

Efecto de la suplementación con germen de maíz sobre el consumo y la digestibilidad de heno en bovinos estabulados

BOCANEGRA, D. ¹; ROCHINOTTI, D. ²

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación con niveles crecientes (0; 0,3; 0,6 y 0,9% del peso vivo) de germen de maíz a la dieta de bovinos alimentados con heno de baja calidad de Grama Rhodes (*Chloris gayana*) sobre el consumo y la digestibilidad. Se usaron 4 bovinos cruce cebú, enteros de 135 kg promedio, mantenidos en corrales individuales de 16 m² en un diseño Cuadrado Latino 4x4. La digestibilidad se analizó por el método de Ceniza Insolubles en Ácido, colectando materia fecal en forma continua y tras cada deyección durante un período de 3 días. El consumo se estimó por pesadas de la oferta, el rechazo y el desperdicio en forma diaria y durante 7 días. Los datos del cuadrado latino fueron analizados utilizando la prueba de F de Fisher-Snedecor y el Análisis de la Varianza del procedimiento GLM (SAS 2002-03). El consumo total de materia seca aumentó linealmente conforme aumentaba el nivel de germen ofrecido. Igual tendencia manifestó el consumo de materia seca digestible. La digestibilidad de la materia seca aumentó linealmente hasta el nivel medio para luego comenzar a caer. La suplementación con germen de maíz tuvo efectos favorables significativos sobre las variables de respuesta. Los mejores resultados se observaron para el nivel de 0,6% del peso vivo.

Palabras clave: bovinos, suplementación proteica, heno de baja calidad, consumo, digestibilidad.

ABSTRACT

*Supplementation effects of increasing levels (0; 0,3; 0,6 and 0,9% of live weight) of maize germmeal was studied on bovines fed Rhodes Grass (*Chloris gayana*) hay. Intake and digestibility estimated by Acid Insoluble Ash determination method was measured. Four young zebu cross bulls with an initial weight of 135 kg were used. They were maintained on individual pens of 16 m². Total Dry Matter intake and Dry Matter Digestibility were significantly affected. There was no effect on hay intake. Treatment to a level of 0,6 % gave the best results under conditions of this trial.*

Keywords: bovine, protein supplementation, low quality hay, intake, digestibility.

¹EEA El Colorado INTA, Av. Carlos Pellegrini s/n Acceso Sur, El Colorado, Formosa, Argentina. dbocanegra@correo.inta.gov.ar

²EEA Mercedes INTA, Juan Pujol al Este, s/n, Mercedes, Corrientes, Argentina. rochinotti@correo.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

El hecho de que las gramíneas C4, también conocidas como gramíneas megatérmicas, pierdan calidad en tanto aumenta su estado de maduración fisiológica y la edad de la planta (Glatzle, 1999), además de la falta de alimento en cantidad que durante el invierno limita la ganancia de peso, trae como consecuencia la dificultad de llegar a peso de faena en novillos y a edad de entore en vaquillas de primer servicio.

Proveyendo suplementos proteicos a bovinos que consumen forraje de mala calidad en invierno, en cantidades no limitantes, se pueden reducir las pérdidas de peso y de condición corporal que normalmente ocurren (Mathis *et al.*, 1999). La suplementación de animales que consumen forrajes de baja calidad con alimentos ricos en proteína incrementa el consumo de forraje y la digestibilidad de la dieta, además de mejorar el peso vivo y la condición del animal (Farmer *et al.*, 2001).

En la región se dispone de una variedad de subproductos de la agroindustria, dando la posibilidad de utilizarlos como insumos para la suplementación. Usualmente estos tienen precios competitivos frente a los cereales. Su mayoría se ubica en la categoría de concentrados energético-proteicos y se utilizan sin procesamiento previo.

El germen de maíz proviene, en el NEA principalmente, de la industria cervecera, encontrándose en la ciudad de Corrientes la principal planta de elaboración de cerveza de la zona. Usualmente, y una vez obtenido, se traslada a refineras donde se le extrae el aceite.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del nivel de germen de maíz, ofrecido como suplemento proteico, sobre el consumo y la digestibilidad en la dieta de bovinos alimentados con heno de Grama Rhodes (*Chloris gayana* KUNTH).

