

## CALIDAD DE CARNE BOVINA EN LOS SISTEMAS PASTORILES

*Med. Vet. Gustavo Depetris*

Grupo de Nutrición, Metabolismo y Calidad de Producto.

INTA. Estación Experimental Balcarce.

gdepetris@balcarce.inta.gov.ar

La calidad de la carne bovina esta particularmente definida por su composición química (valor nutricional) y por sus características organolépticas (valor sensorial) tales como la terneza, el color, el sabor y la jugosidad. El sistema de producción, el tipo de animal, el plano nutricional ofrecido y el manejo pre y post faena, pueden modificar considerablemente estas características.

La mayor parte de la literatura atribuye mejores características organolépticas a las carnes provenientes de sistemas de engorde a corral respecto a las provenientes de sistemas pastoriles.

Estas características organolépticas están particularmente influenciadas por la tasa de descenso y el pH final que alcanza la carne. La velocidad e intensidad con que el pH desciende luego de la faena esta principalmente determinada por la cantidad de ácido láctico que se acumula a partir del metabolismo del glucógeno muscular. Dietas con altos niveles de energía (almidón) como las ofrecidas en condiciones de engorde a corral generan reservas de glucógeno suficientes para lograr adecuados descensos de pH. Sin embargo, la suplementación con granos durante la etapa de terminación incrementa las reservas de glucógeno hasta niveles adecuados para permitir una adecuada caída del pH (Immonem et al., 2000; O'Sullivan et al., 2003)

En lo referente a los atributos sensoriales, el color es el más importante al momento de decidir la compra por parte del consumidor. Dicho atributo depende del contenido y estado de la mioglobina (principal pigmento de la carne). El contacto del oxígeno con la mioglobina forma oximioglobina otorgándole a la carne el color rojo brillante, en cambio en ausencia de oxígeno exhibe un color rojo oscuro o púrpura (deoximioglobina). El grado de asociación de la mioglobina con el oxígeno esta determinado por el pH de la carne, siendo pH bajos los que permiten mayor grado de asociación. Este menor pH esta altamente correlacionado con el color, principalmente con la luminosidad ( $L^*$ , Klont et al., 2000) generando carne mas brillantes.

La edad de los animales, y el contenido y color de grasa intramuscular. influyen sobre el color de la carne. Animales más viejos presentan mayor cantidad de mioglobina otorgando un color más oscuro a la carne (Bidner et al., 1986), a su vez con la edad se acumulan pigmentos en el tejido adiposo otorgando una tonalidad mas amarillenta que afectarían al color. Estas diferencias se acentúan aún más en animales que consumieron pasturas (Schaake et al., 1993) ya que estas últimas presentan niveles de carotenos (> 500 ppm) muy superiores a las de los granos (<5 ppm, Realini et al., 2004). El incremento en la grasa intramuscular, que acontece cuando se suministra granos, asociado al color blanco le imprimiría cierta claridad a la carne distinta de la proveniente de sistemas pastoriles (Priolo et al., 2001). Sin embargo, Martínez Ferrer et al. (2006) no observaron diferencias en el parametro  $L^*$  cuan-

do compararon dos sistemas de asignación pastoril, niveles de suplementación y raciones de feedlot, aún cuando el feedlot presentó una mayor clasificación de marmoreo (7,3 vs 4,7).

El almacenamiento prolongado en presencia de aire afecta el color de la carne ya que se induce la oxidación de la mioglobina dando origen a un compuesto (metamioglobina) que le imprime el color marrón a la carne (Geay et al., 2001). Se ha observado que la carne proveniente de animales terminados en sistemas pastoriles presenta mayor contenido de  $\alpha$ -tocoferol y  $\beta$  carotenos. Este mayor contenido de antioxidantes le confiere mayor estabilidad oxidativa (menor oxidación lipídica y proteica) durante el almacenamiento luego de 9 días en góndola (Insani et al, 2008). A su vez, otorga una mayor estabilidad del color medido por la retención del color rojo (parámetro  $a^*$ ) hasta el día 7 respecto a los animales terminados con granos.

