

26.

Impacto del período de recría en pastoreo y terminación a corral sobre parámetros de calidad de la carne vacuna almacenada

INTRODUCCIÓN

El daño oxidativo es el principal factor no micro-biológico responsable del deterioro de la carne. Dicho factor constituye una de las principales causas de retención de los productos en el mercado debido a la pérdida de calidad durante el almacenamiento (Hur et. al, 2007; Faustman et. al, 2010). La oxidación involucra la pérdida de al menos un electrón cuando los compuestos químicos presentes en el alimento son expuestos al oxígeno del aire. Estos cambios oxidativos inducen modificaciones en los lípidos y proteínas musculares, afectando, por lo tanto, las características organolépticas y nutricionales de la carne y sus productos.

Se ha establecido que la oxidación de lípidos y pigmentos son procesos que se encuentran estrechamente relacionados (Sherbeck *et al.*, 1995); la oxidación de los lípidos de la carne estimularía la oxidación de la mioglobina, generando metamioglobina (Lanari *et al.*, 1996). Este cambio en el estado de oxidación de la mioglobina provocaría que el color de la carne vire del rojo brillante al marrón, lo cual disminuye su aceptabilidad. Se ha establecido que cerca del 15% de la carne disponible para la venta sufre un descuento sobre el total de su valor debido a la alteración de color, representando pérdidas anuales de alrededor de 1 billón de dólares (Smith et. al., 2000).

La estabilidad oxidativa de los lípidos de la carne es dependiente del balance entre los componentes antioxidantes y pro-oxidantes del músculo. Los antioxidantes comprenden los sistemas antioxidantes endógenos (compuesto por diversas enzimas), así como moléculas de origen dietario, como tocoferoles, carotenoides, que son los principales antioxi-

dantes liposolubles presentes en las plantas, y otros como terpenos y compuestos fenólicos (Descalzo y Sancho, 2008). En contraposición, AGPI son substratos altamente oxidables, que pueden actuar como pro-oxidantes (Morrissey *et al.*, 1998). Dada la necesidad de incrementar los índices productivos, los sistemas actuales de producción de carne vacuna en Argentina se encuentran cada vez más intensificados, llegando inclusive encierres totales durante la fase de terminación de los animales. Esto podría impactar directamente sobre aspectos de calidad de carne, en especial su estabilidad oxidativa durante el almacenamiento.

Una mayor inclusión de granos en la dieta de los animales generaría un impacto negativo en la estabilidad oxidativa de la carne (Warren et. al., 2008; Luciano et. al., 2013), disminuyendo así su vida útil en estante. Al igual que los ácidos grasos esenciales (C18:2 n-6 y C18:3 n-3), los animales no pueden sintetizar los antioxidantes (tocoferoles y carotenos), por lo que deben ser consumidos con la dieta para ser absorbidos a nivel intestinal. Los antioxidantes se encuentran naturalmente en mayor proporción en las pasturas que en los concentrados (Descalzo y Sancho, 2008). Se ha reportado, (Pouzo *et al.* 2016), que el aporte de antioxidantes de las pasturas permitiría amortiguar la oxidación de la carne, aun si animales en pastoreo son suplementados con alimentos ricos de AGPI (semilla de lino) en sus dietas para mejorar el perfil de ácidos grasos de la carne.

Un incremento en el nivel de pasturas permitiría una mayor incorporación de antioxidantes naturales (tocoferol y caroteno) en el músculo (De La Fuente et. al., 2009; Quaresma, 2012); es de esperar, por lo tanto, que un mayor nivel de pastoreo durante la recría de los novillos amortigüe el impacto negativo

que se generaría sobre la estabilidad oxidativa de la carne si, con el objetivo de mejorar los índices productivos, se incrementaran los niveles de granos en la dieta de los novillos en terminación.

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto que los diferentes períodos de recría en pasturas (0, 49 y 98 días) y períodos de terminación a corral (49 y 98 días) ejercen sobre parámetros de estabilidad oxidativa de la carne almacenada por 4 y 8 días en condiciones aeróbicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sesenta terneros de aproximadamente 180 kg de peso vivo (PV) provenientes de un rodeo Aberdeen Angus fueron criados de manera conjunta en un sistema de base pastoril hasta alcanzaron en promedio de 300 kg PV aprox. Luego los animales fueron distribuidos al azar a una de seis combinaciones de tratamientos dietarios definidas por: período de recría en pasturas (P: 0, 45 y 90 días) y período de terminación a corral (C: 45 y 90 días), determinándose así los 6 tratamientos: Po-C49, Po-C98, P49-C49, P49-C98, P98-C49 y P98-C98. Luego de terminado cada período de terminación a corral los animales provenientes de cada tratamiento dietario fueron faenados en un frigorífico comercial de la zona.

