

## Finalización de novillos Aberdeen Angus con cereales forrajeros de invierno y con grano de cereal en bajas proporciones

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](mailto:afmayer56@yahoo.com.ar)

La finalización de novillos pesados (> 450 kg cabeza<sup>-1</sup>) se realiza normalmente en corral, debido a las altas exigencias energéticas. Sin embargo, por los costos elevados de producción (CP) los ranchos o fincas medianos y pequeños están limitados en su utilización. El adecuado balance energía-proteína de los cereales forrajeros encañados, ricos en carbohidratos solubles (CNES), y bajos en proteína soluble (PBS) (CNES PBS<sup>-1</sup>>1.0), con aporte extra de energía de granos de cereal, permiten obtener altas ganancias de peso (GDP). El objetivo de este experimento fue terminar animales pesados de raza británica con avena (*Avena sativa*) encañada y bajas proporciones de granos (0.4% del PV). El estudio se dividió en dos etapas: 1) 143 novillos con 386.06 kg durante 70 d, 2) subdividida en dos periodos: 234 novillos, con 383.4 kg durante 61 d, y 180 novillos, con 416.0 kg cabeza<sup>-1</sup> durante 68 d. Se midió la calidad nutricional (CN), la GDP, eficiencia de conversión (ECv) y CP. La unidad experimental fue el animal, con 20 repeticiones por etapa. Se probaron modelos lineales y no lineales (variable PV) y se seleccionó el modelo cuadrático (lineal). Todos los parámetros resultaron significativos (0.95 y 0.97 R<sup>2</sup>; 42.42 y 26.78 CME, respectivamente). Se utilizaron 1.82 kg de grano de maíz y 1.38 y 1.84 kg de cabeza<sup>-1</sup> de sorgo, respectivamente. La relación CNES PBS<sup>-1</sup> estuvo en 1.30 y 1.68. Las GDP fueron 1.04, 1.223 y 1.103 kg cabeza<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectivamente. Las ECv consistieron en 10.78, 8.68 y 9.69 kg MS alimento kg carne<sup>-1</sup>. Los CP fueron 0.90, 0.68 y 0.89 u\$ kg producido<sup>-1</sup>, respectivamente. Se terminaron animales pesados a pasto, con baja proporción de grano y un CP inferior al engorde en corral.

Palabras clave: *calidad nutricional, ganancia de peso, costo de producción, eficiencia de conversión*

En Argentina, la terminación de animales pesados (> 450 kg cabeza<sup>-1</sup>) para el mercado externo se realiza normalmente mediante la ceba en el corral, con el objetivo de cubrir las altas exigencias energéticas de estos animales. Sin embargo, los costos de producción (CP) durante el período que permanecen en los corrales resultan muy altos, por lo que en fincas medianas y pequeñas (Santini 2004 y Rearte 2010) se restringe la aplicación de este sistema de ceba.

Ante esta realidad, se diseñó un experimento a partir del aprovechamiento de la mayor concentración energética (relación CNES PBS<sup>-1</sup> > 1.0) de los forrajes frescos, como es el caso de los cereales forrajeros de invierno (CFI) cuando se encañan (estado de crecimiento Z 2.3 a Z4.3, según escala Zadoks *et al.* (1974) y FAO 2010). En estas condiciones, los cereales forrajeros de invierno presentan de cinco a siete hojas abiertas, y de dos a cuatro macollas por planta, según la especie. Los objetivos fueron terminar novillos pesados de raza británica (460-480 kg PV) mediante la utilización de CFI encañados y bajas proporciones de grano de cereal (0.4-0.6 % del PV), y alcanzar GDP superiores a los 800 g diarios, con costo de producción (CP) adecuado en un sistema pastoril competitivo con respecto a la ceba en corral.

### Materiales y Métodos

Este trabajo se realizó en la localidad de Bonifacio, partido de Guaminí, en Buenos Aires, Argentina. En esta región, los suelos predominantes son hapludoles énticos y típicos (Proyecto PNUD ARG 85/019- INTA

1989). Las lluvias, de enero a julio, fueron 432 y 347 mm, en 2004 y 2007, respectivamente. La extensión de este experimento fue variada, de acuerdo con el año en estudio. El primer año (2004) comprendió 70 d (14 de abril de 2004 al 23 de junio). El segundo (2007) se dividió en dos etapas: la primera, de 61 d (12 de abril al 12 de junio de 2007), y la segunda de 68 d (del 16 de mayo al 23 de julio de 2007). En cada etapa del segundo año se manejaron dos grupos de animales en potreros diferentes. Hubo un tiempo de solapamiento en las fechas de ambos periodos.