El otro parámetro sensorial importante es la **Terneza**, la cual determina la aceptación del producto por parte del consumidor. Se refiere a la facilidad de corte durante la masticación. Es un atributo muy complejo en el cual participan factores inherentes al animal y al manejo pre y post faena, como así también la forma de preparación del producto.

Entre los factores inherentes al animal, se encuentran, la cantidad y el tipo de tejido conectivo y la cantidad de grasa intramuscular o marmoreado. Estos últimos factores podrían ser influenciados por el tipo de alimentación otorgada. Un aumento en la cantidad y una disminución en la solubilidad del colágeno se relacionan con la edad de los animales, incrementando la dureza de la carne en los más viejos (Geay et al., 2001).. Altas ganancias de peso previo a la faena mejorarían la terneza, por un aumento en la proporción de colágeno soluble, y por el incremento de la actividad proteolítica y la potencial actividad glucolítica (Thompson 2002). Aunque el grado de engrasamiento intramuscular o marmoreado explica solo parte de la variabilidad en la terneza, algunos autores indican que el esfuerzo de corte disminuye a medida que la infiltración de grasa intramuscular aumenta (Huerta Leidenz, 2002), la explicación se debería a que la grasa es mas blanda que el músculo (Warris, 2000; Nuernberg et al., 2005). Sin embargo, Geay et al. (2001) afirman que esta juega un rol favorable cuando supera el 6%.

**Jugosidad:** Esta relacionada con la mayor o menor sequedad de la carne durante la masticación (Geay et al., 2001). Los jugos de la carne juegan un rol importante en la impresión general de la palatabilidad ya que contienen muchos de los componentes del sabor y ayudan al ablandamiento y a la fragmentación de la carne durante la masticación (Huerta Leidenz, 2002). La falta de jugosidad limita la aceptabilidad de la carne y destruye las virtudes sensoriales de la carne. La jugosidad presenta dos com-



ponentes, el primero corresponde a la sensación de liberación del agua durante los primeros bocados y el segundo más sostenido es influenciado por la acción de los lípidos sobre la liberación de la saliva.

**Aroma y sabor:** La carne cruda presenta poco aroma y sabor y solo cuando es cocida o calentada ambos atributos se desarrollan. Existen componentes no específicos comunes a todas las carnes y componentes específicos. Los primeros derivan del calentamiento de los componentes hidrosolubles de bajo peso molecular, tales como los azúcares, aminoácidos, péptidos, nucleótidos y compuestos nitrogenados (Warris, 2000). Los segundos, son atribuidos a la cocción de los lípidos, principalmente los fosfolípidos y en menor medida los triacilgliceroles (Warris, 2000). Los lípidos experimentan una degradación oxidativa liberando varios compuestos volátiles tales como los aldehídos y otros compuestos heterocíclicos determinados por el perfil de ácidos grasos de la carne. Más de 1000 componentes han sido identificados como responsables del sabor y olor de la carne y algunos de ellos pueden ser influenciados por la dieta. Es así que los aldehídos y las cetonas están en mayor proporción en la carne proveniente de sistemas intensivos ya que derivan de la oxidación de los ácidos linoleico y oleico presentes en mayor porcentaje en animales que consumieron granos. En cambio, una mayor proporción de aldehídos insaturados, ácidos grasos volátiles, y metil cetonas derivan de la oxidación del ácido linolénico presente en altas cantidades en la carne provenientes de animales en pastoreo (Descalzo et al., 2000). La aparición de estos componentes también depende del pH de la carne. De hecho, un pH alto induce una alta proporción de compuestos producto de la oxidación de los ácidos grasos, induciendo olores y sabores poco placenteros durante la cocción. Estas diferencias generalmente son percibidas por los consumidores, sin embargo, la preferencia de carnes provenientes de un sistema u otro se ve influenciada por la experiencia previa y cuestiones culturales. Sin embargo, es importante remarcar que la concentración de antioxidantes presentes en la carne también tiene importancia sobre el olor y sabor ya que protegen las membranas de las fibras musculares impidiendo la peroxidación de los lípidos durante el almacenamiento. Estos antioxidantes disminuyen con la utilización de granos, produciendo una disminución de la estabilidad de los lípidos de la carne y acortando la vida en la estantería (Realini et al., 2004; Descalzo et al., 2000).

