

TRABAJO ORIGINAL

COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE NOVILLOS PUROS Y CRUZA BRITÁNICOS BAJO SISTEMAS DE ENGORDE SEMI-INTENSIVOS E INTENSIVOS

Performance of straightbred and crossbred British breeds steers under semi-intensive and intensive fattening systems

MEZZADRA¹, C.A., MELUCCI, L.M., VILLARREAL, E.L. Y FAVERIN, C.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA, Balcarce. Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue comparar la tasa de crecimiento y de deposición de grasa dorsal (como indicador de punto de terminación) en novillos puros y cruza en cuatro sistemas de engorde. Tres sistemas se generaron sobre base pastoril, con **Dactylis glomerata**, **Lolium multiflorum**, **Trifolium repens** y **Bromus** sp. como especies predominantes, con niveles variables de suplementación con silaje de maíz y expeller de girasol. Un cuarto sistema fue el engorde a corral, con una dieta compuesta por 64.2% de silaje de maíz, 24.9% de expeller de girasol y 10.9% de grano de maíz. Los grupos raciales evaluados en los novillos fueron: Angus (A) y Hereford (H) como razas puras, las F1 de las cruza recíprocas de A y H (AH y HA) y la cruza triple producida con servicios de toros Shorthorn sobre vacas AH (Sh). Los animales se pesaron cada 21 días y en cada oportunidad se les realizaron ecografías para determinar el espesor de grasa dorsal. El modelo de análisis estadístico incluyó los efectos de genotipo, sistema de producción, su interacción, y el peso inicial como covariable. El efecto del sistema de engorde fue significativo en todas las variables de respuesta ($p < 0,01$ a $p < 0,001$) así como la covariable. Si bien no se observaron significancias en todos los niveles, se evidenció una tendencia a que el sistema con mayor nivel de suplementación produjera mayores ganancias de peso y deposición de grasa dorsal en los animales. Los novillos cruza Shorthorn mostraron mayores ganancias de peso que A, H y aún que las cruza AH (15,7; 9,9 y 11,5% respectivamente, $p < 0,05$) y consecuentemente mayor peso final, pero menor espesor de grasa dorsal hacia el final del experimento.

Palabras clave: tasa de crecimiento, espesor de grasa dorsal, grupos raciales, sistemas de engorde.

Recibido: 21 de noviembre de 2002

Aceptado: 16 de mayo de 2003

1. Unidad Integrada: INTA EEA, Balcarce - Fac.Cs. Agrarias, UNMdP. C.C. 276 (7620) Balcarce, Buenos Aires.

SUMMARY

Growth and back fat deposition rate (as an indicator of finishing point) were studied in straightbred and crossbred steers under four fattening systems. Four feeding systems were used. The first three were based on pastures of *Dactylis*, *Lolium*, *Trifolium* and *Bromus*, which were supplemented with different levels of corn silage and sunflower meal. The fourth system consisted on feedlot with a diet by containing 64.2% corn silage, 24.9% sunflower meal and 10.9% corn grain. Breed groups of steers were: purebred Angus (A) and Hereford (H), F1 from the reciprocal crossbreeding between A and H (AH and HA) and the triple cross between Shorthorn bulls by AH. Animals were weighted, and scanned for backfat thickness every 21 days. The model of analysis included fattening system, breed group, their interaction, whereas initial weight of the steer was used as a covariate. Fattening system and covariate effects were significant for all response variables ($p < 0.01$ to 0.001). The fattening systems with higher levels of supplementation tended to produce the steers with the higher average daily gain (ADG) and back fat thickness. Triple cross Shorthorn steers had larger ADG than A, H or even AH steers (15.7%, 9.9% and 11.5% respectively, $p < 0.05$), and consequently larger final weight. However, the triple crosses had less back fat thickness at the end of the experimental period.

Key words: growth rate, back fat thickness, breed groups, fattening systems, heterosis.

