

## Ceba pastoril con sorgos nervadura marrón o BMR (Brown Middle Rib) como forraje fresco

A. E. Fernández Mayer<sup>1</sup>, R. J. Stuart<sup>2</sup>, Bertha Chongo<sup>2</sup> y P. C. Martín<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Ruta Pcial, 76 km, 36.5 (8187) Bordenave, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba

Correo electrónico: afmayer56@yahoo.com.ar

Los sorgos forrajeros (*Sorghum sp.*) tipo sudan son muy utilizados en Argentina como forraje fresco por sus grandes producciones (8 a 15.000 kg MS ha<sup>-1</sup>), que permiten sostener alta carga animal (tres a seis animales ha<sup>-1</sup>) durante el verano. Sin embargo, debido a los desbalances nutricionales, las ganancias de peso (GDP) que se alcanzan son bajas (400 a 600 g diarios). La utilización de los nuevos sorgos nervadura marrón o BMR (Brown Middle Rib) como forraje fresco, cuya calidad es significativamente superior al tener menor contenido de lignina, podría mejorar la GDP y la terminación de los animales. Con este objetivo se definió un experimento con novillos Angus (británicos), que pastorean sorgos BMR como forraje fresco sin suplementación. El ensayo tuvo dos etapas: 1ra) 140 novillitos de 318 kg de PV cabeza<sup>-1</sup> durante 99 d y 2da) 340 novillitos de 364 kg PV cabeza<sup>-1</sup> durante 69 d. Se midió la calidad nutricional, asignación de forraje (Af), ganancia diaria de peso, eficiencia de conversión (ECv) y costos de producción (CP). La unidad experimental correspondió al animal, con 20 repeticiones por etapa. Se probaron modelos lineales. La digestibilidad *in vitro* de la MS de las etapas fue de 76.73 y 77.06 %, respectivamente. La Af alcanzó 4.54 y 4.64 kg MS, cada 100 kg PV d<sup>-1</sup>. Las GDP fueron 0.788 y 0.801 kg cabeza<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectivamente. Las ECv estuvieron en 12.44 y 12.98 kg de MS de alimento kg producido<sup>-1</sup>. Los CP correspondieron a 0.47 y 0.67 u\$s kg producido<sup>-1</sup>. Los pesos de sacrificio fueron 396 y 402.5 kg cabeza<sup>-1</sup> respectivamente, y los CP muy adecuados para un sistema pastoril.

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

Durante la época estival, uno de los cultivos más utilizados en una amplia región de la Argentina, tanto en las lecherías como en los campos de cría y ceba, es el sorgo híbrido forrajero (*Sorghum sp*) tipo sudan (Rearte 2003 y Berti 2010). Este cultivo se destaca por tener altas producciones de forraje por hectárea (8 a 15.000 kg MS ha<sup>-1</sup>), que permiten sostener una alta carga animal (tres a seis animales ha<sup>-1</sup>) durante el verano, según la zona. Sin embargo, las ganancias diarias de peso (GDP) que se pueden alcanzar son bajas (400 a 600 g 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).

La utilización de los nuevos sorgos nervadura marrón o BMR (Brown Middle Rib) como forraje fresco, cuya calidad es significativamente superior, no ha sido difundida en 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 menor contenido 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, con el objetivo de determinar el perfil nutricional de los sorgos BMR utilizados como forraje fresco, y superar los

700 g de GDP, sin la utilización de suplemento y con costo mínimo.

### Materiales y Métodos

El trabajo experimental se realizó en la localidad de Bonifacio (partido de Guaminí, Buenos Aires), donde predominan suelos Hapludoles énticos y típicos (Proyecto PNUD ARG 85/019- INTA. 1989). El ensayo se dividió en dos etapas. La primera comprendió desde el 22 de diciembre de 2008 hasta el 31 de marzo de 2009 y 69 d. La segunda se enmarcó desde el 6 de enero al 16 de marzo de 2010. Las lluvias de agosto a marzo, en ambos años, fueron 710 y 605 mm, respectivamente.

