

Características productivas, composición de carcasa y calidad de carne de novillos de diferente tamaño estructural alimentados en feedlot con dietas de concentraciones energéticas distintas

Performance, carcass composition and meat quality in steers of different mature size fed different dietary energy concentrations in feedlot

Santini¹, F.J., Villarreal, E.L., Faverin, C., Depetris, G., Pavan, E., Grigera Naón, J.J., Grigera², J.M., Cossu, M.E. y Schor, A.

Unidad Integrada FCA-INTA EEA Balcarce, Balcarce, Argentina

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMDP, Argentina

Facultad de Agronomía, UBA, Argentina

Resumen

Se evaluaron el comportamiento productivo, las características de carcasa y de la carne de sesenta novillos Aberdeen Angus de diferente tamaño estructural, Chico (C, frame 1-2) y Grande (G, frame 4-5), alimentados con dietas de distinta densidad energética. Las dietas estuvieron compuestas por alta proporción de grano húmedo de maíz (M) o de silaje de planta entera de maíz (S). La combinación del tamaño estructural y el tipo de dieta generó cuatro tratamientos (CM, CS, GM, GS). Los CM presentaron menores pesos vivos (PV), pesos de reses y de la grasa de capadura y riñonada (GCR) que los CS. Los G para cualquiera de las dietas tuvieron los mayores PV y reses; no obstante, los CS alcanzaron los mayores valores de GCR. El consumo de MS (kg/an/día) fue similar entre dietas para G, mientras que en C el consumo de S fue mayor ($p < 0,05$) que el de M. Cuando se evaluó el consumo relativo a PV, no hubo diferencias. La ganancia diaria de peso fue mayor en G ($p < 0,05$) y similar entre dietas. Las dietas no afectaron la tasa de engrasamiento (mm grasa subcutánea/mes). No se registraron diferencias en el contenido de grasa intramuscular y el perfil de ácidos grasos de la carne entre tratamientos. El pH final de la carne fue menor para C y M ($p < 0,05$). La terneza y los parámetros L^* y b^* no fueron afectados por los tratamientos. Se observó diferencias en el parámetro a^* entre dietas ($p < 0,05$). Se concluye que los animales G consumieron más alimento, crecieron más rápidamente y fueron más musculosos, pero requirieron más tiempo y más peso para alcanzar un nivel de engrasamiento similar al de los C. La mayor concentración energética permitió acortar la duración del engorde y ganar músculo a mayor ritmo. En líneas generales, se observó que a mayor tamaño tuvieron un mayor tamaño de la res, con rendimientos similares. Los C tuvieron mayor proporción de cortes valiosos. Las características organolépticas y químicas de la carne no fueron, en general, afectadas por el tipo de animal y dieta.

Palabras clave: ganado para carne, frame, dieta, respuesta productiva, carne

Recibido: febrero 2006

Aceptado: 27 de diciembre de 2006

1. Dpto. Producción Animal, INTA EEA. C.C. 276 (7620) Balcarce, Buenos Aires. fsantini@balcarce.inta.gov.ar;

Proyecto PICT 8/6867

2. Becario PICT

Summary

Feedlot performance, carcass and meat traits on sixty Aberdeen Angus steers of different frames (Small, S, frame 1-2; Large, L, frame 4-5) were evaluated. Steers were fed diets of different energy density. Diets were composed of a high proportion of high moisture corn grain (M) or a high proportion of whole-plant corn silage (S). The combination of frames and diets generated four treatments (SM, SS, LM, LS). SM had lighter liveweight (LW), carcass and kidney knob and pelvic fat (KPF) than SS. L had heavier LW and carcass across diets; however, SS had the highest KPF weight. Feed intake (kg DM/an/day) was similar between diets for L, but SS steers consumed more than SM ones ($p < 0.05$). When feed intake was expressed as kg LW no differences were found. Average daily body weight gain was highest for L ($p < 0.05$) and similar between diets. Diets did not affect the fattening rate (mm subcutaneous fat/month). No significant ($p < 0.05$) differences were found in the intramuscular fat content and the fatty acid profile among treatments. Ultimate pH of meat was lower ($p < 0.05$) for S and M. Tenderness and L^* and b^* parameters were not affected by treatments. The a^* value was significantly different ($p < 0.05$) between diets. It is concluded that large animals consumed more feed, grew faster and had more muscle mass than small animals, but they stayed more time on feed and needed more weight to reach a similar fatness. The highest energetic concentration allowed to shorten the duration of fattening and to gain muscle at a higher rate. In general, L animals had heavier carcasses with similar dressing percentage than S, but smaller steers had a higher proportion of highly valued meat cuts. Chemical and organoleptic characteristics were not affected by frames or diets.

Key words: beef cattle, frame size, diet, feedlot performance, meat traits.

Introducción

La producción de carne de una calidad específica requiere del conocimiento de técnicas de la ingeniería de producción. Esto, además de la aplicación de una adecuada tecnología productiva, implica la predictibilidad de la calidad y la trazabilidad del producto, el principal sustento de los procedimientos de certificación. Para satisfacer los requerimientos del mercado, no sólo es necesario conocer la aptitud tecnológica de las carnes obtenidas mediante distintas estrategias productivas, sino también considerar el creciente interés de los profesionales de la salud y los consumidores acerca de los efectos de la dieta sobre la salud humana.

En la República Argentina, los sistemas de producción de carne han sufrido un proceso de intensificación. Durante años el incremento de la eficiencia productiva fue el objetivo principal de los sistemas y continua siendo un aspecto importante a ser mejorado

(Rearte, 2002). Por otra parte, el valor nutritivo de la carne y los efectos de la misma sobre la salud humana son objetivos que no deben descuidarse a la hora de definir estrategias de producción.

Resulta conocida la importancia de lograr un determinado peso de faena con un nivel de gordura adecuado. El nivel de terminación de un animal, depende de su tamaño estructural y, asimismo es influenciado por el tipo de dieta utilizada durante el engorde.

