

DEGRADABILIDAD RUMINAL *IN SITU* DE GRANOS DE GENOTIPOS CONTRASTANTES DE MAÍZ EN BOVINOS

Autores

- **DOMINGUEZ, Federico**
- **INGENTRON, Federico Matías**

Director:

- **STRITZLER, Néstor**

Co-Director:

- **RABOTNIKOF, Celia**

Comité Evaluador:

- **PAGELLA, José Horacio**
- **PETRUZZI, Horacio Javier**

RESUMEN

El grano de cereal más utilizado en la alimentación de ganado, en engorde a corral o suplementación a pastoreo, es el de maíz (*Zea mays*). Durante muchos años se ha estudiado la forma de mejorar la utilización digestiva de este grano por los rumiantes, con especial énfasis en los diferentes métodos de procesamiento físico. No obstante, la conveniencia de aplicar dicho tipo de tratamiento a los granos es materia de controversia. El objetivo de este trabajo fue la evaluación de la digestión ruminal de grano entero y sus fracciones obtenidas por molienda, de tres híbridos de maíz con características de grano contrastantes. El estudio se realizó en la Facultad de Agronomía, UNLPam, con granos de híbridos de maíz, seleccionados en un ensayo comparativo realizado en la EEA Anguil, INTA. Se eligieron tres materiales contrastantes: Flint (PROZEA 33), semidentado (AW 190 MG) y dentado (EXP 849 CL). Los granos cosechados de dichos híbridos se procesaron en un molino de martillos, y se tamizaron para obtener tres fracciones de distinta granulometría: (a) < 1mm; (b) > 1mm < 2mm; (c) > 2mm. Dichas fracciones, junto con el grano entero, conformaron los cuatro tipos de sustrato de cada híbrido a evaluar. Cada uno de estos materiales se incubó en el rumen, en bolsitas de tela de nylon con tamaño de poro de 50 µm. Las incubaciones se llevaron a cabo en 3 novillos Hereford provistos de fístula ruminal permanente, y alimentados con heno de alfalfa *ad libitum*. Los tiempos de incubación fueron: 3, 6, 9, 12, 24 y 48 h para las tres fracciones producto de la molienda, y 48 h solamente para el grano entero. La desaparición de sustrato a tiempo cero se determinó por incubación en baño termostático a 39°C durante 15 min., con agitación. Los datos de desaparición ruminal de los sustratos se ajustaron a un modelo exponencial con tiempo de retardo. Los parámetros de la dinámica de degradación estimados por el ajuste a dicho modelo fueron: fracción soluble (**A**); fracción insoluble, lentamente degradable (**B**); fracción potencialmente degradable (**A+B**); tasa de degradación de la fracción **B** (**c**); y degradabilidad efectiva (**DE**) a una tasa de pasaje k de 0,05 h⁻¹. Para el grano entero sólo se estimó la desaparición a las 48 h de incubación, y se incluyó en el análisis junto con la **DE** de las fracciones evaluadas. Los resultados para cada una de estas variables se sometieron a análisis de varianza, y prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). Las comparaciones entre los distintos híbridos muestran que no se presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en los parámetros estimados, con excepción de la **DE**. La **DE** más alta fue para el híbrido dentado, seguido por el semidentado y finalmente el flint, aunque estos dos últimos no mostraron diferencias significativas. El tamaño de molienda tuvo una marcada

influencia sobre los parámetros estimados, disminuyendo **A** y aumentando **B** al incrementarse el tamaño de partícula. La **DE** fue claramente mayor para la fracción más fina, y similar para las otras dos. La degradabilidad ruminal de los granos de maíz enteros fue muy baja (<13 %) para todos los híbridos, demostrando que, si se ofrecen enteros, sólo pueden ser digeridos en rumen con ruptura previa por la masticación. Se concluye que el tamaño de las partículas obtenidas por molienda y el tipo de híbrido utilizado afectan su digestión y que los granos enteros son digeridos pobremente.

Palabras clave: grano, maíz, molienda, flint, dentado.

INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria argentina ha sufrido un cambio importante en los últimos años, manifestado a través de un gran aumento de la superficie agrícola, que pasó de 11.473.000 ha en el año 1994 a 22.810.000 ha en el año 2002 (Rearte, 2007). Obviamente, este incremento provocó una reducción notable de la superficie dedicada a la actividad pecuaria. A pesar de esta situación, el stock vacuno nacional permaneció relativamente constante, en aproximadamente 54 millones de cabezas, con un marcado reordenamiento territorial de la ganadería, desplazándose desde la Región Pampeana hacia las demás regiones del país, principalmente el NEA. (Rearte, 2007). Esta situación que está atravesando la ganadería se manifiesta también a través de los cambios en la alimentación, aumentando marcadamente la utilización de granos de cereales y otros alimentos altamente energéticos, lo que conduce a una fuerte intensificación del sistema de producción.

El engorde a corral representa una de las principales formas de producción intensiva de bovinos de carne. En este sistema, la variable de mayor incidencia en el costo de producción es el alimento, razón por la cual la utilización digestiva del mismo es un aspecto fundamental en la eficiencia global del sistema de producción.

El grano de cereal más utilizado en la alimentación del ganado, en una amplia zona de nuestro país, es el maíz. Durante muchos años se ha estudiado la forma de mejorar la utilización de este grano en los rumiantes, con especial énfasis en los diferentes métodos de procesamiento. No obstante, siguen existiendo controversias sobre la conveniencia de utilizar el grano entero o procesado.

