los híbridos dentados con respecto a los híbridos flint o más córneos. (Figura 2)

Los métodos de procesamiento físicos (como el quebrado o molido del grano); al romper el pericarpio y la matriz que contiene los gránulos de almidón, incrementan la digestión del almidón. Este proceso es facilitado por el aumento de la superficie de almidón expuesta a la colonización de microbios y a la acción de las enzimas fermentativas. En tal sentido, Parra y Elizalde (2001) demostraron que a medida que se intensifica el procesamiento aumenta la utilización del almidón en el rumen (Figura 3).

Sin embargo, el procesamiento podría no ser beneficioso a media que disminuye el tamaño de partícula y/o aumenta el nivel de grano en la dieta. La mayor velocidad de degradación produce una mayor liberación de ácidos en el rumen que ocasionan una caída del pH ruminal con la consecuente acidosis, que aunque sea subclínica, produce una disminución en el consumo de materia seca y en la ganancia diaria de peso vivo.

En otro orden, en los animales jóvenes (de menos de 300 kg), el menor tamaño del esfínter retículo-omasal impediría el pasaje del grano entero al intestino; así cuanto más pequeños son los animales, mayor es la eficiencia de utilización del grano de maíz entero. Si bien aparecen granos enteros en las heces, estos sufrirían algún grado de aprovechamiento, ya que se ha observado una pérdida de peso de hasta el 30 % en los granos enteros que aparecen en heces (Maresca y col., 2003).

Así, la conveniencia del procesado del grano debe evaluarse considerando todos los factores que interactúan, como por ejemplo, los objetivos de producción, la categoría animal, el nivel de inclusión de grano en la dieta, el tipo de híbrido, el costo del procesamiento y las pérdidas que ocurren por voladura del material más almidonoso durante la molienda.

Figura 2: Cinética de la digestión de la materia seca de diferentes híbridos de maíz

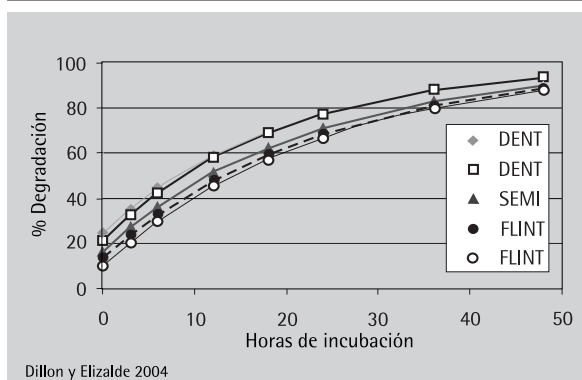


Figura 3: Cinética de la digestión del almidón evaluada a dos tamaños de molido.

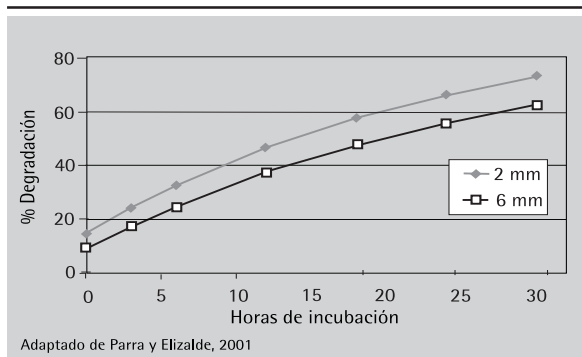


Figura 4 Efecto de la suplementación con grano de maíz.

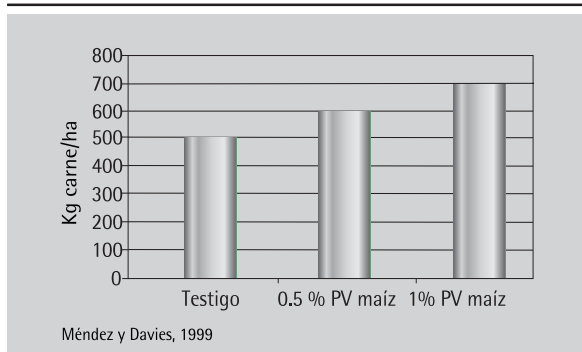
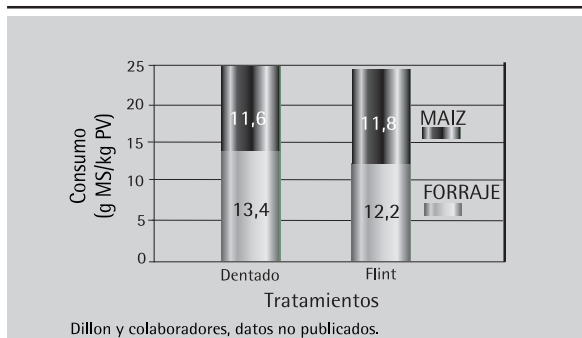


