

EVALUACIÓN DE TERNEZA DE RESES DE NOVILLOS HEREFORD BAJO DISTINTOS MODELOS DE INVERNADA EN EL PARTIDO DE CARLOS CASARES

VALERIA SCHINDLER¹; LAURA PRUZZO¹; D. ARIEU¹ y L.F. DE SANTA COLOMA¹

Recibido: 03/04/03

Aceptado: 28/04/03

RESUMEN

La terneza está considerada por los consumidores de carne vacuna como el componente más importante de la calidad de la misma. El objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto de distintos sistemas de producción sobre la terneza del músculo *Longissimus dorsi* de reses vacunas, evaluándose también el efecto del tiempo de maduración sobre la terneza. Para ello se invernaron 228 novillos Hereford, de dos tipos (*frame*) diferentes: chico: *frame*=1,5 e intermedio: *frame*=3,5, en el partido de Carlos Casares (provincia de Buenos Aires). Ambos grupos se asignaron a uno de los siguientes tratamientos: 1) T1: alimentados exclusivamente en pasturas (54), 2) T2: a pasto con suplementación inicial en otoño-invierno, con grano de maíz molido al 0,7% del peso vivo (56), 3) T3: a pasto con encierre en corral y ración los últimos 100 días (59) y 4) T4: Engorde a corral (*feedlot*) (59). Las muestras (206) obtenidas del músculo *Longissimus dorsi*, cortado a la altura de la décima costilla, se conservaron a -18 °C. Luego se maduraron a 4 °C durante 3 y 15 días, se cocinaron a 70 °C y de cada una se extrajeron 10 tarugos de 1,25 cm de diámetro y 2,5 cm de espesor. Sobre ellos se midió la terneza utilizando la cizalla mecánica (Warner Bratzler). Los datos se analizaron de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar con cuatro tratamientos y dos bloques, utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1999) y se realizó el test de comparaciones múltiples de Tukey para las diferencias entre medias de tratamientos. No hubo diferencias significativas para el grado de terneza entre T1 y T4; pero se comprobó ($p < 0,05$) la acción del tiempo de maduración, resultando todos los cortes más tiernos cuando se conservaron por 15 días.

Palabras clave. Ganado de carne, sistemas de producción, terneza.

EFFECT OF FEEDING SYSTEMS ON TENDERNESS IN HEREFORD STEERS FED AT CARLOS CASARES (BUENOS AIRES)

SUMMARY

Tenderness is considered by consumers to be the most important component of meat quality. Therefore the objective of this study was to analyze the effect of production systems and ageing time after the steers were slaughter, on tenderness of *M. longissimus dorsi*. Two hundred twenty eight medium (3.5) and small-frame (1.5) Hereford steers were fed according to a completely randomized block design at Carlos Casares (Province of Buenos Aires) and were assigned to one of 4 treatment groups: 1) T1: pasture ($n=54$) 2) T2: initial supplementation ($n=56$) 3) T3: feedlot in the finishing phase ($n=59$), and 4) T4: feedlot ($n=59$). Samples of muscle *longissimus dorsi* ($n=206$) were kept at -18 °C. After an ageing time of 3 and 15 days at 4 °C, steaks (2.5 cm) were cut and cooked to an internal temperature of 70 °C. Ten cores (1.25 cm diameter) were cut from the steaks and shearing force was measured using an Instron Universal testing machine equipped with a Warner-Bratzler shearing device. Data were analyzed according to a completely randomized block design with four treatments and two blocks, using the GLM procedure SAS (1999). Tukey multiple comparison test (SAS) was used to compare treatment means. There were no significant differences for tenderness across T1 and T4, while the 15 days aged steaks show higher tenderness than ($p < 0.05$) the 3 days aged steaks. It is concluded that the meat from pasture-fed steers (T1), and that from animals fed on supplements (T4) did not differ in tenderness; there was an effect of ageing time post slaughter.

Key words. beef cattle, production systems, tenderness.

¹Departamento de Producción Animal. Facultad de Agronomía. UBA. Av. San Martín 4453 (C1417DSE). Buenos Aires.