Muchos autores han demostrado que el principal efecto del procesamiento físico del grano de maíz (molido, aplastado en seco, aplastado al vapor, etc.), es favorecer la ruptura de la matriz proteica que contiene los gránulos de almidón, mejorando su digestibilidad, (Maresca *et al.*, 2002). El procesamiento de los granos es de suma importancia porque determinará no sólo el consumo por parte del animal, sino también la tasa y los sitios de digestión del almidón. En trabajos donde se evaluaron distintos tamaños de partículas del grano de maíz y su efecto sobre la tasa y la partición de la digestión se comprobó que los distintos grados de molienda no afectaron la digestibilidad del grano pero sí modificaron los sitios de digestión. Mientras que con el grano entero la digestión de la MS fue del 45 % en rumen y 32 % en intestino, con el grano molido la fracción digerida en rumen aumentó, disminuyendo el porcentaje que lo hizo a nivel postgástrico (Galyean *et al.*, 1979).

El tipo de grano influye también sobre su grado de aprovechamiento digestivo. Los granos de sorgo y maíz tienen una estructura proteica entre los gránulos de almidón que impiden la rápida exposición al licor ruminal y retarda el ataque microbiano. Entre los maíces podrían citarse diferencias similares al comparar dentados, semi-dentados y duros. La dureza o vitrosidad (dependiente de la proporción de endosperma córneo) juega un rol muy importante en la degradación ruminal del almidón, observándose una correlación negativa entre ambas variables (Montiel y Elizalde, 2004). Es así que se observan rangos de degradabilidad ruminal de almidón que van del 40,6 al 77,6% para flint y dentados respectivamente. La molienda mejora la exposición ruminal del grano, con valores máximos para los dentados, aunque el cambio más significativo se ve en los flint. (Pordomingo, 2005).

Sería importante seguir avanzando en el conocimiento de esta problemática para eficientizar aún más el uso de los granos en los sistemas ganaderos que tanto han cambiado.

HIPÓTESIS

Los distintos genotipos y tamaños de molienda de granos de maíz tienen distinta digestión ruminal

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue la evaluación de la digestión ruminal del grano de tres híbridos de maíz con características contrastantes, expuestos en sus formas de grano entero y de fracciones obtenidas del tratamiento de molienda.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Facultad de Agronomía de la UNLPam, con tres híbridos distintos de maíz (*Zea mays*), obtenidos de un ensayo comparativo de rendimiento en la EEA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas” del INTA (Tabla 1). En función de las características morfológicas externas del grano, para este trabajo se seleccionaron tres híbridos contrastantes (flint, semidentado y dentado) (Figuras 1, 2 y 3 respectivamente).

A los granos obtenidos se les aplicó un tratamiento de molienda, en igualdad de condiciones para los tres genotipos, utilizándose un molino de martillos. Al material obtenido de la molienda se lo hizo pasar a través de un par de tamices Tyler (N° 10 y N° 18), separándose así en tres fracciones: (a) < 1mm; (b) > 1mm <2mm; (c) >2mm. Estas fracciones, junto con el grano entero conformaron los cuatro sustratos de cada híbrido a evaluar.

La evaluación de la degradabilidad ruminal de los distintos materiales se realizó por la técnica de incubación *in situ* del sustrato incluido en bolsitas de tela de nylon (Ørskov *et al.*, 1980). Para la misma se utilizaron tres novillos Hereford de un peso vivo promedio de 650 kg, provistos de fístula permanente de rumen (Figura 4), y alimentados *ad libitum* con heno de alfalfa (*Medicago sativa*) de buena calidad nutritiva (DMS: 62,55 %; PB: 20,20 %). Estos Antes de comenzar con las incubaciones los animales fueron sometidos a un período de acostumbramiento a la dieta experimental, el cual se extendió por 7 días.

Las bolsitas de nylon utilizadas en las incubaciones *in situ* fueron de forma rectangular, con un tamaño de poro de 50 µm, y una superficie total de 170 cm². Para determinar la cantidad de sustrato a incubar en cada bolsita, se utilizó una relación peso/superficie de 12,5 mg/cm², llevando a que cada una contuviera 1,5 gr de muestra (peso seco), aproximadamente. Se asumió para las bolsitas un área efectiva de exposición del 70 %, estimándose que el 30 % restante corresponde a la parte superior de la bolsita, utilizada para la sujeción de la misma al tapón de goma, por medio de un precinto plástico. Cada tapón de goma se utilizó en la sujeción de hasta un total de 6 bolsitas, actuando como lastre para la inmersión en el contenido ruminal (Figura 5).

Los sustratos de cada híbrido se incubaron en el rumen de los novillos por tiempos de 3, 6, 9, 12, 24 y 48 hs, con una repetición por cada novillo (I, II y III). Una vez retiradas del rumen se procedió a su lavado por un tiempo de 60 minutos y a su posterior secado a 40°C hasta peso constante, para determinar el residuo y por diferencia con el peso inicial obtener la degradación real de la muestra. Para determinar degradabilidad inicial (tiempo 0) se colocaron muestras de los sustratos incluidas en bolsitas de nylon en agua a 39°C por un periodo de 15 minutos con agitación leve y constante.

Para el análisis de la dinámica de desaparición ruminal de los sustratos, los datos se ajustaron a un modelo exponencial con tiempo de retardo, de acuerdo a lo propuesto por McDonald (1981). Los parámetros de dinámica de degradación de dicho modelo, cuya estimación surge del ajuste de los datos observados, se describen como: fracción soluble (**A**); fracción

insoluble, lentamente degradable (**B**); fracción potencialmente degradable (**A+B**); tasa de degradación de la fracción B (**c**); tiempo de retardo (**L**). La degradabilidad efectiva (**DE**) de cada fracción se calculó ponderando la digestión ruminal por la tasa de pasaje k (Stritzler et al. 1997), asumiéndose para esta última un valor de $0,05 \text{ h}^{-1}$. Para ello se utilizó la ecuación $DE = A + b.c.e^{-(c+k)L}/c + k$.