La **calidad nutricional** de la carne bovina esta determinada por el alto valor biológico de las proteínas, el gran aporte de hierro, de zinc y la incorporación de vitaminas principalmente del grupo B. No obstante, adquieren importancia el aporte de lípidos y específicamente el tipo de ácidos grasos presentes en la carne. Esto es debido a que el consumo de elevadas cantidades grasas, especialmente de tipo saturada incrementa los niveles de colesterol sanguíneo y las lipoproteínas de baja densidad unidas al colesterol, aumentando el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (Nicolosi et al., 2001). En cambio, el consumo de AGPI disminuye las concentraciones séricas de colesterol y la presión sanguínea (Frenoux et al., 2001) A

su vez estos últimos se subdividen en omega 3 (n-3) u omega 6 (n-6) siendo considerados esenciales debido a la incapacidad de organismo de sintetizarlos, motivo por el cual deben ser incorporados con la dieta. Es en este aspecto donde las carnes provenientes de sistemas pastoriles presentan una ventaja diferencial respecto a la de los sistemas de engorde a corral

En el caso del bovino el perfil de AG del músculo está compuesto aproximadamente de un 40-45% de AGS y un 50-55% de AGI (Bas and Sauvart, 2001; Geay et al., 2001), siendo el más abundante el ácido oleico, el cual representa entre el 31 al 49% del total de acuerdo al lugar de depósito (French et al., 2000; Bas and Sauvart, 2001). Los AGPI representan solamente el 3 al 9% del total de AG (Enser et al., 1998; Rowe et al., 1999; French et al., 2000; Wood et al., 2004), observándose relaciones de AGPI:AGS de 0,08 a 0,13 (Enser et al., 1998), muy inferiores al valor recomendado. Durante mucho tiempo el consumo de carne vacuna estuvo asociado al riesgo de sufrir problemas de tipo cardiovascular principalmente por presentar alta proporción de AGS y muy baja concentración de AGPI, haciendo que la relación AGPI:AGS no supere el 0,4 recomendado. Las nuevas investigaciones que permitieron el descubrimiento de los CLA han generado un cambio en la opinión sobre los efectos de la carne

El ácido linoleico es el mayor representante de los omega 6 y es el precursor de factores que tienen una función antihemorrágica ya que favorecen la acción vasoconstrictora y la agregación de plaquetas. La familia n-3 esta representada por el ácido linolénico y sus derivados permiten la vasodilatación y la fluidificación de la sangre. Estas dos familias presentan una acción antagónica, permitiendo al organismo regular la circulación sanguínea según las necesidades, por lo tanto es indispensable mantener una relación equilibrada entre ambas.

Por estos motivos, la Asociación Americana del Corazón recomienda no consumir más de un 30 % de energía proveniente de las grasas, limitando hasta menos del 10% las calorías provenientes de los AGS y el resto procedente de los ácidos grasos insaturados (Nicolosi et al., 2001; Kris-Etherton., 1999; Wood et al., 2004). Además está indicado que la relación AGPI:AGS sea superior a 0,4 (Wood et al., 2004) y que la relación omega-6/omega-3 sea menor a 7 (Olivier., 2001).

Los CLA (ácidos grasos linoleico conjugados) son generados a partir de productos derivados de la biohidrogenación incompleta en el rumen. Si bien estos pueden provenir de distintas fuentes naturales o sintéticas, el único isómero que ha sido comprobado que realmente tiene efectos anticancerígenos, aún en concentraciones muy bajas, es el isómero cis-9, trans-11 que se encuentra en los productos de rumiantes (McGuire and Mc Guire, 2000) Otro efecto de los CLA, específicamente del isómero trans-10, cis-12 C18-2, es el de modificar la partición de la energía reduciendo la deposición de grasas (MacDonald, 2000), adjudicándole efectos contra la obesidad. A su vez, los CLA tendrían efectos positivos sobre el sistema inmune, la arteriosclerosis, sobre los procesos de osificación y sobre la diabetes (Bauman and Griinari, 2001).