Figura 5. Consumo medio diario de materia seca (gramos de MS/kg de peso vivo) en novillos en pastoreo suplementados con grano de maíz.



## EL GRANO DE MAÍZ EN LA SUPLEMENTACIÓN

La suplementación con grano de maíz tiene un efecto favorable, (especialmente en el período otoño invernal) sobre la producción individual de los animales cuando la calidad del forraje es deficiente (alto contenido de proteína soluble y bajos niveles de carbohidratos no estructurales), y/o cuando la cantidad es limitante, por ejemplo, como cuando se somete a las pasturas a altas presiones de pastoreo.

Por otra parte, si la calidad y la cantidad del forraje base no son limitantes, la suplementación con grano de maíz ocasiona básicamente un efecto sustitutivo. En este caso se logra una mayor productividad como consecuencia de un aumento de la carga sobre los recursos forrajeros y de un mayor consumo y utilización de nutrientes por parte de los animales.

En General Villegas, Méndez y Davies (1999) lograron un incremento de 84 gramos en la productividad individual de los animales (0.764 vs. 0.848 kg/animal/día) durante el primer pastoreo de verdeos invernales, con una suplementación con grano de maíz partido a un nivel del 1% del peso vivo. En todo el período de utilización de los verdeos, una suplementación con maíz a niveles del 0.5 y 1% del peso vivo, logró aumentos de la carga animal de 12.8 y 34.5% con respecto al testigo. El aumento de la carga y la mejora en la ganancia de peso se tradujeron en un aumento de la producción de carne por unidad de superficie de 19.3 y 38,8% (**Figura 4**).

En General Villegas, también se evaluó el efecto de genotipos con vitrosidad contrastante (flint vs. dentado) ofrecido como grano entero al 1.2 % del peso vivo a novillos en pastoreo sobre una pastura base alfalfa. Se observó una tendencia a una mayor ganancia de peso individual en los novillos suplementados con el híbrido dentado (1.13 vs. 1.08 kg/novillos/día), que estaría relacionada al mayor consumo de materia seca originado en un mayor consumo de forraje (**Figura 5**).

Aún con grano de maíz entero, los niveles de ganancia diaria de peso fueron elevados (mayores a 1kg/animal) y apropiados para lograr la terminación de novillos en el término de un año, en un sistema intensivo de producción de carne. Además, estos resultados indican que es posible mejorar la eficiencia de utilización del maíz seleccionando el híbrido más digestible con el fin de producir una mayor cantidad de carne, ya que por cada tonelada de maíz utilizada se obtuvo una producción diferencial de 15 kg de carne por hectárea a favor del híbrido dentado.

## EL GRANO DE MAÍZ EN EL ENGORDE A CORRAL

En el engorde de novillos a corral el grano de maíz es el concentrado energético más utilizado. Sin embargo, existe poca información en referencia a si las diferencias existentes en la

degradabilidad de los granos de genotipos de maíz contrastantes se reflejan en la performance animal, así como sobre la conveniencia del procesamiento de los distintos genotipos en dietas con alta inclusión de grano.

