

Influencia de la dieta sobre indicadores de calidad de carne de novillos con diferente composición de *Bos taurus* y *Bos indicus*

*Influence of diet on quality meat indexes of steers with different composition of *Bos taurus* and *Bos indicus**

Latimori¹, N.J., Kloster¹, A.M., Carduza², F.J.,
Grigioni^{2,3}, G. y García², P.T.

¹Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez

²Instituto Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - CONICET

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la incidencia del componente índico sobre la calidad de carne y su interacción con sistemas de alimentación de alta productividad. Se utilizaron cuatro proporciones de sangre índica: Hereford (0 % índico), Braford 1/4, Braford 3/8 y Braford 1/2 sangre. Cada grupo fue sometido a tres dietas: pastoril exclusiva sobre una consociación de alfalfa y festuca (D1); igual base pastoril que D1 más suplementación con grano de maíz quebrado equivalente al 0,7% del peso vivo animal/día desde ingreso a terminación con interrupción entre noviembre y febrero (D2) y engorde a corral con grano de maíz quebrado, heno de alfalfa, expeller de soja y núcleo vitamínico mineral (D3). Se asignaron 10 animales por tratamiento que ingresaron con un peso promedio de 189,1 ($\pm 21,4$) kg. Se faenaron conforme alcanzaban estado de terminación comercial determinado visualmente. De cada tratamiento se tomaron 6 novillos al azar de los que se obtuvieron muestras del músculo *Longissimus dorsi* entre 9° y 11° costilla anatómica a fin de analizar indicadores de calidad. Los pesos de faena fueron estadísticamente diferentes entre genotipos ($p < 0,05$), resultando más pesados los Braford 1/2 (403 ± 55 kg), intermedios Braford 3/8 (399 ± 55 kg) y Braford 1/4 (395 ± 37 kg) y más livianos los Hereford (389 ± 43 kg). El área de ojo de bife siguió la tendencia de los pesos de faena, mientras que la resistencia al esfuerzo de corte fue estadísticamente superior en Braford 3/8 y Braford 1/2 ($p < 0,05$). El contenido de GI, AGS, AGMI, AGPI, relación omega-6/omega-3 y contenido de CLA no presentaron diferencias entre razas ($p > 0,05$). Salvo en AGPI el efecto de las dietas fue significativo ($p < 0,05$). La alimentación a corral generó los menores niveles de CLA y las mayores relaciones omega-6/omega-3 independientemente del tipo racial. Se detectó pérdida de ternura cuando el componente índico superó el 25%.

Palabras clave: calidad de carne, CLA, invernada, *Bos indicus*.

Recibido: diciembre 2011

Aceptado: octubre 2012

¹ Área de Producción Animal, INTA EEA Marcos Juárez; C.C. 21, Marcos Juárez (2580); Córdoba; Argentina. e-mail: nlatimori@mjuarez.inta.gov.ar

² Instituto Tecnología de Alimentos, INTA Castelar.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - CONICET.

Summary

The aim of this study was to evaluate the incidence of indic component on meat quality and its interaction with feeding systems of high productivity. Four proportions of indic genotype were used: Hereford (0 % indic), 1/4 Braford, 3/8 Braford and 1/2 Braford. Each group was subjected to three diets: exclusively pastoral on a mixture of alfalfa and tall fescue (D1); equal pastoral diet that D1 and daily supplementation with cracked corn equivalent to 0.7 % of live weight animal/day only interrupted between November and February (D2) and feedlot diet with cracked corn, lucerne hay, soybean meal, and mineral vitamin supplement (D3). Ten steers by experimental unit that were admitted to the autumn with 6-7 months of age and an average weight of 189.1 (± 21.4) kg were used. The slaughter time was defined at similar degree of finishing, estimated by visual determination of fatness. Six steers from each treatment were taken at random obtaining samples of *Longissimus dorsi* muscle at the 9th and 11th rib by physical and chemical determination. The slaughter weight was statistically different among genotypes ($p < 0.05$), being the heaviest 1/2 Braford (403 \pm 55 kg), middle 3/8 Braford (399 \pm 55 kg) and 1/4 Braford (395 \pm 37 kg) and the lightest Hereford (389 \pm 43 kg). The rib eye area followed the trend of the slaughter weights, while Warner Bratzler shear force was statistically superior in 3/8 Braford and 1/2 Braford ($p < 0.05$). Biochemistry indexes like IMF, SFA, MUFA, PUFA, omega-6/omega-3 ratio and CLA levels were not affected by genotypes ($p > 0.05$). On the other way, except in PUFA, the diet effect was significant ($p < 0.05$). Feedlot diet generated the lowest CLA levels and the greatest omega-6/omega-3 ratio without significant effects of genotypes ($p < 0.05$). When the indic component exceeded 25 % a loss of tenderness was detected.

Key words: meat quality, CLA, wintering, *Bos indicus*.