Las diferencias que acontecen entre sistemas se debe a

la composición lipídica de los alimentos (pasturas o granos; **Tabla 1**) y a las diferencias que se generan en el ambiente ruminal el cual favorece la formación o no de ciertos compuestos.

En los sistemas pastoriles se han observados valores de la relación n-6/n-3 de 1,25 y 1,82 para pasturas base gramíneas y leguminosas, obteniéndose concentraciones de CLA de 0,53 y 0,70 respectivamente (Depetris et al., 2005). Suplementaciones con grano de maíz al 1,3% del peso vivo durante períodos de 42 días o menos previo a la faena generaron cambios en la relación, observándose valores entre 1,60 y 1,82, y concentraciones de CLA entre 0,48 y 0,57 (Depetris et al., 2005) En cambio, cuando la suplementación con silaje de maíz o grano de maíz húmedo al 45 y 30% se extendió por mas tiempo (160 días) la relación n-6/n-3 alcanzó valores de 2,99 y 3,64, logrando la concentración de CLA valores de 1,0 y 0,94 para silo y grano respectivamente (Santini et al., 2004). La suplementación con grano de maíz al 1 y 2% del peso vivo incrementó la relación n-6/n-3 hasta valores de 4,98 y 6,89, siendo los niveles de CLA de 0,42 y 0,41 para ambos tratamientos.

El otro punto importante a tener en cuenta es el aspecto sanitario y la potencial transmisión de cepas patogénicas de E. coli. hacia el humano. Se ha observado una menor presencia de E.coli en animales alimentados con dietas con alto nivel de fibra respecto a los animales que consumieron dietas con altos granos. A su vez estas cepas son más susceptibles a un shock ácido (pH 2) siendo potencialmente menos peligrosas. (Russell et al., 2000). Estas diferencias obedecerían a las condiciones de acidez generadas en el ambiente del intestino grueso producto de los hidratos de carbono no fermentados previamente.

En oposición a lo observado para la calidad nutricional, el sabor y el olor, el sistema de alimentación no tendría un efecto tan marcado sobre las restantes características organolépticas de la carne. Algunos autores (Latimori et al 2003, Schindler de Avila et al., 2003) no encontraron diferencias en la terneza de animales provenientes de sistemas pastoriles con y sin suplementación respecto a los sistemas de engorde a corral, en cambio otros (Teira et al.

2004a) si observaron mayor terneza y menor desvío estandar con 80 días de feedlot. Tampoco se observaron diferencias en el pH final de la carne, ni en el parámetro L\* cuando se utilizaron suplementos o dietas con alta concentración de granos (Martinez Ferrer et al., 2006a). Otros estudios (Chicatún et al., 2006) tampoco observaron diferencias en sistemas pastoriles con y sin suplementación sobre los parámetros de color, pH y terneza.

En resumen, las diferencias observadas en el color y la terneza obedecerían a un efecto indirecto generado por el mayor engrasamiento, la mayor tasa de crecimiento y la menor edad de los animales a la faena. En cambio atributos como el olor y sabor estaría muy relacionados con la composición de la carne en especial por el tipo de ácido graso depositado y la cantidad de antioxidantes presentes. Es por esto que bajo ciertas condiciones las carnes provenientes de sistemas pastoriles pueden presentar similares características organolépticas a las obtenidas con raciones con altos niveles de granos.

**Bibliografía**

Bauman, D.E. and Griinari, J.M. 2001. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science*. 70 (15-29).

Bas, P. and Sauvant, D. 2001. Variations de la composition des dépôts lipidiques chez les bovins. *INRA Prod. Anim.*, 14,311-322.

Bidner T.D., Schupp, A.R., Mohamad, A.B., Rumore, N.C., Montgomery R.E., Bagley, C.P. and McMillin, K.W. 1986. Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford\_brahman steers finished on all-forage or high energy diet. *J. Anim.Sci.* 62, 381-387.