En 2004, al inicio del experimento, se utilizaron 143 novillos, con 386.0 ± 5.46 kg de PV. En 2007, se emplearon dos grupos de animales diferentes: en la primera etapa, 234 novillos, de 383.4 ± 7.88 kg PV, y en la segunda 180, de 416.0 ± 0.074 kg PV. Todos los animales eran de raza Aberdeen Angus. Los novillos se pesaron con báscula mecánica, con intervalo de 15 a 20 d.

La superficie de avena (*Avena sativa*) (CFI) utilizada fue 68 y 96 ha, respectivamente. Las fechas de siembra en el ensayo de 2004 fueron del 1 al 10 de febrero. Para el de 2007, se situaron del 2 al 12 de febrero (primera etapa), y del 20 al 28 (segunda etapa). La tecnología aplicada fue similar en ambos años. Se utilizaron sembradoras de siembra directa, 90 kg avena ha<sup>-1</sup>, 20 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato mono amónico más 20 kg ha<sup>-1</sup> de urea. En 2004 se suplementó con grano de maíz (seco y molido). En 2007, con grano de sorgo (seco y molido) con altos niveles de taninos (11.5 ± 0.08 g de taninos kg de grano<sup>-1</sup>).

Para el análisis químico de las avenas se extrajeron manualmente muestras de diez sitios seleccionados al azar, según la técnica de muestreo manual (Dulau 2007), el cual se hizo con intervalo de 30 a 35 d. En cada sitio se extrajeron cinco submuestras sitio<sup>-1</sup>. El forraje se cortó con la mano, a la altura que lo consumieron los animales (15 - 25 cm), respetando el remanente dejado por ellos. Las cinco submuestras sitio<sup>-1</sup> se mezclaron haciendo un grupo (1.0 kg MV muestra<sup>-1</sup> sitio<sup>-1</sup>). Cada una de las diez muestras (sitios) se colocó en bolsa de nailon con la identificación correspondiente y se conservó en una nevera (-5 °C) hasta llegar al laboratorio. De los granos de maíz y sorgo se extrajeron de cada uno cinco muestras al azar (0.500 kg muestra<sup>-1</sup>) y se colectaron en bolsas de nailon con la identificación correspondiente. El análisis químico de las diferentes muestras se realizó en el laboratorio de INTA (Bordenave, Argentina). Se determinó 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) (método Antrona, Silva *et al.* 2003), fibra neutro detergente (FND) (van Soest 1994, con equipo ANKOM) y taninos (método Folin Ciocalteu, Makkar 2003).

Para medir la producción de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) se arrojaron al azar diez aros metálicos (submuestra), de 0.57 de radio por aro (total 10 m<sup>2</sup> muestreo<sup>-1</sup>). Se cortaron con tijera a 20 cm de altura, con intervalo entre corte de 25 a 30 d, previo a cada pastoreo. El forraje de cada submuestra se secó en estufa a 60 °C hasta alcanzar peso constante, con el objetivo de determinar el porcentaje de MS. Los valores obtenidos se llevaron a kg MS ha<sup>-1</sup> (Trasmonte 2002). La asignación de forraje rofrecido a cada animal, en función de sus requerimientos y de la disponibilidad de pasto. Se expresó en kg MS cada 100 kg PV d<sup>-1</sup> (Romera *et al.* 2008 y Ferragine 2009).

Los consumos de MS de avena se calcularon por diferencia entre disponibilidad y remanente, ajustados por el nivel de MS. Se arrojaron al azar diez aros metálicos, (submuestra) de 0.57 de radio (total 10 m<sup>2</sup> muestreo<sup>-1</sup>) y se cortaron con tijera, respetando el remanente dejado por los animales. Para medir consumo se hizo muestreo en un intervalo de 30 a 35 d (Gallegos 2010). El manejo del pasto fue mediante parcelas variables, de acuerdo con la oferta de forraje, con cambios cada dos o tres días y con alambrado eléctrico. La oferta fue variable para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales en estudio (Gallegos 2010).

Las GDP se determinaron a 20 animales en cada etapa, seleccionados al azar según el pesaje periódico con báscula mecánica, con intervalo entre 20 y 25 d. El horario de las pesadas se mantuvo constante. La producción de carne (PC) se expresó como kilogramos producidos por hectárea. La eficiencia de conversión (ECv) se determinó por el cociente entre el consumo diario de MS y la GDP, expresado en

kilogramo de alimento por kilogramo producido<sup>-1</sup>. No se suministraron anabólicos.