Introducción

El aún vigente proceso de transformación de los sistemas ganaderos de la región pampeana ha generado un nuevo escenario en el que se destaca el crecimiento del número de empresas que producen carne en esquemas que incluyen el confinamiento total o parcial de sus rodeos, y una marcada disminución de los emprendimientos pastoriles exclusivos para las etapas finales de engorde (Rearte, 2010). Entre ambas modalidades se encuentran los sistemas que incluyen diferentes alternativas de suplementación energética, que tienen como objetivo potenciar la productividad de los sistemas pastoriles y aportar valor agregado al grano producido en los mismos establecimientos. Algunos de estos esquemas han mostrado una alta eficiencia física y económica en el proceso de invernada de novillos destinados al consumo interno (Kloster et al., 2003). Dichos sistemas han comenzado a ser probados, con los ajustes correspondientes, con biotipos de mayor peso de faena que las razas británicas puras, pen-

sando en el abastecimiento del mercado exportador (Latimori et al., 2000; Latimori et al., 2001).

En la actualidad resulta imprescindible ampliar el espectro de posibilidades raciales y particularmente conocer el comportamiento de cruzamientos con razas índicas en los sistemas ganaderos del norte de la región pampeana. En efecto, resultan ampliamente conocidos los beneficios productivos que implican la utilización de cruzamientos y razas sintéticas con componentes cebuínos, especialmente en áreas subtropicales, donde este genotipo aporta rusticidad y adaptación (Pittaluga et al., 1993). Sin embargo su posterior desempeño en zonas invernadoras de la región pampeana y la calidad de la carne producida en estos sistemas aparece como un interrogante que debe ser considerado y evaluado adecuadamente.

Se dispone de información sobre la incidencia del componente índico sobre algunos indicadores físicos de calidad, especialmente relacionados con la terneza (Shackelford et al.,

1995; Pringle et al., 1997; Binder et al., 2002). Sin embargo, se han informado pocos estudios enfocando el efecto sobre indicadores bioquímicos y nutracéuticos, y su eventual interacción con la dieta. La calidad de la carne y su relación con la dieta en la que se produjo fue abordada por diferentes autores, destacándose la posibilidad de potenciar los componentes beneficiosos para la salud contenidos en la carne vacuna. Desde el punto de vista nutricional se destacan algunos ácidos grasos esenciales pertenecientes a la familia omega-6 y omega-3, cuyo valor biológico es el de ser precursores de ácidos grasos de cadena larga como el araquidónico, de gran importancia en el desarrollo neonatal y el eicosapentaenoico y el docosahexaenoico, de importantes funciones metabólicas y reguladoras (Simopoulos, 1991; Simopoulos, 1999; Valenzuela y Nieto, 2003). En razón de que este grupo de ácidos grasos comparten algunas enzimas que participan en sus procesos de metabolismo y elongación (Simopoulos, 1991) la excesiva presencia de algún grupo por sobre el otro podría generar alteraciones de esas vías metabólicas y en consecuencia afectar su disponibilidad final en el organismo. Sobre esta base se sustentan recomendaciones respecto de que una dieta saludable no debería exceder una relación 4 a 5:1 omega-6/omega-3 en su aporte total de estos ácidos grasos (Simopoulos, 1991; Ruxton et al., 2004). Por otra parte, un grupo específico de ácidos grasos que resultan isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA) se asocian con efectos anti carcinógenos y anti esclerosantes en animales de laboratorio y también en humanos (Pariza et al., 2001; Daley et al., 2010).

Existen claras evidencias de que el mantenimiento de altos niveles de forraje fresco durante el período de invernada mejora el perfil de estos ácidos grasos (French et al., 2000; Latimori et al., 2003; García et al., 2005). No obstante resulta interesante analizar si el componente índico podría aportar alguna característica diferencial a la calidad del producto generado y si existe alguna eventual interacción con el sistema de alimentación al que son sometidos.

El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento de los principales indicadores físicos y químicos de calidad de carne, en relación con la proporción de sangre índica de los animales y su interacción con dietas con diferente participación de grano y forraje fresco.

Materiales y Métodos

Sistema de alimentación:

Sobre una asociación de alfalfa (*Medicago sativa*) y festuca (*Festuca arundinacea*) con un sistema de pastoreo basado en una rotación sobre seis parcelas para cada tratamiento, con siete días de permanencia en cada una de ellas, se establecieron dos tratamientos (D1 y D2) como variantes pastoriles, mientras que un tercero (D3) representó un sistema de alimentación a corral convencional. De este modo, los tratamientos resultantes fueron:

D1: dieta exclusivamente pastoril durante todo el ciclo de invernada.

D2: igual base pastoril que D1 más suplementación diaria con niveles del 0,7% del peso vivo (p.v.) con grano de maíz quebrado, desde ingreso a terminación, con interrupción entre el 15 de noviembre y 15 de febrero, suministrado una vez al día en las primeras horas de la mañana. La cantidad se ajustó mensualmente luego de las correspondientes pesadas.

D3: invernada a corral con dieta de grano de maíz quebrado, heno de alfalfa, expeller de soja y núcleo vitamínico mineral.

Genotipos y constitución de grupos:

Se utilizaron cuatro genotipos: Hereford; Braford 1/4 índico; Braford 3/8 índico y Braford 1/2 índico, evaluados durante dos ciclos de producción consecutivos. Se trabajó con 10 animales castrados por tratamiento que ingresaron en el otoño con 5-7 meses de edad, coincidiendo con la principal época de destete de la región. El peso inicial promedio de los animales, en los dos ciclos analizados fue de

189,1 ($\pm 21,4$) kg e ingresaron luego de ser homogeneizados por peso y asignados aleatoriamente a los respectivos tratamientos. El primer ciclo de evaluación se realizó durante 2006/07 y el segundo, durante 2007/08.