Los resultados para cada una de estas variables fueron sometidos a análisis de varianza, y prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

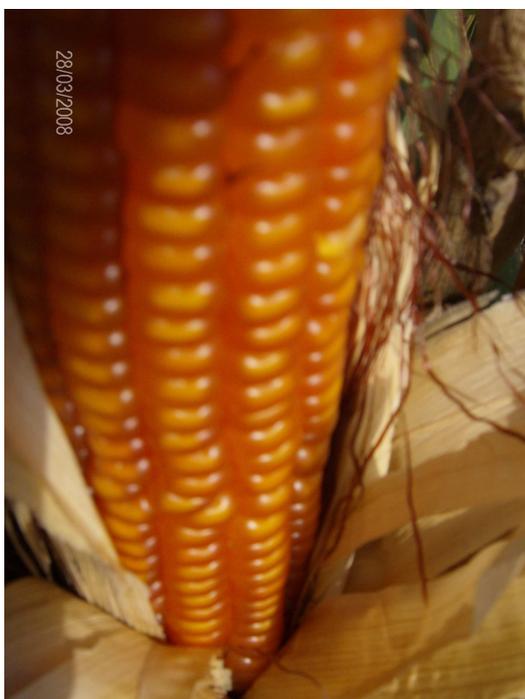


Figura 1: Híbrido flint



Figura 2: Híbrido semidentado



Figura 3: Híbrido dentado



Figura 4: Novillo provisto de fístula permanente de rumen.



Figura 5: Tapón de goma con bolsitas de nylon.

Como ya fue dicho, los granos fueron obtenidos de un ensayo comparativo de rendimiento, realizado en la EEA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas” del INTA en la campaña 2007/2008. La selección de estos híbridos se realizó en función de las características externas del grano, logrando así tres materiales contrastantes (flint, semidentado y dentado). En la Tabla 1 se muestran detalles de las condiciones de producción de los granos cosechados.

Tabla 1: Genotipos de maíz utilizados en el estudio.

HIBRIDO	COMPANIA	GRANO	FECHA			RENDIMIENTO kg/ha
			SIEMBRA	EMERGENCIA	FLORACION	
Exp 849 CL	Don Mario	Dentado	09/10/2007	20/10/2007	10/01/2008	4575,4
AW 190 MG	Monsanto	Semidentado	09/10/2007	20/10/2007	14/01/2008	4008,4
Prozea 33	Produsem	Flint	09/10/2007	20/10/2007	08/01/2008	3327,44

Ensayo Comparativo Rendimiento. EEA Anguil “Ing. Guillermo Covas” INTA. Campaña 2007/08

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fraccionamiento de los granos sometidos a molienda

La Tabla 2 y la Figura 6 muestran las proporciones de cada fracción obtenidas por tamizado del material sometido a molienda. Como se puede observar, los granos dentados en comparación con los otros genotipos evaluados generan, luego de la molienda, una mayor proporción de la fracción fina (< 1 mm) y una menor proporción de la fracción gruesa (> 2 mm). Ello se debe, probablemente, a que los granos dentados poseen una mayor proporción de endosperma harinoso, confiriéndoles una resistencia menor a transformarse en partículas de harina. Con respecto a la fracción intermedia, no se observan diferencias porcentuales entre los tres genotipos evaluados, teniendo un valor cercano al 20 %.

Con respecto a los granos tipo flint y semidentados, su comportamiento es muy similar, ya que luego del tratamiento de molienda no presentan grandes diferencias en las proporciones de cada fracción, sólo una pequeña ventaja en la fracción más gruesa (0,9 %) a favor del genotipo con mayor proporción de endosperma córneo (flint).

Tabla 2: Proporción de fracciones en cada híbrido de maíz luego de la molienda.

FRACCION	PROZEA 33 (flint)	AW 190 MG (semidentado)	EXP 849 CL (dentado)
	%	%	%
< 1 mm	13,7	14,6	19,5
> 1; <2 mm	20,1	20,1	20,8
> 2 mm	66,2	65,3	59,7
TOTAL	100	100	100

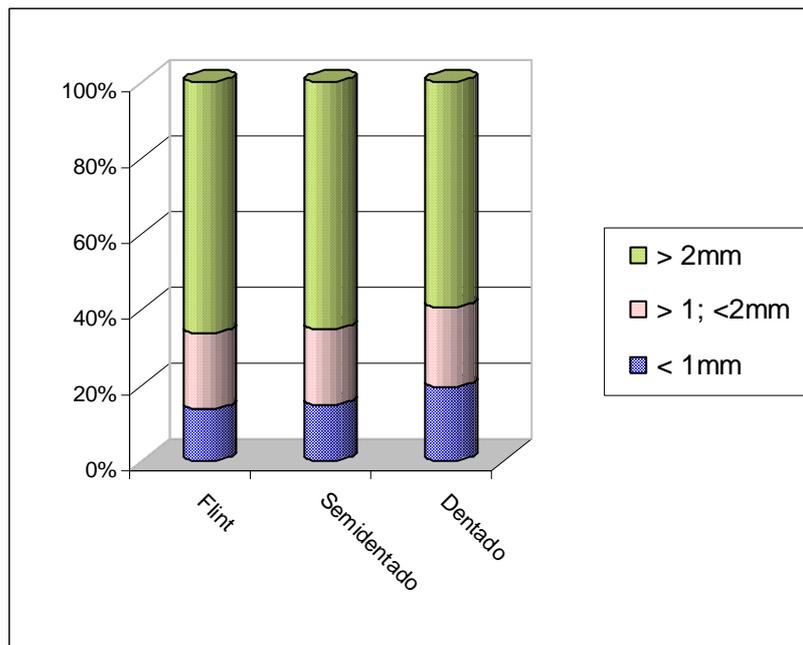


Figura 6: Proporción de fracciones en cada híbrido de maíz luego de la molienda.