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Colonia Benítez del INTA, ubicada sobre la calle Marcos Briologni s/n, Ruta Nacional N.º 11 Km. 1018, Colonia Benítez, provincia del Chaco.

Se utilizaron cuatro animales cruzados machos enteros de 135 kg promedio de peso vivo (PV), se contemplaron cuatro períodos de 21 días cada uno, de los cuales los primeros 14 fueron de acostumbramiento y los 7 restantes de mediciones. Cada animal contaba con su respectiva caravana de identificación. Los animales fueron mantenidos en corrales individuales de 16 m² cada uno con su bebedero y su comedero respectivo.

A las 9,30 hs de cada día, y previa recolección de los rechazos de alimento del día anterior, se procedió a ofrecer el germen de maíz a distintos niveles, y una vez que fue consumido, se ofreció el heno.

Para el ensayo se utilizó un diseño tipo "Cuadrado Latino 4x4", en donde cada animal constituyó una unidad experimental y del cual se obtuvieron las muestras.

Las raciones constituyeron los tratamientos, dando un total de cuatro: control (heno solamente) y cantidades crecientes de germen como suplemento concentrado (0,3; 0,6 y 0,9% del peso vivo).

Los animales constituyeron las columnas; los cuatro períodos, las filas y los distintos niveles de germen de maíz, los tratamientos. La asignación de los tratamientos a los animales se realizó al azar al comienzo del experimento.

La siguiente tabla muestra la distribución del cuadrado latino balanceado 4x4 utilizado:

Trat./Animal	Animal 1	Animal 2	Animal 3	Animal 4
Periodo 1	A	B	C	D
Periodo 2	B	D	A	C
Periodo 3	C	A	D	B
Periodo 4	D	C	B	A

Tabla 1. Distribución del cuadrado latino 4x4 utilizado.

Tratamientos:

A- CERO (sólo heno)

B- BAJO (0,3 % P.V. germen de maíz)

C- MEDIO (0,6 % P.V. germen de maíz)

D- ALTO (0,9 % P.V. germen de maíz)

Las dietas fueron formuladas usando como fuente de fibra heno de Grama Rhodes (*Chloris gayana*) y el germen de maíz como aporte de proteína.

El tiempo de duración de cada período (21 días) fue contemplado para evitar influencias período-tratamiento, ya que para el análisis de alimentos, la adaptación debe tomar por lo menos 14 días (Ruiz y Ruiz 1990) para cada nueva ración.

Al finalizar los cuatro períodos, se completó el diseño con dieciséis observaciones y cuatro repeticiones por tratamiento.

A todos los animales se les suministró al inicio del experimento un complejo vitamínico ADE y se le ofreció, en bandeja individual y *ad libitum* durante todo el experimento, un suplemento mineral con 12% de calcio, 8% de fósforo y 7% de cobre.

Actividades:

Colecta de materia fecal para valoración de digestibilidad.

La materia fecal se colectó desde las 9 hs del día 1 de medición (lunes) hasta las 9 hs del día 4 (jueves). Se tomaron directamente del piso cuando se detectó la defecación.

Las muestras fueron almacenadas en envases plásticos individuales para cada animal. Tras 4 días de colecta se

procedió a la homogenización de la totalidad de la materia fecal y se obtuvo una muestra que fue secada en estufa de ventilación forzada a 55 °C y una sub-muestra que se remitió al laboratorio para los análisis químicos.

Para calcular la digestibilidad se utilizó el método de Cenizas Insolubles en Acido (CIA) (Van Keulen y Young, 1977).

Análisis de los alimentos

El análisis químico se practicó sobre el heno ofrecido, el heno sobrante y el suplemento. Se estimó Materia Seca (MS) por secado a 105 °C, Proteína Bruta (PB) por Kjeldahl semimicro y multiplicando por 6,25. (Maynard *et al.*, 1998, McDonald *et al.*, 1988), Cenizas en mufla a 550 °C, Materia Orgánica por diferencia entre Cenizas y Materia Seca, Fibra Insoluble en Detergente Neutro (FDN) y Fibra Insoluble en Detergente Ácido (FDA), se determinaron por la técnica de las bolsitas filtrantes desarrollado por Ankom (Ankom, 2006).