Determinaciones:

En las pasturas se estimó la disponibilidad previa al ingreso de los animales, mediante cortes a 5 cm de altura, utilizando marcos de 0,25 m². Con el dato de la disponibilidad y el peso de los animales, se calculó la asignación de forraje mensual, en cada tratamiento pastoril (g MS/kg peso vivo). A partir de muestras de forraje se determinó el contenido de materia seca del forraje (MS) por secado en estufa hasta peso constante, contenido de proteína bruta (PB) (nitrógeno determinado por Kjeldahl x 6,25), contenido de FDN y FDA según Goering y Van Soest (1970). En los tratamientos de alimentación a corral se hicieron quincenalmente determinaciones del consumo diario de alimento, por diferencia entre entregado y sobrante a las 24 horas.

Cada animal tuvo una doble identificación individual y fueron pesados cada 28 días, luego de 17 horas de desbaste, durante todo el período de evaluación. Los animales se faenaron conforme alcanzaban estado de terminación comercial, establecido visualmente, basado en la apreciación de depósitos grasos típicamente orientativos. Se cuantificaron algunos indicadores de calidad física, sensorial y bioquímica de la carne obtenida: como área de ojo de bife, veteado, terneza instrumental, color, cantidad y composición de grasa intramuscular en *Longissimus dorsi*, relación omega-6/omega-3 y contenido de ácido linoleico conjugado.

Para realizar las determinaciones de área de ojo de bife se practicó un corte con sierra del bloque de bifos congelado, a nivel del 10° espacio intercostal, realizándose luego un calco del ojo de bife. Sobre esta imagen se determinó su área mediante planimetría.

Para determinar el veteado, fueron evaluadas visualmente las muestras de *Longissimus dorsi* correspondientes a la costilla 11 de

todos los tratamientos y comparadas con la escala de marbling de USDA (1989).

La terneza se determinó mediante la resistencia del tejido al corte de la cizalla de Warner Bratzler (WB) expresándose la fuerza necesaria para el corte en Newton (N). Las muestras destinadas a esta última determinación fueron cocinadas siguiendo los lineamientos generales de AMSA (1995).

Para la determinación instrumental del color en músculo *Longissimus dorsi* se utilizó un espectrómetro Byk Gardner, sobre muestras de músculo de 15 mm de espesor y luego de 45 minutos de exposición al aire. Se registraron los parámetros de color según el sistema CIE (1976) donde: L* es la luminosidad, a* es la coordenada rojo – verde y b* la coordenada azul – amarillo. Sobre la misma muestra de músculo se determinó pH, utilizando un equipo digital con electrodo combinado.

Para el análisis bioquímico se utilizó una porción alícuota de músculo *L. dorsi* a la altura de la 12ª costilla, finamente picada y libre de grasa externa. Porciones de 10 g, previamente desecadas, fueron empleadas para las determinaciones de grasa intramuscular mediante extracción con hexano a ebullición en un equipo Tecator. Otra porción fue extraída con el método de Folch et al. (1957). Los lípidos crudos fueron purificados y convertidos en metilésteres para su análisis por GLC (García y Casal., 1993). Se utilizó un cromatógrafo Chrompack con una columna capilar CP-Sil 88. La identificación de los ácidos grasos individuales se obtuvo por comparación de los tiempos de retención relativos con estándares conocidos (PUFA-2 Animal Source, Supelco). Los resultados analíticos fueron expresados como porcentajes de los ácidos grasos totales. Las determinaciones físicas y bioquímicas se llevaron a cabo en el Instituto de Tecnología de Alimentos del INTA Castellar.

Se utilizó un diseño experimental con tres criterios de clasificación, donde para cada indicador de calidad evaluado se aplicó ANOVA según el modelo: $Y_{ijkl} = M + G_i + D_j + A_k + G^*D_{ij} + E_{ij}(A) + \xi_{ijkl}$

donde:

- Y_{ijkl} = variable respuesta estimada
 M = efecto de la media general
 G_i = efecto del genotipo, con $i=1$ a 4
 D_j = efecto de la dieta, con $j=1$ a 3
 A_k = efecto del año (repetición), con $k=1$ a 2
 $G*D_{ij}$ = efecto de la interacción genotipo y dieta
 $E_{ij}(A)$ = error de lotes (dentro de años)
 ξ_{ijkl} = error general (entre individuos), con $l=1$ a 6

Los resultados de ambos ciclos fueron analizados estadísticamente como repeticiones temporales. Para el análisis de los resultados se utilizaron procedimientos GLM (SAS, 1999). Las medias se compararon con el test de Duncan o LSM ($\alpha=5\%$) en casos desbalanceados.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presentan las asignaciones de forraje de cada tratamiento pastoril, promedio de los dos años de evaluación y los indicadores de la calidad del forraje. Ninguno de los indicadores resultó con diferencias significativas entre los genotipos ($p>0,05$).

Estos resultados indican que se ha trabajado con una adecuada homogeneización de la base forrajera entre los diferentes grupos genéticos, tanto en la asignación como en la calidad del forraje ofrecido. Debe consignarse que los valores de asignación y de calidad de forraje que se presentan para cada biotipo, son el promedio de los dos tratamientos pastoriles (D1 y D2) que se implementaron en cada uno de ellos. En D3 se utilizó la misma ración para los cuatro grupos, cuyas características se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 1: Promedios de asignación y calidad del forraje utilizados en cada genotipo.