INTRODUCCIÓN

Existe gran variación en el crecimiento, la deposición de diferentes tejidos y la eficiencia de producción entre razas bovinas para carne (Gregory, Cundiff y Koch, 1994; Ferrell y Jenkins, 1998). Existe mayor variabilidad en sistemas de producción pastoriles, tanto a nivel de producción individual como por unidad de superficie (Mezzadra, Escuder y Miquel, 1992; Mezzadra, 1993; Mezzadra, Corva y Melucci, 1996; Romera, Mezzadra, Villarreal, Brizuela y Corva, 1998). Estos trabajos han demostrado que en situaciones de restricciones nutricionales en condiciones de pastoreo, las razas de mayor tamaño estructural pueden producir menos eficientemente que bajo condiciones de alimentación *ad libitum*. Las diferencias en el desempeño de genotipos ante diferentes situaciones han dado lugar a interacciones genético-ambientales que, cuando están presentes, tienden a hacer más difíciles las recomendaciones de uso de biotipos en diferentes ambientes o sistemas de producción. Charteris, Garrick

y Morris (1997) han encontrado interacciones genético-ambientales para caracteres relacionados con la calidad de la carne de la progenie de 14 toros alimentados en condiciones pastoriles o de engorde a corral. En países como Argentina, donde tradicionalmente el proceso de engorde ha sido realizado en pasturas, existe escasa información acerca del comportamiento de biotipos de distinto tamaño estructural dentro de las razas británicas tradicionales, bajo condiciones de diferentes grados de intensificación en los sistemas de engorde. Los criterios y patrones de terminación de los novillos pueden cambiar de acuerdo al sistema de engorde utilizado, y esto a su vez puede estar influenciado por el tipo genético de los animales. Los objetivos de este estudio fueron: 1) comparar el crecimiento postdestete de diferentes genotipos de razas puras y cruzas en sistemas de engorde con distintas calidades nutricionales, y 2) estimar el efecto de la heterosis individual en el cruzamiento A-H sobre diferentes medidas de crecimiento y de deposición de tejidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio, diseño experimental y sistemas de producción

El experimento fue conducido en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Balcarce (37° LS, 58° LW), como parte de un proyecto mayor y como parte de un Convenio con la Asociación Argentina de Criadores de Shorthorn. El período experimental fue de mayo de 1995 a marzo de 1996, utilizando un área de 40 has divididas en tres potreros con pasturas de *Lolium*, *Trifolium* y *Bromus*, manejadas con una carga animal diferente para generar tres sistemas de producción distintos. Los animales que pastorearon dichos potreros, fueron suplementados con niveles variables de silaje de maíz (65,6% digestibilidad de la materia seca, 6,8% PB) y harina de girasol (72,4% digestibilidad MS, 35,3% PB) para constituir los tres sistemas de producción de base pastoril. El cuarto sistema estuvo constituido por engorde a corral (tres corrales de aproximadamente 400 m² cada uno), en el cual la alimentación fue silaje de maíz, harina de girasol y grano de maíz partido (90,1% digestibilidad MS, 8,3% PB). La dieta del sistema a corral aportó, en promedio, 2,49 Mcal EM/kg MS, conteniendo 16% de PB. Las dietas de los sistemas de engordes quedaron conformadas como se muestra en el Cuadro 1.

Animales

Se utilizaron 229 novillos de cuatro genotipos: 65 Angus (A), 63 Hereford (H), 59 de las cruas recíprocas entre A y H (AH, provenientes del servicio de padres A y madres H, y HA producidas con padres H sobre madres A). Finalmente se emplearon 42 animales triple crua, resultantes del servicio de toros Shorthorn sobre vacas HA (Sh). Los toros utilizados como padres fueron tres Angus, cuatro Hereford y ocho Shorthorn, provenientes de líneas de tamaño mediano. Sin embargo, los padres Shorthorn apareados a madres HA exhibieron un "frame score" mayor que los padres A o H (4 vs 2). Los toros A y H utilizados pertenecieron a las líneas tradicionalmente criadas en la Estación Experimental Balcarce y se caracterizan por su facilidad de parto. El semen de los padres Shorthorn fue provisto por la asociación de criadores de la raza, eligiéndose los toros de modo tal que constituyan una muestra representativa de las líneas comerciales en Argentina. Si bien el servicio de las vacas que dieron origen a los animales fue mayormente realizado por inseminación artificial, al término de la misma se realizó un período de monta natural.