La unidad experimental fue el animal. Los 20 novillos (repeticiones) utilizados para realizar el estudio estadístico, en cada etapa o período, fueron seleccionados al azar. Para la comparación de los parámetros químicos y el consumo entre etapas se utilizó un modelo de clasificación simple. Para analizar el comportamiento del PV se aplicó el análisis de regresión mediante el ajuste de modelos lineales y no lineales. Se evaluaron los criterios estadísticos coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), cuadrado medio del error (CME), métodos de estimación mínimos cuadrados para el modelo lineal, y Levenberg-Marquardt (2009) para los modelos no lineales. La significación de los parámetros del modelo y la auto-correlación de los residuos se determinaron mediante Durbin-Watson (DW) (Guerra *et al.* 2003 y Fernández 2004).

Lineal:  $PV = \alpha + \beta$  (pesajes)

Cuadrático:  $PV = \alpha + \beta$  (pesajes) +  $\gamma$  (pesajes)<sup>2</sup>

Logístico:  $PV = \alpha / (1 + \beta * \exp(-\gamma * \text{pesajes}))$

Gompertz  $PV = \alpha * \exp(-\beta * \exp(-\gamma * \text{pesajes}))$

Los parámetros químicos de los alimentos se analizaron estadísticamente a través del SAS/STAT (2005). Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico 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<sup>-1</sup>). Para elaborar los CP se consideraron los valores medios (últimos diez años) del mercado argentino.

Los costos directos fueron: 84.0 u\$s ha<sup>-1</sup> de avena, 38.0 u\$s ha<sup>-1</sup> de GM (equivale a 130 u\$s t<sup>-1</sup>), 24.50 de GS y 28.4 u\$s ha<sup>-1</sup> en la primera y segunda etapa, respectivamente (equivale a 110 u\$s t<sup>-1</sup>). El costo del personal y sanidad fue 10.0 y 5.0, respectivamente. El costo directo total fue 137 u\$s ha<sup>-1</sup> (maíz), 123.5 y 127.4 u\$s ha<sup>-1</sup> (sorgo en la primera y segunda etapa, respectivamente).

## Resultados y Discusión

En las tablas 1 y 2 se describen los análisis químicos de las avenas y granos de maíz y sorgo utilizados.

La producción de forraje de las avenas fue 4.500 y 4.200 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Se obtuvieron dos pastoreos por cada avena. El forraje asignado por animal fue de 3.73 y 3.53 kg MS cada 100 kg PV d<sup>-1</sup>, respectivamente.

En el experimento del 2004, el consumo medio de grano de maíz (GM) fue de 1.82 kg MS cabeza<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup> (promedio). En el de 2007, se consumieron 1.38 y 1.84 kg MS cab<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> grano de sorgo (GS), en la primera y segunda etapa, respectivamente. Los consumos totales de MS (forraje y grano) fueron 11.22 y 10.63 kg MS cabeza<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> en 2004 y 2007, respectivamente (NS). Para alcanzar los máximos consumos de MS, además de un forraje balanceado energía-proteína, se debe asignar

Tabla 1. Análisis químicos de las avenas

Material	MS	PB	PBS	CNES	CNES PBS <sup>-1</sup>	DMS	EM
1ra Etapa (2004)	24.22 (0.85)	20.16 (1.64)	11.61 (1.51)	14.03 (1.49)	1.21 (0.28)	79.27 (1.43)	2.86 (0.06)
2da Etapa (2007)	23.71 (8.36)	19.15 (5.62)	9.68 (3.63)	13.08 (3.35)	1.35 (0.90)	82.87 (3.21)	2.98 (0.11)
EE (±) Significación	4.20 NS	2.93 NS	1.96 NS	1.83 NS	0.47 NS	1.75 NS	0.07 NS

Tabla 2. Análisis químicos del grano de maíz y sorgo utilizados

Granos	MS	PB	PBS	CNES	CNES PBS-1	DMS	EM	Taninos
Grano de Maíz (2004)	91.34	9.06	2.53	15.39	6.08	85.25	3.08	-----
Grano de Sorgo (2007)	92.2	10.5	2.93	12.54	4.28	81.5	2.93	11.5
EE (±) Significación	2.28 NS	1.25 NS	1.28 NS	2.21 P < 0.05	0.28 P < 0.05	3.27 P < 0.01	1.36 NS	-----

una cantidad de forraje no inferior a 3.50 kg MS cada 100 kg PV d<sup>-1</sup>, con concentración de MS entre 22 y 24 %, y altura de pastoreo entre 25 y 30 cm (Romera *et al.* 2008 y Ferragine 2009). De esta forma, se reduce el gasto energético destinado al consumo de forraje y queda mayor porcentaje de energía para la producción de carne (Dimarco y Aello 2004). De acuerdo con los resultados, la calidad del forraje, cantidad asignada, concentración de MS y altura de pastoreo fueron adecuadas para favorecer los máximos consumos de MS.