Table 1: Forage allowance and quality average to each genotype.

Genotipo	Asignación ($m \pm sd$) (g MS/kg p.v.)	PB ($m \pm sd$) (%)	FDN ($m \pm sd$) (%)	FDA ($m \pm sd$) (%)
Hereford	31,9 (11,4)a	22,8 (4,6)a	38,6 (5,5)a	29,0 (3,9) a
Braford 1/4	32,3 (12,0)a	22,6 (4,2)a	39,7 (6,5)a	30,2 (4,3) a
Braford 3/8	34,4 (12,6)a	22,2 (3,9)a	38,8 (6,1)a	30,0 (4,0) a
Braford 1/2	32,7 (11,4)a	22,9 (4,6)a	38,7 (5,6)a	29,4 (3,7) a

Dentro de columna, medias con distinta letra difieren entre sí ($p<0,05$).

Cuadro 2: Composición de la dieta D3.

Table 2: Composition of D3 diet.

Componente	Participación en % de MS	EM (Mcal/kgMS)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Grano de maíz	82,5	3,25	9,4	-	-
Expeller de soja	8,5	2,90	43,7	24,8	12,1
Núcleo (vit + min)	8,5	2,30	20,3	42,7	-
Heno de alfalfa	0,5	-	-	-	24,1
Total promedio	100	3,15	13,2	5,6	3,1

Las mediciones de consumo de los grupos alimentados a corral, presentaron un valor promedio para el período de engorde completo de alrededor de 2,9% del peso vivo, expresado en base seca del alimento.

En el Cuadro 3 se presenta el análisis del aumento medio diario (AMD) entre grupos, obtenido en las tres dietas.

Los AMD se escalonaron de acuerdo a la concentración energética de las dietas suministradas. Cuando el AMD fue comparado entre biotipos, también se produjo una diferenciación entre grupos, resultando con menores AMD el grupo Braford 1/2 ($p < 0,05$).

La duración media de los ciclos de engorde se presenta con carácter descriptivo y, como era de esperar, los ciclos más largos (destete-faena) se alcanzaron en las dietas exclusivamente pastoriles (334 días), mientras que los más cortos, en las dietas a corral (171 días), obteniéndose en D2 duraciones intermedias (310 días). Este comportamiento fue consistente en los cuatro grupos genéticos.

Los pesos de faena también fueron estadísticamente diferentes entre genotipos ($p < 0,05$), resultando los más pesados Braford 1/2 (403 ± 55 kg), intermedios Braford 3/8 (399 ± 55 kg) y Braford 1/4 (395 ± 37 kg) y más livianos los Hereford (389 ± 43 kg). Estos fueron los pesos de faena promedio de los tres sistemas de alimentación.

En cuanto a los indicadores físicos de calidad de la carne obtenidos a partir de las 144 muestras analizadas (4 genotipos x 3 dietas x 6 animales x 2 años), se presentan los resultados de área de ojo de bife, terneza objetiva, veteado, color de la carne y pH.

a) Área de ojo de bife:

En el Cuadro 4 se presentan las comparaciones entre dietas y entre genotipos de esta variable.

Se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el área de ojo de bife cuando se compararon genotipos y también dietas. No obstante no se observó una tendencia clara en relación con la proporción de sangre indica o el nivel energético de las dietas.

b) Terneza:

La terneza objetiva, se midió mediante la resistencia al corte con el uso de la cizalla Warner Bratzler. Los resultados se resumen en el Cuadro 5.

El análisis de esta variable indica que, aunque no se detectaron diferencias entre sistemas de alimentación, los genotipos con componente índico de 3/8 y 1/2, presentaron valores más altos de resistencia al corte, lo cual puede asociarse a una menor terneza objetiva en relación a los grupos con mayor

Cuadro 3: Aumento medio diario de peso (g/d) según dieta y genotipo.

Table 3: Daily weight gain (g/day) according to diet and genotype.

Genotipo	D1 (m±sd) (pastoril)	D2 (m±sd) (supl. 0,7%)	D3 (m±sd) (corral)	Promedio (m±sd)
Hereford	738 (95)	803 (126)	928 (104)	823 (133) A
Braford 1/4	715 (108)	840 (165)	966 (133)	840 (169) A
Braford 1/2	678 (114)	780 (99)	837 (120)	790 (152) A B
Braford 3/8	657 (67)	761 (99)	913 (144)	751 (121) B
Promedio	697 (100) c	796 (125) b	911 (131) a	

Dentro de fila, medias con igual letra minúscula no difieren entre sí ($p > 0,05$).

Dentro de columna, medias con igual letra mayúscula no difieren entre sí ($p > 0,05$).

Cuadro 4: Área de ojo de bife (cm²) según dieta y genotipo.

Table 4: Rib eye area (cm²) according to diet and genotype.