Los novillos tenían siete meses de edad al ingresar a los sistemas de engorde, y fueron asignados aleatoriamente dentro de los mismos, quedando los cuatro genotipos representados en los cuatro tratamientos. El peso inicial promedio fue de $188,8 \pm 25,4$ kg. Todos los

CUADRO 1: Composición de la dieta (%) y carga animal (novillos/ha) de los distintos sistemas de engordes.

Table 1: Diet composition (%) and stocking rate (steers/ha) of the different fattening systems.

TRAT.	Pastura	Silaje Maíz	Harina Girasol	Grano Maíz	Carga Animal
I	45	45	10	-	3,5
II	62,8	33,8	3,3	-	4,5
III	58	37	5	-	5,9
IV	-	68,1	23	8,9	-

animales se pesaron individualmente cada 21 días, sin ayuno previo. Se calcularon las ganancias absolutas (GAN) y relativas (REL) mediante la regresión lineal del peso, o del ln del peso, en la edad, respectivamente. Para esta última variable el coeficiente de regresión se multiplicó por 100 a los efectos de facilitar la lectura e interpretación de los resultados.

Coincidiendo con las pesadas, se realizaron determinaciones ultrasónicas del espesor de grasa dorsal (EGD) sobre el músculo **Longissimus dorsi** como una medida de la condición corporal de los animales. Las determinaciones fueron hechas entre las 12^a y 13^a costillas, con un ecógrafo Pie Medical 480 que posee un transductor lineal de 3,5 Mhz y de 96mm de largo. Para maximizar el contacto del transductor con la piel, el área de medición fue pelada, y se usó aceite vegetal mezcla como acoplante. 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 respecto de la punta del músculo. Para todo el período experimental, se estimó la tasa de deposición de grasa dorsal (TD) como la regresión del EGD en el tiempo, y se expresó la relación sobre una base mensual (mm/mes). Se realizó también una única medición de la profundidad del músculo **Longissimus dorsi** en su parte central, durante el mes de diciembre cuando los novillos tenían 15 meses de edad, la que fue coincidente con el fin de la primavera, estación donde los novillos en condiciones de pastoreo logran las mayores ganancias de peso.

Análisis estadístico

Todas las variables respuesta se analizaron mediante mínimos cuadrados, usando un modelo lineal de efectos fijos que incluyó los efectos de genotipo, sistema de producción, la interacción entre ambas variables, y el peso inicial como covariable. Debido a desconocerse la paternidad de cierto número de animales, no se pudo incluir al padre de los individuos como variable aleatoria en los citados modelos. Para

los análisis se utilizó el procedimiento GLM del SAS (SAS, 1989). Las comparaciones entre medias mínimo-cuadráticas se realizaron utilizando la prueba de Tukey. Los efectos heteróticos individuales del cruzamiento dialélico A x H fueron estimados mediante contrastes ortogonales de la forma $\frac{1}{2}[(AxH) + (HxA)] - \frac{1}{2}[(AxA) + (HxH)]$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias y errores estándar para las variables analizadas se presentan en el Cuadro 2 por sistema de engorde y en el Cuadro 3 por grupo racial. Con excepción de TD ($p < 0,05$), en las otras variables la interacción entre ambos factores no resultó significativa ($p > 0,05$). La covariable resultó significativa para todas las variables de respuesta ($p < 0,05$ a $p < 0,001$).

El EGD se usó como criterio de terminación de los animales, realizándose envíos a matadero a medida que la media del grupo de animales llegaba a 6 mm. Se ha demostrado que existen diferencias raciales en los patrones de maduración de biotipos de diferente tamaño estructural, por lo que evaluar a edad constante no es siempre una buena estrategia (Hassen, Wilson y Rouse, 1999). Por ello al evaluar un punto de terminación, se prefirió alguno asociado al patrón de madurez en la deposición de tejidos, como el espesor de grasa dorsal, concordando con Charteris y otros (1997), quienes han puntualizado que una comparación válida de padres entre diferentes ambientes requiere ajustes a puntos específicos de terminación, siendo el espesor de grasa dorsal uno de los elegidos.