De la dieta ofrecida, se tomó una muestra que fue guardada convenientemente en bolsas plásticas, para asegurar de que el material se mantuviera seco y libre de aire durante el almacenamiento. Esta maniobra se repitió durante cada período de medición cada vez que se molió heno al preparar las raciones.

Diariamente y antes del suministro de la ración matutina, se recogió el rechazo y los desperdicios de heno de la ración del día anterior directamente de los comederos. Estas muestras se acondicionaron de igual forma a la descripta anteriormente para la oferta.

El peso de todas las recolecciones se registró en las planillas correspondientes de oferta y rechazo, para cada período experimental.

Tras finalizar cada etapa, las muestras almacenadas de alimento, fueron homogenizadas sobre el suelo cubierto con plástico para evitar cualquier tipo de contaminación. Luego se obtuvo una submuestra que fue doblemente molida y acondicionada para su remisión al laboratorio para análisis. El mismo proceso se aplicó para los rechazos.

Valoración del consumo de heno

El consumo de heno se determinó por corral y por período a través de pesadas del alimento ofrecido y del remanente (rechazo + desperdicios) en forma diaria. Con los datos relevados se realizaron los cálculos correspondientes para cada animal y tratamiento de la siguiente manera:

1. Se ofreció cantidad suficiente como para que quedara un rechazo del 5 al 10% de lo ofrecido. Así, durante el acostumbramiento, se fijó el nivel de rechazo para cada animal.
2. Se tomó una muestra de heno cada vez que este fue ofrecido y se guardó la muestra en bolsa plástica impermeable al aire. Se anotó la cantidad ofrecida.
3. Se juntaron diariamente los rechazos, se pesaron y se colocaron en bolsas plásticas.

4. Se repitió el procedimiento para los desperdicios.

5. Una vez finalizado el periodo de medición se procedió de la siguiente forma:

a. Oferta: La muestra se secó y se molió hasta 1 mm (molino Wiley) y se remitió para análisis.

b. Rechazo:

- Se pesó y se anotó en la planilla de registro.
- Se molió hasta 5 mm y se tomó inmediatamente una muestra para estimación de materia seca, luego de homogeneizar bien la totalidad del rechazo. Se molió hasta 1 mm (molino Wiley) y se remitió para análisis.

c. Desperdicios: ídem al punto b.

6. Cálculo de consumo:

$$\text{CMS} = (\text{oferta} * \% \text{MS}/100) - (\text{rechazo} * \% \text{MS}/100) - (\text{desperdicio} * \% \text{MS}/100)$$

donde: CMS es consumo de materia seca

La Oferta se obtuvo de la sumatoria de lo ofrecido durante el periodo de medición (planilla de registro de oferta).

El Rechazo se obtuvo del peso total antes de moler.

Tanto para Oferta como para Rechazo, se determinó MS, PB, Cenizas, Materia Orgánica, FDN y FDA.

Análisis estadísticos

Se calcularon la media (\bar{x}) y el desvío estándar (s) para todas las variables analizadas.

Los datos del cuadrado latino fueron analizados utilizando la prueba de F de Fisher-Snedecor y el Análisis de la Varianza del procedimiento GLM (SAS 2002-03). La suma de los cuadrados se separó en los efectos: tratamiento, animal y tratamiento por animal. Los grados de libertad de los tratamientos se particionaron en contrastes de un grado de libertad para estimar efectos lineales, cuadráticos y cúbicos (nivel de germen de maíz suplementario sobre todas las variables).