Parámetros de digestión ruminal.

Evolución de la dinámica de degradación ruminal para los distintos genotipos de grano.

Las comparaciones entre los distintos genotipos muestran que no se presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) para ninguno de los parámetros estimados, con excepción de la **DE**, lo que estaría indicando una dinámica digestiva ruminal distinta para cada material genético (Tabla 3). La **DE** más alta fue para el genotipo dentado, seguido por el semidentado y finalmente el flint, no observándose diferencias significativas entre los dos últimos. El tamaño de molienda tuvo una marcada influencia sobre los parámetros obtenidos (Tabla 4), disminuyendo **A** y aumentando **B** con el aumento en el tamaño de partícula. La **DE** fue claramente mayor en la fracción más fina, y similar en las otras dos. La degradabilidad en rumen de los granos de maíz enteros fue muy baja, para todos los genotipos, demostrando que, si se ofrecen enteros, sólo pueden ser digeridos en rumen con ruptura previa por la masticación.

La interacción entre genotipo y procesado del grano, al igual que en el trabajo de Elizalde *et al.*, (2005b), no fue significativa ($p > 0.05$) para ninguna de las variables evaluadas.

Como ya se mencionó, en el análisis realizado se observaron diferencias significativas en la DE media en función de los genotipos empleados, siendo el grano dentado el que presentó mayor DE respecto a los otros dos genotipos, coincidiendo con Dillon *et al* (2005), quienes observaron el mismo comportamiento entre los genotipos dentado y flint. A pesar de que el grano semidentado presentó valores intermedios entre el dentado y el flint, no fue estadísticamente superior con respecto a este último.

Tabla 3: Parámetros de digestión ruminal para maíz tipo flint, semidentado y dentado (en %MS⁻¹, excepto c, en %MS⁻¹h⁻¹), incluyendo todas las fracciones de molienda.

GENOTIPO				
Parámetros	Flint	Semidentado	Dentado	ESM
A	16,16a	14,74a	15,54a	0,47
B	80,36a	81,59a	81,78a	0,9
A+B	96,52a	96,34a	97,33a	0,42
c	0,14a	0,14a	0,15a	0,0022
DE	61,57b	63,05b	69,42a	5,14

A: Fracción soluble;

B: Fracción insoluble, lentamente degradable;

A+B: Fracción potencialmente degradable ;

c: Tasa de digestión de la fracción lentamente degradable;

DE: Degradabilidad efectiva a una tasa de pasaje de 0,05 h⁻¹.

Letras distintas en la misma fila, indican diferencias significativas (p<0,05)

ESM: Error estándar de la media.

Estos resultados podrían deberse a que la textura del grano de maíz afecta la degradabilidad ruminal del almidón. De esta manera, en el maíz dentado, donde la matriz proteica es discontinua, las bacterias del rumen tienen mayor facilidad para acceder a los gránulos de almidón. Sumado a esto, este tipo de grano presenta mayor proporción de endosperma harinoso, lo que explicaría su mayor degradabilidad en el rumen, respecto al maíz flint. (Elizalde *et al.*, 2005a).

Tabla 4: Parámetros de digestión ruminal para tres fracciones de molienda y grano entero (en %MS⁻¹, excepto c, en %MS⁻¹h⁻¹), incluyendo todos los híbridos.

Parámetros	MOLIENDA			
	< 1 mm	> 1 mm < 2 mm	> 2 mm	Grano entero
A	24,52a	12,45b	9,47c	-
B	72,33c	82,71b	88,70a	-
A+B	96,86a	95,16b	98,17a	-
c	0,10b	0,16a	0,18a	-
DE	93,41a	79,56b	74,57b	11,19c

A: Fracción soluble;

B: Fracción insoluble, lentamente degradable;

A+B: Fracción potencialmente degradable ;

c: Tasa de digestión de la fracción lentamente degradable;

DE: Degradabilidad efectiva a una tasa de pasaje de 0,05 h⁻¹.

Letras distintas en la misma fila, indican diferencias significativas (p<0,05)

ESM: Error estándar de la media.

Como se observa en las figuras 7, 8 y 9, en las 3 fracciones la tendencia es la misma, presentando el genotipo dentado mayores porcentajes de desaparición, siendo esta diferencia mas acentuada en las primeras 24 hs de incubación en rumen llegando a valores muy similares al finalizar este periodo de incubación. Debemos mencionar que en la fracción intermedia, el genotipo flint supera al semidentado luego de las 24 hs de incubación, siendo esta diferencia muy poco significativa.