El 11 de noviembre de 2008 se sembraron 31 ha de sorgo BMR forrajero azucarado 1 y el 1 de noviembre de 2009, 76 ha de sorgo BMR forrajero fotosensible 2, respectivamente. En ambas etapas, la siembra se realizó con una máquina de siembra directa y con densidad de 8 kg ha<sup>-1</sup>. Los fertilizantes fosforados que se utilizaron en la siembra de la mezcla (75 % superfosfato + 25 % de sulfato de calcio) fueron 60 kg ha<sup>-1</sup> en la primera etapa, y 30 kg ha<sup>-1</sup> de mono amónico en la segunda. Los nitrogenados comprendieron 115 kg ha<sup>-1</sup> de solmix (19/11/08) en la primera, y 50 kg ha<sup>-1</sup> de urea (5/12/2009) en la segunda. Para controlar las malezas se usaron 2 L ha<sup>-1</sup> de atrazina + 1.5 L ha<sup>-1</sup> de herbadox (en el momento de la siembra en las dos etapas).

En la primer etapa (2008/9) se utilizaron 140 novillitos Angus (británicos), de 318 ± 15.6 kg de PV cabeza<sup>-1</sup>, al inicio del trabajo. En la segunda (2009/10),

# 45 Aniversario

## 252

340 novillitos Angus, con peso inicial de  $364 \text{ kg} \pm 12.9$  de PV cabeza $^{-1}$ .

Para el análisis químico del sorgo se extrajeron las muestras manualmente en diez sitios seleccionados al azar, según muestreo manual (Dulau 2007). El muestreo se hizo cada 30 ó 35 d de intervalo. En cada sitio se extrajeron cinco submuestras sitio $^{-1}$ , cortando el forraje con la mano, a la altura que lo comían los animales (15 - 25 cm), respetando el remanente dejado por ellos. Las cinco submuestras sitio $^{-1}$  se mezclaron haciendo un grupo, (1.0 kg MV muestra $^{-1}$ sitio $^{-1}$ ) y cada una se colocó en bolsa de nailon con la identificación correspondiente y se conservó en una nevera (-5 °C) hasta llegar al laboratorio. El análisis químico de las diferentes muestras se realizó en el laboratorio de INTA (Bordenave, Argentina). Se determinó MS, 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 neutro detergente (FDN) (van Soest 1994, con equipo ANKOM) y lignina (LDA) (Goering y van Soest 1970).

La producción de forraje (kg MS ha $^{-1}$ ) se midió arrojando al azar 10 aros metálicos (submuestra) de 0.57 de radio por aro (total 10 m $^2$  muestreo-1). El forraje se cortó con tijera, a 20 cm de altura, con intervalo entre corte de 25 a 30 d y previo a cada pastoreo. Para determinar el porcentaje de MS, el forraje de cada submuestra se secó en estufa a 60 °C hasta alcanzar peso constante. Los valores obtenidos se convirtieron a kg MS ha $^{-1}$  (Trasmonte 2002). La asignación de forraje (Af) representó el forraje ofrecido a cada animal, en función de sus requerimientos y disponibilidad de pasto. Se expresó en kg MS cada 100 kg PV dv.

Los consumos de MS de sorgo, ajustados por el nivel de MS, se determinaron por diferencia entre oferta y remanente. Para ello se arrojaron al azar 10 aros metálicos (submuestra), de 0.57 de radio por aro (total 10 m $^2$  muestreo $^{-1}$ ). El forraje se cortó con tijera, respetando el remanente dejado por los animales. Para medir el consumo se hizo un muestreo cada 30 ó 35 d de intervalo (Gallegos 2010). El manejo del pasto fue mediante parcelas variables, de acuerdo con la oferta de forraje, con cambios cada dos o tres días. Se utilizó alambrado eléctrico. La oferta fue variable para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales en estudio (Gallego 2010).