INTRODUCCIÓN

La terneza es el principal requerimiento de calidad de carne por parte de los consumidores (Dikerman, 1990; Koohmaraie, 1992). Existe un grado mínimo de terneza que asegura una buena aceptabilidad del consumidor y que debería lograrse al ofrecer un corte en el mercado (Huffman *et al.*, 1996). La demanda por calidad de carne es tal, que en la última década se han llevado a cabo numerosas investigaciones tanto en EE.UU: (*National Beef Quality audit*. -2000 (McKenna, 2002), *National Beef Tenderness Surveys*- 1990 y 1999 (Miller *et al.*, 2000), como en el país: en la Facultad de Agronomía, UBA (Cossu *et al.*, 2000; Grigera Naón *et al.*, 2000; Schindler *et al.*, 2000), en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INTA) (Rearte, 1998). En la actualidad se consume un elevado porcentaje de carne de ternera, que asegura un grado de terneza óptimo (Santa Coloma, comunicación personal), pagándose un sobreprecio de hasta el 40%. La industria frigorífica no asegura este grado óptimo y la gran variabilidad de reses dificulta la identificación de cortes tiernos. La excepción se produce con carnes diferenciadas con marcas certificadas, y de esta manera es posible comercializarlas con un incremento del orden del 10% en el precio de venta (Tonelli, 2001). De la misma manera, los consumidores de cortes de mayor valor requieren las más altas condiciones de calidad y los estudios se centran en el desarrollo de modelos que aseguren una producción uniforme y estable (Latimori *et al.*, 2000, Garriz *et al.*, 2000).

La terneza de la carne está determinada por componentes genéticos y ambientales. Acerca de los primeros, se postula que la terneza está relacionada con la naturaleza y estructura del colágeno, proporción de fibras tipo I y II en el músculo, y la actividad de las enzimas proteolíticas que actúan *postmortem* (Muir *et al.*, 1998). En cuanto a las condiciones ambientales que afectan la terneza, éstas comprenden la alimentación del animal durante la internada y su terminación, el momento inmediato previo y la faena y, por último, existe una etapa de maduración luego de la faena que incluye la cocción final de la carne (Muire *et al.*, 1998). La alimentación es uno de los factores de producción más importantes (O'Sullivan *et al.*, 2003), y aún cuando su efecto sobre la terneza no está todavía preciso, existe una tendencia a creer que la carne proveniente de animales alimentados a pasto es menos tierna que la de aquellos alimentados con concentrados (Chrystall, 1994). Nu-

merosos trabajos apoyan esta tendencia (Bowling *et al.*, 1977; Harrison *et al.*, 1978), pero en ellos el efecto de la dieta resultó confundido por diferencias en la edad de los animales, en la tasa de crecimiento o en el grado de terminación, todos factores que afectan la terneza (Spanier *et al.*, 1990). En cambio, French *et al.*, (2000) mostraron que cuando los animales tuvieron la misma tasa de crecimiento, la dieta en sí misma no afectó las características organolépticas de la carne.

Actualmente los consumidores tienen una profunda preocupación por la sanidad de los alimentos (Gregory, 2000). Pero no solo desean que sean inocuos, sino que también buscan calidad. La carne argentina se diferencia por estar declarada libre de Encefalopatía Espongiforme Bovina o Síndrome de la vaca loca (BSE) y por su forma de producción en sistemas pastoriles, que permite lograr una carne más magra, con bajo contenido de colesterol, conteniendo antioxidantes naturales. Asimismo presenta un bajo nivel de contaminación ambiental y permite la sustentabilidad del suelo (García, 2000; Descalzo *et al.*, 2000).

Sobre la base de estos antecedentes se evaluaron datos de faena de animales de raza Hereford, con el objetivo de analizar la terneza de la carne bajo distintos modelos de producción existentes en la actualidad, considerando sistemas pastoriles puros y con suplementación y el sistema confinado o *feedlot*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron datos promedio de 228 reses de novillos Hereford internados en la Estancia "La Cortadera", en la localidad de Hortensia, partido de Carlos Casares, provincia de Buenos Aires. Los novillos se seleccionaron según altura a la grupa y peso, formando dos grupos homogéneos de distinto tipo o *frame*: 1) *frame* chico (1,5) con peso medio al inicio de la internada de 182,57 kg/cab y 2) *frame* intermedio (3,5) con un peso inicial de 230,9 kg/cab.