Algunos trabajos locales han caracterizado la calidad de la carne lograda en condiciones de pastoreo (García y Casal, 1992; 1993; Faverin et al., 1998; Grigera Naón et al., 2001; Latimori et al., 2003; Villarreal et al., 2003; Santini et al., 2004). Otros trabajos han encontrado importantes diferencias raciales en velocidad de terminación y composición corporal en condiciones de engorde a corral en esta región (Rosso et al. 1997; Villarreal et al., 1997; Faverin et al., 1998). Otros estudios han determinado la existencia de variabilidad en la

aceptabilidad (terneza, jugosidad, sabor, etc.) y en la composición química de la carne (contenido de grasa y colesterol, contenido de ácidos grasos saturados e insaturados) atribuibiles al grupo genético y al sistema de alimentación (García et al., 1990; Gallinger et al., 1992; García y Casal, 1993; Faverin et al., 1998; Depetris, 2004). En general, la información disponible proviene de ensayos cortos y acotados, dirigidos a dar respuesta a interrogantes específicos. Sin embargo, resulta importante considerar un enfoque más global que permita asociar los aspectos productivos con las características del producto.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la respuesta productiva, atributos de las carcasas y la calidad de la carne producida bajo condiciones de engorde a corral en animales de diferente tamaño estructural alimentados con dietas de distinta densidad energética.

Materiales y Métodos

Sitio y duración del ensayo: el ensayo se realizó en la Reserva 7 de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del INTA, situada en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. La región es de clima templado con una temperatura media anual de 13,7°C y precipitación media de 900 mm. El ensayo tuvo una duración de ocho meses, comenzó en abril de 2000 y finalizó en noviembre del mismo año.

Animales: se utilizaron 60 novillos de aproximadamente siete meses de edad de dos biotipos de tamaño corporal contrastante. El tamaño menor (Biotipo chico (C), Frame 1-2) correspondió a animales Aberdeen Angus característicos de la zona de cría de la

Cuenca del Salado, cuyas madres adultas pesan entre 390 y 420 kg y producen novi-

llos destinados principalmente al mercado interno. El de tamaño mayor (Biotipo Grande (G), Frame 4-5) correspondió a animales Aberdeen Angus seleccionados por mayor desarrollo corporal para producir novillos pesados destinados al mercado de exportación, cuyas hembras adultas tienen entre 520 y 550 kg de peso vivo.

El manejo sanitario de los animales se realizó de acuerdo a las recomendaciones de la EEA Balcarce (INTA, 1998).

Dietas: treinta novillos de cada biotipo fueron distribuidos al azar en grupos de 5 animales en 12 corrales, 3 corrales por tratamiento. Los tratamientos resultaron de la combinación de dos biotipos y dos tipos de dietas isoproteicas (14% de proteína bruta). Éstas se diferenciaron en la alta utilización de dos tipos de silaje de maíz: de grano húmedo (M) o de planta entera (S). La conformación de ambas dietas se muestra en el Cuadro 1. La dieta M tuvo una relación forraje-concentrado de 20:80, un porcentaje de MS (%MS) del 64% y una concentración de EM (energía metabolizable) de 2,7 Mcal/kg MS; en tanto que la dieta S tuvo una relación forraje-concentrado de 45:55, 45% de MS y 2,4 Mcal de EM/kg de MS. En el caso de la dieta S se consideró como concentrado la proporción de grano en el silaje, la cual fue del 42%. La composición química de los ingredientes de las dietas se presenta en el Cuadro 2.

Los animales fueron alimentados ad libitum, 2 veces por día, entre las 8:00 y 9:00, y entre las 15:00 y 16:00 hs. El consumo de MS fue medido 3 días consecutivos por semana y se estimó por diferencia entre lo ofrecido en las dos entregas y el alimento remanente. A partir de estos datos y los de ganancia de peso se estimó la eficiencia de conversión por corral.

Cuadro 1: Composición de la dietas como porcentaje de materia seca.
Table 1: Diet composition, % DM.

Ingredientes	Dietas (% MS)	
	M ⁽¹⁾	S ⁽¹⁾
Harina de girasol, %	22	22
Silaje de planta entera de maíz, %	33	77,9
Silaje de grano húmedo de maíz, %	44,9	0
Sales minerales, %	0,1	0,1

⁽¹⁾ M: dieta con alta proporción de silaje de grano húmedo de maíz; S: dieta con alta proporción de silaje de planta entera de maíz.

Cuadro 2: Composición química (%) de los ingredientes de las dietas y digestibilidad de la materia seca y orgánica (%).

Table 2: Chemical composition (%) of the ingredient of diets and dry and organic matter digestibility.

Variables, %	Harina de girasol	Silaje de planta entera de maíz	Silaje de grano húmedo de maíz
Materia Seca (MS)	91,0	35,0	72,0
Composición química de la MS, %			
Materia Orgánica (MO)	93,1	94,7	98,6
Proteína Bruta	35,5	7,6	7,4
Fibra Detergente Neutra	33,8	42,2	9,0
Fibra Detergente Ácida	24,7	24,8	4,8
Carbohidratos no estructurales	6,8	11,5	9,9
Almidón	-	22,8	65,3
Digestibilidad in vitro, %			
Materia seca	72,4	69,7	92,8
Materia orgánica	71,0	70,0	92,7

Mediciones a campo y a la faena: los animales fueron asignados a los tratamientos y se pesaron individualmente cada 14 días, sin ayuno previo. Junto con las pesadas, se realizaron determinaciones de espesor de grasa dorsal (EGD) y del área de ojo de bife (AOB) sobre el músculo longissimus dorsi como una medida de la condición corporal de los animales. Las determinaciones fueron hechas entre la 12^a y 13^a costilla, con un ecógrafo Pie Medical 200 y un transductor de 3,5 MHz y de 18 cm de largo usando

como acoplante aceite vegetal. A fin de minimizar la variación en el EGD dentro de animal, se promediaron dos mediciones realizadas a lo largo del eje mayor del longissimus dorsi: en el centro y a un cuarto de distancia del extremo distal del músculo. Las ganancias de peso vivo absolutas (GDPV, g/d), las tasas mensuales de engrasamiento (TE, mm/ 30 d) y el incremento del área de ojo de bife (IAOB, cm²/30 d) se calcularon mediante regresión lineal de las observaciones en el tiempo.

