

CEBA PASTORIL CON SORGOS NERVADURA MARRÓN O BMR (BROWN MIDDLE RIB) COMO FORRAJE FRESCO

A.E. Fernández Mayer¹, R. J. Stuart Montalvo², Bertha Chongo García² y P. C. Martín Méndez². 2011. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 45(3).

1.- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Ruta Pcial. 76 km. 36.5 (8187) Bordenave. Buenos Aires, Argentina. afmayer56@yahoo.com.ar

2.- Instituto de Ciencia Animal (ICA) Apartado Postal 24 San José de las Lajas, La Habana, Cuba. www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Maíz y sorgo](#)

RESUMEN

Los sorgos forrajeros (*Sorghum sp.*) tipo Sudan son muy utilizados como forrajes frescos en Argentina por su altas producciones de forraje (8 a 15.000 kg MS ha⁻¹) que permiten sostener alta carga animal (3 a 6 animales ha⁻¹) durante 2 a 4 meses del verano. Sin embargo, las ganancias de peso (GDP) que se alcanzan son bajas (400 a 600 gramos diarios) por desbalances nutricionales. La utilización de los nuevos sorgos nervadura marrón o BMR (*Brown Middle Rib*) como forraje fresco, cuya calidad es significativamente superior al tener menores contenidos de lignina, podría mejorar la GDP y terminación de los animales. Con este objetivo se definió un experimento con novillos Angus (británicos) pastoreando sorgos BMR como forraje fresco sin suplementación. El ensayo tuvo 2 etapas: 1º) 140 novillitos de 318 kg de PV cabeza⁻¹ durante 99 días y 2º) 340 novillitos de 364 kg PV cabeza⁻¹ durante 69 días. Se midió calidad nutricional, asignación de forraje (Af), ganancia diaria de peso, eficiencia de conversión (ECv) y costos de producción (CP). La unidad experimental fue el animal con 20 repeticiones por etapa. Se probaron modelos lineales. La digestibilidad in vitro de la MS fue de 76.73 y 77.06% respectivamente. La Af fue de 4.54 y 4.64 kg MS cada 100 kg PV día⁻¹. Las GDP fueron 0.788 y 0.801 kg cabeza⁻¹ día⁻¹, respectivamente. Las ECv fueron 12.44 y 12.98 kg de MS de alimentos kg producido⁻¹. Los CP fueron 0.47 y 0.67 u\$ kg producido⁻¹. Los pesos de sacrificio fueron 396 y 402.5 kg cabeza⁻¹, respectivamente y un CP muy adecuado para un sistema pastoril.

Palabras claves: terminación pastoril, calidad nutricional, novillos británicos sin suplemento.

INTRODUCCIÓN

Durante la época estival, uno de los cultivos más utilizados en una amplia región de la Argentina es el sorgo híbrido forrajero (*Sorghum sp.*), tipo sudan, tanto en los tambos (lecherías) como en los campos de cría y ceba (Rearte 2003 y Berti 2010). Este cultivo se destaca por tener altas producciones de forraje por hectárea (8 a 15.000 kg MS ha⁻¹) que permite sostener una alta carga animal (3 a 6 animales ha⁻¹) durante 2 a 4 meses del verano, dependiendo de la zona. Sin embargo, las ganancias diarias de peso (GDP) que se pueden alcanzar son bajas (400 a 600 gramos diarios) (Proyecto ganadero INTA Concepción del Uruguay, 2010). Este comportamiento está vinculado con la calidad del forraje que se afecta por desbalances nutricionales (digestibilidad 50-60%; proteína bruta de 8 a 14%, FDN 60-75% y lignina 4 a 8%) (Aello y Dimarco 2004, Giorda y Cordes 2009 y Murray *et al.* 2010).

El uso de los nuevos sorgos nervadura marrón o BMR (*Brown Middle Rib*) como forraje fresco, cuya calidad es significativamente superior, no están difundidos en la Argentina ni en el resto de los países donde se cultivan estos sorgos (Giorda y Cordes 2009). Asimismo, se desconoce si la mejora en la digestibilidad de las plantas, al tener menores contenidos de lignina por efecto de los genes BMR que tienen incorporados, se traduce en mayor GDP y terminación de los animales (Murray *et al.* 2010 y Berti 2010).