El modelo matemático para este tipo de diseño es el siguiente (Lyman Ott, 1988):

$$Y_{ij(k)} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \epsilon_{ij(k)} \text{ donde,}$$

$Y_{ij(k)}$: respuesta del tratamiento i en la fila j y el la columna k ,

μ : media general,

α_i : efecto debido al tratamiento i ,

β_j : efecto debido a la fila j (período),

γ_k : efecto debido a la columna k (animal) y

$\epsilon_{ij(k)}$: error asociado con el tratamiento i de la fila j y de la columna k

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nombre del alimento	Materia Seca (%)	Proteína Bruta (g/100gMS)	FDN (g/100gMS)	FDA (g/100gMS)	Humedad (%)	Cenizas (%)
Heno	92,92	4,26	77,52	42,94	7,08	9,73
Germen de maíz	85,83	13,89	35,29	7,25	13,1	6,87

Tabla 2. Composición química de los alimentos suministrados. Valor promedio de 64 muestras de cada alimento.

Variable dependiente	Niveles de germen			
	Cero	Bajo	Medio	Alto
CHMS	2,45 (+/- 0,41)	2,56 (+/- 0,22)	2,62 (+/- 0,38)	2,45 (+/- 0,28)
CTMS	2,45 (+/- 0,41)	2,92 (+/- 0,24)	3,34 (+/- 0,37)	3,53 (+/- 0,31)
	P para Contrastes			
	P Trat	Lineal	Cuadrático	Cúbico
CHMS	0,9			
CTMS	0,008	0,001	0,49	0,86

Tabla 3. Variables analizadas para consumo.

Para rechazar la hipótesis nula se usa un valor de P menor a 0,05.

Donde CHMS es Consumo de Heno expresado en Kg. Materia Seca y CTMS, Consumo Total expresado en Kg Materia Seca.

Variable dependiente	Niveles de germen			
	Cero	Bajo	Medio	Alto
MFMS	1,22 (+/- 0,43)	1,26 (+/- 0,17)	1,28 (+/- 0,19)	1,38 (+/- 0,11)
DMS	47,47 (+/- 10,4)	57,56 (+/- 3,98)	61,53 (+/- 4,14)	60,24 (+/- 2,11)
CMDS	1,08 (+/- 0,33)	1,7 (+/- 0,06)	2,06 (+/- 0,37)	2,09 (+/- 0,22)
	P para Contrastes			
	P Trat	Lineal	Cuadrático	Cúbico
MFMS	0,87			
DMS	0,03	0,009	0,08	0,95
CMDS	0,0005	0,0001	0,04	0,92

Tabla 4. Variables analizadas para digestibilidad.

Para rechazar la hipótesis nula se usa un valor de P menor a 0,05.

Donde MFMS es Materia Fecal expresada en Kg Materia Seca; DMS, Digestibilidad de la Materia Seca en % y CMDS, Consumo de Materia Seca Digestible también en Kg.

Tras la interpretación de los datos, se encontraron diferencias significativas para CTMS y para DMS, con efectos lineales; y para CMDS con efectos lineal y cuadrático.

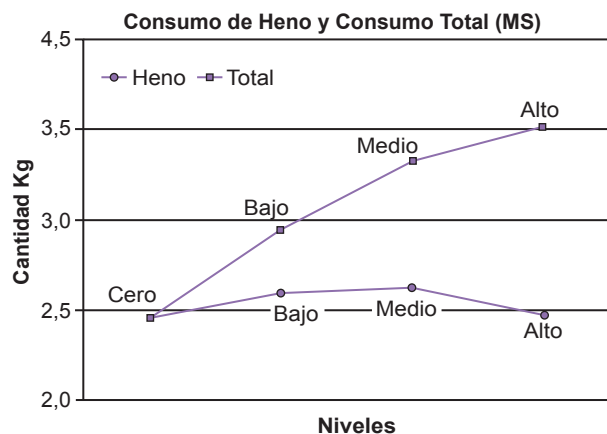


Figura 1. Consumo de heno y consumo total.

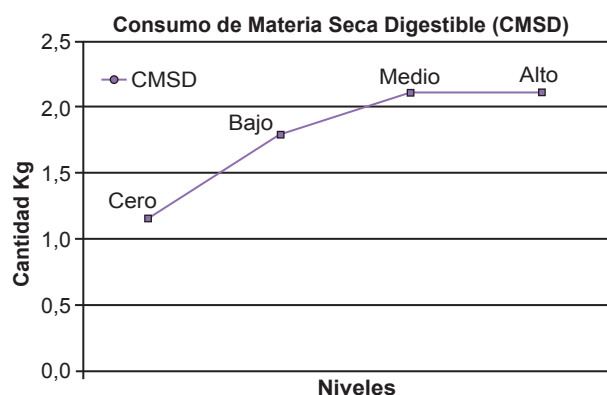


Figura 2. Consumo de materia seca digestible.