Cada corral se faenó en forma independiente cuando el promedio de EGD por corral fue de al menos 6 mm y la mitad de los animales del corral alcanzó dicho nivel de engrasamiento. El día previo a la faena se registró el peso vivo. Los animales fueron trasladados 5 km hasta una planta frigorífica comercial donde, tras un descanso de 24 h, con solo acceso a agua, fueron sacrificados. A la faena se registró el peso de los siguientes componentes del peso vivo: residuo duro (cuero + cabeza + patas + manos), residuo blando (vísceras rojas + vísceras verdes sin contenido ruminal), grasas de capadura y de riñonada, medias reses izquierda y derecha calientes. Tras 2 ó 3 días de almacenamiento a temperaturas de 2 a 5° C, se pesaron las medias reses frías y los tres conjuntos de cortes de diferente destino comercial de la media res izquierda oreada: cortes de primera (cuarto trasero o pistola, para exportación), de segunda (costillar, para consumo interno) y de tercera (pecho, para manufactura). Se midieron los largos de la pierna y de la res. Posteriormente se extrajo un bife de 5 cm de espesor, correspondiente al intervalo entre la 12^a y 13^a costillas de la media res izquierda sobre el cual se determinó el espesor de grasa dorsal (EGD res) mediante el uso de un calibre. También se procedió al calcado del área de ojo de bife (AOB res) para su posterior estimación mediante planimetría.

Evaluación de calidad de la carne: los bifes extraídos fueron congelados a -18 °C para su posterior análisis. En el laboratorio se procedió a su descongelamiento (4°C, 24 h) y se promediaron tres medidas del pH final de la carne, realizadas con un peachímetro provisto de un electrodo de penetración con compensación automática de temperatura Testo 230 (Testo GMBH & Ltd Japan; Wulf y Page, 2000).

Cada bife fue fraccionado en tres fetas perpendiculares a las fibras del músculo longissimus dorsi. Una feta de 2,5 cm de espesor fue destinada a las determinaciones

físicas de color y terneza del músculo. Las otras dos fetas fueron destinadas a la obtención del extracto etéreo y del perfil de ácidos grasos de la carne.

Las medidas absolutas de color se registraron en el sistema L* a* b* (CIE, 1986) usando un colorímetro Minolta CR-300 (Minolta Co. Ltd. Japón). Se realizaron tres lecturas después de una hora de exposición del bife al aire a 4° C (blooming time), con un diámetro de medición de 8 mm, ángulo de visión 0° e iluminante C. El parámetro L* varía entre L=0 (negro) y L=100 (blanco), donde a valores mayores de L corresponden las mayores luminosidades; a* representa el índice de color rojo (valores negativos=predominancia de verde; valores positivos=predominancia de rojo); b* representa el índice de color amarillo (valores negativos=predominancia de azul; valores positivos=predominancia de amarillo) (Wulf y Page, 2000).

Cada feta de carne fue pesada, introducida en una bolsa plástica y sellada luego de eliminar el aire de su interior. Luego de una cocción de 50' en baño de agua hasta alcanzar una temperatura interior de 70 °C (AMSA, 1978), se enfrió en agua a temperatura ambiente durante 40'. De cada feta cocida se extrajeron 5 cilindros paralelos a las fibras musculares de 2,5 cm diámetro para evaluar la terneza. Para ello se utilizó una cizalla de Warner-Bratzler montada sobre un equipo Instron 4442 Universal Testing Machine (Canton, MA, USA). El corte se realizó en sentido perpendicular a la dirección de las fibras musculares.

La carne de cada una de las restantes fetas fue homogeneizada para determinar los contenidos de agua y de extracto etéreo (EE) según AOAC (1990). La extracción de ácidos grasos se realizó según la metodología propuesta por Folch et al. (1957). Los metilesteres fueron separados por cromatografía gaseosa (Shimadzu GC-14BPF sc), y se utilizó inyección split, detector a llama y una columna capilar Ulbon HR SS-10 (50 m x 0,32 mm D.I), y helio como gas carrier. Los están-

dares para los metilésteres incluyendo el de los ácidos grasos conjugados fueron provistos por Sigma Chemical Co. Las condiciones de corrida fueron: T inicial=170°C; T final=220°C; T inyector y detector=250°C.

Análisis estadístico: los datos de GDPV, TE y IAOB se analizaron luego de corroborar un ajuste lineal de las funciones, comparando en forma individual los parámetros b_1 de cada ecuación de regresión. Las variables respuesta obtenidas en el ensayo de producción, faena y de calidad de la carne se analizaron usando mínimos cuadrados mediante un modelo lineal de efectos fijos que incluyó los efectos de biotipo, dieta y su interacción. Para estos análisis se utilizó el procedimiento GLM de SAS (2000). Las comparaciones entre medias mínimo cuadráticas se realizaron mediante el test de t. En todos los casos el nivel de significación establecido fue del 5%.

Resultados y Discusión

Pocas variables han sido tan estudiadas como los efectos del tamaño estructural sobre la respuesta productiva del ganado para carne para una condición dada. Aunque la forma general de la curva de crecimiento es similar, animales de distinto tamaño estructural, de edad o peso similar, no tendrán puntos similares sobre la curva. Independientemente del efecto de la raza, un tamaño estructural más grande resultará en una mayor tasa de crecimiento, un mayor tiempo requerido para alcanzar una condición comercial determinada, un menor espesor de grasa y menor marmoleado a igual peso, y un peso mayor a igual espesor de grasa (Jones et al., 1984; Tatum et al., 1986; Webster, 1986; Whitmore, 1994). Puesto que el ganado de tamaño estructural mayor es menos maduro que el de menor tamaño a igual peso o edad (Fitzhugh Jr. y Taylor, 1971), los primeros son más eficientes (Berg y Butterfield, 1976; Smith et al., 1976; Thonney et al., 1981; Tatum et al., 1986).

Esto es debido a que los animales de mayor tamaño estructural ganan más músculo, que contiene principalmente agua, y menos grasa, la cual presenta una gran cantidad de energía (Berg y Butterfield, 1976). Sin embargo, cuando se alimentan a igual composición de carcasa, biotipos grandes y chicos, tienen usualmente eficiencias similares (Crickenberger et al., 1978; Tatum et al., 1986).