Para evaluar los efectos de estos sorgos BMR en la producción de carne, se definió un experimento cuyos objetivos consistieron en determinar el perfil nutricional de los sorgos BMR como forraje fresco y buscar superar los 700 g de GDP, sin el empleo de ningún suplemento, con mínimo costo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo experimental se realizó en la localidad de Bonifacio (partido de Guaminí, Buenos Aires), cuyos suelos predominantes son los *Hapludoles énticos y típicos* (Proyecto PNUD ARG 85/019- INTA. 1989). El ensayo se dividió en 2 etapas con una extensión de: 99 días, primera etapa (22/12/2008 al 31/03/2009) y 69 días, segunda etapa (06/01 al 16/03/2010). Las lluvias de agosto a marzo, en ambos años evaluados, fueron 710 y 605 mm, respectivamente.

El 11 de noviembre de 2008 se sembraron 31 ha de sorgo *BMR* forrajero azucarado¹ y el 1 de noviembre de 2009 se sembraron 76 ha de sorgo *BMR* forrajero fotosensible², respectivamente. En ambas etapas, la siembra se realizó con una sembradora de siembra directa a una densidad de 8 kg ha⁻¹. Los fertilizantes fosforados usados fueron 60 kg ha⁻¹ a la siembra de mezcla (75% superfosfato + 25% de sulfato de calcio), primera etapa, y 30 kg ha⁻¹ de mono amónico, segunda etapa. Mientras que los nitrogenados fueron 115 kg ha⁻¹ de solmix (19/11/08), primera etapa, y 50 kg ha⁻¹ de urea (5/12/2009), segunda etapa. Para controlar las malezas se usaron 2 lts ha⁻¹ de atrazina + 1.5 lts ha⁻¹ de herbadox (a la siembra en ambas etapas).

En la primer etapa (2008/9) se emplearon 140 novillitos Angus (británicos) de 318 ±15.6 kg de *PV* cabeza⁻¹, al inicio del trabajo. En la segunda etapa (2009/10) se utilizaron 340 novillitos Angus, con un peso inicial de 364 kg ± 12.9 de *PV* cabeza⁻¹.

Para el análisis químico del sorgo se extrajeron muestras de forma manual en 10 sitios seleccionados al azar, según la técnica de muestreo manual (*hand-plucking*) (Dulau 2007). El muestreo se hizo cada 30 a 35 días de intervalo. En cada sitio se extrajeron 5 submuestra sitio⁻¹ cortando el forraje con la mano a la altura que se comió por los animales (15 – 25 cm) y respetando el remanente que era dejado por ellos. Las 5 submuestras sitio⁻¹ se mezclaron haciendo un *pool* (1.0 kg *MV* muestra⁻¹ sitio⁻¹) y cada una de las 10 muestras (sitios) se colocó en bolsa de nylon con la identificación correspondiente y se conservó en una heladera *-freezer-* (-5°C) hasta llegar al laboratorio. El análisis químico de las diferentes muestras se realizó en el laboratorio de *INTA* (Bordenave, Argentina). Se determinaron *MS*, proteína bruta (*PB*), almidón (AOAC, 1995), digestibilidad *in vitro* de la *MS* (DMS) (Tilley y Terry 1963 Modificado Método de acidificación directa) Ankom Technology 2008, carbohidratos solubles (*CNES*) (Bailey, 1958 Método Antrona, Silva *et al.* 2003), fibra detergente neutro (*FDN*) (Van Soest 1994 con equipo ANKOM) y lignina (*LDA*) (Goering y Van Soest 1970).

(1) Nombre comercial: NUTRITOP del semillero ADVANTA

(2) Nombre comercial: NUTRITOP PLUS del semillero ADVANTA

La Producción de forraje (kg *MS* ha⁻¹) se midió arrojando al azar 10 aros metálico (submuestra) de 0.57 de radio por aro (total 10 m² muestreo⁻¹), cortando con tijera a 20 cm de altura y con un intervalo entre corte de 25 a 30 días –previo a cada pastoreo-. Al forraje de cada submuestra se lo secó en estufa a 60°C hasta peso constante para determinar el porcentaje de *MS*. A los valores obtenidos se los llevó a kg *MS* ha⁻¹ (Trasmonte 2002). La Asignación de forraje (*Af*) representó el forraje que se le asignó a cada animal en función de sus requerimientos y la disponibilidad de pasto. Se expresó en kg. *MS* cada 100 kg. *PV* día⁻¹