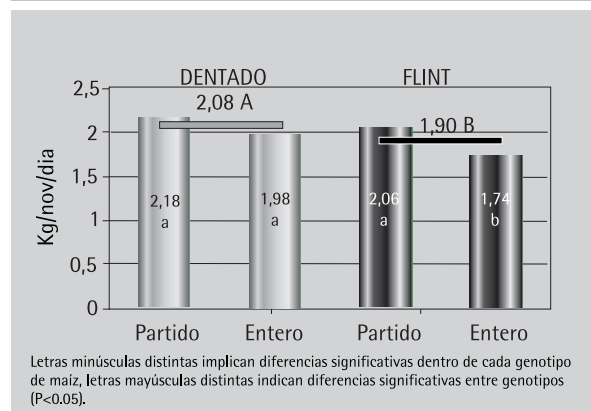
En este marco, y persiguiendo ese objetivo, se realizó el siguiente experimento con el fin de evaluar el efecto del genotipo (flint y dentado) y del procesamiento (entero y partido) del grano de maíz en novillos en terminación alimentados a corral con dietas con alta inclusión de grano. Se utilizaron 96 novillos británicos con un peso inicial de 323 +/- 22 kg en 16 corrales (6 an/corral). La dieta estuvo compuesta por un 81,8% de grano de maíz, 9,5% de pellet de girasol, 6,5% de heno de alfalfa y 2.2% de núcleo mineral con monensina.

El consumo de materia seca fue similar entre ambos genotipos (flint y dentado) y de aproximadamente 11 kg/animal/día (lo que equivale a un 2.73% del peso vivo). Sin embargo, en la figura 6 se observa que los novillos que consumieron el maíz dentado ganaron 180 gramos más por día que los que consumieron el genotipo flint. Como consecuencia de esto, la eficiencia de conversión fue mejor en el genotipo dentado (5.42 vs 5.80;  $P < 0.10$ ); lo que significa que para producir la misma cantidad de kilogramos de carne se necesitó un 7% menos de alimento cuando se utilizó la dieta que contenía el maíz con mayor proporción de endosperma harinoso. Las elevadas ganancias diarias de peso observadas en este experimento (promedio  $2 \pm 0.23$  kg/animal/día); podrían atribuirse a la expresión de un crecimiento compensatorio dentro del corral, ya que previo al ingreso a los corrales los novillos permanecieron en una pastura de agropiro con un bajo nivel de asignación forrajera

El partido del grano no afectó el consumo de materia seca en el genotipo dentado, pero aumentó un 5.7 % el consumo en el grano flint. Por su parte, el procesamiento del maíz aumentó la ganancia de peso en ambos genotipos evaluados, aunque este efecto resultó más marcado en el maíz flint, donde el partido del grano produjo un aumento de la ganancia diaria de peso del 18.4% (310 g/animal) con respecto al grano utilizado entero; mientras que en el grano dentado el partido mejoró la ganancia diaria de peso en un 10% (200 g/animal). Igualmente, se obtuvieron elevadas ganancias de peso en novillos en terminación (de más de 350 kg de peso vivo) aún con grano de maíz entero flint o dentado (1.74 y 1.98 kg/animal, respectivamente). En el genotipo flint, el grano partido fue un 10% más eficiente que el grano entero en la conversión de carne. Sin embargo, no se observaron diferencias en la eficiencia de conversión en el grano dentado que puedan ser atribuidas al procesamiento.

Estos resultados indican la importancia que tiene la elección del tipo de híbrido de maíz en su utilización en la alimentación de novillos; y que las ventajas de procesar el grano están relacionadas al genotipo

**Figura 6.** Aumento medio diario de novillos alimentados a corral

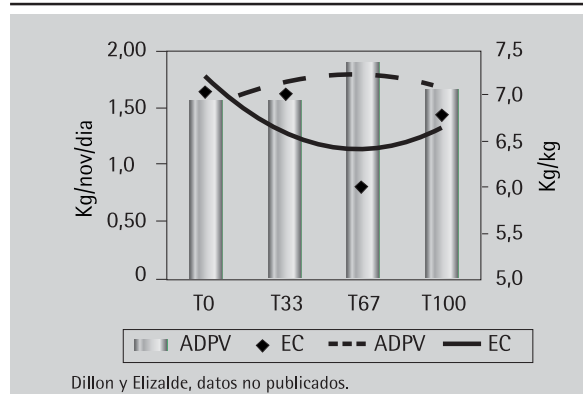


de maíz utilizado, siendo más conveniente en el genotipo flint.