De acuerdo a lo previsto, los sistemas de engorde difirieron entre sí, encontrándose que las ganancias de peso y las tasas de engrasamiento se incrementaron a medida que lo hizo el nivel de alimentación (Cuadro 2). Si bien hubo diferencias de intensificación en los sistemas pastoriles (I a III), el efecto de la dotación animal con que se manejaron las

CUADRO 2: Medias de mínimos cuadrados para caracteres de crecimiento por sistema de engorde.**Table 2:** Least squares means by fattening system.

Carácter	Sistemas de Engorde			
	I	II	III	IV
Alzada (cm)	117 ± 0,77a	116 ± 0,57a	116 ± 0,43a	115,9 ± 0,54a
Ganancia diaria total (g/d)	881 ± 0,025a	810 ± 0,019a	734 ± 0,014b	925 ± 0,016a
Ganancia relativa (%/d)	34 ± 0,008a	0,31 ± 0,006b	0,28 ± 0,005c	0,36 ± 0,005a
EGD diciembre (mm)	5,9 ± 0,35ac	5,3 ± 0,25ab	4,6 ± 0,19b	7 ± 0,24c
Peso Final (kg)	377 ± 5,9a	373 ± 4,3a	368 ± 3,2a	353,9 ± 3,8b
Días de Engorde	237 ± 4,1a	254 ± 3,0b	275 ± 2,3c	203,2 ± 2,6d
EGD ¹ Final (mm)	5,8 ± 0,33b	5,28 ± 0,24ab	4,74 ± 0,18a	7,01 ± 0,23c
TD ² (mm/mes)	0,66 ± 0,057a	0,48 ± 0,044a	0,32 ± 0,031b	0,864 ± 0,037c
Prof. Bife (cm)	5 ± 0,19a	4,9 ± 0,13a	4,8 ± 0,10a	5,7 ± 0,13b

Medias con letras iguales por fila no difieren entre sí ($p > 0,05$). ¹ EGD: Espesor de Grasa Dorsal. ² TD: Tasa de deposición de grasa dorsal.

CUADRO 3: Caracteres de crecimiento en novillos Angus (A), Hereford (H), cruza recíprocas (AH y HA) y cruza Shorthorn x AH o HA.**Table 3:** Growth traits in Angus (A), Hereford (H), their reciprocal crosses (AH and HA) and Shorthorn sired steers.

Carácter	Angus	Hereford	AH HA	Shorthornx AH o HA
Alzada (cm)	114 ± 0,58a	116 ± 0,59a	116 ± 0,064ab	118 ± 0,57b
Ganancia diaria total (g/d)	788 ± 0,019a	830 ± 0,019a	818 ± 0,021a	912 ± 0,018b
Ganancia relativa (%/d)	0,31 ± 0,006a	0,32 ± 0,006a	0,32 ± 0,007a	0,35 ± 0,006b
EGD diciembre (mm)	6,3 ± 0,26a	5,8 ± 0,26ab	5,8 ± 0,28ab	5 ± 0,26b
Peso Final (kg)	357 ± 4,3a	366 ± 4,9a	365 ± 4,8a	384 ± 4,2b
Días Engorde	244 ± 3,0a	243 ± 3,1a	241 ± 3,3a	242 ± 2,9a
EGD ¹ Final (mm)	6,22 ± 0,25a	5,78 ± 0,25ab	5,79 ± 0,27ab	5,03 ± 0,25b
TD ² (mm/mes)	0,65 ± 0,041a	0,58 ± 0,043a	0,55 ± 0,046a	0,54 ± 0,044a
Prof. Bife (cm)	5,5 ± 0,13a	4,9 ± 0,15b	5,1 ± 0,15ab	5 ± 0,13a

Medias con letras iguales por fila no difieren entre sí ($p > 0,05$). ¹ EGD: Espesor de Grasa Dorsal. ² TD: Tasa de deposición de grasa dorsal.