Los consumos de *MS* de sorgo se determinaron por diferencia entre oferta y remanente, ajustado por el nivel de *MS*, arrojando al azar 10 aros metálico (submuestra) de 0.57 de radio por aro (total 10 m² muestreo⁻¹) y cortando con tijera respetando el remanente que era dejado por los animales. Para medir consumo se muestreó cada 30 a 35 días de intervalo (Gallego 2010). El manejo del pasto fue a través de parcelas variables, de acuerdo a la oferta de forraje, con cambios cada 2-3 días con alambrado eléctrico. La oferta fue variable para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales en estudio (Gallego 2010).

Las *GDP* se determinaron a 20 animales en cada etapa seleccionados al azar a través de pesadas periódicas, con un intervalo entre 30 a 40 días, con básculas mecánicas. El horario de las pesadas se mantuvo constante. La producción de carne (*PC*) se expresó como los kg producidos por hectárea. La eficiencia de conversión (*ECv*) se determinó como el cociente entre el consumo diario de *MS* y la *GDP*, expresado en kg de alimentos kg producido⁻¹. En ningún momento se utilizó suplementación correctiva, ni energética ni proteica. Tampoco se suministraron anabólicos.

La unidad experimental fue el animal con 20 repeticiones por etapa. Los animales fueron seleccionados al azar. Para la comparación de los parámetros químicos y el consumo entre etapas se utilizó un modelo de clasificación simple y para analizar el comportamiento del *PV* se utilizó el análisis de regresión a través del ajuste de modelos lineales y no lineales evaluando los criterios estadísticos, coeficiente de determinación (*R*²), cuadrado medio del error (*CME*), métodos de estimación Mínimos Cuadrados para el modelo lineal y Levenbeng-Marquardt (2009) para los modelos no lineales, significación de los parámetros del modelo y auto-correlación de los residuos, a través de Durbin-Watson (*DW*) (Guerra *et al.* 2003 y Fernández 2004).

Lineal: $PV = \alpha + \beta$ (pesajes) Cuadrático: $PV = \alpha + \beta$ (pesajes) + γ (pesajes)².

Los parámetros químicos de los sorgos *BMR* se analizaron estadísticamente a través del SAS/STAT 2005. El procesamiento de los datos se realizó mediante el software estadísticos SPSS (2006) para Windows.

Los Costos de producción (*CP*) surgen como el cociente entre los costos directos de alimentación, personal y sanidad respecto a la producción total de carne obtenida por hectárea (u\$s kg producido⁻¹). Para elaborar los *CP* se consideraron los valores medios (últimos 10 años) del mercado Argentino. No se realizó ningún tratamiento sanitario.

El costo de implantación del sorgo *BMR* fue 156 u\$s ha⁻¹ y del personal fue de 10 u\$s ha⁻¹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se describen la calidad de los sorgos *BRM* en los diferentes pastoreos.

Material	MS	PB	DMS	EM	CNES	Almidón	FDN	LDA
1º Etapa (2008/9)	22.09 (4.03)	16.52 (4.37)	76.73 (3.46)	2.76 (0.12)	13.0 (4.54)	5.0 (1.63)	53.63 (2.07)	2.51 (0.06)
2º Etapa (2009/10)	21.66 (2.39)	12.91 (4.78)	77.06 (1.62)	2.78 (1.62)	10.2 (0.9)	6.03 (0.65)	62.53 (3.53)	2.01 (0.38)
ES (\pm)	2.34	3.24	1.91	0.068	2.31	0.88	2.049	0.277
Significancia	NS	P<0,05	NS	NS	P<0,05	NS	P<0,05	NS

Referencias: ES: error estándar Desvíos estándar entre paréntesis

Los niveles de MS, en los diferentes pastoreos, fueron moderados a bajos variando, entre 21.66 a 22.09%. Estos sorgos se caracterizan por tener una alta proporción de agua en sus tejidos (Fernández Mayer y Vitali 2005).