Genotipo	D1 (m±sd) (pastoril)	D2 (m±sd) (supl. 0,7%)	D3 (m±sd) (corral)	Promedio (m±sd)
Hereford	53,7 (8,9)	56,3 (5,5)	56,4 (4,6)	55,5 (6,5) AB
Braford 1/4	54,6 (7,6)	54,3 (5,7)	54,5 (6,4)	54,5 (6,4) B
Braford 1/2	58,8 (7,4)	59,0 (7,9)	54,7 (6,1)	57,1 (8,0) A B
Braford 3/8	60,4 (8,3)	60,4 (5,8)	52,0 (5,2)	58,0 (6,7) A
Promedio	56,9 (8,3) ab	57,5 (6,6) a		

Dentro de fila, medias con igual letra minúscula no difieren entre sí (p>0,05).

Dentro de columna, medias con igual letra mayúscula no difieren entre sí (p>0,05).

Cuadro 5: Resistencia al corte con cizalla Warner Bratzler (Newton) según dieta y genotipo.

Table 5: Warner Bratzler shear force (Newton) according to diet and genotype.

Genotipo	D1 (m±sd) (pastoril)	D2 (m±sd) (supl. 0,7%)	D3 (m±sd) (corral)	Promedio (m±sd)
Hereford	36,2 (10,2)	34,9 (4,9)	36,3 (8,5)	35,8 (7,9) B
Braford 1/4	38,3 (5,3)	35,6 (5,7)	34,3 (8,6)	36,1 (6,7) B
Braford 1/2	38,6 (6,8)	45,9 (6,6)	38,6 (7,4)	42,1 (8,1) A
Braford 3/8	42,0 (10,2)	42,2 (11,2)	38,3 (5,6)	39,8 (8,6) A
Promedio	38,8 (8,4) a	39,7 (8,6) a	36,9 (7,6) a	

Dentro de fila, medias con igual letra minúscula no difieren entre sí (p>0,05).

Dentro de columna, medias con igual letra mayúscula no difieren entre sí (p>0,05).

componente británico como Hereford y Braford 1/4. Al respecto, Altuve et al. (2004), en comparaciones pareadas de biotipos con distinta proporción de sangre de Brahman y Hereford, no encontraron diferencias en terniza entre Hereford y Braford 3/8 como tampoco entre Braford 3/8 y Braford 5/8.

c) Veteado:

Los sistemas de alimentación generaron diferencias en veteado, independientemente del genotipo. Los animales engordados a corral mostraron un mayor valor de marmoreado (p<0,05), aunque estas diferencias no fueron de gran magnitud. Considerando a los genotipos como fuente de variación, se observó que los Braford 3/8 alcanzaron valores más altos en marmoreado y los Braford 1/4, los menores, sin evidencias de una relación con la proporción de sangre índica de los

grupos (Cuadro 6).

d) Color y pH:

En los Cuadros 7 y 8 se presentan los resultados correspondientes a los parámetros de color y pH del músculo respectivamente.

Con respecto al color de la carne, el análisis de la información proveniente de los dos ciclos muestra que las dietas con participación de concentrados (D1 no incorpora concentrados) generaron carnes más luminosas y menos rojas (p<0,05). Al analizar los genotipos, se detectó que la carne proveniente de animales con mayor proporción de índico mostró menor luminosidad (p<0,05), aunque probablemente, sin un importante significado biológico. Los parámetros evaluados, se encuentran dentro del rango considerado para carnes con color óptimo.

Cuadro 6: Veteado en ojo de bife según dieta y genotipo.**Table 6:** Marbling score in rib eye according to diet and genotype.

Genotipo	D1 (m±sd) (pastoril)	D2 (m±sd) (supl. 0,7%)	D3 (m±sd) (corral)	Promedio (m±sd)
Hereford	1,86 (0,32)	1,96 (0,26)	2,13 (0,23)	1,99 (0,28) A B
Braford 1/4	1,73 (0,26)	1,79 (0,26)	2,05 (0,35)	1,85 (0,31) B
Braford 1/2	1,88 (0,23)	1,92 (0,19)	2,13 (0,31)	1,97 (0,27) A B
Braford 3/8	1,88 (0,23)	2,00 (0,30)	2,21 (0,26)	2,03 (0,29) A
Promedio	1,84 (0,26) b	1,92 (0,26) b	2,13 (0,28) a	

Dentro de fila, medias con igual letra minúscula no difieren entre sí ($p>0,05$).

Dentro de columna, medias con igual letra mayúscula no difieren entre sí ($p>0,05$).

Cuadro 7: Parámetros de color y pH de la carne según dieta**Table 7:** Colour parameters and pH according to diet.

Dieta	L* (m±sd)	a* (m±sd)	b* (m±sd)	pH (m±sd)
D1 (pastoril)	34,2 (3,6) c	15,5 (5,0) a	15,2 (4,1) a	5,63 (0,19) a
D2 (supl. 0,7%)	37,2 (2,7) a	14,4 (4,6) b	14,8 (3,9) ab	5,57 (0,07) a
D3 (corral)	35,4 (4,4) b	13,0 (5,3) c	14,4 (3,0) b	5,57 (0,16) a

Dentro de columna, medias con igual letra no difieren entre sí ($p>0,05$).

Cuadro 8: Parámetros de color y pH de la carne según genotipo.**Table 8:** Colour parameters and pH according to genotype.