En la figura 1 se puede apreciar que el consumo de heno no muestra diferencias significativas, pero evidencia una tendencia creciente hasta el nivel Medio para luego caer en el nivel Alto, Van Soest (1994) afirma que forrajes con altos niveles de fibra (77.5% de FDN y 43% de FDA) permanecen más tiempo en el tracto digestivo, generando menor consumo voluntario (Teixeira, 2005), lo que explicaría que, si bien el consumo no fue diferente significativamente entre los tratamientos, tenga el comportamiento que muestra en la figura.

Hutjens (2008), evidenció que, aumentando el nivel de suplemento, aumentaba el consumo de materia seca, obteniendo los mejores resultados con niveles similares al de los tratamientos bajo y medio (0,3 y 0,6% PV, respectivamente).

Sin embargo, y a media que aumenta la oferta de suplemento, el CTMS aumenta linealmente. Esto concuerda con datos de Balbuena *et al.* (2002) en donde expresan que el efecto más relevante de la suplementación proteica es el aumento en el consumo de heno y de MS total.

En muchos casos, las respuestas del animal a la suplementación pueden ser mayores o menores a las esperadas. La desviación entre esperada y observada es usualmente explicada por efectos asociativos de los suplementos sobre el consumo voluntario (Moore *et al.*, 1999).

Lange (1973), describió los efectos asociativos derivados de la suplementación, dentro de los cuales explica la "Adición". Este efecto se da cuando el animal dispone de abundante cantidad de pasto de baja calidad, limitada generalmente por la digestibilidad. En este caso, la adición de nutrientes, incrementa el desempeño animal sin manifestar diferencias positivas a favor del consumo de pasto, pero sí en el consumo total.

Chase y Hibberd (1987) suplementaron ganado de carne con maíz; observaron que suplementando con 1 kg de maíz por animal por día, disminuía un 7% el consumo de heno cuando se lo comparaba con el tratamiento control, pero se incrementaba el consumo de materia orgánica digestible (heno + suplemento) en un 12%.

En la figura 2, el CMSD aumenta linealmente hasta el nivel Medio, para caer en el nivel Alto, lo que puede deberse al contenido de grasa del germen de maíz. Similares resultados obtuvo Zinn (1989) trabajando con vaquillas en donde el aumento del porcentaje de aceite en la dieta provocaba una disminución lineal de la digestión de la FDA cuando pasaba del 0 al 8% (Zinn, 1989).

El CMSD (figura 2) aumenta linealmente a medida que aumenta el nivel de germen hasta el tratamiento Medio para luego pasar a tener un comportamiento cuadrático. La primera tendencia de la curva puede deberse a que el germen actúa como suplemento proteico favoreciendo la digestión de la fracción fibrosa del heno, con lo que se disminuye el tiempo de retención total de la ingesta (Balbuena *et al.*, 2002). Kunkle *et al.* (2000) realizaron un ensayo en el cual medían la respuesta a la suplementación proteica y a la frecuencia de la misma: suplementaron animales que consumían heno de baja calidad (3% PB) con avena picada en grano pastoso y observaron que el consumo y la digestibilidad del heno aumentaban.

Hunt *et al.* (1989) evaluaron, en novillos canulados ruminalmente, la suplementación de heno de baja calidad (6,6% P.B.) con harina de semilla de algodón ofrecida a intervalos de tiempo, comparado con un tratamiento control sin suplementar. Concluyeron que si bien no estaba clara la influencia de la frecuencia, se mejoraba la digestibilidad *in situ* del heno y se incrementaba el consumo de materia seca digestible por efecto de la suplementación, no siendo influenciado por la frecuencia de suministro. Las ganancias de peso se incrementaron también.