pasturas fue más importante que la suplementación ofrecida a los novillos, haciendo que las ganancias de peso diarias promedio de los sistemas no se adecuaron a su grado de intensificación. A su vez, el EGD se incrementó a medida que lo hizo el nivel alimenticio de los sistemas de engorde, no encontrándose diferencias entre el EGD de diciembre (fin de primavera) con el EGD final (otoño). Aunque la mayor ganancia diaria fue obtenida en el sistema de engorde a corral, la mayor TD exhibida

en este sistema (0,86 vs 0,49 mm/mes en promedio para los sistemas pastoriles) hizo que se alcanzara el punto de terminación de los novillos a un peso final sensiblemente menor ($p < 0,05$) respecto de los sistemas pastoriles (Cuadro 2). Debido a que el criterio de terminación de los novillos fue a grasa corporal constante, la mayor tasa de crecimiento realizada en el sistema de engorde a corral pudo haber adelantado la deposición de grasa dorsal. Como consecuencia directa de ello, los novillos esta-

rían adquiriendo el estado de terminación requerido por el mercado a pesos sensiblemente inferiores a los adecuados como peso de faena para estos genotipos, lo cual puede tener implicancias de orden económico. Esto además, sería un indicio de la falta de adecuación de los genotipos británicos tradicionales en sistemas intensificados, para los cuales la elección del biotipo debería orientarse hacia aquellos menos precoces.

Hubo diferencias ($p < 0,05$) entre los genotipos para ganancias diarias de peso (Cuadro 3). Los novillos cruza Shorthorn mostraron mayores ganancias de peso que los A, H y aún que los AH (15,7; 9,9 y 11,5% respectivamente, $p < 0,05$), posiblemente por el mayor tamaño estructural que tuvieron los padres Shorthorn, hecho que se evidencia con la mayor alza observada ($p < 0,01$) de los novillos Sh a los 15 meses de edad, respecto de las progenies de toros A o H (Cuadro 3), y por la heterosis presente en los individuos. El patrón para las ganancias relativas fue muy similar al observado para las ganancias absolutas de peso. Exceptuando a la profundidad del bife, no se encontraron diferencias ($p > 0,05$) entre A y H en el resto de los caracteres analizados. En relación a la profundidad del bife, no se han encontrado antecedentes en la bibliografía acerca de medidas como ésta; si bien la forma del músculo no fue medida, una mayor profundidad del bife estaría asociada con un músculo de forma más redondeada. Por ello, las diferencias entre A y H se podrían interpretar indicando que los novillos Angus tendieron a tener un músculo aparentemente mejor conformado que los H. El mejoramiento en la calidad nutricional ofrecida a los animales provocaría también una mayor deposición de músculo. Esto se refleja en las medias de la profundidad del bife para los distintos sistemas de engorde (Cuadro 2), medias que se ordenaron siguiendo una tendencia similar a las de ganancias de peso diaria o relativas.

Los novillos AH no mostraron niveles de heterosis importantes ($p > 0,05$) para ninguna de las variables asociadas con el crecimiento o con la res (Cuadro 4). Esto podría deberse a que las líneas Angus y Hereford utilizadas no fueran divergentes en tamaño estructural. Sin embargo, Melucci y García (1993) trabajaron con el mismo dialélo A-H, e informaron valores de heterosis individual de 3,7% ($p < 0,05$) para el peso al destete y de 14% ($p < 0,05$) para el peso adulto de la vaca al destete de su cría. En otro ensayo de cruzamiento dialélico entre A y H, Morris, Baker, Cullen y Johnson, (1994), encontraron una heterosis de 3,5% ($p < 0,001$) para el peso al destete y un rango entre 6,2 a 6,4% ($p < 0,001$) para el peso de la vaca, dependiendo del momento del año en que éste fue registrado. En estos dos estudios las condiciones nutricionales fueron intermedias. Alternativamente, y dadas las ganancias de peso observadas en los diferentes sistemas de engorde, es probable que en nuestro experimento no se hayan alcanzado una restricción nutricional suficiente como para afectar el potencial de crecimiento de los animales. Al mismo tiempo, es posible que las estimaciones de heterosis puedan estar reducidas por incrementos en los planos nutricionales. Esto ha sido sugerido por Anderson, Kress, Burfening y Blackwell (1986) y podría explicar las diferencias en los niveles de heterosis observadas en los diferentes estudios. Por otra parte, Chase, Olson, Hammond, Menchaca, West, Johnson y Butts (1998) encontraron niveles bajos de heterosis para caracteres asociados a la res, en un cruzamiento dialélico entre Hereford y Senepol, a pesar de que esta última raza, si bien **Bos taurus**, está adaptada a los trópicos y, en teoría, su distancia genética con las razas británicas debería ser mayor. En nuestro estudio, al igual que en el de Chase y otros (1998), el criterio de terminación de los novillos fue a EGD común, hecho que pudo haber afectado la variación entre razas y, consecuentemente, reducido los niveles de heterosis.