La carga animal resultante medida en animales por hectárea, en ambas etapas, fue similar 4.5 animales ha⁻¹. Sin embargo, la carga medida en kilogramo por hectárea fueron diferentes 1.582 y 1.764 kg PV ha⁻¹ respectivamente, debido a que en la 2º etapa se utilizaron animales más pesados. La producción de forraje fue de 6.000 y 5.800 kg MS ha⁻¹, respectivamente (NS). El forraje asignado por animal fue de 4.54 y 4.64 kg MS cada 100 kg PV día⁻¹, respectivamente (NS). Los consumos de MS obtenidos fueron 9.80 y 10.40 kg MS cabeza⁻¹ día⁻¹, respectivamente (NS).

En pastoreo directo para alcanzar el máximo consumo voluntario, además de disponer de un forraje balanceado energía-proteína, se requiere una Af igual o superior de 3.50 kg MS cada 100 kg PV día⁻¹ y un nivel de MS del forraje de 20-22% (Romera *et al.* 2008 y Ferragine 2009). Esto se corresponde con la Af así como con el nivel de MS del pasto en las condiciones del experimento. En la tabla 2 se presentan los consumos de MS de ambas etapas, respectivamente.

En las tablas 2 y 3 se describen el balance de la dieta, media, y la evolución de las ganancias de peso y la producción de carne obtenidas en ambas etapas, respectivamente.

	Consumo de Materia Seca (kg MS cab ⁻¹ día ⁻¹)	Consumo de Proteína Bruta (kg PB cab ⁻¹ día ⁻¹)	Consumo de Energía Metabolizable (MJ EM día ⁻¹)
1º etapa			
Requerimientos			110.12
Peso vivo (medio) 360 kg. (GDP= 0.788 kg. día ⁻¹)			
Aporte del sorgo <i>BRM</i>	9.90 (2.75% PV)	1.20	113.76
Balance	-0.10	+ 0.47	+ 3.64
2º etapa			
Requerimientos			115.98
Peso vivo (medio) 375 kg. (GDP= 0.801 kg. día ⁻¹)			
Aporte del sorgo <i>BRM</i>	10.50 (2.80% PV)	1.29	120.71
Balance	- 0.10	+ 0.48	+ 4.73

NRC, 2001

Las GDP, medias, sin el agregado de ningún concentrado fueron muy altas (0.788 y 0.801 kg cabeza⁻¹ día⁻¹, respectivamente) (tabla 3) (Fernández Mayer y Tomaso, 2003). Las ECv alcanzadas (12.44 y 12.98 kg de MS de alimentos kg de carne producida⁻¹, respectivamente) fueron adecuadas para un sistema pastoril utilizando plantas C₄ (Aello y Dimarco 2004).

Tabla 3: Evolución de las ganancias diarias de peso (kg) (1° y 2° etapa)

	Producción de carne
<u>1° Etapa 2008/9</u>	<u>0.788 (0.25)</u>
GDP	(kg cab ⁻¹ día ⁻¹)
Producción de carne (99 días de ensayo)	351.05 (kg ha ⁻¹)
<u>2° Etapa 2009/10</u>	<u>0.801 (0.18)</u>
GDP	(kg cab ⁻¹ día ⁻¹)
Producción de carne (69 días de ensayo)	248.71 (kg ha ⁻¹)

Desvíos estándar entre paréntesis

En la 1° etapa (2008/9), debido a condiciones climáticas adversas (fuertes calores), el primer pastoreo se realizó un poco retrasado, con 1 metro de altura, afectando el nivel **proteico** (10.38%) del forraje. A pesar de ello, se obtuvo una alta *GDP* (1.24 kg cabeza⁻¹ día⁻¹) (Santini 2004). Este comportamiento se debió a la muy buena calidad del forraje: altos niveles de digestibilidad (76.10%) y de azúcares solubles (18.0%) y moderados de almidón (7.0%) y *FDN* (55.40%). Sin embargo, estas altas *GDP* estarían evidenciando una metabolización de tejidos, especialmente, piel para cubrir el nitrógeno faltante en la dieta (Dimarco y Aello 2004). Mientras, los altísimos niveles proteicos del 2° y 3° pastoreo, siempre de la 1° etapa, (20.19 y 19.0 %, respectivamente), debieron provocar grandes pérdidas de nitrógeno en orina, al menos el 30% del nitrógeno dietario consumido (Elizalde *et al.* 1994). Además, cuando hay un exceso de proteína en la dieta puede tener un efecto negativo en la ganancia de peso y en la retención de grasa, al aumentar el nivel de amonio en rumen, el cual puede afectar negativamente la liberación de insulina y el metabolismo de la glucosa (Fernández *et al.* 1990). Si bien los niveles de amonio en rumen no se midieron, esto podría explicar la menor *GDP* (0.667 kg cab⁻¹ día⁻¹) obtenida en el 3° pastoreo (1° etapa).