Numerosos estudios locales indican que el suministro de suplementación proteica y/o energético/proteica en el ganado vacuno, donde la calidad de la pastura consumida es baja, se incrementa la ganancia de peso y el consumo de materia seca total (Balbuena *et al.*, 2002; Balbuena *et al.*, 2003a-f; Balbuena *et al.*, 2004; Balbuena *et al.*, 2005 y Balbuena *et al.*, 2006).

Tras pasar el nivel Medio, la caída puede deberse al alto contenido de grasa. Esto puede compararse con lo obtenido por Zinn (1989) quien trabajando con diferentes niveles de grasa, obtuvo disminuciones lineales en la digestión ruminal y total de la materia orgánica y de la FDA con el incremento del nivel de grasa suplementaria.

McAllan *et al.* (1983) citan numerosa literatura en donde se reporta el efecto depresivo de las grasas sobre la digestibilidad de la fibra en el tracto digestivo de rumiantes. Explican que el mecanismo exacto del efecto de las grasas sobre la digestión de la fibra no es conocido. Muchas teorías han sido expuestas, entre las que están incluidas la modificación de la población ruminal o algunas de sus actividades relacionadas con la digestión de la fibra (White *et al.*, 1958; McAllan *et al.*, 1983) y el recubrimiento de alimentos fibrosos con una capa de lípidos, impidiendo el acceso de los microbios (Brooks *et al.*, 1954).

La digestibilidad de la materia seca (fig. 3) aumenta inicialmente en forma lineal con el aumento en el nivel de germen de maíz en la dieta. A partir del nivel Medio la curva muestra una leve tendencia cuadrática que no se expresa significativamente, pero que hace suponer que, si se aumentara el nivel de germen en la dieta a valores más altos de suplementación, se expresaría dentro del nivel de significancia utilizado en este trabajo, esta caída de la pendiente puede entenderse por lo explicado anteriormente por McAllan *et al.* (1983) respecto al contenido de grasa.

Concuerdan también con Beaty *et al.* (1994), quien trabajó con novillos suplementados con grano de sorgo y harina de soja, en cantidades crecientes de proteína que iban desde el 10 al 40% de PB en el alimento y cuyos resultados mostraban que el incremento de proteína en la dieta aumentaba cuadráticamente la digestibilidad de la materia seca total. Citaba además que a pesar de que los rumiantes consumían forrajes de baja calidad, que podían ser deficientes en energía, el nutriente limitante era principalmente el nitrógeno, que restringía la fermentación microbiana, por lo tanto la proteína que pueda ser provista por suplementos disminuye satisfactoriamente esta carencia y promueve el incremento de la digestibilidad de la materia seca (Beaty *et al.*, 1994).

Iguales resultados obtuvieron Del Curto *et al.*, quienes reportaban incrementos en la digestibilidad de pastos nativos asociados con el aumento de oferta de proteína para el rumen. Los animales que recibían suplementación incrementaban al doble el consumo de forraje cuando se los

comparaba con los animales que consumían sólo pasto (Del Curto *et al.*, 1990)

McCullum y Gallean (1985) documentaron un incremento en la tasa de dilución de partículas y un tiempo de retención del alimento más corto cuando los animales eran suplementados con 800 gr.cab⁻¹.día⁻¹ de harina de semilla de algodón, en comparación con el grupo testigo, que recibían sólo heno de pradera.

Similares respuestas a la suplementación proteica obtuvo Caton *et al.* (1988) en novillos que pastoreaban una pradera diferida de *B. gracilis*.

CONCLUSIONES

La utilización del subproducto germen de maíz es una alternativa válida en suplementación proteica invernal de bovinos en crecimiento.

La suplementación con germen de maíz, bajo las condiciones de este trabajo, aumentó el CTMS.

De igual manera, produce efectos positivos sobre la DMS.

El nivel Medio tiene la mejor performance en el consumo y la digestibilidad; si bien el CTMS aumentó linealmente en todos los niveles, la DMS no muestra diferencias significativas pasado ese nivel, no siendo recomendable para este suplemento ofrecer una cantidad superior al 0.6% del peso vivo.