Los resultados de este estudio no difieren mucho de la descripción precedente, cuando consideramos como animales de distinto tamaño estructural a los biotipos utilizados (Cuadro 3). Los animales de mayor tamaño estructural pesaron más al inicio y al final de la experiencia, consumieron más alimento (kg MS/an/d), tuvieron una mayor GDPV y mayor AOB. No obstante, necesitaron más tiempo para llegar al grado de terminación requerido que los animales de menor tamaño estructural (Cuadro 3). El EGD, TE y conversión fueron similares, así como el consumo cuando se lo llevó a porcentaje del peso vivo (PV) (Cuadro 3). Existen evidencias que señalan que animales de tamaño maduro más grande, crecen más rápidamente, tienen una mejor conversión y difieren en la composición corporal a edad o peso constante. En tanto, en concordancia con lo observado en este estudio sobre la base de grasa o eficiencia energética constante, estas ventajas no resultaron evidentes (Smith et al., 1976; Ferrell y Jenkins, 1985; McCarthy et al., 1985; Gregory et al., 1994). Smith et al. (1976) mencionan que cruza Charolais y Simmental requirieron menos alimento por kg ganado que las razas puras Angus y Hereford cuando fueron evaluadas a peso constante. Sin embargo, no encontraron diferencias entre razas de padre cuando los datos fueron ajustados a un 5% de grasa constante en el músculo longissimus dorsi.

Respecto a las dietas, en el Cuadro 3 se puede observar que, en promedio, los animales que consumieron dietas con mayor energía requirieron menos tiempo para alcanzar el nivel de espesor de grasa establecido para

Cuadro 3: Caracteres de crecimiento de novillos de diferente tamaño estructural alimentados a corral con dietas de diferente concentración energética.

Table 3: Feedlot performance in steers of different mature size fed different dietary energy concentrations.

	Efectos Principales					Interacción				
	Dieta ⁽¹⁾		Biotipo ⁽¹⁾			C		G		
	M	S	C	G	EE ⁽¹⁾	M	S	M	S	EE
Peso, kg										
Inicial	177	176	159 a	193 b	5,11	159	160	196	191	7,23
Final	341 a	368 b	307 a	403 b	7,56	281 a	333 b	402 c	403 c	10,69
GDPV, kg/an/d ⁽²⁾	0,99	0,97	0,89 a	1,06 b	0,02	0,88	0,90	1,09	1,04	0,03
EGD, mm ⁽²⁾										
Inicial	2,23	2,30	2,27	2,25	0,08	2,27	2,27	2,18	2,12	0,10
Final	6,57	6,75	6,91	6,42	0,29	6,69	7,12	6,46	6,37	0,42
TE, mm/30 d ⁽²⁾	0,75	0,62	0,80	0,57	0,07	0,90	0,70	0,60	0,54	0,11
AOB, cm ² ⁽²⁾										
Inicial	19,12	19,18	17,56 a	20,74 b	0,91	17,75	17,36	20,49	20,99	1,29
Final	56,26	57,10	51,39 a	60,97 b	2,14	49,82	52,95	62,71	59,24	3,03
IAOB, cm ² /30 d ⁽²⁾	8,11 a	6,71 b	7,25	7,60	0,25	8,04	6,46	8,19	7,02	0,36
Duración del engorde, d	164 a	197 b	163 a	199 b	9,40	135	190	193	204	13,30
Consumo:										
kg MS/an/d	8,25	9,19	7,46 a	9,98 b	0,37	6,26 a	8,66 b	10,24 b	9,73 b	0,53
% PV ⁽²⁾	3,18	3,46	3,21	3,43	0,16	2,86	3,55	3,50	3,37	0,22
Conversión, kg alim/kg ganado	8,23	9,51	8,56	9,39	0,40	7,09	9,61	9,37	9,41	0,57

a, b: Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05) dentro de los efectos principales y dentro de la interacción

⁽¹⁾ M: dieta con alta proporción de silaje de grano húmedo de maíz; S: dieta con alta proporción de silaje de planta entera de maíz; EE: error estándar; C: biotipo chico; G: biotipo grande

⁽²⁾ GDPV: ganancia diaria de peso vivo; EGD: espesor de grasa dorsal medido ecográficamente; TE: tasa de engrasamiento; AOB: área de ojo de bife medida ecográficamente; IAOB: tasa de aumento en el área de ojo de bife; % PV: consumo calculado como porcentaje del peso vivo

faena y tuvieron un IAOB mayor. Por otra parte, se registró interacción significativa entre dieta y biotipo para el PV final y para consumo (kg MS/an/d), donde los animales del biotipo G, independientemente de la dieta, fueron más pesados y consumieron más alimento que los animales C que consumieron M. Los animales C que consumieron S, tuvieron pesos intermedios pero consumos similares a los G (Cuadro 3). La densidad energética de la dieta afecta la tasa de crecimiento y la eficiencia de alimenta-

ción del ganado si el consumo de MS diario es constante. Sin embargo, cuando el ganado fue alimentado con silaje de maíz ad libitum consumieron igual (Danner et al., 1980), o ligeramente más (Jesse et al., 1976; Perry y Beeson, 1976) que los alimentados en dietas con alto contenido de grano. Por lo tanto, debido a que la ingesta energética sobre mantenimiento es más baja para los animales alimentados con dietas con alto contenido de silaje que las dietas con alto contenido de grano, los anima-

les ganan peso más lentamente y son menos eficientes (Jesse et al., 1976; Perry y Beeson, 1976; Danner et al., 1980).

Cuando se evaluaron las características de la res se encontró interacción significativa entre biotipo y dieta para el peso de la res caliente y oreada, de los cortes, la grasa de capadura y de riñonada y el residuo duro. En líneas generales, el biotipo G independientemente de la dieta tuvo reses más pesadas,

mayor peso de los cortes y del residuo duro que el biotipo C cuando consumió S, alcanzando los menores valores el biotipo C cuando consumió M (Cuadro 4). No obstante, el rendimiento fue similar. Con respecto a la grasa de capadura y de riñonada, los animales que consumieron S tuvieron valores más altos, independientemente del biotipo, mientras que los animales del tratamiento CM tuvieron los más bajos (Cuadro 4).

Cuadro 4: Caracteres a la faena de novillos de diferente tamaño estructural alimentados a corral con dietas de diferente concentración energética.

Table 4: Carcass traits in steers of different mature size fed different dietary energy concentrations.