En cada etapa, las GDP se determinaron a 20 animales seleccionados al azar mediante el control de peso periódico, con la utilización de básculas mecánicas e intervalos de 30 a 40 d. El horario del pesaje se mantuvo constante. La producción de carne (PC) se expresó como kg producidos/ha. La eficiencia de conversión (ECv) se determinó como el cociente entre el consumo diario de MS y la GDP, expresado en kg de alimento/ kg

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 45, Número 3, 2011. producido $^{-1}$ . No 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 la regresión mediante el ajuste de modelos lineales y no lineales. Se evaluaron los criterios estadísticos coeficiente de determinación ( $R^2$ ), cuadrado medio del error (CME), métodos de estimación mínimos cuadrados para el modelo lineal. Para los no lineales se aplicó el modelo de Levenbeng-Marquardt (2009); la significación de los parámetros del modelo y la auto-correlación de los residuos se determinaron por Durbin-Watson (DW) (Guerra *et al.* 2003 y Fernández 2004).

Lineal:  $\text{PV} = \alpha + \beta (\text{pesajes})$  Cuadrático:  $\text{PV} = \alpha + \beta (\text{pesajes}) + \gamma (\text{pesajes})^2$

Los parámetros químicos de los sorgos BMR se analizaron estadísticamente mediante SAS/STAT (2005). El procesamiento de los datos se realizó por el programa estadístico SPSS (2006) para Windows.

Los costos de producción (CP) surgen como el cociente entre los costos directos de alimentación, personal y sanidad con respecto a la producción total de carne 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 el del personal de 10 u\$s ha $^{-1}$ .

## Resultados y Discusión

En la tabla 1 se describe la calidad de los sorgos BRM en los distintos pastoreos (etapas).

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

La carga animal resultante en ambas etapas, medida en animales por hectárea, resultó similar 4.5 animales ha $^{-1}$ . Sin embargo, la carga en kg/ha fue diferente (1.582 y 1.764 kg PV ha $^{-1}$ , respectivamente), debido a que en la segunda 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 d $^{-1}$ , respectivamente (NS). Los consumos de MS obtenidos fueron 9.80 y 10.40 kg MS cabeza $^{-1}$  d $^{-1}$ , 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

Tabla 1. Análisis químicos de los sorgos BMR (primera y segunda etapa 2008/9 y 2009/10, %)

| Material              | MS              | PB              | DMS             | EM             | CNES           | Almidón        | FDN             | LDA            |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| 1º Etapa<br>(2008/9)  | 22.09<br>(4.03) | 16.52<br>(4.37) | 76.73<br>(3.46) | 2.76<br>(0.12) | 13.0<br>(4.54) | 5.0<br>(1.63)  | 53.63<br>(2.07) | 2.51<br>(0.06) |
| 2º Etapa<br>(2009/10) | 21.66<br>(2.39) | 12.91<br>(4.78) | 77.06<br>(1.62) | 2.78<br>(1.62) | 10.2<br>(0.9)  | 6.03<br>(0.65) | 62.53<br>(3.53) | 2.01<br>(0.38) |
| EE ( $\pm$ )          | 2.34 NS         | 3.24            | 1.91 NS         | 0.068 NS       | 2.31           | 0.88 NS        | 2.049           | 0.277 NS       |
| Significancia         |                 | P<0.05          |                 |                | P<0.05         |                | P<0.05          |                |

Desviaciones estándar entre paréntesis

o superior a 3.50 kg MS cada 100 kg PV d<sup>-1</sup>, 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 las tablas 2 y 3 se describen el balance de la dieta, media, evolución de las ganancias de peso y producción de carne en ambas etapas, respectivamente.

Las GDP medias, sin el agregado de ningún concentrado fueron muy altas (0.788 y 0.801 kg cabeza<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>, respectivamente) (Fernández Mayer y Tomasso 2003) (tabla 3). Las ECV alcanzadas (12.44 y 12.98 kg de MS de alimentos kg de carne producida<sup>-1</sup>,

respectivamente) resultaron adecuadas para un sistema pastoril en el que se utilizaron plantas C4 (Aello y Dimarco 2004).