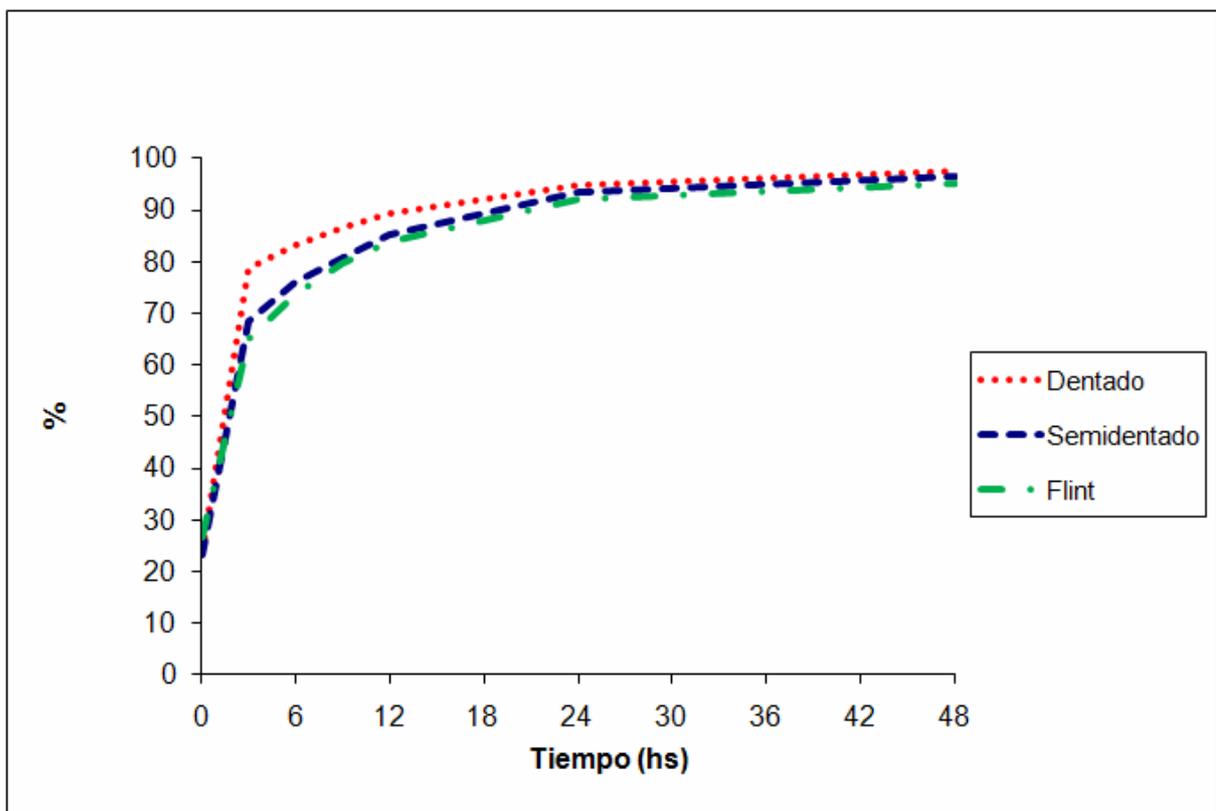


Figura 7: % de desaparición de la muestra en función del tiempo de la fracción más fina (<1mm) para los tres genotipos evaluados. Dentado (EXP 849 CL), Semidentado (AW 190 MG), Flint (PROZEA 33).

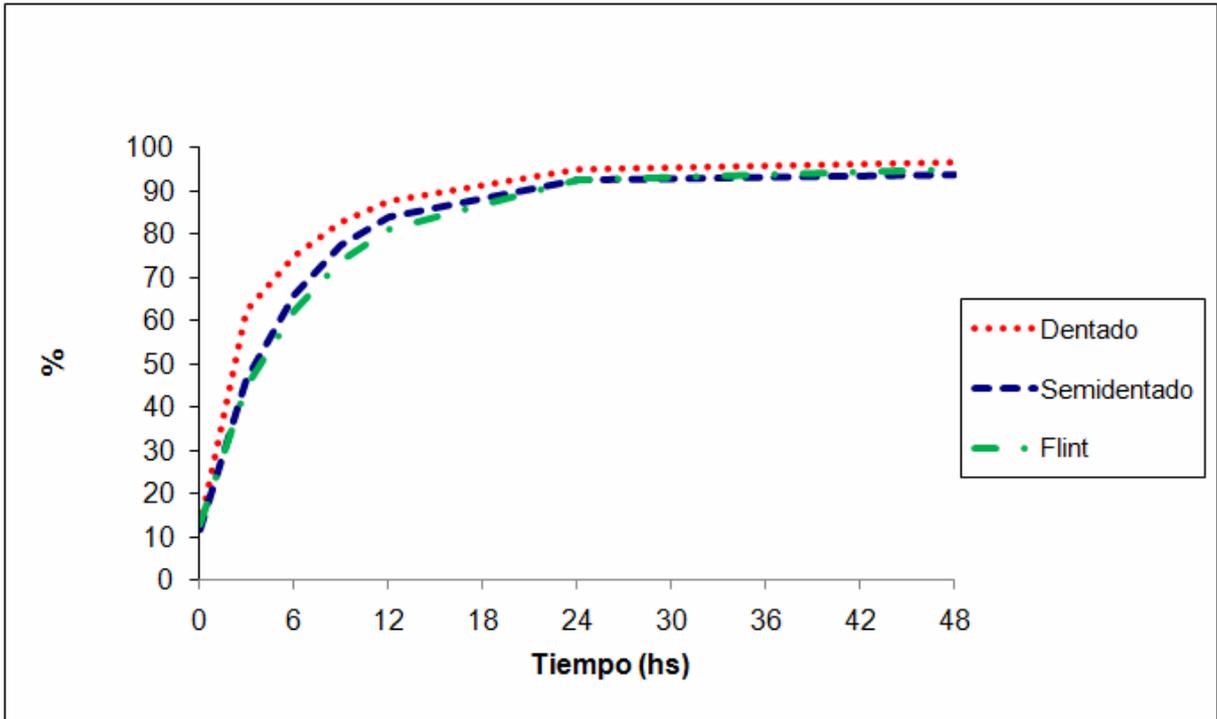


Figura 8: % de desaparición de la muestra en función del tiempo de la fracción intermedia (>1mm; <2mm) para los tres genotipos evaluados. Dentado (EXP 849 CL), Semidentado (AW 190 MG), Flint (PROZEA 33).