En tanto, en la 2° etapa (2009/10), se observa un comportamiento **proteico** irregular. Mientras que en el primer pastoreo los niveles de proteína del forraje fueron muy altos (19.60%) para una planta C₄ (Galli 1996), pudiendo ocurrir lo enunciado en el párrafo anterior, los valores del 2° y 3° pastoreo (10.44 y 8.69%, respectivamente) fueron insuficientes para cubrir los requerimientos de estos animales (Dimarco 1994). Cuando el forraje fresco tiene un contenido proteico inferior al 11% puede haber deficiencias de *N*, a nivel ruminal, para la síntesis de proteína microbiana (Hoover y Stokes 1991). Además, ese cuadro –falta de *N*- resiente tanto la digestibilidad de la dieta como el consumo de *MS*, por parte del animal (Elizalde 1990). Sin embargo, las *GDP* fueron muy altas, especialmente, en la 3° pesada (1.174 kg cabeza⁻¹ día⁻¹) lo que estaría sugiriendo una movilización de tejidos para cubrir el faltante de *N* (Dimarco 1994).

En lo que respecta a la **digestibilidad** *in vitro* de la *MS*, en ambas etapas y durante todo el aprovechamiento del sorgo, fue excelente (76.90 ± 2.71%), muy superior a los sorgos forrajeros tipo sudan (Murray *et al.* 2010). Este comportamiento puede ser una evidencia del efecto de los genes *BMR* en el menor depósito de lignina y el incremento en la digestibilidad que estos sorgos alcanzan respecto a un Sorgo forrajero (*sudan grass*) tradicional (Aello y Dimarco 2004). Por cada punto de reducción en el contenido de lignina, se incrementarían 2 a 3 puntos en la digestibilidad de la *MS*, alcanzando entre 15 al 20% mayor digestibilidad que los sorgos forrajeros comunes (Spada y Mombelli 2007 y Giorda y Cordes 2009). Berti (2010) encontró que, para obtener una *GDP* por arriba de los 700 gramos diarios con sorgos forrajeros es necesario que la digestibilidad de la *MS* y proteína bruta sea igual o superior a los 72% y 11%, respectivamente, con una asignación forrajera igual o mayor a 3.5 kg *MS* cada 100 kg PV⁻¹. Estos niveles se han conseguido en este trabajo.

Mientras que los **azúcares solubles** (*CNES*) tuvieron un comportamiento errático, muy influenciado por las condiciones climáticas y el estado del sorgo. La energía, producto de la degradación de la materia orgánica (*MO*) y de los *CNES*, estaría generando un ambiente metabólico adecuado para explicar las altas *GDP* obtenidas sin el agregado de ningún concentrado (Dimarco 1998). Ambos parámetros (digestibilidad y *CNES*) serían los que más se diferencian respecto a un sorgo forrajero tradicional (*sudan grass*), aún de aquellos que son azucarados, y explicarían las altas respuestas en producción de carne o de leche que se obtienen con estos materiales (*BMR*) (Murray *et al.* 2010).

En tanto si se analiza el comportamiento del **almidón**, la información obtenida confirmaría de que existe almidón en el forraje fresco, especialmente en el tallo, contrariando muchas informaciones que señalan que el almidón se puede encontrar, exclusivamente, en los granos o tubérculos (Della Valle *et al.* 1998). De acuerdo a la concentración de almidón (5.0 y 6.03, respectivamente) que tuvieron los sorgos, los consumos en este nutriente al-

canzaron a 500 y 650 gramos cabeza⁻¹ día⁻¹, respectivamente. El almidón ingerido pudo haber acelerado el engrasamiento subcutáneo y, de esa forma, facilitar la terminación de los animales con 396 y 402.5 kg cabeza⁻¹, respectivamente, sin el agregado de ningún concentrado (Aello y Dimarco 2004).