En la primera etapa (2008/9), debido a condiciones climáticas adversas (intenso calor), el primer pastoreo se realizó con retraso, a 1 m de altura de la planta, afectando el nivel proteico (10.38 %) del forraje. A pesar de ello, se obtuvo alta GDP (1.24 kg cabeza<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) (Santini 2004). Este comportamiento se debió a la buena calidad del forraje, con altos niveles de digestibilidad (76.10 %), azúcares solubles (18.0 %) y moderados valores de almidón (7.0 %) y FND (55.40 %). Las altas GDP evidenciaron la metabolización de tejidos, especialmente de piel,

Tabla 2. Balance entre requerimientos y aportes de nutrientes por la dieta

|   | Consumo de MS<br>(kg MS cab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ) | Consumo de PB<br>(kg PB cab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ) | Consumo de EM<br>(Mcal EM kg d <sup>-1</sup> ) |
|---|---|---|--|
| <b>Primera etapa</b>  |   |   |  |
| Requerimientos  | 9.90  | 1.20  | 26.30  |
| Peso vivo (medio) 360kg.<br>(GDP= 0.788 kgd <sup>-1</sup> ) |   |   |  |
| Aporte del sorgo BMR  | 9.80<br>(2.75 % PV)   | 1.67  | 27.17  |
| Balance   | -0.10   | +0.47   | +0.87  |
| <b>Segunda etapa</b>  |   |   |  |
| Requerimientos  | 10.50   | 1.29  | 27.70  |
| Peso vivo (medio) 375 kg.<br>(GDP= 0.801 kg. dv)            |   |   |  |
| Aporte del sorgo BMR  | 10.40<br>(2.80 % PV)  | 1.77  | 28.83  |
| Balance   | -0.10   | +0.48   | +1.13  |
| NRC, 2001   |   |   |  |

Tabla 3. Evolución de las ganancias diarias de peso (kg) (primera y segunda etapa)

|                                      | Producción de carne                                    |
|--------------------------------------|--|
| Primera etapa 2008/9 GDP             | 0.788<br>(0.25)(kg cab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ) |
| Producción de carne (99 d de ensayo) | 351.05(kg ha <sup>-1</sup> )                           |
| Segunda etapa 2009/10 GDP            | 0.801<br>(0.18)(kg cab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ) |
| Producción de carne (69 d de ensayo) | 248.71(kg hav)   |

Desviaciones estándar entre paréntesis

para cubrir el nitrógeno faltante en la dieta (Dimarco y Aello 2004). Mientras, los altísimos niveles proteicos del segundo y tercer pastoreo, siempre de la primera etapa, (20.19 y 19.0 %, respectivamente) debieron provocar grandes pérdidas de nitrógeno en orina, al menos 30 % del nitrógeno dietario consumido (Elizalde *et al.* 1994). Además, el exceso de proteína en la dieta puede tener efecto negativo en la ganancia de peso y en la retención de grasa, al aumentar el nivel de amonio en rumen. Este puede afectar 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 ( $0.667 \text{ kg cab}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ) obtenida en el tercer pastoreo (primera etapa).

En la segunda etapa (2009/10) hubo 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) y opudo ocurrir lo enunciado anteriormente. Los valores del segundo y tercer pastoreo (10.44 y 8.69 %, respectivamente) fueron insuficientes para cubrir los requerimientos de estos animales (Dimarco 1994). Cuando el forraje fresco tiene contenido proteico inferior a 11%, puede haber deficiencias de N a nivel ruminal para la síntesis de proteína microbiana (Hoover y Stokes 1991). Además, la falta de N afecta la digestibilidad de la dieta y el consumo de MS por parte del animal (Elizalde 1990). Sin embargo, las GDP fueron muy altas, especialmente en el tercer pesaje ( $1.174 \text{ kg cabeza}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ), lo que estaría sugiriendo una movilización de tejidos para cubrir el faltante de N (Dimarco 1994).

La digestibilidad *in vitro* de la MS fue excelente ( $76.90 \pm 2.71\%$ ) en ambas etapas y durante todo el aprovechamiento del sorgo, muy superior a los sorgos forrajeros tipo sudan (Murray *et al.* 2010). Este comportamiento puede ser evidencia del efecto de los genes BMR en el menor depósito de lignina y del incremento en la digestibilidad que alcanzan estos sorgos con respecto al sorgo forrajero tradicional (sudan grass) (Aello y Dimarco 2004). Por cada punto de reducción en el contenido de lignina, se incrementaría de dos a tres la digestibilidad de la MS, y se alcanzaría mayor digestibilidad, entre 15 y 20 % con relación a los sorgos forrajeros comunes (Spada y Mombelli 2007 y Giorda y Cordes 2009). Para obtener con sorgos forrajeros una GDP superior a los 700 g diarios, Berti (2010) encontró que es necesario que la digestibilidad de la MS y PB sean iguales o superiores a 72 y 11 %, respectivamente, con asignación forrajera igual o mayor que 3.5 kg MS cada 100 kg PV<sup>-1</sup>. Estos niveles se han obtenido en este trabajo.