Ambos lotes fueron sometidos a cuatro tratamientos de alimentación: 1) Pasto (T1): 54 novillos fueron alimentados exclusivamente con forraje; pastura base alfalfa con cebadilla y pasto ovillo en otoño, primavera y verano; y en invierno verdeo de avena y rollos de moha (2,18 McalEM/kgMS) a voluntad. La energía metabolizable (EM) de la pastura fue de 2,18 Mcal/kg de materia seca (MS) y la eficiencia de cosecha promedio del 61%; 2) Suplementación inicial (T2): se alimentaron 56 animales a pasto (ídem T1) y en el otoño-invierno se suple-

mentaron con grano de maíz molido, con una EM de 3,47Mcal/kg de MS al 0,7% del peso vivo. Se suplementaron a la mañana en comederos móviles en el potrero. En promedio consumieron 1,9 kg/cab/día teniendo un período de acostumbramiento al inicio de la suplementación de aproximadamente 15 días; 3) Engorde para terminación (T3): 59 animales se invernaron a pasto (idem T1) y se encerraron en corral los últimos 100 días recibiendo una ración compuesta por 6 kg de maíz molido (3,47McalEM/kgMS), 1 kg de pellet de girasol (2,81-McalEM/kgMS) y 2 kg de rollo de alfalfa (2,09McalEM/kgMS), consumiendo a voluntad con un período de acostumbramiento previo; 4) Engorde a corral (*feedlot*) (T4): 59 novillos fueron llevados a un *feedlot* comercial ubicado en la localidad de América, provincia de Buenos Aires. Durante 23 días recibieron dos dietas de acostumbramiento y luego la dieta final en base a maíz molido (3,47McalEM/kgMS), afrechillo de trigo (2,89 McalEM/kgMS), pellet de girasol (2,85McalEM/kgMS), melaza (3,25McalEM/kgMS) y silo de maíz (2,36McalEM/kgMS), siempre a voluntad.

El envío a faena de estos novillos se determinó en función del peso final, estado visual de terminación y espesor de grasa dorsal sobre el músculo *Longissimus dorsi* mediante la medición con ecógrafo, tomando como base mínima de decisión de carga 5 mm de grasa.

Los animales se llevaron al Frigorífico Hughes, donde cada media res fue pesada y tipificada eligiéndose la derecha para su desposte. Se obtuvo un total de 206 muestras del músculo *Longissimus dorsi*, cortado a la altura de la décima costilla, y se mantuvieron a -18 °C. Luego se maduraron a 4 °C durante 3 y 15 días, se cocinaron a 70 °C y de cada una de ellas se extrajeron 10 tarugos de 1,25 cm de diámetro y 2,5 cm de espesor. Sobre ellos se midió la terneza en kilogramos, utilizando la cizalla mecánica (Warner Bratzler).

Los datos se analizaron de acuerdo a un diseño en bloques al azar con cuatro tratamientos y dos bloques. Se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1999) y para la comparación de las medias de tratamientos se aplicó el test de comparaciones múltiples de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadística descriptiva

A medida que aumentó la ganancia diaria de peso (GDP), se redujo la duración de la invernada ya que los animales alcanzaron su grado de terminación en un menor tiempo y a pesos menores (Cuadro N° 1). La GDP fue mayor ($p < 0,05$) para T4 y no se encontraron diferencias significativas entre los demás tratamientos (Cuadro N° 1). Estos

resultados concuerdan con los obtenidos por Schindler *et al.*, (2000), Bidner *et al.*, (1981), Myers *et al.*, (1999), Mandell *et al.*, (1998); mientras que Rosso *et al.*, (1998) encontraron que en otoño-invierno los animales del sistema a corral tenían la máxima GDP, seguido por los sistemas que recibieron suplementación en otoño-invierno y en otoño-invierno-verano, siendo la menor ganancia para los animales que se encontraron solamente en pastoreo. En primavera los novillos que se encontraban en confinamiento continuaron con el mayor ritmo de crecimiento siguiéndole los que se encontraban pastoreando y en último lugar los suplementados. En verano se compararon estos tres últimos tratamientos (ya que los animales del sistema confinado ya habían llegado al grado de terminación) y no se encontraron diferencias significativas.