CUADRO 4: Heterosis individual (h^I) en el cruzamiento A x H para caracteres de crecimiento.**Table 4:** Individual heterosis (h^I) of growth traits for the crossbreeding between A and H.

Carácter	h^I (A-H)		
Alzada (cm)	1,1	±	0,76
Ganancia diaria total (g/d)	0,01	±	0,025
Ganancia relativa (%/d)	0	±	0,008
EGD Diciembre (mm)	-0,21	±	0,34
Peso Final (kg)	2,96	±	5,68
Días Engorde	-2,61	±	3,96
EGD ¹ Final (mm)	-0,209	±	0,326
TD ² (mm/mes)	-0,07	±	0,054
Prof. Bife (cm)	-0,17	±	0,18

¹ EGD: Espesor de Grasa Dorsal; ² TD: Tasa de deposición de grasa dorsal.

Aunque los Sh ganaron más peso que los otros grupos raciales, su EGD resultó menor ($p < 0,05$), lo que sugeriría una tendencia en el sentido que los grupos que muestran mayor tamaño estructural depongan menos grasa dorsal. Aunque no hubo diferencias entre genotipos para la TD, la tendencia fue similar. Sin embargo, la correlación general entre ganancia de peso y EGD resultó positiva ($r = 0,32$; $p < 0,001$). Debido a que es esperable que la tasa de deposición de grasa subcutánea sea más alta en el último período de alimentación (Dikeman, Cundiff, Gregory, Kemp y Koch, 1998), y que el criterio de terminación del engorde fue a grasa corporal constante, es posible que los novillos no hubieran llegado a deponer suficiente grasa dorsal al momento de ser enviados a faena. Los bajos pesos finales de todos los grupos genéticos parecen confirmar ello (Cuadro 3). Cuando Gregory y otros (1994) evaluaron novillos por eficiencia de la ganancia a diferentes puntos de terminación, encontraron que el ordenamiento de razas o cruza variaba de acuerdo al criterio escogido: a ganancia constante (de 310 a 540 kg), las razas de mayor "frame" como Charolais, Simmental o Braunvieh mostraron los menores requerimientos de energía (Mcal EM) para

mantenimiento, mientras que a tenor de grasa constante en el *longísimus*, las razas de menor tamaño estructural como Angus, Red Poll o Hereford tuvieron los menores requerimientos de mantenimiento. Similares resultados fueron obtenidos por Williams, Bennet y Keele (1995), en una simulación que involucró cruza F1 de dieciséis razas paternas y nueve sistemas de producción; estos últimos generados mediante ganancias de peso diarias y peso total ganado. Se encontró que, las razas de gran tamaño estructural, fueron biológicamente más eficientes en términos de tejido libre de grasa ganado por megacaloría de EM consumida desde destete hasta sacrificio, mientras que las razas de tamaño reducido fueron más eficientes cuando el criterio de eficiencia fue el grado final de marmoreado.