La carga animal de ambos años de evaluación fue de 2.10 cabezas ha<sup>-1</sup> o 887.04 kg PV ha<sup>-1</sup> (2004), 2.44 cabezas ha<sup>-1</sup> o 1.009 kg PV ha<sup>-1</sup> y 1.90 cabeza ha<sup>-1</sup> o 861.65 kg. PV ha<sup>-1</sup> para la primera y segunda etapa de 2007, respectivamente.

En la tabla 3 se describen las GDP alcanzadas, 1.04 ± 0.058 y 1.223 ± 0.89 y 1.103 ± 0.074 kg cabeza<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, para el tratamiento de 2004, y primera y segunda etapa de

2007, respectivamente. A pesar de la menor cantidad de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) que se obtuvo en el rebrote (segundo pastoreo), se pudieron sostener altas GDP (Fernández Mayer y Tomaso 2003).

Los niveles medios de CNES fueron de moderados a altos en las avenas (16.03 y 13.08 %, respectivamente), lo que permitió una apropiada relación CNES PBS<sup>-1</sup> promedio, de 1.30 y 1.68, respectivamente (Gagliostro y Gaggiotti 2002). Los CNES representan una excelente fuente de energía de rápida disponibilidad para el crecimiento de los microorganismos ruminales (Lee *et al.* 2002,). De ahí que su contenido esté relacionado con la eficiencia en la utilización de la PBS para la síntesis de proteína microbiana (Marais 2001 y Montoya *et al.* 2004). El mayor consumo de CNES se asocia a mayor producción y concentración de C3 en rumen y, por ende, a mayor síntesis de glucosa (en hígado por gluconeogénesis) (Baeck 2000). El adecuado

Tabla 3. Evolución de las ganancias diarias de peso

	Producción de carne
2004	
GDP (kg cab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	1.04 (0.058)
Producción de carne (2004) (kg ha período ensayo <sup>-1</sup> ) (70 d de ensayo)	152.88
2007 (1ra etapa)	
GDP (kg cab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	1.22 (0.089)
2007 (2da etapa)	
GDP (kg cab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	1.103 (0.074)
Producción de carne (2007) (kg ha período ensayo <sup>-1</sup> ) (129 d, de ambas etapas de 2007)	324.52

balance energía-proteína, unido al aporte energético extra del grano de maíz o sorgo con altos taninos (ATP CNES PBS<sup>-1</sup> 6.08 y 4.28, respectivamente) y a la elevada oferta de forraje y de proteína bruta de las avenas (25.17 y 19.15 %, respectivamente), explicaría las altas GDP obtenidas (Lagrange *et al.* 2006 y Pordomingo *et al.* 2007).

La glucosa proveniente de los almidones (degradables en rumen) termina en los adipositos, incrementando la tasa de grasa y la terminación de los animales (Santini 1989, Dimarco 1998 y Santini 2004). Desde el punto de vista energético, este último proceso es más eficiente, debido a que se reducen las pérdidas de ATP durante el trayecto de la glucosa hacia los adipositos, con respecto a la que proviene de los AA gluconeogénicos (Owens *et al.* 1995 y Rueda *et al.* 2006).

En estas condiciones, la utilización de bajas proporciones de grano de cereal (0.4 - 0.5 % PV) sería suficiente para realizar un aporte adicional de energía mediante la glucosa y el almidón, de modo que se garanticen GDP superiores a 1.0 kg diario (Pordomingo *et al.* 2001, Rueda *et al.* 2006 y Pordomingo *et al.* 2007).