	Efectos Principales					Interacción				
	Dieta ⁽¹⁾		Biotipo ⁽¹⁾			C		G		
	M	S	C	G	EE ⁽¹⁾	M	S	M	S	EE
Peso preembarque, kg	340 a	366 b	305 a	401 b	6,48	279 a	331 b	401 c	400 c	9,32
Res caliente, kg	195,03 a	208,60 b	173,47 a	230,17 b	4,23	157,80 a	189,13 b	232,27 c	228,07c	6,09
Rendimiento, % ⁽²⁾	57,08	56,97	56,70	57,35	0,29	56,41	57,00	57,76	56,93	0,42
Res oreada, kg	191,13 a	204,25 b	170,03 a	225,35 b	4,18	154,59 a	185,48 b	227,67 c	223,02c	6,02
GCR, % ⁽³⁾	3,74 a	4,47 b	4,07	4,15	0,15	3,44 a	4,69 b	4,05 cd	4,24 bd	0,21
Corte primera, kg	45,67	47,85	40,72 a	52,80 b	0,87	37,61 a	43,82 b	53,72 c	51,88 c	1,25
Corte segunda, kg	22,29	23,77	19,96 a	26,09 b	0,57	18,09 a	21,83 b	26,49 c	25,70 c	0,82
Corte tercera, kg	26,55 a	29,32 b	23,22 a	32,65 b	0,79	20,56 a	25,88 b	32,55 c	32,76 c	1,14
Corte primera, % ⁽⁴⁾	48,59 a	47,54 b	48,72 a	47,41 b	0,30	49,37	48,07	47,81	47,01	0,43
Corte segunda, % ⁽⁴⁾	23,59	23,55	23,75	23,39	0,27	23,68	23,82	23,50	23,28	0,39
Corte tercera, % ⁽⁴⁾	27,82 a	28,91 b	27,53 a	29,20 b	0,30	26,94	28,10	28,69	29,71	0,44
Largo de pierna, cm	51,25	51,03	48,05 a	54,23 b	0,40	48,03	48,07	54,47	54,00	0,58
Largo de res, cm	109,87	108,91	103,68 a	115,10 b	1,58	104,43	102,93	115,31	114,89	2,28
Residuo duro, kg ⁽⁵⁾	43,56 a	46,53 b	40,27 a	49,82 b	0,81	37,43 a	43,11 b	49,68 c	49,95 c	1,17
Residuo blando, kg ⁽⁶⁾	47,79	51,04	37,34 a	61,49 b	2,06	34,10	40,58	61,48	61,49	2,91
EGD res, mm ⁽²⁾	4,88 a	5,76 b	5,77 a	4,87 b	0,27	5,33	6,21	4,43	5,31	0,39
AOB res, cm ² ⁽²⁾	67,65	68,25	59,39 a	76,51 b	1,10	57,71	61,06	77,59	75,43	1,58

a.,b: Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) dentro de los efectos principales y dentro de la interacción

⁽¹⁾ M: dieta con alta proporción de silaje de grano húmedo de maíz; S: dieta con alta proporción de silaje de planta entera de maíz; EE: error estándar; C: biotipo chico; G: biotipo grande

⁽²⁾ Rendimiento: calculado como porcentaje del peso vivo preembarque; EGD res: espesor de grasa en el bife medido por calibre; AOB res: área de ojo de bife medido en el bife y estimada por planimetría

⁽³⁾ GCR: grasa de capadura y riñonada más pene como porcentaje de la res caliente

⁽⁴⁾ como porcentaje de la suma de los cortes

⁽⁵⁾ suma de cuero, cabeza, patas y manos

⁽⁶⁾ suma de vísceras rojas e hígado y vísceras verdes vacías

El biotipo G tuvo un menor porcentaje de cortes de mayor valor y una proporción mayor de cortes menos valiosos, mayores largos de pierna y res, mayor peso de residuo blando, menor EGD res y mayor AOB res que los de biotipo C. La dieta S generó porcentajes de cortes de primera más livianos, y de tercera más pesados, y EGD res mayores que la dieta M (Cuadro 4). Villarreal et al. (1997), al comparar en feedlot una ración que contenía 48% silaje de maíz y 12% grano de maíz (2,47Mcal/kg MS) con otra con 80% de silaje de maíz (2,38 Mcal/kg MS), observaron que la proporción de cortes de primera (% PV) fue menor en la primera de las dietas, lo cual fue

atribuido a una mayor deposición de grasa en los cortes del cuarto delantero explicado por la mayor densidad energética. También Jones (1985) mencionó que el ganado que crece más rápido tuvo una mayor proporción de grasa subcutánea en el cuarto delantero en relación con las otras partes del cuerpo que crecieron más lentamente.

El porcentaje de EE en el músculo longissimus dorsi no fue diferente entre biotipos y/o dietas (Cuadro 5). Los valores hallados en este estudio fueron entre un 50 a 90% más elevados que los informados por Santini et al. (2004) en novillos de similares características, pero alimentados con pasturas de alta calidad

Cuadro 5: Extracto etéreo y composición de ácidos grasos de los lípidos del músculo longissimus dorsi de novillos de diferente tamaño estructural alimentados a corral con dietas de diferente concentración energética.

Table 5: Ether extract and fatty acid composition (%) of muscle lipids in steers of different mature size fed different dietary energy concentrations.

	Efectos Principales					Interacción				
	Dieta ⁽¹⁾		Biotipo ⁽¹⁾			C		G		
	M	S	C	G	EE ⁽¹⁾	M	S	M	S	EE
Extracto etéreo, % ⁽²⁾	2,93	3,59	3,09	3,42	0,21	2,79	3,39	3,06	3,78	0,32
Ácidos grasos, %: ⁽²⁾										
AGS ⁽³⁾	46,29	46,93	47,43	45,79	0,67	47,13	47,74	45,44	46,13	0,96
AGMI ⁽³⁾	48,36	47,58	47,31	48,63	0,64	47,95	46,67	48,77	48,49	0,92
AGPI ⁽³⁾	5,34	5,47	5,24	5,57	0,31	4,91	5,57	5,77	5,37	0,44
CLA ⁽³⁾	0,63	0,70	0,63	0,69	0,03	0,60	0,66	0,65	0,74	0,05
AGS:AGI	0,87	0,89	0,91	0,86	0,03	0,90	0,92	0,84	0,87	0,04
AGPI:AGS	0,12	0,12	0,11	0,12	0,01	0,11	0,12	0,13	0,12	0,01
AG n-3 ⁽³⁾	0,35	0,39	0,37	0,37	0,03	0,37	0,38	0,33	0,40	0,05
AG n-6 ⁽³⁾	4,36	4,39	4,24	4,51	0,28	3,94	4,53	4,78	4,24	0,41
AG n-6: AG n-3	14,04	12,27	12,67	13,64	0,74	12,59	12,75	15,48	11,80	1,07

a.,b: Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05) dentro de los efectos principales y dentro de la interacción