También se encontraron diferencias en la duración de la invernada (Cuadro N° 1) siendo menor para T4, siguiéndole T3 ($p < 0,05$) y en último lugar, sin presentar diferencias entre ellos, T1 y T2 ($p > 0,05$), concordando con los resultados obtenidos por Myers *et al.*, (1999) y Rosso *et al.*, (1998).

No hubo diferencias entre T1, T2 y T3 para peso final (Cuadro N° 1), mientras que los animales asignados a T4 llegaron a la faena con un menor peso ($p < 0,05$). Dado que los animales se faenaron a igual grado de terminación, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el contenido de grasa subcutánea.

Los valores promedios de terneza resultaron similares para todos los tratamientos, siendo mayores (carne más tierna) los correspondientes a T4. Sin embargo, éste presentó un desvío estándar más alto junto con T2. Los resultados más uniformes se observaron en T1 y T3 (Cuadro N° 2).

Análisis Estadístico

Terneza

Se encontraron diferencias ($p < 0,05$) para el grado de terneza entre sistemas de alimentación (Cuadro N° 3). Los tratamientos a base de forraje (T1, T2 y T3) no difirieron entre sí ($p > 0,05$). A su vez, T1 no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) con T4. Sólo mostraron diferencias significativas T2 y T3 respecto de T4 ($p < 0,05$).

Mitchell *et al.*, (1991) y Rumsery *et al.*, (1987) obtuvieron mayor grado de terneza en animales terminados con grano que en aquellos terminados a

CUADRO N° 1. Datos de producción de los novillos evaluados.

Tratamiento	T1			T2			T3			T4		
	Ch	M	D	Ch	M	D	Ch	M	D	Ch	M	D
N	27	27		28	28		30	29		30	29	
Peso inicial (kg/cab)	188,3±22,75	237,1±11,4		184±11,29	237,3±11,44		186,5±11,14	236±9,03		186±8,81	236,9±8,98	
Peso final (kg/cab)	433±32,37	502±23,16	a	444±31,77	520±32,56	a	414±21,45	507±28,75	a	299±32,28	404±29,03	b
Duración (días)	362±32	364±36	c	371±37	365±35	c	296±17	306±27	d	98±19	128±22	e
Grasa subcutánea (mm)	6,45±1,35	7±1,47	f	6,52±1,04	7,35±1,68	f	6,25±1,32	8,58±2,19	f	5,9±1,14	6,72±1,26	f
GDP (kg/día/cab)	0,676±0,10	0,728±0,11	g	0,702±0,14	0,775±0,11	g	0,766±0,16	0,885±0,27	g	1,153±0,20	1,309±0,22	h

Letras distintas en cada fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

D: diferencia.

T1=pasto, T2=Suplementación inicial, T3=Feedlot en terminación, T4=feedlot.

GDP=ganancia diaria de peso.

CUADRO N° 2. Medias muestrales del grado de terneza por tipo de alimentación, días de maduración y "frame".

Tratamiento	"Frame"	Maduración (días)	Terneza (kg)	N
T1	chico	3	3 ± 0,5	12
		15	2,53 ± 0,36	12
	medio	3	3,09 ± 0,65	16
		15	2,63 ± 0,5	16
T2	chico	3	3,03 ± 0,52	22
		15	2,7 ± 0,47	22
	medio	3	3,19 ± 0,69	17
		15	2,84 ± 0,52	18
T3	chico	3	3,16 ± 0,34	10
		15	3,0 ± 0,5	12
	medio	3	3,25 ± 0,64	4
		15	2,74 ± 0,42	4
T4	chico	3	2,96 ± 0,69	11
		15	2,5 ± 0,54	11
	medio	3	2,83 ± 0,46	8
		15	2,33 ± 0,58	8

T1=pasto, T2=suplementación inicial, T3=feedlot en terminación, T4=feedlot.