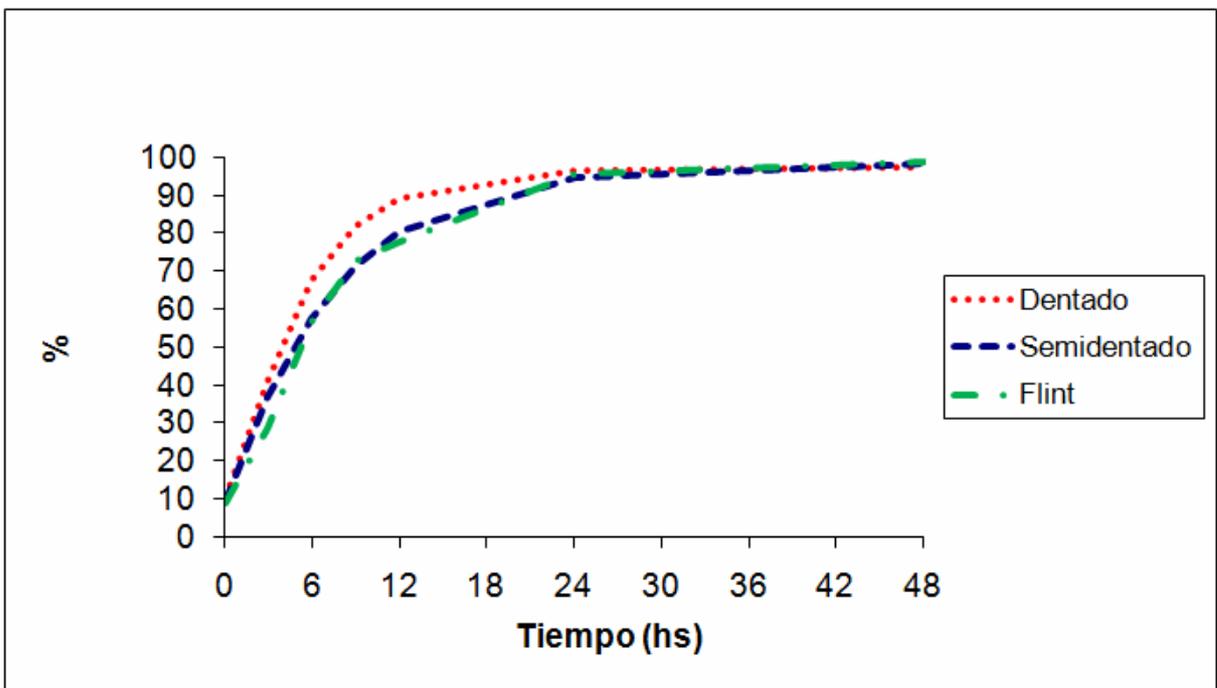


Figura 9: % de desaparición de la muestra en función del tiempo de la fracción más gruesa (>2mm) para los tres genotipos evaluados. Dentado (EXP 849 CL), Semidentado (AW 190 MG), Flint (PROZEA 33).

Evolución de la dinámica de degradación ruminal para las distintas fracciones de molienda.

Observando los resultados del análisis estadístico (Tabla 4), se puede ver que existen diferencias significativas entre las fracciones de molienda. La fracción más fina (1) con un tamaño de partícula inferior a 1mm, supera en DE al resto de las fracciones. Esta diferencia estadísticamente significativa no ocurre entre las fracciones 2 y 3 a pesar que la fracción 2 presenta mayores valores de DE en los 3 genotipos evaluados.

Con respecto al grano entero, coincidiendo con Elizalde *et al.* (2005b), no se encontraron diferencias significativas en la degradación ruminal entre los distintos genotipos, destacándose los bajos valores que poseen, lo que lleva a una diferencia altamente significativa con respecto a todas las fracciones de molienda de este mismo grano. Esto se explicaría por la estructura periférica que genera el endosperma, en donde la matriz proteica que contiene los gránulos de almidón, actúa como una verdadera barrera física hacia la acción microbiana, siendo el principal factor que afecta la degradabilidad de cualquier grano en el rumen. Esta barrera podría romperse mediante la masticación del animal o en su defecto un tratamiento de molienda, aplastado, partido, etc.

En las Figuras 10, 11 y 12 se puede observar cómo el tratamiento de molienda, a través de la reducción del tamaño de partícula, facilita la acción microbiana, lo cual se manifiesta por la mayor tasa de desaparición inicial de la fracción más fina. Este comportamiento se evidenció en los tres genotipos evaluados y nos demuestra que la menor tasa de desaparición ocurrida en las primeras 24 hs de incubación en la fracción más gruesa, es sólo una consecuencia de la menor disponibilidad de los gránulos de almidón a la microflora ruminal.

Los valores finales de degradabilidad ruminal que se observan en los gráficos, no se alcanzarían en el proceso normal de digestión del animal, ya que el tiempo medio de retención de estas partículas dentro del rumen es bajo, y por lo tanto parte de ellas abandonaría éste compartimiento sin ser digeridas.