Los niveles de *FDN* aumentaron a medida se avanzaba la madurez del cultivo (Galli 1996 y Fernández Mayer 2006). Sin embargo, la evolución de la **lignina** no siguió ese mismo razonamiento, ya que a medida que los sorgos se envejecían los niveles de lignina se redujeron en lugar de aumentar. No obstante, este particular comportamiento se puede deber al efecto de los genes “*BMR*” de estos sorgos que generan una menor síntesis y depósito de lignina (Giorda y Cordes 2009). Morrison *et al.* (1998) demostraron que la presencia física y la cantidad total de lignina en las paredes celulares vegetales no eran suficiente para explicar el fenómeno de inhibición de la fermentación microbiana ruminal de los polisacáridos de la pared celular, como se consideraba hasta ese momento, sino que se debían tener en cuenta las variaciones en la composición monomérica de la lignina, ya que la condensación de estos monómeros fenólicos puede producir polímeros de lignina, extremadamente, complejos y diferentes en su composición y estructura. Estos influyen, de forma muy variable, en la digestión de los forrajes por los rumiantes (Valenciaga *et al.* 2009). Si bien estos parámetros no se evaluaron en estos trabajos, podrían ser una explicación de la mayor digestibilidad de los sorgos *BMR* y del comportamiento productivo que estos promueven, además de la menor proporción de lignina que tienen en los tejidos de la planta.

En el análisis de regresión realizado para conocer el comportamiento del PV de los animales, los modelos no lineales no tuvieron ajustes significativos y de los lineales el lineal y el cuadrático presentaron coeficientes de determinación similares (0.93 y 0.94 para el modelo lineal y cuadrático, respectivamente). El cuadrático presentó menor *CME* que el modelo lineal (73.10 y 89.67, respectivamente) por lo que se seleccionó este modelo. Todos los parámetros resultaron significativos. En análisis de los residuos del experimento 2008/9 realizado, no mostraron comportamientos erráticos para el modelo cuadrático ajustado. Mientras que, para la etapa 2009/10 el análisis de residuos realizado, mostró una mayor variabilidad en el primer pesaje para el modelo cuadrático ajustado.

En la tabla 4 se muestran los costos de producción (*CP*) de ambas etapas. Los *CP* obtenidos (0.45 y 0.63 u\$s kg producido⁻¹, respectivamente) se consideran muy adecuados para un sistema pastoril sin suplementación (Cino *et al.* 2001, Cino 2007 y Resch 2010).

	2008/9	2009/10
Costo del sorgo <i>BMR</i> (u\$s ha ⁻¹)	156.00	156.00
Personal (u\$s ha ⁻¹)	2.7 ¹	1.9 ²
Total Costos Directos	158.70 (u\$s ha ⁻¹)	157.90
Kilos de carne ha ⁻¹	351.00 kg carne ha ⁻¹	248.62 kg carne ha ⁻¹
Costo de Producción (u\$s kg producido ⁻¹)	<u>0.45</u>	<u>0.63</u>
(1) (2008/9) 10 x 0.27 % del año (99 días/365 días) = 2.7		
(2) (2009/10) 10 x 0.19% (69 días/365) = 1.9		

Se concluye que todos los parámetros nutricionales medidos de los sorgos *BMR*, como forraje fresco, fueron muy buenos y lo destacan entre las especies de C₄. La utilización de los sorgos *BMR* como forraje fresco, sin suplementación adicional, permitió superar los 700 gramos de ganancia diaria y terminar animales como consumo liviano con razas británicas (380-420 kg cabeza⁻¹), según normas Argentinas.

La mayor calidad de los sorgos *BMR*, como forrajes frescos, se traduce en producción de carne, siempre que esté acompañado del aporte proteico, el manejo (pastoreo con cambios cada 2 a 3 días con eléctrico) y la asignación de forraje adecuada. Los *CP* obtenidos se consideran muy adecuados para un sistema pastoril sin concentrados.