CUADRO N° 3. Grado de terneza para cada tratamiento.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Terneza (kg) ^a	2,8125 ^{bc}	2,9400 ^b	3,0375 ^b	2,6550 ^c

^aWarner-Bratzler para cubos de 2.54cm

^bletras distintas en una misma fila indica diferencias significativas entre valores

T1=pasto, T2=suplementación inicial, T3=feedlot en terminación, T4=feedlot

pasto. Este hecho parece reflejar una res más liviana y/o más magra de acuerdo a las correlaciones positivas entre la terneza del músculo y el peso de la res y su grado de engrasamiento (Bowling *et al.*, 1977; Smith *et al.*, 1976; Lochner *et al.*, 1980; Dolezal *et al.*, 1982). En este trabajo los novillos se faenaron a igual grado de terminación, no habiendo diferencias en el espesor de grasa subcutánea (Cuadro N° 1). Si bien el *feedlot* aparece como el sistema capaz de asegurar con mayor confianza una mayor terneza para el consumidor, todos los tratamientos presentaron valores de terneza inferiores a 4 kg, valor por debajo del cual

la carne es considerada tierna (Colman, 1995). Por otro lado, la invernada a campo con base forrajera únicamente, logró la misma condición de terneza que el sistema confinado.

Las altas tasas de crecimiento que mostraron todos los animales (Cuadro N° 1) explica la baja edad con que los mismos alcanzaron la faena, resultando así, gran cantidad de síntesis de proteína y por lo tanto altas concentraciones de enzimas proteolíticas en los tejidos de la res a la faena (Aberle *et al.*, 1981; Hal y Hunt, 1988; Miller *et al.*, 1983). Muir *et al.*, (1998) encontraron correlaciones posi-

tivas entre la terneza de la carne y una alta velocidad de crecimiento. A su vez, la actividad de la calpastastina se encuentra negativamente asociada a la ganancia diaria de peso (Shackelford *et al.*, 1994). Esta relación entre la proteasa y su inhibidor determina una alta actividad en todos los tejidos, y por lo tanto un ablandamiento muscular. El otro componente de la estructura del músculo que afecta la terneza es el tejido conectivo y la cantidad de colágeno soluble. Miller *et al.*, (1983) demostraron que la concentración de colágeno no soluble resistente al calor durante la cocción de la carne, aumenta con la madurez del animal. Más aún, el grado de terneza ha sido asociado al grado de terminación, independientemente de la edad cronológica del animal (Smith *et al.*, 1982; Dolezal *et al.*, 1987; Bidner *et al.*, 1981; Bowling *et al.*, 1977); el peso y el engrasamiento de los animales, ambos indicadores de la madurez relativa, son más importantes que la edad cronológica en la determinación de la terneza. Entonces cuando animales en pastoreo o confinados han tenido una tasa de crecimiento similar previo a la faena para el mismo peso y edad no se encuentran diferencias en terneza (McIntyre and Ryan, 1984).

Tiempo de maduración

El tiempo de maduración (3 ó 15 días) tuvo efecto ($p < 0,05$) sobre del grado de terneza para T1, T2 y T4, no así para T3 (Figura 1). A su vez el grado de terneza promedio fue significativamente diferente ($p < 0,05$) para la carne madurada a 15 días

(2,66 kg) con relación a la madurada 3 días (3,06 kg), coincidiendo con Lochner *et al.*, (1980), quienes concluyeron que el grado de maduración en frío luego de la faena afecta la terneza de la carne. También French *et al.*, (2000), comparando distintas proporciones de pasto y concentrado en la dieta de novillos, concluyeron que con bajos niveles de concentrado se obtenía una carne más tierna y aceptable con dos días de maduración pero luego con 14 días de maduración el efecto de los distintos tratamientos se diluía.

Se destaca así, la importancia del tiempo de maduración que debe experimentar la carne si se pretende obtener un ablandamiento de los cortes. Dado que en el país resulta imposible llevar a cabo esta etapa por la falta de infraestructura del sector industrial, se infiere que la terneza de las reses se determina, en parte, en el sistema de producción (Horacio Avila, comunicación personal).