Chicatún, A., Santini, F. J., Depetris, G. J., Faver?n, C., & Villarreal, E. (2006). Calidad de la carne de novillos producidos bajo distintas estrategias de suplementación. *Rev. Arg. Prod. Anim*, 26(Sup. 1), 409-410

Depetris, G., Santini, F., Pavan., E., Villarreal, E. y Pilar

**Tabla 1.** Composición de ácidos grasos (% sobre el total de ácidos grasos)

	Grano Maíz	Silaje Maíz	Trébol Blanco	Alfalfa	Raygrass	Heno pastura
Referencias	1	2	2	2	2	2
Mirístico (C <sub>14:0</sub> )	0,5		1,1	0,3	1,7	1,7
Palmitico (C <sub>16:0</sub> )	15,1	21	6,5	17,3	15,3	22,9
Palmitoleico (C <sub>16:1</sub> )	0,7	0,6	2,5	0,4	1,9	0,7
Esteárico (C <sub>18:0</sub> )	5,1	2,5	0,5	0,6	1,4	1,86
Oleico (C <sub>18:1</sub> )	34,3	19,2	6,6	0,4	1,8	1
Linoleico (C <sub>18:2</sub> )	39,3	47,1	18,5	13	11,2	16,7
Linolénico (C <sub>18:3</sub> )	1	6,3	60,7	66,7	66,4	54,2

1. Depetris et al., 2003 2. Morand-Fehr y Tran, 2001



- García, T. Perfil de ácidos grasos de la carne de vaquillonas con distinta pastura y tiempo de suplementación. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 25 ( Supl 1) 2005 347-348
- Descalzo, A.A., Insani, E.M., Margaria, C.A., García, P.T., Josifovich, J. and Pensel, N.A. 2000. Antioxidant status and lipid oxidation in fresh Argentine beef from pasture and grain-fed steers with vitamin E supra-nutritional supplementation. 46th International Congress of Meat Science and Technology. "Meat Diversifies Meal" Proceedings. pp 562.
- Enser, M., Hallett, K.G., Hewett, B., Fursey, G.A.J., Wood, J.D. and Harrington, G. 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, Vol. 49, Nº 3, 329-341.
- 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. *J. Anim. Sci.* 78:2849-2855.
- Frenoux, Jm.R., Prost, E.D., Belleville, J.L. And Prost, J.L. 2001. A polyunsaturated fatty acid diet lowers blood pressure and improves antioxidant status in spontaneously hypertensive rats. *J. Nutr.* 131: 39-45.
- Geay, Y, Bauchart, D, Hocquette, J.F, Culioli, J. 2001. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial of meat. *Reprod. Nutr. Dev.* 41.1-26
- Huerta Leidenz, N. 2002. Caracterización de ganado y carne bovina como base científica de la clasificación de canales en el trópico americano. XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Valera 22 al 26 de Octubre . ULA-Trujillo.
- Immonen, K., Ruusunen, M., Hissa, K., and Puolanne, E. 2000. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Science*. 55 (25-31).
- Insani E.M., Eyherabide A., Grigioni G., Sanchoa A.M., Pensel N.A., Descalzo A.M. 2008. Oxidative stability and its relationship with natural antioxidants during refrigerated retail display of beef produced in Argentina. *Meat Sci* 79 444-452
- Klont, R.E. Barnier, M.H., Van Dijk, A., Smulders, F.J.M., Hoving-Bolink, A.H., Hulsegge, B. and Eikelenboom, G. 2000. Effects of rate pH fall, time of deboning, aging period, and their interaction on veal quality characteristics. *J. Anim. Sci.* 78:1845-1851.
- Kris-Etherton, P.M., 1999. AHA Science advisory: Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. *American Heart Association*, 2280-2284.
- Latimori, N. J., Kloster, A. M., Amigone, M. A., Garc?´a, P. T., Carduza, F. J., & Pensel, N. A. (2003). Efecto de la dieta y del biotipo sobre indicadores de calidad de carne bovina. *Rev Arg Prod Anim*, 23(Sup. 1), 352-353.
- MacDonald, H.B. 2000. Conjugated Inoleic acid and disease prevention: A review of current knowledge. *Journal of American College of Nutrition*. Vol.19 N 2, 111s-118s.
- Marmer, W.N., Maxwell, R.J. and Williams, J.E. 1984. Effects of dietary regimen and tissue site in bovine fatty acid profiles. *J. Anim. Sci.* 59 (109-121).
- Martínez Ferrer, J., Ustarroz, E., Teira, G., Perlo, F., Bonato, P., & Tisocco, O. (2006a). Efecto del sistema de alimentación sobre la calidad de carne bovina. 1. Características sensoriales. *Rev Arg Prod Anim*, 26(Sup. 1), 387-388.
- McGuire, M.A. and McGuire, M.K. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *Idaho Agric.Exp. Sta. No. 00A02*.
- Morand-Fehr P y Tran, G. 2001 La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale. *INRA Prod. Anim.*, 14, 285-302
- Navarro, J.A., Santini, F.J., Depetris, G.J., Villarreal, E.L., Rearte, D.H. 2005. Efecto del suministro de granos enteros de girasol o soja en el engorde a corral. Perfil de ácidos grasos de la carne. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 25 (supl 1).44-45.
- Nicolosi, R.J., Wilson, T.A., Lawton, C. And Handelman, G.J. 2001. Dietary effects on cardiovascular disease risk factors: beyond saturated fatty acids and cholesterol. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 20, Nº. 5, 421S-427S.
- Nuernberg , K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N.D., Wood, J.D., Nute, G.R. and Richardson, R.I. 2005. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livest. Prod. Sci.* 64, 137-147
- Olivier, J. F. 2001. La Vida natural. Materias grasas- lípidos-obtención industrial-aceites vegetales-influencia en la salud. En Libro de Oro de A&G 10º Aniversario Ed. Amalevi. Tomo III. pp 57-85
- O'Sullivan, A., Galvin, K., Moloney, A.P., Troy, D.J., O'Sullivan, K. and Kerry, J.P. 2003. Effect of pre-slaughter rations of forage and/or concentrates on the compositions and quality of retail packaged beef. *Meat Science*. 63 (279-286).
- Priolo A., Micol, D, and Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. *A review. Anim. Res.* 50 (185-200).