Genotipo	L* (m±sd)	a* (m±sd)	b* (m±sd)	pH (m±sd)
Hereford	35,8 (4,0) ab	14,5 (4,6) a	14,9 (3,4) a	5,62 (0,16) a
Braford 1/4	37,0 (3,3) a	13,8 (5,1) a	15,3 (3,5) a	5,54 (0,05) b
Braford 1/2	34,3 (3,6) c	14,7 (5,4) a	13,9 (3,7) b	5,58 (0,12) ab
Braford 3/8	35,2 (3,9) cb	14,2 (5,2) a	15,2 (4,0) a	5,62 (0,22) a

Dentro de columna, medias con igual letra no difieren entre sí ($p>0,05$).

Las muestras presentaron valores de pH en el rango esperado para carnes frescas resultantes de adecuados procesos de faena (Cuadros 7 y 8). Las diferencias de pH observadas entre genotipos fueron mínimas ($p<0,05$) y no parecen guardar relación con la proporción británico/índico de las mismas.

e) Variables de interés nutracéutico en los lípidos intramusculares del músculo *Longissimus dorsi*:

En los Cuadros 9 y 10 se presentan los efectos de la dieta y del genotipo respectivamente sobre los porcentajes de grasa intramuscular, AGS, AGMI, AGPI, omega-3, ome-

ga-6, CLA y en el valor de la relación omega-6/omega-3, luego de haberse descartado efectos de interacción entre ambos ($p > 0,05$).

El sistema de alimentación afectó significativamente ($p < 0,05$) la mayoría de las variables nutracéuticas, sin diferencias debidas al genotipo (Cuadros 9 y 10).

Los mayores niveles de GI encontrados en las carnes de origen de engorde a corral resultan consistentes con los valores de ve-teado obtenidos (Cuadro 6) marcando una relación positiva entre el nivel de energía de la dieta y la deposición de grasa intramuscular, independientemente del genotipo analizado.

En coincidencia con algunos autores (García et al., 2008; Leheska et al., 2008) el contenido de AGS fue mayor en los animales con dietas basadas en forrajes que en aquellos alimentados con altos niveles de grano. No obstante, cuando se pondera el porcentaje de AGS por el contenido total de GI en tejido (Cuadro 9), surge que las carnes provenientes de animales alimentados sobre pasturas (D1 y D2) aportan menor cantidad de AGS cada 100 g de tejido que las procedentes de animales alimentados a corral.

El contenido de AGMI fue incrementándose a medida que creció la participación de grano en la dieta. Esto resultaría un atributo positivo, ya que según la revisión de Daley et

al. (2010), diversos autores sugieren una asociación inversa entre el consumo de AGMI y la mortalidad por enfermedades cardiovasculares.

No se detectaron diferencias significativas en los contenidos de AGPI totales entre dietas. En esta fracción se encuentra una cantidad importante de ácidos grasos esenciales de alto valor nutricional para el ser humano (Simopoulus, 1991; Valenzuela y Nieto, 2003). Las dietas pastoriles generaron mayor cantidad de ácidos grasos del tipo omega-3 ($p < 0,05$), mientras que los omega-6 se incrementaron ($p < 0,05$) a medida que aumentó el aporte de grano. Estos resultados reafirman el efecto positivo de la dieta pastoril sobre la concentración de ácidos grasos omega-3 en el componente lipídico intramuscular, diferenciándose significativamente de la dieta con alta concentración de granos. Los niveles de omega-6 siguieron un comportamiento inverso, lo cual afectó la relación entre ambos grupos de ácidos grasos. Los valores de esta relación se mantuvieron en los niveles recomendados para el consumo humano (Sigmopoulos, 1999) en D1 y D2, mientras que la carne proveniente de alimentación a corral (D3) mostró valores más altos.

Los mayores ($p < 0,05$) contenidos de CLA se encontraron en las carnes obtenidas en los

Cuadro 9: Contenido de grasa intramuscular (GI) y AGS, AGMI, AGPI n-3 y n-6, CLA y relación AGPI n-6/n-3 en el músculo *Longissimus dorsi* de acuerdo a la dieta.

Table 9: Intramuscular fat (IF) and SFA, MUFA, PUFA n-3 and n-6, CLA and PUFA n-6/n-3 relationship in *Longissimus dorsi* muscle according to diet.

Indicador	D1 (m±sd) (pastoril)	D2 (m±sd) (supl. 0,7%)	D3 (m±sd) (corral)
GI (g/100)	2,22 (1,06) b	2,38 (0,83)ab	2,78 (1,18) a
AGS (%)	42,52 (4,26) a	40,82 (2,47) b	38,44 (2,45) c
AGMI (%)	38,30 (4,05) c	40,87 (3,24) b	42,77 (3,18) a
AGPI (%)	10,55 (2,81) a	10,54 (2,60) a	11,06 (2,70) a
n- 3 (%)	3,96 (1,08) a	3,32 (0,78) b	1,48 (0,62) c
n-6 (%)	6,60 (1,83) b	7,21 (2,06) b	9,57 (2,40) a
CLA (%)	0,47 (0,17) a	0,42 (0,12) a	0,29 (0,14) b
n-6/n-3	1,69 (0,29) b	2,23 (0,70) b	7,28 (3,12) a

Dentro de fila, medias con igual letra no difieren entre sí ($p > 0,05$).

Cuadro 10: Contenido de grasa intramuscular (GI) y AGS, AGMI, AGPI omega-3 y omega-6, CLA y relación AGPI omega-6/omega-3 en el músculo *Longissimus dorsi* según genotipo.