CONCLUSIONES

Resulta de sumo interés conocer las características propias de cada sistema de producción para destacar las ventajas y mejorar las deficiencias. Los sistemas pastoriles presentan un ambiente más sano y saludable que los sistemas confinados, transmitiéndose en las propiedades nutritivas de la carne. Por otro lado el *feedlot* produce animales muy jóvenes y por lo tanto, tiernos. La amplia región agroclimática argentina permite el desarrollo de invernadas a pasto obteniendo así ventajas comparativas para producir

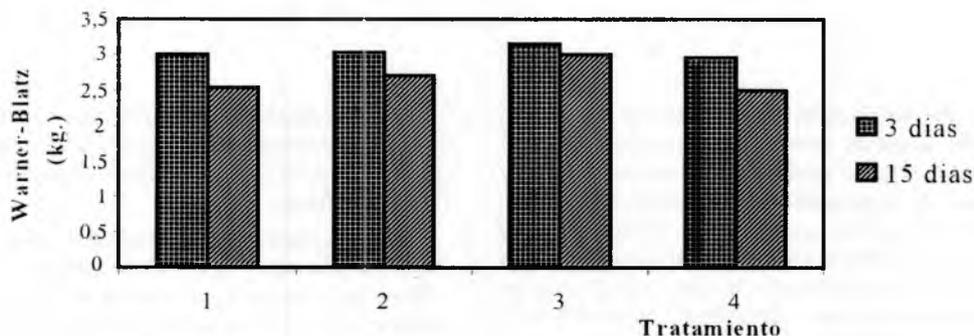


FIGURA 1. Efecto del tiempo de maduración sobre el grado de terneza.

Tratamiento: 1=pasto, 2=suplementación inicial, 3=feedlot en terminación, 4=feedlot.

carne de muy buen sabor y propiedades saludables. Dado que los novillos se faenaron con un espesor de grasa dorsal de 5 mm como mínimo; los resultados permiten concluir que para el rango de datos analizados, los animales alimentados a pasto lograron un grado de terneza similar al de animales en confinamiento, faenados a igual grado de terminación. Cabe destacar que la obtención de igual terneza tanto en sistemas pastoriles como en confinados representa una ventaja de la producción a campo, dado que no hubo diferencias entre tratamientos. Estas características positivas hacen posible que la carne proveniente de animales precoces invernados a pasto, resulte más beneficiosa para el consumidor de estos días que de forma meritocrática desea

pagar más por productos de mayor calidad. Asimismo se concluye de este estudio que el tiempo de maduración es importante para obtener ablandamiento de los cortes. Dado que en el país es poco frecuente llevar a cabo esta etapa por falta de infraestructura, se infiere que la terneza de las reses se determina, en parte, en el sistema de producción.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó bajo el marco del proyecto UBACyT AG029. Se agradece a la Asociación Argentina de Criadores Hereford y al Ing. Agr. Fernando Canosa por la base de datos para realizar este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ABERLE, E.D.; E.S. REEVES; M.D. JUDGE; R.E. HUNSLEY and T.W. PERRY. 1981. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: tiem on a high energy diet. *Journal of Animal Science*. 52:757-763
- BIDNER, T.D.; A.R. SCHUPP; R.E. MONTGOMERY and J.C. CARPENTER JR. 1981. Acceptability of beef finished on all-forage, forage-plus-grain or high energy diets. *Journal of Animal Science*. 53:1181-1187.
- BOWLING, R.A.; G.C. SMITH; Z.L. CARPENTER and W.M. OLIVER. 1977. Comparison of forage-finished and grain-finished beef carcasses. *Journal of Animal Science*. 45:209-215.
- COSSU, M.E.; L. PRUZZO; G. TRINCHERO; F. CANOSA; J.J. GRIGERA NAÓN, and L.F. de SANTA COLOMA. 2000. Fatty acid composition of *longissimus* muscle of steers fattened under different feeding regimens. *Proceedings 46th international congress of meat science and technology*. 1:178-179.
- CHRYSTALL, B. 1994. Meat texture measurement. *Advances in Meat Research*. 9. 316
- DESCALZO, A.A.; E.M. INSANI; C.A. MARGARIA; P.T. GARCIA; J. JOSIFOVICH and N.A. PENSEL. 2000. Antioxidant status and lipid oxidation in fresh Argentine beef from pasture and grain-fed steers with vitamin E supra nutritional supplementation. *Proceedings 46th international congress of meat science and technology*. 2:562-563)
- DIKERMANN, M.E. 1990. Genetic effects on the quality of meat from cattle. *World congress on genetics applied to livestock production*. 4:521-530.
- DOLEZAL, H.G.; G.C. SMITH; J.W. SAVELL and Z.L. CARPENTER. 1987. Effect of time-on feed on the palatability of rib steaks from steers and heifers. *Journal of Food Science*. 47:368-373.
- FRENCH, P.; E.G. O'RIORDAN; F.J. MONAHAN; P.F. CAFFREY; M. VIDAL; M.T. MOONEY; D.J. TROY and A.P. MOLONEY. 2000. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage concentrate-based diet. *Meat Science*. 56:173-180.
- GARCIA, P.T. 2000. Beef from Argentine Grass Production Systems. *Proceedings of the 46th International Congress of Meat Science and Technology*. 1:130-131.
- GARRIZ, C.A.; A. PICALLO y H. MARTINEZ. 2000. Calidad de carne (terneza) en cortes comerciales de novillos criollo argentino de origen patagónico y del NOA. *Revista Argentina de Producción Animal*. sup120:347-348.
- GRIGERA NAÓN J. J.; A. SCHOR; M.E. COSSU; G. TRINCHERO and V.F. PARRA. 2000. Influence of strategic maize grain supplementation on cholesterol and fatty acids of *longissimus* and *Semitendinosus* muscles of beef steers at grazing. *Proceedings 46th international congress of meat science and technology*. 1:156-157.