Realini, C.E., Duckett, S.K., Brito, G.W., Dalla Rizza, M. and De Mattos, D. 2004. Effects of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science* 66 (567-577).

Rowe, A., Macedo, F.A.F., Visentainer, J.V., Souza, N.E. and Matsushita, M. 1999. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Science* 51. 283-288.

Russell, J.B., Diez-Gonzalez, F., Jarvis, G., N.2000. Potential effect of cattle diets on the transmission of pathogenic *Escherichia coli* to humans. *Microbes and infection*, 2, 2000 45-53

Santini, F.J., Villarreal, E.L., Grigera Naón, J.J., Cossu, M.E., Grigera, J.M., Paván, E. y Schor, A. 2004. Quality of meat from steers of two different frame sizes grazing high quality pastures supplemented with high moisture maize grain or whole plant maize silage. 50th International Congress of Meat Science and Technology, Helsinki, Finland. Agosto 8-13, 2004. Vol 50:133-136.

Schaake, S.E., Skelley, G.C., Halpin, E., Grimes, L.W.,

Brown, R.B., Cross, D.L. and Thompson, C.E. 1993. Carcass and meat sensory traits of steers finished on fescue and clover, summer forage, or for different periods in drylot. *J. Anim. Sci.* 71, 3199-3205.

Schindler de Avila, V., Pruzzo, L., Arieu, D., & de Santa Coloma, L. F.(2003). Evaluación de terneza de reses de novillos Hereford bajo distintos modelos de invernada. *Revista Argentina de Producción Animal*, 23(Sup. 1), 351-352

Teira, G., Perlo, F., Bonato, P., Pasinato, A., Monje, A., Vittone, S., (2004a). Encierre terminal y calidad de carnes. 2. Terneza. *Revista Argentina de Producción Animal*, 24(Sup. 1)

Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Science* 62 (295-308).

Warriss, P.D. 2000. *Meat Science. An introductory text.* CABI Publishing. Cab International. ISBN 0-85199-424-5.

Wood, J.D., Richardson, R.I, Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R. And Enser, M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* 66:21-32