CONCLUSIONES

En términos generales puede establecerse que los genotipos usados en este estudio (A, H, AH-HA y Sh) no fueron muy divergentes entre sí, y que las mayores diferencias estuvieron dadas entre los sistemas de engorde. El peso final promedio exhibido en el sistema de

engorde a corral, fue 6; 5,5 y 4% menor y los espesores de grasa dorsal finales fueron 20,1; 32,8 y 47,9% mayores, que en los sistemas I, II y III, respectivamente. Estas diferencias sugieren que el biotipo animal utilizado en este estudio, si bien puede ser adecuado en sistemas pastoriles menos intensificados, no necesariamente lo es para sistemas de muy altas ganancias de peso, situación en la cual se requiere un animal biológicamente menos precoz en su deposición de grasa dorsal, con el fin de posibilitar mayores pesos finales.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, D.C., KRESS, D.D., BURFENING, P.J. y BLACKWELL, R.L. 1986. Heterosis among closed lines of Hereford cattle. III. Postweaning growth and carcass traits in steers. *J. Anim. Sci.* 62: 950-957.
- CHARTERIS, P.L., GARRICK, D.J. y MORRIS, S.T. 1997. Sire by finishing environment interactions for beef cattle carcass and meat quality traits. *Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod.* 57: 192-195.
- CHASE, C.C., OLSON, T.A., HAMMOND, A.C., MENCHACA, M.A., WEST, R.L., JOHNSON, D.D. y BUTTS, W.T. 1998. Preweaning growth traits for Senepol, Hereford and reciprocal crossbred calves and feedlot performance and carcass characteristics of steers. *J. Anim. Sci.* 76:2967-2975.
- DIKEMAN, M.E., CUNDIFF, L.V., GREGORY, K.E., KEMP, K.E. y KOCH, R.M. 1998. Relative contribution of subcutaneous and intermuscular fat to yields and predictability of retail product, fat trim, and bone in beef carcasses. *J. Anim. Sci.* 76: 1604-1612.
- FERRELL, C.L. y JENKINS, T.G. 1998. Body Composition and Energy Utilization by Steers of Diverse Genotypes Fed a High-Concentrate Diet During the Finishing Period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli Sires. *J. Anim. Sci.* 76: 647-657.
- GREGORY, K., CUNDIFF, L.V. y KOCH, R.M. 1994. Breed effects, dietary energy density effects, and retained heterosis on different measures of gain efficiency in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 72: 1138-1154.
- HASSEN, A., WILSON, D.E. y ROUSE, G.H. 1999. Evaluation of carcass, live, and real-time ultrasound measures in feedlot cattle: Assessment of sex and breed effects. *J. Anim. Sci.* 77: 273-282.
- MELUCCI, L.M. y GARCÍA, C. 1993. Productividad de vientres A. Angus, Hereford y sus cruza recíprocas. Resúmenes, XXIV Congreso Argentino de Genética: 149.
- MEZZADRA, C.A. 1993. Efecto del biotipo y del plano nutricional sobre la productividad de novillos por hectárea bajo pastoreo directo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)* 24(1): 47-57.
- , ESCUDER, J. y MIQUEL, M.C. 1992. Effects of genotype and stocking density on post weaning daily gain and meat production per hectare in cattle. *Animal Production* 55(1): 65-72.
- , CORVA, P. y MELUCCI, L.M. 1996. Evaluación de dos líneas de novillos Angus de tamaño estructural diferente. I. Producción de carne bajo diferentes niveles nutricionales. *Investigación Agraria (INIA, Madrid)* 11(2): 135-147.
- MORRIS, C.A., BAKER, R.L., CULLEN, N.G. y JOHNSON, D.L. 1994. Rotation crosses and **inter se** matings with Angus and Hereford cattle for five generations. *Livestock Prod. Sci.* 39: 157-172.
- ROMERA, A., MEZZADRA, C.A., VILLARREAL, E., BRIZUELA, M. y CORVA, P. 1998. Productivity of grazing Angus steers of different structural size. *Animal Science* 67: 455-460.
- SAS. 1989. SAS/STAT User's Guide (Version 6 4th Ed., Vol. 2). SAS Inst. Inc., Cary, N.C.
- WILLIAMS, C.B., BENNET, G.L. y KEELE, J.W. 1995. Simulated influence of postweaning production system on performance of different biological types of cattle: III. Biological efficiency. *J. Anim. Sci.* 73: 686-698.