No se encontraron efectos negativos de los taninos del grano de sorgo utilizados en la segunda etapa (2007). Además, hubo mayor GDP (12.5 %) con GS que con GM (Rifell *et al.* 2004 y Stritzler 2008)

Méndez y Davis (2003) encontraron que la fertilización nitrogenada a los CFI en otoño-invierno incrementa, significativamente, los niveles de PBS y reduce la CNES, disminuyendo la relación CNES PBS<sup>-1</sup> (< 1.0) al aumentar la proporción de hojas con respecto a la de tallos (en MS). Con esto se reducen las GDP (Binnie *et al.* 2001, Gagliostro y Gagliotti 2002, Del Pozo *et al.* 2002, Tas 2006 y Petruzzi *et al.* 2006). Sin embargo, en este trabajo experimental se han obtenido niveles de CNES, de moderados a altos, y de moderados a bajos para

PBS, a pesar de que se fertilizó con nitrógeno y fósforo. Este comportamiento se pudo deber a que los CFI se pastorearon encañados, con mejor relación tallo-hoja. El valor de la relación CNES- PBS-1, que favorecería mayor producción de carne, independientemente de la época del año, está aún en discusión. Rueda *et al.* (2006) y Correa *et al.* (2008) definieron que para sostener un óptimo crecimiento microbiano se necesita que esta relación varíe en un rango entre 3.2 y 3.5, aunque otros autores concluyeron en valores muy inferiores, entre 1.8 y 2.5 (Vargas y Mejía 2004). La relación media CNES PBS-1 obtenida en el trabajo experimental fue 1.28. Sin embargo, ni el contenido de CNES ni la relación CNES PBS-1 determinan la alta respuesta productiva. Para ello es necesario evaluar además, los contenidos de PB y PBS y la asignación de forraje disponible (kg MS cada 100 kg PV d<sup>-1</sup>) (Stritzler 2008).

Las ECv alcanzadas (10.78, 8.65 y 9.69 kg de MS de alimento kg producido<sup>-1</sup>, respectivamente) fueron muy adecuadas para un sistema pastoril con animales pesados, donde se utiliza baja proporción de granos de cereal (Aello y Dimarco 2004). La producción de carne por hectárea fue de 152.88 y 325.52 kg, respectivamente. La mayor producción del 2007 se debió a la mayor CA, GDP y a la extensión de esta segunda etapa.

En la tabla 4 se describe el balance de las dietas en 2004 y 2007.

Los altos consumos de MS ( $\pm$  2.60 % del PV) generaron, entre otros, ligeros excedentes proteicos y energéticos en los balances de las diferentes dietas. El amoníaco en exceso, luego de transformarse en urea en el hígado se expulsa a través de la orina (Elizalde 2001). La energía metabolizable excedente se distribuye una parte para cubrir el gasto energético que demanda el traslado de los animales y otra para detoxificar el

Tabla 4. Balance entre requerimientos y aportes de nutrientes por la dieta.

		Consumo de Materia Seca (kg MS cab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	Consumo de Proteína Bruta (kg PB cab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	Consumo de Energía Metabolizable (Mcal EM kg d <sup>-1</sup> )
Ensayo 2004	Requerimientos	11.22 (2.66 % PV)	1.40	31.00
	Aporte avena	9.40	2.35	27.10
	Aporte grano maíz	1.82	0.15	5.50
	Balance	0.0	+1.10	+1.60
	Requerimientos (1ra etapa)	10.90 (2.60 % PV)	1.35	30.90
	Aporte avena	9.20	1.75	27.45
	Aporte grano sorgo	1.38	0.14	4.05
	Balance	-0.32	+0.54	+0.59
Ensayo 2007	Requerimientos (2da etapa)	11.50 (2.53 % PV)	1.41	31.40
	Aporte avena	8.85	1.66	26.0
	Aporte grano sorgo	1.84	0.19	5.4
	Balance	-0.81	+1.41	0.0

Tabla 5. Costo de producción de cada ensayo (2004 y 2007)

	Ensayo 2004	Ensayo 2007	
		1ra etapa	2da etapa
Costo de la avena (u\$ ha <sup>-1</sup> )	84.00	84.00	84.00
Costo del grano de maíz (u\$ ha <sup>-1</sup> )	38.00	-----	-----
Costo del grano de sorgo (u\$ ha <sup>-1</sup> )	-----	24.50	28.40
Personal (u\$ ha <sup>-1</sup> )	2.01	1.72	1.93
Sanidad (u\$ ha <sup>-1</sup> )	1.01	0.852	0.953
Total (u\$ ha <sup>-1</sup> )	125.00	111.05	115.25
Costos por kilo de carne (u\$ kg. MS <sup>-1</sup> )	0.82 (125 u\$ / 152.88 kg)	0.61 (111.05 u\$ / 182.02 kg)	0.81 (115.25 u\$ / 142.50 kg)

(1) (2004)  $10 \times 0.20\%$  del año (70 ds/365 ds) = 2.0     $5 \times 0.20\%$  del año = 1.0

(2) (2007 -1° etapa)  $10 \times 0.17\%$  (61 ds/365) = 1.7     $5 \times 0.17\%$  = 0.85

(3) (2007 -2° etapa-)  $10 \times 0.19\%$  (68 ds/365) = 1.9     $5 \times 0.19\%$  = 0.95

amoníaco (Dimarco y Aello 2002 y 2004). Si quedara un saldo positivo, se eliminaría con la transpiración (Flamenbaum 2009 y García *et al.* 2010).