REFERENCIAS

- Aello, M.S. y Dimarco, O.N. 2004. Evaluación de alimentos. En: Curso de nutrición animal. Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP, Balcarce. 29-64.
- Ankom Technology 2008 Procedures for fiber and *in vitro* analysis. http://www.ankom.com/09_procedures/Crude%20Fiber%20Method%20A200.pdf (Consulta: 10/2010).
- AOAC 1995. Official methods of analysis. 16th Ed. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
- Bailey, R. W., 1958. Reactions of pentoses with anthrone. *Bioch. J.* 68:669.
- Berti, R.N. 2010. Efecto de la carga animal y sistema de pastoreo sobre la ganancia diaria de bovinos pastoreando sorgos forrajeros híbridos. INTA Salta. <http://www.inta.gov.ar/salta/info/documentos/ProdAnimal/efecto-carga-ganancia-sorgo.pdf> (Consultado: 01/2011).

- Cino, DM. 2007. La economía en la producción de pastos y forrajes: indicadores económicos y financieros. Folleto XVI, Forum de Ciencia y Técnica. p.38. ICA, La Habana, Cuba.
- Cino, D.M; Sierra, D; Martín, P.C y Valdés, G. 2001. Estudio económico de alternativas de producción de carne de res. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 35, N° 2, 129-133.
- Della Valle, D.E., Viviani Rossi, E, Andrade, F.H., Wade, M.H. 1998. Calidad fermentativa y nutritiva de maíz para silaje en función del número de granos fijados. Tesis. M Sc. 1996-8 Esc. De Posgrado UNMdP-INTA Balcarce.
- Dimarco, ON. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Primera ed. Capítulo 5. Res. Músculo y carne. pp.183. Buenos Aires, Argentina.
- Dimarco, ON y Aello, M, 2004. Costo energético de la actividad vacuna en pastoreo. www.nutriciondebovinos.com.ar (Consulta: 11/2010).
- Dulau, D 2007. Estimación del consumo de bovinos en pastoreo. Comparación de distintos métodos de pastoreo. Tesis, Fac. Agr., Universidad Nacional de La Plata, Argentina. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/119-Investigacion-Consumo.pdf (Consulta 06/2011).
- Elizalde, J. C., F. J. Santini, A. M. Pasinato. 1994. The effect of stage of harvest on the processes of digestion in cattle fed winter oats indoors. I. Digestion of organic matter, neutral detergent fiber and water-soluble carbohydrates. Anim. Feed Sci. & Tech. 47:201-211.
- Fernández L. 2004. Modelos Estadísticos-Matemáticos en el análisis de la curva de lactancia y factores que la afectan en el genotipo Siboney de Cuba. Tesis de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba, 113 p.
- Fernández, J.M., Croom, W.J., Tate, L.P. and Johnson, A.D. 1990. Subclinical ammonia toxicity in steers: Effects on hepatic and portal-drained visceral flux of metabolites and regulatory hormones. J. Anim. Sci. 68:1726-1742.
- Fernández Mayer, A.E. 2006. La calidad nutricional de los alimentos y su efecto sobre la producción de carne y leche. Serie didáctica INTA N° 8 ISSN 0326-2626 47. pp.
- Fernández Mayer, A.E. y Tomaso, J.C. 2003. Sistema de Engorde Intensivos. Serie Didáctica INTA N° 7. ISSN 0326-2626 150 pp.
- Fernández Mayer, A.E y Vitali, L, 2005. Determinación de la calidad de los Sorgos "BMR" y graníferos, previo al picado para confeccionar silajes de planta entera. http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/anibal/calidad_sorgo_bmr.pdf (Consulta 07/2010).
- Ferragine, M.C. 2009. Introducción al manejo del pastoreo. <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Introduccion%20a%20los%20Sistemas%20Prod/Documento/2009/Introduccionpastoreo.pdf> (Consultado 03/2011).
- Hoover, W.H. y Stokes, S.R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. J. Dairy Sci. 74 : 3630- 3644.
- Gallegos, E.C 2010. Comportamiento ingestivo en ganado bovino de doble propósito. UNAM México. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g024.pdf>
- Galli, J.R, 1996 Las pasturas como Fuentes de alimentación de rumiantes. Pp.27-39. En Producción animal en pastoreo. Ed: Cangiano. EEA INTA Balcarce. Argentina.
- Giorda, L y Cordes, GG. 2009. Sorgo, para producir lo que el mercado necesita. <http://www.peman.com.ar/notas/index.php?action=fullnews&id=12> (Consulta: 11/2010).
- Goering, H.K y Van Soest, P.J. 1970. Agric Handbook n° 379 URS USDAWashington DC.
- Guerra W, Cabrera A, Fernández L. 2003. Criterios para la selección de Modelos Estadísticos en la investigación científica. Rev. Cubana Ciencia Agric. 27 (1): 3-9.
- Levenberg-Marquardt 2009. Regresión no lineal. http://es.wikipedia.org/wiki/Regresi%C3%B3n_no_lineal. (Consultada 01/2011)
- Morrison, T.A., Jung, H.G. & Buxton, D.R. 1998. Cell wall composition of maize internode of varying maturity. Crop Science. 38:455.
- Murray F.; Gallego J. J.; Miñón D. P. y Barbarossa R. A. 2010. Verdeos de verano para pastoreo o henificado: una alternativa forrajera de rápido crecimiento. <http://www.inta.gov.ar/valleinferior/info/r63/verdeos%20de%20verano.pdf> (Consulta 10/2010).
- Nathional Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Academy Press. Washington, D. C. 381p.
- Proyecto ganadero -INTA Concepción del Uruguay-, 2010. Pastoreo de sorgo forrajero. Hoja informativa n° 29. <http://www.inta.gov.ar/concepcion/informacion/boletines/hie/01/29.htm> (Consultado 01/2011).
- Proyecto PNUD ARG 85/019- INTA. 1989. Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:500000. Buenos Aires Secretaría de Agric., Ganad. y Pesca. (584 pag. y mapas anexos).
- Rearte, D. 2003. El futuro de la ganadería Argentina. www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/carne/rearte.htm (Consulta 04/2010).
- Resch, G, 2010. Margen Bruto por Kg. de Carne con Distintas Opciones de Precio de Compra y Venta de Hacienda. http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructura/miriam%20archivos/margen_bruto_kgcarne/Margen%20bruto%20por%20kg%20de%20carne.htm (Consulta 01/2011).
- Romera, A.J.; Gartía, G.; Marino, M.A. y Agnusdei, M. 2008. Efecto de la asignación forrajera sobre la ganancia de peso de vaquillonas de recría y la utilización del forraje en pasturas dominada por agropiro, durante otoño - invierno. <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Introduccion%20a%20los%20Sistemas%20Prod/Documento/2009/Introduccionpastoreo.PDF> (Consultado 03/2011).
- Santini, F. J. 2004. ¿Sistema pastoril o feedlot?. <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/manejo/articulos/sistema-pastoril-feedlot-t782/124-p0.htm>