Los azúcares solubles (CNES) tuvieron un comportamiento errático, influenciado probablemente por las condiciones climáticas y por el estado del sorgo. Sin embargo, producto de la degradación de la materia orgánica (MO) y de los CNES, la energía estaría generando un ambiente metabólico adecuado

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 45, Número 3, 2011.

para explicar las altas GDP obtenidas sin el agregado de concentrado (Dimarco 1998). Ambos parámetros (digestibilidad y CNES) serían los que más se diferencian de un sorgo forrajero tradicional (sudan grass), aún de los azucarados, y explicarían las altas respuestas en producción de carne o de leche obtenidas con estos materiales (BMR) (Murray *et al.* 2010).

En tanto, si se analiza el comportamiento del almidón, la información obtenida confirmaría que este existe en el forraje fresco, especialmente en el tallo, lo que no coincide con otros informes que refieren que el almidón se puede encontrar, exclusivamente, en los granos o tubérculos (Della Valle *et al.* 1998). De acuerdo con la concentración de almidón (5.0 y 6.03) que tuvieron los sorgos, los consumos en este nutriente alcanzaron 500 y 650 gramos  $\text{cabeza}^{-1} \text{d}^{-1}$ , respectivamente. El almidón ingerido pudo haber acelerado la grasa subcutánea y, de esa forma, facilitar la terminación de los animales, con 396 y 402.5 kg  $\text{cabeza}^{-1}$ , respectivamente, sin agregar concentrado (Aello y Dimarco 2004).

Los niveles de FDN aumentaron a medida que se avanzó la madurez del cultivo (Galli 1996 y Fernández Mayer 2006). Sin embargo, la evolución de la lignina fue diferente, ya que a medida que los sorgos envejecían, los niveles de la misma se redujeron en lugar de aumentar. No obstante, este comportamiento se puede deber al efecto de los genes BMR de estos sorgos, los que generan menor síntesis y depósito de lignina (Giorda y Cordes 2009). Morrison *et al.* (1998) demostraron que la presencia y cantidad total de lignina en las paredes celulares vegetales no era 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 deben considerar 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 parte de los rumiantes (Valenciaga *et al.* 2009). Si bien estos parámetros no se evaluaron en estos trabajos, podrían explicar la mayor digestibilidad de los sorgos BMR y el comportamiento productivo que 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. De los lineales, el lineal y el cuadrático presentaron coeficientes de determinación similares (0.93 y 0.94, respectivamente). El cuadrático tuvo menor CME que el lineal (73.10 y 89.67, respectivamente), por lo que se seleccionó este modelo. Todos los parámetros resultaron significativos. En el análisis de los residuos del experimento 2008/9 no se mostraron comportamientos erráticos para el modelo cuadrático ajustado. Pero para la etapa 2009/10, hubo mayor variabilidad en el primer pesaje para este

Tabla 4. Costo de producción

|   | 2008/9                           | 2009/10                          |
|---|----------------------------------|----------------------------------|
| Costo del sorgo   | 156.00                           | 156.00                           |
| BMR ( $\text{u\$s ha}^{-1}$ ) Personal<br>( $\text{u\$s ha}^{-1}$ ) | 2.71                             | 1.92                             |
| Total costos directos   | 158.70 ( $\text{u\$s ha}^{-1}$ ) | 157.90                           |
| Kilos de carne $\text{ha}^{-1}$                                     | 351.00 kg carne $\text{ha}^{-1}$ | 248.62 kg carne $\text{ha}^{-1}$ |
| Costo de producción<br>( $\text{u\$s kg producido}^{-1}$ )          | 0.45                             | 0.63                             |

(1) (2008/9)  $10 \times 0.27\% \text{ del año (99 d/365 d)} = 2.7$ (2) (2009/10)  $10 \times 0.19\% \text{ (69 d/365)} = 1.9$ 

modelo.