⁽¹⁾ M: dieta con alta proporción de silaje de grano húmedo de maíz; S: dieta con alta proporción de silaje de planta entera de maíz; EE: error estándar; C: biotipo chico; G: biotipo grande

⁽²⁾ Extracto etéreo: como porcentaje en 100 g de carne fresca; Ácidos grasos: como porcentaje de los ácidos grasos metilados

⁽³⁾ AGS: ácidos grasos saturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: ácidos grasos poliinsaturados CLA: ácidos linoleicos conjugados; AG n-3: 18:3 + 20:5 + 22:6; AG n-6: 18:2 + 20:2 + 20:4

y suplementados con una alta proporción de silaje de grano húmedo o de planta entera de maíz. Tampoco se registraron diferencias significativas en la composición de ácidos grasos de la carne, en los ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poliinsaturados (AGPI), en las relaciones AGI:AGS y AGPI:AGS, en los ácidos grasos n-3 y n-6, ni en su relación (Cuadro 5). Si bien en este trabajo no fueron evaluadas las proporciones de los lípidos en el alimento, según Morand-Fehr y Tran (2001) existe una tendencia del silaje con respecto al grano de maíz a presentar una menor proporción de ácido linoleico, mientras que las proporciones de ácido esteárico, palmítico y linolénico son más elevadas. La mayor proporción de planta entera de maíz pudo incrementar la proporción de ácido linolénico; no obstante, es probable que las dietas no fueran lo suficientemente contrastantes para reflejar diferencias en la composición de ácidos grasos de la carne.

Si bien no se encontraron diferencias en la composición de ácidos grasos, es importante tener en cuenta los valores obtenidos en la relación n-6: n-3, uno de los parámetros que preocupa al consumidor informado a la hora de escoger un producto. Holman (1995) señala que la relación n-6: n-3 debe ser igual o inferior a 4:1 para ser considerada saludable para los seres humanos. La relación n-6: n-3 alcanzó valores entre 12:1 y 14:1 para los tratamientos (Cuadro 5), siendo inferiores a los encontrados por Latimori et al. (2003) que obtuvieron relaciones de 22:1 para novillos Charolais x Aberdeen Angus en invernada a corral. Estas diferencias podrían ser atribuidas a la mayor incorporación de grano (y por ende, ácido linoleico) en las dietas suministradas por estos autores. Sin embargo, la proporción de n-6: n-3 no deja de ser alta cuando se comparan con sistemas pastoriles. Santini et al. (2004) observaron contenidos de AGS, AGPI, n-3 y ácidos linoléicos conjugados (CLA) mayores a los registrados en este estudio; en tanto, la proporción de AGMI ($p < 0,01$ entre biotipos; 41,6 para el C y 47,9 para el G) y las relaciones n-6: n-3 fueron menores.

Los CLA constituyen un componente único de la carne de rumiantes que han mostrado tener importantes propiedades quimioprotectoras. El isómero cis-9 trans-11, presente en la leche o en la carne se origina principalmente en forma endógena a partir del ácido vaccénico (trans-11 C18:1) (Bauman et al., 2001). Según Morand-Fehr y Tran (2001) las concentraciones de precursores de CLA (los ácidos linoleico y linolénico) en el silaje de planta entera (50 g/100g de AG) y en el grano de maíz (55,6 g/100 g de AG) son similares, y sustancialmente menores respecto a la observada en forrajes frescos (77 g/100g de AG). Esto podría explicar la falta de diferencias en la concentración de CLA en la carne entre M y S, así como las mayores concentraciones informadas por Santini et al. (2004) en condiciones de pastoreo. Latimori et al. (2003) encontraron que el contenido de CLA disminuía a medida que el sistema se intensificaba.

Los animales de mayor tamaño estructural produjeron carnes con un mayor pH final pero, esto no modificó el color ni su terneza (Cuadro 6). Los animales que consumieron granos generaron pH más bajos ($p < 0,05$) lo cual puede deberse a una mayor disponibilidad de glucógeno muscular. Sin embargo, es de notar que las pequeñas diferencias que existieron entre los tratamientos se encuentran dentro de un rango normal, propio de animales que no sufrieron un estrés previo al sacrificio.

El color de la carne para M sólo mostró menores ($p < 0,05$; Cuadro 6) valores para el parámetro a^* respecto de S, en tanto los demás parámetros no fueron diferentes. Tampoco fueron registradas diferencias entre biotipos para estas características ($p > 0,05$; Cuadro 6). McCaughey y Cliplef (1996) hallaron que la coloración de los cortes de costilla en novillos en pastoreo fue más oscura que los novillos terminados con una dieta con un alto contenido de cereal. Cuando se evaluaron novillos engordados a corral que recibieron dietas basadas en un 73% de grano de maíz o con 65% de silaje de planta entera de sorgo azucarado se observó que los primeros presentaron

una coloración roja más pálida que los segundos, mientras que no encontraron diferencias en el L* y en el b* (Martínez Ferrer y Ustarroz, 2005).

A pesar de las diferencias observadas en el pH final de la carne, la terneza no fue afectada por el biotipo ni por la densidad energética de la dieta ($p > 0,05$; Cuadro 6). La temperatura de enfriamiento, el tamaño de la carcasa, y la grasa de cobertura tienen influencia sobre la terneza de la carne (Muir et al., 1998). Sin embargo, la evaluación de diferentes razas (Angus, Simmental, Charolais y Limousin) con distinto tamaño de carcasa a igual nivel de engrasamiento subcutáneo no afectó la terneza (Chambaz et al., 2003). Por otra parte, Koch et al. (1982) sugieren que el 30% de la variación en la terneza vacuna entre razas podría ser explicada por la heredabilidad, mientras que el 70% sería explicado por el ambiente y efectos no aditivos. Los valores de fuerza de corte podrían ubicarse en una categoría de terneza

intermedia (6 a 9 kg) de acuerdo a Shackelford et al. (1997). Por otro lado, McIntyre y Ryan (1984) no hallaron diferencias en los valores de fuerza de corte, ni en panel con respecto a la terneza de la carne cuando el ganado fue alimentado con grano y pasturas hasta alcanzar el mismo peso y edad a la misma tasa de crecimiento.