Como se comentó en la sección de digestión del maíz, el grano entero tiene el tamaño suficiente como para estimular mecánicamente la rumia, la masticación y el partido del grano durante el proceso ingestivo; lo que disminuye la incidencia de acidosis subclínica; incluso cuando se utiliza un bajo nivel de fibra. Por otra parte, el procesado del grano de maíz permite un mejor mezclado de la dieta y aumenta la digestibilidad del almidón y por lo tanto la performance animal. Con el fin de aprovechar las ventajas, tanto del procesamiento como del grano entero, se realizó en General Villegas un ensayo con el objetivo de evaluar el efecto del procesado del grano de maíz y de la combinación de grano entero y partido sobre la performance de novillos alimentados a corral.

Los tratamientos evaluados fueron las diferentes combinaciones de grano entero y partido: T0: 100% grano de maíz entero, T33: 67% grano de maíz entero, 33% grano de maíz partido, T67: 33% grano de maíz entero, 67% grano de maíz partido y T100: 100% grano de maíz partido. Se trabajó con 80 novillos británicos con un peso inicial de 356 +/- 21.5 kg alimentado con una dieta compuesta por un 81,8% de grano de maíz, 9,5% de pellet de gira-

**Figura 7.** Efecto del procesamiento del grano de maíz sobre la ganancia de peso y la eficiencia de conversión de novillos a corral.



sol, 6.5% de heno de alfalfa y 2.2% de núcleo mineral. En la **Figura 7** se observa que existió un efecto cuadrático (P<0.05) de los tratamientos sobre la ganancia de peso y la eficiencia de conversión. Estos resultados indican que en novillos en terminación alimentados a corral con un alto nivel de grano en la dieta, la combinación de grano de maíz entero y partido presentó un efecto favorable sobre la ganancia de peso y mejoró la eficiencia de conversión.

## CONCLUSIÓN

Resulta indispensable el conocimiento sobre la fisiología de la digestión del grano de maíz en bovinos. Éste es el punto de partida para aproximarse a valorar la importancia y la interacción de los distintos factores (como el genotipo de maíz, el método de procesamiento y el nivel de grano en la dieta) para poder optimizar la utilización del grano en cada categoría animal y en cada sistema productivo, y así hacer más eficiente la transformación del grano en carne vacuna.

A su vez, el manejo de dicha información facilitará la formulación de la dieta más adecuada en cada situación particular, optimizando el resultado productivo y económico del sistema ganadero.

## Agradecimientos

Agradecemos a las siguientes empresas e instituciones por su contribución en los ensayos de alimentación a corral: Oleaginosa Moreno Hnos. S.A., Desab S.A., Pioneer, Interforming SA, Raciones Argentinas, Elanco Animal Health, Veterinaria Pontiggia, Irasola Representaciones, Orden e Irastorza, Asociación Cooperadora del INTA Gral. Villegas.

## Bibliografía.

- \* Dillon, A. y Elizalde, J. C. 2003. Relación entre las características físicas-químicas y la degradabilidad ruminal de los granos de diferentes híbridos de maíz. Rev. Arg. Prod. Anim 23 (Supl.1): 76-77
- \* Dillon, A. y Elizalde, J. C y Duarte G. 2004. Cinética de la degradación ruminal de los granos de cinco híbridos de maíz de diferente textura del endosperma. Rev. Arg. Prod. Anim 24, supl.1: 76-77.

- \* Maresca, S., Santini, F.J., Pavan, E., y Elizalde, J.C. 2003. Efecto del nivel de forraje en la dieta sobre la utilización del grano de maíz entero en bovinos de diferentes edades 2. Características de los granos en heces. Rev. Arg. Prod. Anim 23 (Supl.1): 39-40.
- \* Mcallister, T. A., Phillipe, R. C., Rode, L. M., Cheng, K.J. 1993. Effects of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. J. Anim. Sci. 71:205-212.
- \* Méndez, D.G. y Davies, P. 1999 Utilización de verdeos invernales. Publicación Técnica N° 29. INTA EEA General Villegas
- \* Parra, V. Elizalde J. C. 2001. Degradabilidad ruminal de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) evaluada a dos tamaños de molido en vacunos. Rev. Arg. Prod. Anim. 21 (Sup. 1): 40-41.
- Theurer, C. B. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. J. Anim. Sci. 63: 1649-1662.