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

Se concluye que todos los parámetros nutricionales medidos en los sorgos BMR como forraje fresco fueron muy buenos. Esto los destaca entre las especies C4. La utilización de los sorgos BMR como forraje fresco, sin suplementación adicional, permitió superar los 700 g de ganancia diaria y terminar animales como consumo liviano con razas británicas (380-420 kg  $\text{cabeza}^{-1}$ ), según normas argentinas.

La mayor calidad de los sorgos BMR, como forraje fresco, se traduce en producción de carne, siempre que esté acompañada del aporte proteico, el manejo (intensidad de pastoreo) y adecuada asignación de forraje. Los CP obtenidos se consideran muy adecuados para un sistema pastoril sin concentrados.

## Referencias

- Aello, M.S. & Dimarco, O.N. 2004. Evaluación de alimentos. En: Curso de nutrición animal. Facultad de Ciencias Agrarias. UNMDP. Balcarce. Pp. 29-64
- Ankom Technology. 2008. Procedures for fiber and *in vitro* analysis. Disponible: <[http://www.ankom.com/09\\_procedures/Crude%20Fiber%20Method%20A200.pdf](http://www.ankom.com/09_procedures/Crude%20Fiber%20Method%20A200.pdf)>. [Consultado: 10/2010]
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th Ed. Ass. Off. Anal. Chem. 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. En: <http://www.inta.gov.ar/salta/info/documentos/ProdAnimal/efecto-carga-ganancia-sorgo.pdf>. Consultado: 01/2011
- Cino, D.M., Sierra, D., Martín, P.C. & Valdés, G. 2001. Estudio económico de alternativas de producción de carne de res. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 35:129
- Cino, D.M. 2007. La economía en la producción de pastos y forrajes: indicadores económicos y financieros. XVI Forum de Ciencia y Técnica. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 38 pp.
- 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 de Maestría. Escuela de Posgrado UNMDP-INTA, Balcarce Dimarco, O.N. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Músculo y carne. Primera Edición. 183 pp. Buenos Aires, Argentina
- Dimarco, O.N. & Aello, M. 2004. Costo energético de la actividad vacuna en pastoreo. Disponible: <[www.nutriciondebovinos.com.ar](http://www.nutriciondebovinos.com.ar)>. [Consultado: 11/2010]
- Dulau, D. 2007. Estimación del consumo de bovinos en pastoreo. Comparación de distintos métodos de pastoreo. Tesis Fac. Agronomía. Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Disponible: <[http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/119-Investigacion-Consumo.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/119-Investigacion-Consumo.pdf)>. [Consultado: 06/2011]
- Elizalde, J.C., Santini, F.J. & Pasinato, A.M. 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
- Fernández, J.M., Croom, W.J., Tate, L.P. & 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
- Fernández Mayer, A.E. & Tomaso, J.C. 2003. Sistema de engorde intensivo. Serie didáctica Ed. INTA. 150 pp.
- 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 Dr. La Habana, Cuba. 113 pp.
- Fernández Mayer, A.E. & Vitali, L. 2005. Determinación de la calidad de los sorgos “BMR” y graníferos, previo al picado para confeccionar silajes de planta entera. Disponible: <[http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/anibal/calidad\\_sorgo\\_bmr.pdf](http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/anibal/calidad_sorgo_bmr.pdf)>. [Consultado: 07/2010]
- Fernández Mayer, A.E. 2006. La calidad nutricional de los alimentos y su efecto sobre la producción de carne y leche. Serie didáctica. Ed. INTA. 47 pp.
- Ferragine, M.C. 2009. Introducción al manejo del pastoreo. En: <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Introduccion%20a%20los%20Sistemas%20Prod/Documento/2009/Introduccionpastoreo.PDF>. Consultado: 03/2011
- Gallegos, E.C. 2010. Comportamiento ingestivo en ganado bovino de doble propósito. Ed. UNAM México. Disponible: <<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g024.pdf>>. [Consultado: 01/2011]
- Galli, J.R. 1996. Las pasturas como fuentes de alimentación