En conclusión, la combinación de los biotipos y las dietas evaluadas generó diferencias en los aspectos productivos y de conformación de las reses; no obstante, los tratamientos no resultaron lo suficientemente contrastantes como para producir cambios en la composición de ácidos grasos y en las características organolépticas de la carne. Si bien la carne presentó una relación n-6:n-3 superior a la recomendada para el consumo humano, es importante notar que los niveles de CLA generados fueron superiores a los observados en sistemas de engorde a corral.

Cuadro 6: pH, color y terneza de carne de novillos de diferente tamaño estructural alimentados a corral con dietas de diferente concentración energética.

Table 6: pH, colour and tenderness of meat from steers of different mature size fed different dietary energy concentrations.

	Efectos Principales					Interacción				
	Dieta ⁽¹⁾		Biotipo ⁽¹⁾			C		G		
	M	S	C	G	EE ⁽¹⁾	M	S	M	S	EE
pH	5,55 a	5,60 b	5,54 a	5,62 b	0,02	5,49	5,58	5,60	5,63	0,03
a ⁽²⁾	23,32 a	24,52 b	23,62	24,22	0,38	22,73	24,52	23,91	24,53	0,54
b ⁽²⁾	8,17	8,93	8,59	8,53	0,30	8,09	9,08	8,26	8,79	0,43
L ⁽²⁾	39,48	38,91	39,68	38,71	0,48	40,06	39,30	38,91	38,51	0,69
Terneza, kg	5,97	5,92	5,88	6,01	0,36	6,32	5,44	5,61	6,41	0,52

a.,b: Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) dentro de los efectos principales y dentro de la interacción

⁽¹⁾ M: dieta con alta proporción de silaje de grano húmedo de maíz; S: dieta con alta proporción de silaje de planta entera de maíz; EE: error estándar; C: biotipo chico; G: biotipo grande

⁽²⁾ a: coordenada verde-rojo; b: coordenada color azul- amarillo; L: coordenada de luminosidad

Bibliografía

- AMSA. 1978. Guidelines for cookery and sensory evaluation of meat. American Meat Science Association, Chicago Illinois.
- AOAC. 1990. Official Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edition. Arlington, VA.
- Bauman, D.E., Baumgard, L.H., Corl B.A. and Grünari, J.M. 2000. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants.
- Bauman, D.E., Corl, B.A., Baumgard, L.H. and Grünari, J.M. 2001. Conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow. In: Recent Advances in Animal Nutrition. Garnsworthy P.C., Wiseman J. (eds), Nottingham: Nottingham University Press. pp 221-250.
- Berg, R.T. and Butterfield, R.M. 1976. New concepts of cattle growth. Sydney University Press, Australia. 240
- Chambaz, A., Scheeder, M.R.L., Kreuzer, M. and Duffey, P.A. 2003. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. Meat Science. 63. 491-500.
- CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). 1986. Colorimetric observers / Observateurs de référence colorimétriques / Farbmetrische Normalbeobachter, Standard CIE S 002, Publ. CIE S 002 (Viena: Central Bureau of the CIE).
- Crickenberger, R.G., Fox, D.G. and Magee, T. 1978. Effect of cattle size and protein level on the utilization of high corn silage or high corn grain rations. J. Anim. Sci. 46: 1748- 1758.
- Danner, M.L., Fox, D.G. and Black, J.R. 1980. Effect of feeding system on performance and carcass characteristics of yearling steers, steer calves and heifer calves. J. Anim. Sci. 50: 394-404.
- Depetris, G. 2004. Características productivas y composición de la grasa corporal en novillos de terminación y terneras de destete alimentadas con grano de maíz con alto contenido de aceite. Tesis M.Sc. Balcarce, Argentina. Programa de Postgrado en Ciencias Agrarias, Área Producción Animal. 73 p.
- Faverin, C., Villarreal, E.L., Santini, F.J. y Mezzadra, C.A. 1998. Composición lipídica de la carne de novillos británicos en distintos sistemas de engorde. Rev.Arg. Prod. Anim. 18 (Supl. 1): 284-285.
- Ferrell, C.L. and Jenkins, T.G. 1985. Energy utilization by Hereford and Simmental males and females. Anim. Prod. 41: 53-61.
- Fitzhugh Jr, H.A. and Taylor, St. C.S. 1971. Genetic analysis of degree of maturity. J. Anim. Sci. 33: 717-725.
- Folch, J., Lees, M. and Sloane, S.G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry 226:497-509.
- Gallinger, M.M., Garriz, C.A. y Mezzadra, C.A. 1992. Calidad de la carne de novillos Criollo Argentino, A. Angus y sus cruzas recíprocas. Rev. Arg. Prod. Anim.12 (Supl.1): 125-126.
- García, P.T., Casal, J.J. y Mezzadra, C.A. 1990. Efecto de la carga animal en la cantidad de lípidos intramusculares (veteado) en novillos A. Angus y cruzas con Limousin. Rev. Arg. Prod. Anim. 10 (Supl. 1): 80-81.
- García, P.T. and Casal, J.J. 1992. Lipids in Longissimus muscle from grass or grain fed steers. In Proceeding of 38th International Congress of Meat Science and Technology 2: 53-56. Clermont-Ferrand, France, Vol. 2, 53-56 p.
- García, P.T. and Casal, J.J. 1993. Lipids in Argentine beef. Fleischwirtsch 73: 755-756.
- Gregory, K.E., Cundiff, L.V. and Koch, D.E. 1994. Breed effects, dietary energy density effects, and retained heterosis on different measures of gain efficiency in beef cattle. J.Anim.Sci. 69: 940-946.
- Grigera Naón, J.J., Schor, A., Cossu, M.E., Quiroga, E. and Parra, V. 2001. Effect of strategic maize supplementation on colour and pH of longissimus and semitendinosus muscles of beef steers. In Proceeding of 47th International Congress of Meat Science and Technology, Krakow, Poland, 1: 192-193.
- Holman, R. 1995. Essencial fatty acids in health and disease. Actas de las Jornadas de Actualización: Las carnes en la nutrición y salud humana. Academia Nacional de Medicina, Buenos Aires, Argentina.
- INTA. 1998. Guía Práctica de Ganadería Vacuna. I. Bovinos para Carne Región Pampeana. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos (eds.) 236 pp.
- Jesse, G.W., Thompson, G.B., Clark, J.L., Weiner, K.G. and Hutcheson, D.P. 1976. Effects of various ratios of corn and corn silage and slaughter weight on the performance of steers individually fed. J. Anim. Sci. 43: 1044-1057.
- Jones, S.D.M. 1985. Carcass tissue yield and distribution in three biological types of cattle fed grain or forage-based diets. Can. J. Anim. Sci 65: 363-374.