BIBLIOGRAFÍA

- ANKOM TECH. CORP., 2006. Fairport, NY, USA, Ankom Technology Method N.º 5. 2p.
- BALBUENA, O. Y KUCSEVA, C.D. 2002. Utilización de la semilla de algodón en la alimentación de bovinos para carne. IDIA XXI. Revista de Información sobre investigación y Desarrollo Agropecuario. Año 2, N° 2: 69-72p.
- BALBUENA, O.; KUCSEVA, C.D.; ROCHINOTTI, D.; SOMMA DE FERÉ, G.R.; FLORES, A.J.; SLANAC, A.L.; SCHREINER, J.J.; NAVAMUEL, J.M.; KOZA, G.A. 2003a. Proteína verdadera y nitrógeno no proteico en suplementos a base de sorgo en dietas de pasto estrella de baja calidad para bovinos. Ambiente ruminal y digestibilidad. Rev. Arg. Prod. Animal 23(Supl. 1):22-24p.
- BALBUENA, O., KUCSEVA, C.D., ROCHINOTTI, D., FLORES, J., SLANAC, A.L., SCHREINER, J.J., NAVAMUEL, J.M. Y KOZA, G.A. 2003f. Niveles de suplementación energético-proteica invernal para la recría de bovinos para carne en pasturas tropicales. 1. Afrechillo de trigo. Rev. Arg. Prod. Animal 23(Supl. 1):19-20p.
- BALBUENA, O.; ROCHINOTTI, D.; FLORES, J.; SOMMA DE FERÉ, G.; KUCSEVA, C.D.; STHARINNGER, C.; SLANAC, A.L.; KUDO, H.; ARAKAKI, C. L. 2004. Suplementación con soja en recría de bovinos para carne en pasturas tropicales. Rev. Arg. Prod. Animal 24(Supl. 1):4-5p.
- BALBUENA, O.; ROCHINOTTI, D.; SOMMA DE FERÉ, G.; KUCSEVA, C.D.; MÓNACO, I.P.; SLANAC, A.L.; KUDO, H.; ARAKAKI, C.L. 2005. Niveles de afrecho de arroz en suplementación invernal de vaquillas sobre pasturas tropicales. Revista Argentina de Producción Animal 25 (Supl. 1):63-65p.

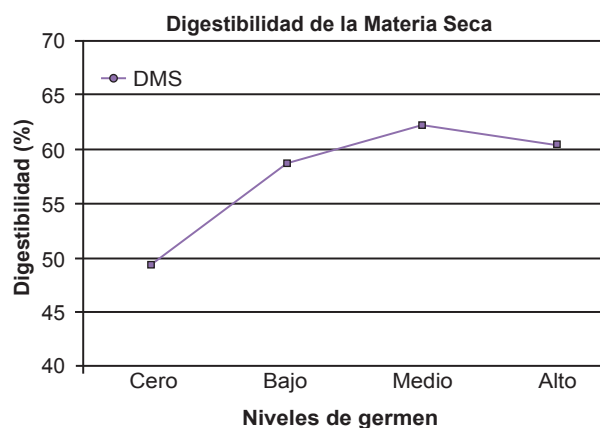


Figura 3. Digestibilidad de la materia seca.