Table 10: Intramuscular fat (IF) and SFA, MUFA, PUFA omega-3 and omega-6, CLA and PUFA omega-6/omega-3 relationship in *Longissimus dorsi* muscle according to genotype.

Indicadores	Hereford (m±sd)	Braford 1/4 (m±sd)	Braford 3/8 (m±sd)	Braford 1/2 (m±sd)
GI (g/100)	2,41 (1,00) a	2,55 (1,41) a	2,54 (0,88) a	2,33 (0,85) a
AGS (%)	40,36 (2,61) a	40,21 (3,07) a	40,50 (3,16) a	41,36 (4,99) a
AGMI (%)	40,13 (3,44) a	40,42 (3,54) a	41,11 (4,30) a	40,86 (4,47) a
AGPI (%)	10,80 (2,22) a	11,08 (2,87) a	10,75 (2,91) a	10,21 (2,75) a
n- 3 (%)	2,96 (1,38) a	3,12 (1,46) a	2,89 (1,44) a	2,76 (1,11) a
n-6 (%)	7,84 (1,94) a	7,96 (2,40) a	0,36 (0,15) a	7,46 (2,97) a
n-6/n- 3	0,39 (0,15) a	0,40 (0,19) a	3,91 (3,19) a	0,42 (0,15) a
CLA (%)	3,84 (3,26) a	3,39 (2,31) a	7,87 (2,46) a	3,69 (3,64) a

Dentro de fila, medias con igual letra no difieren entre sí (p>0,05).

sistemas con base pastoril (D1 y D2) mientras que el sistema de alimentación a corral (D3) generó los menores niveles. Esto resulta consistente con resultados previos, explicados por un mayor aporte de precursores provenientes del forraje y mejores condiciones de ambiente ruminal para la formación de estos compuestos (Bessa et al., 2000).

En términos absolutos, los contenidos de CLA resultaron inferiores a los informados previamente (García et al. 2008) en similares condiciones ambientales. La proporción de CLA en los lípidos de rumiantes depende de los precursores dietarios, de la formación ruminal de CLA y ácido vaccénico y de la habilidad del tejido adiposo para desaturar el ácido vaccénico a CLA. Si bien se sostiene que factores extrínsecos como los dietarios e intrínsecos como la raza, edad, sexo y tipo de músculo influyen la cantidad y calidad de isómeros de CLA presentes (De la Torre et al., 2006; Scollan et al., 2006; Dance et al., 2009), en el presente trabajo, al igual que en otros realizados en diferentes condiciones productivas (Raes et al., 2003) no se detectaron diferencias significativas entre genotipos para esta variable, como tampoco para los demás indicadores bioquímicos analizados.

Conclusiones

Los indicadores físicos de calidad de la carne no mostraron diferencias consistentes relacionadas con la proporción de sangre índica de los grupos, salvo la resistencia al corte, que presentó valores superiores en los grupos con 3/8 y 1/2 partes de índico. No obstante los valores se corresponden, aún en dichos grupos, con las características de carnes tiernas.

No se encontraron diferencias significativas en ninguno de los indicadores bioquímicos de calidad de la carne entre los genotipos analizados.

Se detectó un efecto significativo de la dieta sobre la calidad de la carne especialmente vinculada a sus propiedades nutraceuticas, resultantes del efecto positivo de la participación del forraje fresco sobre la composición de los ácidos grasos beneficiosos para la salud.

Los cortes provenientes de animales alimentados en base a forraje y suplementación energética conservaron las propiedades nutraceuticas mostradas por los alimentados exclusivamente a pasto, diferenciándose significativamente de aquellos producidos en sistemas de engorde a corral.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó con la imprescindible colaboración de la empresa ULSA S.A. dedicada a la producción y comercialización de carne. Su aporte permitió obtener información específica de los animales, así como realizar los trabajos de seguimiento y muestreo en el proceso de post faena. Los autores desean agradecer especialmente a Industrias Frigoríficas Mattievich S.A. donde se realizaron los trabajos mencionados.