El modelo que mejor ajuste alcanzó en los dos años fue el cuadrático. No se informan los criterios estadísticos para los modelos no lineales, debido a que no tuvieron convergencias adecuadas. Los R<sup>2</sup> para el modelo cuadrático fueron 0.95 y 0.97, respectivamente. Los CME del modelo cuadrático fueron 42.42 y 26.78, respectivamente. Todos los parámetros resultaron significativos. El análisis de los residuos de los experimentos del 2004 y 2007 no mostraron comportamientos erráticos para el modelo cuadrático ajustado.

En la tabla 5 se sintetizan los resultados económicos de ambos trabajos (2004 y 2007). El CP estuvo altamente influenciado por la proporción de grano utilizada. En 2004, y en el segundo período de 2007, donde se usó  $\pm 1.80$  kg MS de grano animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> de GM y GS, respectivamente. El CP fue 0.82 y 0.81 u\$ kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Mientras que en la primera etapa de 2007, con 1.38 kg MS de GS animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, el CP se redujo a 0.61 u\$ kg<sup>-1</sup>.

En ambos años, los CP fueron muy adecuados para terminar animales pesados en sistemas pastoriles, y muy inferiores a los resultados económicos que se generan en engorde en corral (Remondino y Garino 2004, Cino 2007, Oliverio 2010 y Resch 2010).

Se concluye que se finalizaron novillos británicos pesados (> 450 kg PV) mediante la utilización de un CFI encañado (CNES PBS-1 > 1.0) con bajas proporciones de grano de cereal (0.4-0.5% PV). Esto permitió alcanzar altas GDP y CP adecuados para un sistema pastoril.

Esta tecnología, debido a sus características y a los resultados obtenidos, estaría al alcance de todo tipo de finca ganadera, aún en establecimientos medianos y chicos.

## 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. Proc. 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, USA

Baack 2000. Ganancias de peso otoñales: ¿un problema de la Pampa Húmeda solamente Oeste ganadero 2:2. Disponible: <[http://www.produccionanimal.com.ar/información\\_técnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/31-ganancias\\_de\\_peso\\_otonales.htm](http://www.produccionanimal.com.ar/información_técnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/31-ganancias_de_peso_otonales.htm)>

Binnie, R.C., Mayne, C.S. & Laidlaw, A.S. 2001. The effects of rate and timing of application of fertilizer nitrogen in late summer on herbage mass and chemical composition of perennial ryegrass swards over the winter period in Northern Ireland. Grass Forage Sci. 56:46

Cino, D.M. 2007. La economía en la producción de pastos y forrajes: indicadores económicos y financieros. XVI Fórum de Ciencia y Técnica. Folleto. 38 pp. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba

Correa, H.J., Pabón, R. & Carulla, F. 2008. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst E x Chiov.) para la producción de leche en Colombia. I. Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. Livestock Res. Rural Development 20 (4). Disponible: <[www.Irrd.org/Irrd20/4/corra20059.htm](http://www.Irrd.org/Irrd20/4/corra20059.htm)> [Consultado: 11/2010]

Del Pozo, P.P., Herrera, R.S. & García. 2002. Dinámica de los contenidos de carbohidratos y proteína bruta en el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) con aplicación de nitrógeno y sin ella. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 36:275

Dimarco, O.N. & Aello, M. 2002. ¿Afecta el exceso de amonio ruminal el gasto energético de rumiantes? Disponible: <[http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/47-afecta\\_el\\_exceso\\_amonio\\_ruminal\\_el\\_gasto\\_energetico.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/47-afecta_el_exceso_amonio_ruminal_el_gasto_energetico.htm)> [Consultado: 06/2011]

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]

Dimarco, O. N. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Primera Ed. Capítulo 5. Res. Músculo y carne. Buenos Aires, Argentina. pp. 183