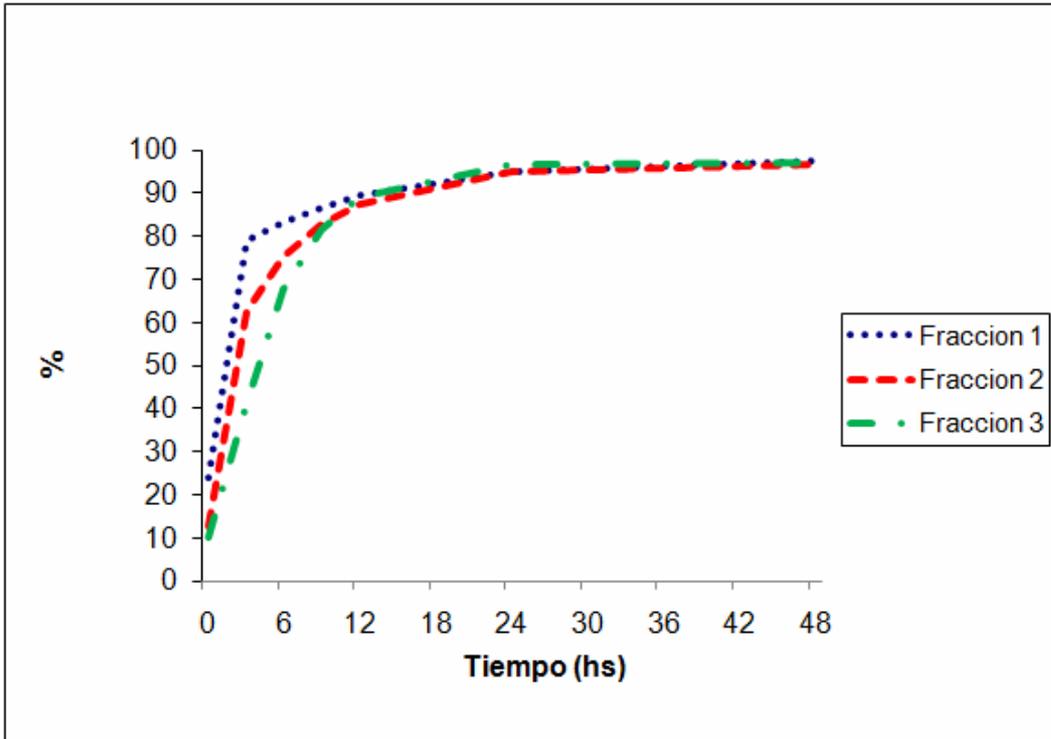


Figura 10: % de desaparición de la muestra en función del tiempo para el genotipo dentado (EXP 849 CL) en sus 3 fracciones de molienda

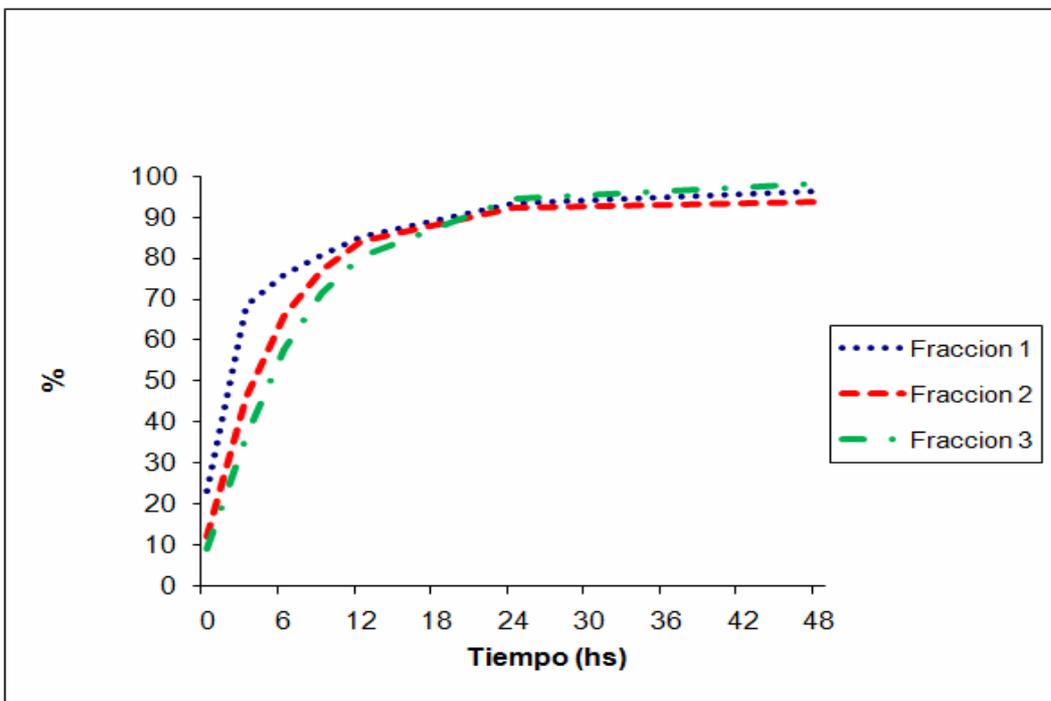


Figura 11: % de desaparición de la muestra en función del tiempo para el genotipo semidentado (AW 190 MG) en sus 3 fracciones de molienda