- HAL, J.B. and M. HUNT. 1982. Collagen solubility of A-activity bovine *longissimus* muscle as affected by nutritional regimen. *Journal of Animal Science*. 55:321.
- HARRISON, A.R.; M.E. SMIT; D.M. ALLEN; M.C. HUNT; C.L. KASTNER and D.H. KROPP. 1978. Nutritional regime effects on quality and yield characteristics of beef. *Journal of Animal Science*. 47:383-388.
- HOLMAN, R. 1995. Essential fatty acids in health and disease. Actas de la Jornada de Actualización: Las carnes en la nutrición y salud humana. Academia Nacional de Medicina, Buenos Aires, Argentina.
- HUFFMAN K.L.; M.F. MILLER; L.C. HOOVER; C.K. WU; H.C. BRITTIN and C.B. RAMSEY. 1996. Effect of Beef Tenderness on Consumer Satisfaction with Steaks Consumed in the Home and Restaurant. *Journal of Animal Science*. 74:91-97.
- KOOHMARAIE, M. 1992. Role of the neutral proteins in postmortem muscle protein degradation and meat tenderness. *Proceedings of the Annual Reciprocal Meat Conference of the American Meat Science Association*. 45:63-71.
- LATIMORI, N.J.; A.M. KLOSTER; M.A. AMIGONE; F. CARDUZA; G. GRIGIONI y P.T. GARCÍA. 2000. Productividad y calidad de carne de novillos para exportación en invernadas pastoriles intensificadas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 20:25-37.
- LOCHNER, J.V.; R.G. KAUFFMAN and B.B. MARSH. 1980. Early post mortem cooling rate and beef tenderness. *Meat Science*. 4:227-241.
- MACINTYRE, B.L. and W.J. RYAN. 1984. The influence of type of diet and electrical stimulation on the eating quality of beef. *Animal Production in Australia*. 15:468-471.
- MANDELL I.B.; J.G. BUCHANAN-SMITH and C.P. CAMPBELL. (1998). Effects of forage vs. grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousine-cross steers when time on feed is controlled. *Journal of Animal Science*, 76, 2619-2630.
- MCKENNA, D.R.; D.L. ROEBER; P.K. BATES; T.B. SCHMIDT; D.S. HALE; D.B. GRIFFIN; J.W. SAVELL; J.C. BROOKS; J.B. MORGAN; T.H. MONTGOMERY; K.E. BELK and G.C. SMITH. 2002. National Beef Quality Audit-2000: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. *Journal of Animal Science*. 80:1212-1222
- MILLER, R.K.; J.D. TATUM; H.R. CROSS; R.A. BOWLING and R.P. CLAYTON. 1983. Effects of carcass maturity on collagen solubility and palatability of beef from grain finished steers. *Journal of Food Science* 48:128-486,525.
- MILLER R.K.; S.J. MOELLER; R.N.GOODWIN; C.L. LORENZEN and J.N. SAVELL. 2000. Consistency in Meat Quality. *Proceedings of the 46th International Congress of Meat Science and Technology*. 2:566-580.
- MITCHELL G.E.; A.W. REED and S.E. ROGERS. 1991. Influence of feeding regimen on the sensory qualities and fatty acid contents of beef steaks. *Journal of Food Science*. 56:1102-1106.
- MUIR, P.D.; J.M. DEAKER and M.D. BOWN. 1998. Effects of forage-and grain-based feeding systems on beef quality: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 41:623-635.
- MYERS, S.E.; D.B. FAULKNER; T.G. NASH; L.L. BERGER; D.F. PARRET and F.K. KEITH. 1999. Performance and carcass traits of early weaned steers receiving either a pasture growing period or a finishing diet at weaning. *Journal of Animal Science*. 77:311-322.
- O'SULLIVAN, A.; K. GALVIN; A.P. MOLONEY; D.J. TROY; K. O'SULLIVAN and K.P. KERRY. 2003. Effect of pre-slaughter rations of forage and/or concentrates on the composition and quality of retail packaged beef. *Meat Science*. 63:279-286.
- REARTE, D.H. 1998. Beef cattle production and meat quality on grazing system in temperate regions. *Revista Argentina de Producción Animal*. 18:129-142.
- ROSSO O.; E. VILLAREAL; P. GÓMEZ; G. GAGLIOSTRO; P.T. GARCÍA; N. PENSEL; C. MARGARÍA; C. GONZÁLEZ; A. PAZOS; M.M. GALLINGER; F. CARDUZA; A.B. PICALLO; A. BIOLATTO; C. MACHADO; M.I. ZONCO MENGHINI y C. AGOSTINI. 1998. Modelos experimentales de engorde de novillos y su efecto sobre la ganancia de peso, parámetros sanguíneos, calidad de la res y niveles de grasa intramuscular y colesterol en la carne. *Informe proyecto investigación convenio: INTA Balcarce, ITA, CICV INTA Castelar, UNCPBA Tandil & AACREA*, 1-12.
- RUMSEY, T.S.; J. BOND; B.W. BERRY; A.C. HAMMOND and D.A. DINIUS. 1987. Performance and carcass characteristics of feed-lot steers fed all silage diets. *Nutrition, Reproduction international*. 35:847-854.
- SAS User's Guide: statistics version 6.12, edition 1999. SAS Inst. Inc., Cary, N.C.