Bibliografía

- Altuve, S.M., Pourrain, A., Sampetro, D.H., Pizzio, R.M. y Carduza, F.J. 2004. Calidad de carne en novillos Braford, cruza Brahman y Hereford terminados a los 20 meses (Comunicación). *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol 24 (Supl.1):392-393.
- AMSA. 1995. Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Tenderness Measurements of Fresh Meat. American Meat Science Association, Chicago, Illinois.
- CIE. 1976. Supplement No 2 to: Recommendations on uniform color space-color differences equations. Psychometric Color Terms. Commission Internationale de l'Eclairage (1971) tc-1-1. CIE Publication No 15 (E-1.3.1), Paris, France.
- Bessa, R.J.B., Santos-Silva, J., Ribeiro, J.M.R. and Portugal, A.V. 2000. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. *Livestock Production Science* 63:201-211.
- Binder, T.D., Wyatt, W.E., Humes, P.E., Franke, D.E. and Blouin, D.C. 2002. Influence of Brahman-derivative breeds and Angus on carcass traits, physical composition, and palatability. *Journal of Animal Science*, Vol 80(8):2126-2133.
- Daley, C.A., Abbott, A., Doyle, P.S., Nader, G.A. and Larson, S. 2010. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal*, 9:10-21.
- Dance, L.J.E., Matthews, K.R. and Doran, O. 2009. Effect of breed on fatty acid composition and stearoyl-CoA desaturase protein expression in the Semimembranosus muscle and subcutaneous adipose tissue of cattle. *Livestock Science*, 125:291-297.
- De la Torre, A., Gruffat, D., Durand, D., Micol, D., Peyron, A., Scislowski, V. and Bauchart, D. 2006. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. *Meat Science*, 73:258-268.
- Folch, J., Lees M. y Sloane Stanley, G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*. 226:497-509.
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O'Riordan, E.G., Moahan, F.J., Caffrey, P.J. and Moloney, A.P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, 78:2849-2855.
- García, P.T y Casal., J.J. 1993. Argentine beef lipids. *Fleischwirtschaft*, 73:755-758.
- García P.T., Pensel N.A., Latimori, N.J., Kloster, A.M., Amigone, M.A. y Casal, J.J. 2005. Intramuscular lipids in steers under different grass and grain regimen. *Fleischwirtschaft*, 1:27-31.
- García, P.T., Pensel, N.A., Sancho, A.M., Latimori, N.J., Kloster, A.M., Amigone, M.A. and Casal., J.J. 2008. Beef lipids in relation to breed and nutrition in Argentina. *Meat Science*, Vol. 79 (3):500-508.
- Goering, H.K. y Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *In: Agriculture Handbook* N° 379:1-20.
- Kloster A.M., Latimori N.J., Amigone M.A. y Ghida Daza, C. 2003. Invernada de alta producción sobre pasturas base alfalfa con suplementación estratégica. Cap.VII, pp 226-247. En: *Invernada bovina en zonas mixtas*. N.J.Latimori y A.M.Kloster (eds.) Agro2 de Córdoba. INTA C.R. Córdoba. Argentina. ISSN: 0329-0077.
- Latimori, N.J., Kloster, A.M., Amigone, M.A., Carduza, F., Grigioni, G. y García, P.T. 2000. Productividad y calidad de carne de novillos para exportación en invernadas pastoriles intensificadas. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol 20(1):25-37.
- Latimori, N.J., Kloster, A.M. y Amigone, M.A. 2001. Calidad de carne de novillos pesados producidos en sistemas de invernada corta de alta eficiencia. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol 21(Supl.1):267-268.
- Latimori, N.J., Kloster, A.M. y Amigone, M.A. 2003. Efecto de la dieta y del biotipo sobre indicadores de calidad de carne bovina. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol 23 (Supl.1): 352-353.

- Leheska, J.M., Thompson, L.D., Howe, J.C., Hentges, E., Boyce, J., Brooks, J.C., Shriver, B., Hoover, L. and Miller, M. F. 2008. Effects of conventional and grass feeding systems on the nutrient composition of beef. *Journal of Animal Science*, Vol 86:3575-3585.
- Pariza, M.W., Park, Y. and Cook, M.E. 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress in Lipid Research*, 40:283-298.
- Pittaluga, O., De Mattos, D., Scaglia, G. y Lima, G. 1993. Evaluación de un esquema de cruzamientos alternados Cebú-Hereford en suelos arenosos. In: *Diálogo XXXV. Evaluación y elección de biotipos de acuerdo a los sistemas de producción. IICA-PROCISUR. Montevideo (Uruguay)*, pp. 331-336.
- Pringle, T.D., Williams, S.E., Lamb, B.S., Johnson, D.D. and West, R.L. 1997. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. *Journal of Animal Science*, Vol 75(11):2955-2961
- Raes, K., De Smet, S., Balcaen, A., Clayes, E. and Demeyer, D. 2003. Effect of diets rich in n-3 polyunsaturated fatty acids on muscle lipids and fatty acids in Belgian Blue double-muscle young bulls. *Reproduction, Nutrition and Development*, 43:331-345.
- Rearte, D.H. 2010. Situación actual y prospectiva de la producción de carne vacuna. www.inta.gov.ar/balcarce/carnes
- Ruxton, C.H.S., Reed, S.C., Simpson, M.J.A. and Millington, K.J. 2004. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. Vol.17(5):449-459.
- SAS. 1999. *SAS User's Guide: Statistics (Versión 8)*. SAS Inst. Inc. Cary, NC.
- Scollan, N., Hocquette, J.F., Nuernberg, K., Dannenberger, D., Richardson, I. and Moloney, A. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science* 74:17-33.
- Shackelford, S. D., Wheeler, T.L. and Koohmaraie, M. 1995. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. *Journal of Animal Science*, Vol 73(11):3333-3340.
- Simopoulos, A.P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 54:438-463.
- Simopoulos, A.P. 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70 (suppl):560S-569S.
- Simopoulos, A., Leaf, A. and Salem, N. 1999. Workshop on the Essentiality of and Recommended Dietary Intakes for Omega-6 and Omega-3 Fatty Acids *Journal of the American College of Nutrition*, Vol.18(5)487-489
- USDA. 1989. *Official United States Standards for Grades of Beef Carcasses*. Agricultural Marketing Service, U.S. Dept. of Agriculture, Washington, DC.
- Valenzuela, A. y Nieto, S. 2003. Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Revista Chilena de Pediatría*, 74(2):149-157.