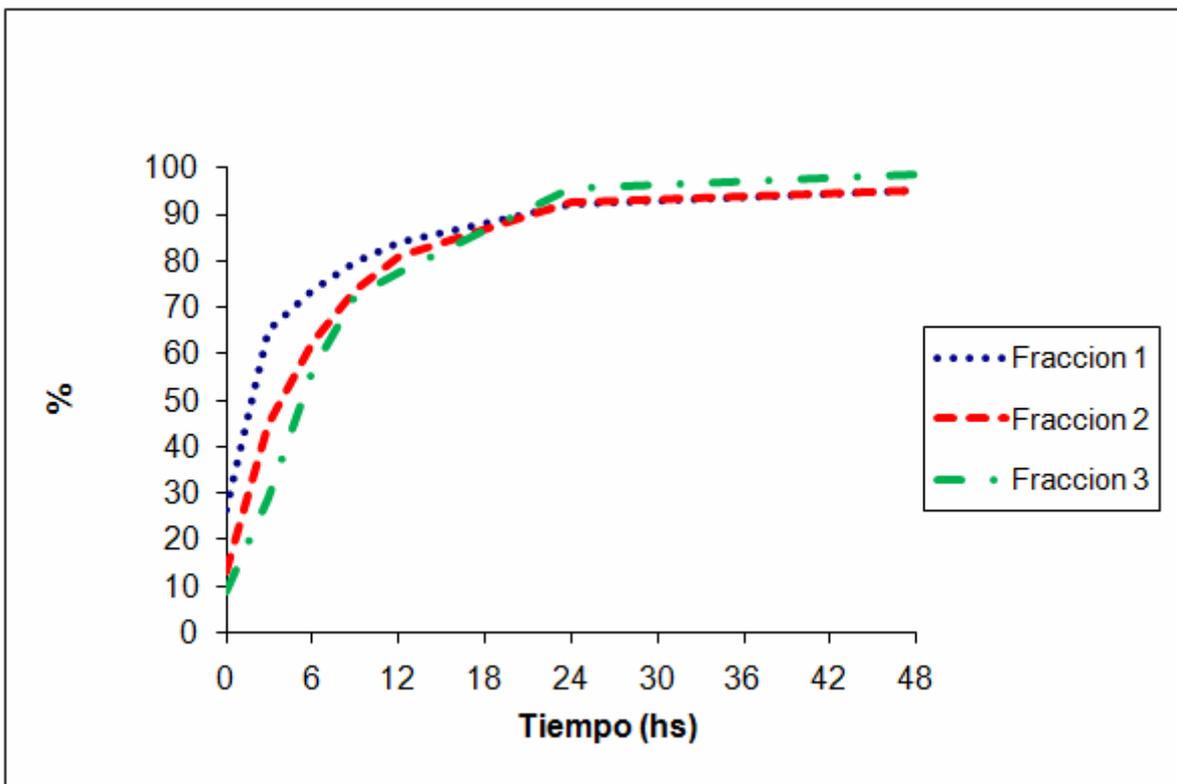


Figura 12: % de desaparición de la muestra en función del tiempo para el genotipo flint (PROZEA 33) en sus 3 fracciones de molienda

CONCLUSIONES

- Se concluye que el tamaño de las partículas obtenidas por molienda y el tipo de híbrido utilizado afectan la digestión de los granos en el rumen.
- Los granos enteros presentan baja degradabilidad ruminal, independientemente del genotipo.
- No se encontró interacción significativa entre los genotipos evaluados y las distintas fracciones obtenidas de su molienda.
- Existe una relación inversa entre la degradabilidad efectiva en el rumen y el tamaño de partícula del grano de maíz.

AGRADECIMIENTOS

- Ing. Daniel Funaro
- Sr. Juan Rodríguez
- Sr. Héctor Gandit
- Agr. Sergio Lardone

BIBLIOGRAFIA

Dillon, A; Elizalde, J.C. y Zaniboni, C.M. (2005). Suplementación de novillos en pastoreo con grano de maíz flint o dentado. Revista Argentina de Producción Animal **25** (Supl 1): 29-30.

Elizalde, J. C., Menchón, P. A; Parra, V. F; Montiel, M. D y Eyerarbide, G. (2005a). Consumo y digestión de dietas basadas en granos de maíz flint o dentados ofrecidos enteros o molidos en vacunos. Revista Argentina de Producción Animal **25** (Supl 1): 33-35.

Elizalde, J. C., Menchón, P. A; Parra, V. F; Montiel, M. D y Eyerarbide, G. (2005b). Degradación ruminal *in situ* de la materia seca de dos genotipos de maíz ofrecidos enteros o molidos, en dietas con alta inclusión de grano, a vacunos. Revista Argentina de Producción Animal **25** (Supl 1): 35-36.

Galyean, M. L.; Wagner, D. G. y Owens, F. N. (1979). Corn particle size and site and extent of digestion by steers. Journal of Animal Science **49**: 204-210.

Maresca, S.; Santini, F. y Pavan, E. (2002). Comportamiento productivo de terneras alimentadas a corral con grano de maíz entero y partido. Revista Argentina de Producción Animal. **22**: 163-168.

McDonald, I. (1981). A revised model for the estimation of proteína degradability in the rumen. Journal of Agricultural Science, Cambridge **96**: 251-252.

Montiel, M.D. y Elizalde, J.C. (2004). Factores que afectan la utilización ruminal del grano de sorgo en vacunos. Revista Argentina de Producción Animal. **24**: 1-20.

Ørskov, E.R.; Hovell, F.D.DeB. y Mould, F. (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production **5**: 195-213.

Pordomingo, A.J. (2005). Feedlot. Alimentación, Diseño y Manejo. Editorial INTA Anguil, 228 pp.

Rearte, D. (1994). El Feedlot en la Argentina. Editorial INTA Balcarce, 95pp.

Rearte, D. (2007). Programa de producción de carnes. Editorial INTA., 19pp.

Stritzler, N.P.; Ferri, C.M. y Jouve, V.V. (1997). Comparación de modelos utilizados para estimar la desaparición de la materia seca *in sacco* y la degradabilidad efectiva. Revista Argentina de Producción Animal **17**: 353-364.