Dulau, D. 2007. Estimación del consumo de bovinos en

- pastoreo. Comparación de distintos métodos de pastoreo. Tesis Fac. Agraria 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. 2001. Utilización eficiente del pasto y terminación a corral. Disponible: <[http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/49-eficiencia\\_pasto.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/49-eficiencia_pasto.htm)> [Consultado: 02/2011]
- FAO 2010. Las etapas decimales del crecimiento de trigo. Escala Zadoks. Disponible: <<http://www.fao.org/DOCREP/006/X8234E/x8234e05.htm>> [Consultado: 01/11]
- 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. Cs. Vet. La Habana, Cuba. 113 pp.
- Fernández Mayer, A.E. & Tomaso, J.C. 2003. Sistema de Engorde Intensivos. Serie Didáctica INTA. N° 7.
- Ferragine, M.C. 2009. Introducción al manejo del pastoreo. Disponible: <<http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Introduccion%20a%20los%20Sistemas%20Prod/Documento/2009/Introduccionpastoreo.pdf>> [Consultado: 03/2011]
- Flamenbaum, I. 2009. Alta producción de leche en condiciones de estrés calórico (el caso Israelí). Disponible: <[http://www.nutriciondebovinos.com.ar/MD\\_upload/Library/Authors/I\\_Flamenbaum.htm](http://www.nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/Library/Authors/I_Flamenbaum.htm)> [Consultado: 07/2010]
- Gagliostro, G.A. & Gaggiotti, M. 2002. Evaluación de alimentos para rumiantes e implicancias productivas. Disponible: <[http://www.produccionbovina.com/tablas\\_composicion\\_alimentos/14-evalalimentos.pdf](http://www.produccionbovina.com/tablas_composicion_alimentos/14-evalalimentos.pdf)> [Consultado: 06/2010]
- Gallegos, E.C. 2010. Comportamiento ingestivo en ganado bovino de doble propósito. UNAM México. Disponible: <<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g024.pdf>> [Consultado: 01/2011]
- García, K., Gastaldi, L., Ghiano, J., Domínguez, J. & Sosa, N. 2010. Manejo del estrés calórico en el tambo. Proyecto Lechero INTA. Ficha técnica n° 13. Disponible: <[www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar)>
- Guerra, W., Cabrera A. & Fernández, L. 2003. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 27:3
- Lagrange, S., Larrea, D. & Fernández Mayer, A.E. 2006. Suplementación con grano de sorgo en invernada pastoril de novillos británicos. Disponible: <[http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/Lagrange/suplementacion\\_con\\_sorgo.htm](http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/Lagrange/suplementacion_con_sorgo.htm)> [Consultado: 2010]
- Lee, M. R. F., Brooks, A.E., Moorby, J. M., Humphreys, M.O., Theodorou, M. K, MacRae, J.C. & Scollan, N.D. 2002. In vitro investigation into the nutritive value of Lolium perenne bred for an elevated concentration of water-soluble carbohydrate and the added effect of sample processing: freeze-dried and ground vs. frozen and thawed. Anim. Res. 51:269 Disponible: <<http://www.edpsciences.org/articles/animres/pdf/2002/04/01.pdf?access=ok>> [Consultado: 07/2010]
- 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]
- Makkar, H.P.S. 2003. Quantification of Tannins in Tree and Shrub Foliage. A Laboratory Manual. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands
- Marais, J. P. 2001 Factors affecting the nutritive value of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) - A review. Trop. Grass. 35:65 Disponible: <[http://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol\\_35\\_2001/Vol\\_35\\_02\\_01\\_pp65\\_84.pdf](http://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_35_2001/Vol_35_02_01_pp65_84.pdf)> [Consultado: 05/2010]
- Méndez, D. & Davies, P. 2003 Calidad de forraje y bajas ganancias de peso otoñales. Disponible: <<C:\Users\Public\Documents\anibal\doctorado\bibliografia para el doctorado\calidad de forraje y bajas ganancias de peso.mht>> [Consultado: 07/2010]
- Montoya, N.F., Pino, I. D. & Correa, H. J. 2004. Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas Holstein. Rev. Colombiana Ciencias Pecuarias. 17: 241. Disponible: <<http://kogi.udea.edu.co/revista/17/17-3-4.pdf>> [Consultado: 11/2010]
- Nathional Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Rev. Ed. National Academy Press. Washington, D.C. 381 pp.
- Oliverio, G. 2010. Propuestas para la producción de carne bovina en los sistemas mixtos de la región pampeana. Disponible: <<http://www.acampo.com.ar/espanol/bovinos/bovinos20.htm>> [Consultado: 02/2011]
- Owens, F.N., Gill, D.R., Secrist, D.S. & Coleman, S.W. 1995. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. J. Anim. Sci. 73:3152
- Petruzzi, H.J., Pechin, C.A., Villa, E.G., Stritzler, N.P. & Ferri, C.M. 2006. Degradabilidad en rumen de avena fertilizada y sin fertilizar con nitrógeno. Rev. Arg. Prod. Anim. 26:41
- Pordomingo, A.J., Jonas, O., Otamendi, H. & Quiroga, A. 2001. Producción y calidad de verdeos de invierno. Congreso Nac. de Trigo 2001.
- Pordomingo, A.J., Juan, N.A. & Pordomingo, A.B. 2007. Relación entre el aumento de peso de novillos sobre verdeos de invierno y parámetros de calidad del verdeo (Comunicación). Rev. Arg. Prod. Anim. 27:83
- 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 pp.
- Rearte, D. 2010. Situación y perspectivas de la producción de carne vacuna. Agromercado. Disponible: <[http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes/SituacionActual\\_Prostpectiva\\_Produccion\\_carnevacuna.pdf](http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes/SituacionActual_Prostpectiva_Produccion_carnevacuna.pdf)> [Consultado: 08/2010]
- Romera, A.J., Gartía, G., Marino, M.A. & Agnusdei, M. 2008. Efecto de la asignación forrajera en 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]
- Remondino, H.D. & Garino, A.T. 2004. Gestión del sector de invernada en la empresa ganadera. XXVII Congreso argentino de profesores universitarios de costos. Universidad de Rio Cuarto. Argentina. Disponible: <[http://eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/iapuco/trabajo30\\_iapuco.pdf](http://eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/iapuco/trabajo30_iapuco.pdf)> [Consultado: 01/2011]
- 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/estructura/miriam%20archivos/margen\\_bruto\\_kgcarne/Margen%20bruto%20por%20k\\_20de%20carne.htm](http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructura/miriam%20archivos/margen_bruto_kgcarne/Margen%20bruto%20por%20k_20de%20carne.htm)> [Consultado: 01/2011]