- BALBUENA, O.; SLANAC, A.L.; ROCHINOTTI, D.; MONACO, I.; WERNER, N.Y. 2006. Consumo de heno de *Dichantium caricosum* con distintos niveles de suplementación de cascarilla de soja en bovinos. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. <http://www.inta.gov.ar/benitez/info/documentos/alimen/art/alimen91.htm> (Verificado: agosto de 2009).
- BEATY, J.L.; COCHRAN, R.C.; LINTZENICH, B. A.; VANZANT, E. S.; MORRILL J.L.; BRANDT JR, R.T.; JOHNSON, D. E. 1994. Effect of frequency of supplementation and protein concentration in supplements on performance and digestion characteristics of beef cattle consuming low-quality forages J. Anim. Sci. 72:2475-2486.
- BROOKS, C.C.; GARNER, G.B.; GEHRKE, C.W.; MUHRER, M.E.; PFANDER W.H. 1954. The Effect of Added Fat on the Digestion of Cellulose and Protein by Ovine Rumen Microorganisms. J. Anim. Science 13:758-764.
- CATON, J.S.; FREEMAN, A.S.; GALYEAN, M.L. 1988 Influence of protein supplementation on forage intake, in situ forage disappearance, ruminal fermentation and digesta passage rates in steers grazing dormant Blue Grama rangeland. J Anim. Sci 66:2262-2271
- CHASE, C.C.; HIBBERD, C.A. 1987. Utilization of Low-Quality Native Grass Hay by Beef Cows Fed Increasing Quantities of Corn Grain. J Anim Sci 65:557-566.
- DEL CURTO, T.; COCHRAN, C., NAGARAJA, L.R.; CORAH, L. R.; BEHARKA, A.A.; VANZANT, E. S. 1990. Comparison of soybean meal/sorghum grain, alfalfa hay and dehydrated alfalfa pellets as supplemental protein source for beef cattle consuming dormant tallgrass-prairie forage. J. Anim. Sci. 68:2901-2915.
- FARMER, C.G.; COCHRAN, R.C.; SIMMS, D.D.; HELDT, J.S.; MATHIS, C.P. 2001. Impact of different wheat milling by-products in supplements on the forage use and performance of beef cattle consuming low-quality, tallgrass-prairie forage. J. Anim. Sci. 79:2472-2480.
- GLATZLE, A. 1999. Compendio para el manejo de pasturas en el chaco. AGR Servicios Gráficos. Asunción. Paraguay. 188p
- HUTJENS, M.F. (2008) Update on Corn Distillers Grain. <http://www.livestocktrail.uiuc.edu/uploads/dairynet/papers/Update%20on%20Corn%20Distillers%20Grain%20DD%202008.pdf> (Verificado: diciembre de 2010).
- KUNKLE, W.E.; JOHNS, J.T.; POORE, M.H.; HERD, D.B. 2000. Designing supplementation programs for beef cattle fed forage-based diets. J Anim Sci 77:1-11.
- LANGE, A. 1973. Suplementación de pasturas para la producción de carne. AACREA. Colección Investigación Aplicada.
- MATHIS, C.P.; COCHRAN, R.C.; STOKKA, G.L.; HELDT, J.S.; WOODS, B. C.; OLSON, C.K. 1999. Impacts of Increasing Amounts of Supplemental Soybean Meal on Intake and Digestion by Beef Steers and Performance by Beef Cows Consuming Low-Quality Tallgrass-Prairie Forage. Journal of Animal Science. 77:3156-3162.
- MAYNARD, L.A.; LOOSI, J.K.; HINTZ, H.F.; WARNER, R.G. 1998. Nutrición Animal. 7 ed. Editorial McGraw-Hill, México.
- MCALLAN, A.B., KNIGHT, R.E., SUTTON, I.D. 1983. The effect of free and protected oils on the digestion of dietary carbohydrates between the mouth and duodenum of sheep. British Journal of Nutrition, 49:433-440.
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J.F.D.; 1998. Nutrición Animal. 4 ed. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE W.E.; HOPKINS, D.I. 1999. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal. J Anim Sci 77:122-135.
- SAS INSTITUTE 2002-03 SAS/STAP Users Guide Versión 9.1.3, SAS Institute INC. Cary EEUU.
- TEIXEIRA D.A.B., BORGES I. 2005. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 57:229-233.
- VAN KEULEN, J. AND YOUNG, B. A. 1977. Evaluation of Acid-Insoluble Ash as a Natural Marker in Ruminant Digestibility Studies. Journal of Animal Science, 44:282-287.
- VAN SOEST, P.1994. Nutritional ecology of the ruminants. O & B Books Inc. Oregon. USA. 375pp.
- WHITE, T.W.; GRAINGER, R.B., BAKER, F.H., STROUD, F.H. 1958. Effect of supplemental fat on digestion and ruminal calcium requirement of sheep. Journal of Animal Science. 17:797-804
- ZINN, R.A. 1989. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers: metabolism. Journal of Animal Science. 67:1038-1049.