- Jones, S.D., Burgess, T.D., Wilton, J.W. and Watson, C.H. 1984. Feedlot performance, carcass composition and efficiency of muscle gain in bulls and steers of different mature size slaughtered at similar level of fatness. *Can. J. Anim. Sci.* 64: 621-630.
- Koch, R.M., Cundiff, L.V. and Gregory, K.E. 1982. Heritabilities and genetic, environmental, and phenotypic correlations of carcass traits in a population of diverse biological types and their implication in selection programs. *J. Anim. Sci.* 55, 1319-1325.
- Latimori, N.L., Kloster, A.M. y Amigone, M.A. 2003. Invernada corta de novillos pesados para exportación. Cap. VIII, p 250-276. En: Invernada bovina en zonas mixtas. Latimori, N.J. y Kloster, A.M. (eds). Agro 12 de Córdoba. INTA. C.R. Córdoba. Argentina.
- Martínez Ferrer, J. y Ustarroz, E. 2005. Mejoramiento de la calidad de la carne vacuna producida en sistemas intensificados con énfasis en su valor nutracéutico. Informe final Proyecto Nacional del INTA. Unidad de participación: EEA Manfredi. 25 p.
- McCarthy, F.D., Hawkins, D.R. and Bergen, W.G. 1985. Dietary energy density and frame size effects on composition of gain in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 60: 781-790.
- McCaughley, W.P. and Cliplef, R.L. 1996. Carcass and organoleptic characteristics of meat from steers grazed on alfalfa/grass pastures and finished on grain. *Can. J. Anim. Sci.* 76: 149-152.
- McIntyre, B.L. and Ryan, W.J. 1984. The influence of type of diet and electrical stimulation on the eating quality of beef. *Animal Production in Australia* 15: 468-471.
- Morand-Fehr, P. and Tran, G. 2001. La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale. *INRA Prod. Anim.* 14 (5), 285-302.
- Muir, P.D., Deaker, J.M. and Bown, J.M. 1998. Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: a review. *New Zealand J. Agr. Res.* 41: 623-635.
- Perry, T.W. and Beeson, W.M. 1976. Ratios of corn to corn silage for finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 42: 549-553.
- Rearte, D.H. 2002. Calidad de carne en los sistemas pastoriles. En la región templada. *IDIA XXI, Año II* (2): 13-18.
- Rosso, O.R., Villarreal, E., Gomez, P.O., García, P.T. y Machado, C. 1997. Efecto del biotipo y sistema de alimentación sobre la producción de bovinos y calidad de carne. In: Primer Congreso Nacional sobre Producción Intensiva de Carne, Memorias ed. INTA, Forrajes y Granos, Forum Argentino de Forrajes, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Buenos Aires, Argentina. Nov.13-14: 131-133.
- Santini, F.J., Villarreal, E., Grigera Naón, J.J., Cossu, M.E., Grigera, J.M., Paván, E. and Schor, A. 2004. Quality of meat from steers of two different frame sizes grazing high quality pastures supplemented with high moisture maize grain or whole plant maize silage. In Proceeding of 50 th International Congress of Meat Science and Technology, Helsinki, Finland, 50: 133-136.
- SAS. 2000. SAS Institute Inc., SAS OnlineDoc (rtm). Version 8, Copyright (c) 2000, SAS Institute Inc.
- Shackelford, S.D., Wheeler, T.L. and Koohmaraie, M. 1997. Tenderness classification of beef: 1. Evaluation of beef Longissimus shear force at 1 or 2 days postmortem as a predictor of aged beef tenderness. *J. Anim. Sci.* 75: 2417-2422.
- Smith, G.M., Laster, D.B., Cundiff, L.V. and Gregory, K.E. 1976. Characterization of biological types of cattle. 2. Postweaning growth and feed efficiency of steers. *J. Anim. Sci.* 43: 37-47.
- Tatum, J.D., Dolezal, H.G., Williams Jr, F.L., Bowling, R.A. and Taylor, R.E. 1986. Effects of feeder-cattle frame size and carcass development. II. Absolute growth and associated changes in carcass composition. *J. Anim. Sci.* 62: 121-131.
- Thonney, M.L., Heide, E.K., Duhaime, D.J., Nour, A.Y.M. and Oltenacu, P.A. 1981. Growth and feed efficiency of cattle of different mature sizes. *J. Anim. Sci.* 53: 354-362.
- Villarreal, E.L., Faverin, C., Romera, A., Santini, F. y Mezzadra, C. 1997. Evaluación a la faena de novillos engordados en sistemas de invernada intensiva. In: Primer Congreso Nacional sobre Producción Intensiva de Carne, Memorias ed. INTA, Forrajes y Granos, Forum Argentino de Forrajes, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Buenos Aires, Argentina. Nov.13-14: 175-179.
- Villarreal, E.L., Santini, F.J., Pavan, E., Grigera, J.M., Schor, A., Cossu, M.E. y Grigera Naón, J.J. 2003. Calidad de carne en novillos en pastoreo de dos tamaños corporales contrastantes suplementados con silaje de grano húmedo o de planta entera de maíz. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23 (Supl.1): 47-48.

- Webster, A.J.F. 1986. Factors affecting the body composition of growing and adult animals. Symposium on "Comparative aspects of body composition of farm and laboratory animals. Proc. Nutr. Soc. 45: 45-53.
- Whitmore, C.T. 1994. Causes and consequences of change in the mature size of the domestic pig. Outlook on Agriculture 23: 55-59.
- Wulf, D.M. and Page, J.K. 2000. Using measurements of muscle color, pH and electrical impedance to the current USDA beef quality grading standards and improve the accuracy and precision of sorting carcasses into palatability groups. J. Anim. Sci. 78: 2595 - 2607.