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

- Riffel, S.L., Elizalde, J.C., Santini, S. & Rearte, D. 2004. Tesis e Magister Sc. Contenido de taninos en el grano húmedo de sorgo y su efecto sobre la cinética de degradación y respuesta animal en vacunos. Rev. Argentina Prod. Animal 27:1
- Rueda, S., Taborda, L. & Correa, H.J. 2006. Relación entre el flujo de proteína microbiana hacia el duodeno y algunos parámetros metabólicos y productivos en vacas lactantes de un hato lechero del Oriente Antioqueño. Rev. Col. Cienc. Pec. 19:27. Retrieved September
- Santini, F.J. 1989. Utilización de granos en la alimentación de rumiantes. Boletín Técnico. CER BAS. INTA
- 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. SAS Institute Inc. 846 pp.
- 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. Disponible: <<http://www.scielo.br>> [Consultado: 11/2010]
- SPSS. 2006. Software estadístico SPSS para Windows. Versión 15.0.1. Copyright IBM Corporation 2010 IBM Corporation, Route 100 Somers, NY 10589
- Stritzler, N. 2008. Suplementación de rodeo de cría e invernada en pastoreo en la región del caldenal. Disponible: <[http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/suplementacion/21-suplementacion\\_region\\_caldenal.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/21-suplementacion_region_caldenal.pdf)> [Consultado: 08/2010]
- Trasmonte, D. 2002. Análisis comparativo de los métodos de evaluación de la disponibilidad de forraje en praderas perennes y verdes 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]
- Tas, B.M. 2006 Nitrogen utilization of perennial ryegrass in dairy cows. Eds. A. Elgersma, J. Dijkstra y S. Tamminga. Fresh Herbage for Dairy Cattle. Pp. 125-140. Retrieved March
- Tilley, J.M. & Terry, R.L. 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. J.Br. Grassland Soc. 18:104
- Van Soest, D. J. 1994. Nutritional ecology of the Ruminant. 2dn Ed. Comstach Publishing Associates. Ithaca, N. Y., USA. 76p
- Vargas, E.A. & Mejías, D.C. 2004 Efecto de diferentes regímenes de alimentación en vacas holstein lactantes sobre el flujo de proteína microbiana al duodeno. Trabajo de Grado de Zootecnia. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 31 pp.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14:415

**Recibido: 24 de junio de 2011**