- SMITH, G.C.; H.R. CROSS; Z.L. CARPENTER; C.E. MURPHEY; J.W. SAVELL; H.C. ABRAHAM and G.W. DAVIS. 1982. Relationship of USDA maturity groups to palatability of cooked beef. *Journal of Food Science*. 47:1100-1107.
- SMITH, G.C.; T.R. DUSTSON; R.L. HOSTETLER and Z.L. CARPENTER. 1976. Fatness rate of chilling and tenderness of lamb. *Journal of Food Science*. 41:748-756.
- SPANIER, A.M.; K.W. McMILLAN and J.A. MILLER. 1990. Enzyme activity levels in beef: effect of post-mortem ageing and endpoint cooking temperature. *Journal of Food Science*. 55:318.
- SHACKELFORD, S.D.; M. KOOHMARAIE; L.V. CUNDIFF; K.E. GREGORY; G.A. ROHRER and J.W. SAVEL. 1994. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. *Journal of Animal Science*. 72:857-863.
- SCHINDLER V.; M.E. COSSU; G. TRINCHEIRO; J.J. GRIGERA NAÓN; F. CANOSA and L.F. de SANTA COLOMA. 2000. Effect of feeding system on daiky gain of steers, fat and cholesterol content of beef. *Proceedings 46th international congress of meat science and technology*. 1:172-173.
- TONELLI, V. 2001. Seminario Hereford sobre selección, mejoramiento genético y comercialización de bovinos de carne. UCA.