## 45 Aniversario

256

- de rumiantes. En: Producción animal en pastoreo. Ed: Cangiano. EEA INTA . Balcarce.Argentina. Pp. 27-39
- Giorda, L. & Cordes, G.G. 2009. Sorgo, para producir lo que el mercado necesita. Disponible: <<http://www.peman.com.ar/notas/index.php?action=fullnews&id=12>>. [Consultado: 11/2010]
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. 1970. Agric Handbook nº 379 USDA. Washington, D.C.
- Guerra, W., Cabrera, A. & Fernández, L. 2003. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 27:3
- Hoover,W.H. & Stokes, S.R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. J. Dairy Sci. 74:3630
- Levenberg-Marquardt. 2009. Regresión no lineal. Disponible: <[http://es.wikipedia.org/wiki/Regresi%C3%B3n\\_no\\_lineal](http://es.wikipedia.org/wiki/Regresi%C3%B3n_no_lineal)>. [Consultado: 01/2011]
- Morrison, T.A., Jung, H.G. & Buxton, D.R. 1998. Cell wall composition of maize internode of varying maturity. Crop. Sci. 38:455
- Murray, F., Gallego J. J., Miñón D.P. & Barbarossa, R.A. 2010. Verdeos de verano para pastoreo o henificado: una alternativa forrajera de rápido crecimiento. Disponible: <<http://www.inta.gov.ar/valleinferior/info/r63/verdeos%20de%20verano.pdf>>. [Consultado: 10/2010]
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed. National Academy Press. Washington, D. C. 381 pp.
- Proyecto ganadero –INTA Concepción del Uruguay-, 2010. Pastoreo de sorgo forrajero. Hoja informativa nº 29. Disponible: <<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 Agricultura Ganadería y Pesca. 584 pp.
- Rearte, D. 2003. El futuro de la ganadería argentina. Disponible: <<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/carne/rearte.htm>>. [Consultado: 04/2010]
- Resch, G. 2010. Margen bruto por kg. de carne con distintas opciones de precio de compra y venta de hacienda. Disponible: <[http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructur\\_miriam%20archivos/margen\\_bruto\\_kgcarne/Margen%20bruto%20por%20kg20de%20carne.htm](http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructur_miriam%20archivos/margen_bruto_kgcarne/Margen%20bruto%20por%20kg20de%20carne.htm)>. [Consultado: 01/2011]
- Romera, A.J., Gartía, G., Marino, M.A. & 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. Disponible: <<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? Disponible: <<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. 846 pp.
- Silva, R. N., Monteiro, N.V., Alcanfor, J.X., Assis, E.M. & Asquier,E.R. 2003. Comparision methods for the determination of reducers sugars and total in honey. Ciência Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 45, Número 3, 2011.
- e Tecnología de Alimentos. v. 23. n. 3. Disponible: <<http://www.scielo.br>>. [Consultado: 11/2010]
- Spada, M. del C. & Mombelli, J.C. 2007 Estudio de la relación entre el contenido de lignina y digestibilidad en sorgos de nervadura marrón. INTA EEA, Manfredi. Rev. Argentina Prod. Animal. Vol. 27. Supl. 1
- SPSS 2006. Software estadístico SPSS para Windows. Versión 15.0.1. Copyright IBM Route 100. Somers, NY 10589
- Tilley, J.M. & Terry, R.L.1963. A two stoge technique for *in vitro* digestion of forege crops. J. Br. Grass. Soc. 18:104
- 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. Disponible: <[http://www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/61-disponibilidad.htm](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/61-disponibilidad.htm)>. [Consultado: 06/2011]
- Valenciaga, D., Herrera, R.S., Eloisa de Oliveira, S., Chongo, B. & Torres,V. 2009. Composición monomérica de la lignina de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 y su variación con la edad de rebrote. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 43:315
- Van Soest, J.P. 1994. Nutritional Eclogy of the Ruminant. 2nd. Ed. Comstock Publishing Ass. Ithaca, N.Y. USA. 476 pp.

**Recibido: 8 de mayo de 2011**