- SAS/STAT,2005. User's Guide version 6 fourth edition.Vol.2, Cary NC: SAS Institute Inc. Pp.846.
- Silva, R. N.; Monteiro, N.V.; Alcanfor, J.X.; Assis, E.M.; Asquier, E.R. 2003. Comparison methods for the determination of reducers sugars and total in honey. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 23, n. 3, <http://www.scielo.br> (Consulta 11/2010).
- Spada, M. del C. y Mombelli, J.C. 2007 Estudio de la relación entre el contenido de lignina y digestibilidad en sorgos de nervadura marrón. INTA EEA, Manfredi. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol 27 Supl. 1.
- SPSS 2006. Software estadístico SPSS para Windows. Versión 15.0.1. Copyright IBM. Corporation 2010 IBM Corporation, Route 100 Somers, NY 10589.
- Tilley, J.M. and Terry, R.L. 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. *J.Br. Grassland Soc.* 18:104-111.
- Trasmonte, D. 2002. Análisis comparativo de los métodos de evaluación de la disponibilidad de forraje en praderas perennes y verdeos de invierno de la región oeste arenoso. Cuaderno de AACREA. http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/61-disponibilidad.htm (Consulta 06/2011).
- Valenciaga, D; Herrera, R.S; Eloisa de Oliveira S, Chongo, B y Torres, V. 2009. Composición monomérica de la lignina de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 y su variación con la edad de rebrote. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 43, Número 3, 2009. 315-319.
- Van Soest, J.P 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, N. Y. U.S.A. 476p

Volver a: [Maíz y sorgo](#)