A las 24 h post mortem se procedió a extraer el músculo longissimus dorsi (LM) comprendido entre las costillas 9° y 12°, de cada media res izquierda. Las secciones de músculos obtenidas se trasladaron desde el frigorífico hasta el laboratorio de Calidad de Carnes de la EEA INTA Balcarce, donde fueron almacenados a $2-4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. A las 48 h de la faena se cortaron un total de tres muestras de carne de 2 cm de espesor de la cara caudal de cada músculo LM. Las muestras cárnicas fueron distribuidas al azar a uno de los tres tratamientos generados por el tiempo de exposición aeróbica (EA) 0, 4 y 8 días. La exposición aeróbica se realizó colocando cada muestra de carne en una bandeja de espuma sintética y recubriéndola con un film de policloruro de vinilo (PVC), permeable al oxígeno. Con el fin de realizar la simulación comercial, la carne empaquetada se almacenó durante 4 y 8 días (EA4 y EA8) en una estantería con iluminación fluorescente (2000 lux; Light meter, STANDARD, ST 1308). Las muestras de los tratamientos EA0 (sin exposición en bandeja) fueron procesadas, envasadas al vacío y almacenadas a -25°C para las posteriores determinaciones.

Diariamente durante los 8 días de EA se determinó el color de las muestras sobre el film de PVC con un espectrómetro triestímulo Minolta CR-310 (KONICA MINOLTA SENSING AMERICAS Inc., New Jersey, USA). Se realizaron seis determinaciones del color en cada muestra, se registraron y analizaron los valores de a^* (grado de color rojo). Para determinar el grado del color marrón de la carne (asociado a la concentración de metamioglobina), se utilizó la relación entre las reflectancias medidas a 630 y 580 nm ($R_{630}/R_{580} = [\text{oximioglobina}]/[\text{metamioglobina}]$); una menor relación indica carne con mayor coloración marrón (Starnge *et al.*, 1974). Luego de cada período de EA (4 y 8 días) la muestra fue almacenada a -25°C para la determinación de oxidación lipídica.

El análisis de pH se realizó por duplicado en todas las muestras de carne correspondientes a cada tratamiento dietario, al inicio (EA0), a los cuatro días (EA4) y al final (EA8) de la exposición aeróbica. Se determinó el pH sobre homogenatos de carne utilizando un pHmetro UltraBasic Benchtop.

Para la determinación de la oxidación lipídica se utilizó el método del ácido tiobarbitúrico (TBA) según las modificaciones propuestas por Jo y Ahn (1998). El análisis se realizó por duplicado en todas las muestras de carne correspondientes a EA0, EA4 y EA8. Los resultados fueron expresados como mg de MDA por kg de carne fresca.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con combinación factorial 3 (períodos de recría en pasturas) X 2 (períodos de terminación a corral) X 3 (tiempos de exposición aeróbica). Los datos fueron analizados mediante ANOVA utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico de SAS. Ante la existencia de diferencias significativas entre tratamientos se utilizó el test T (F protected) para su separación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estabilidad Oxidativa de los lípidos de la carne (TBARs)

Se observó un efecto significativo tanto de la interacción PASTO x CORRAL como CORRAL x EA, para el valor de TBARs ($P < 0,0001$ y $P = 0,0027$, respectivamente) (Cuadro 1).

Independientemente del tiempo de exposición aeróbica, un incremento en el nivel de terminación a corral (49 a 98 días) generó un incremento en los valores de TBARs en carne proveniente de animales

Cuadro 1. Efecto de la interacción del tiempo de terminación a corral x tiempo de recría a pasto y el tiempo de terminación a corral x los días de exposición aeróbica sobre la oxidación lipídica (TBARS¹)

Días de consumo de corral	EA ²			ES ³	Días de consumo de pasto			ES ³
	0	4	8		0	49	98	
49	0,17 Bc	0,27 Bb	0,35 Ba	0,03	0,17 Bb	0,30 Ba	0,33 Aa	0,02
98	0,26 Ac	0,45 Ab	0,59 Aa		0,46 Aa	0,49 Aa	0,35 Ab	

¹TBARS= mg MDA/kg carne fresca; ²EA= días exposición aeróbica; ³ES= Error estándar de la interacción. Letras mayúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas (P<0,05). Letras minúsculas distintas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

de todos los niveles de pastoreo, excepto para aquellos criados por 98 días en pasturas donde disco valor se mantuvo. Un incremento de 0 a 49 días en el período de consumo de pasto aumentó el nivel de TBARS (P<0,05) sólo en aquellos animales terminados por 49 días a corral.

De manera similar a lo observado en el presente estudio, Kurve *et al.* (2016) atribuyeron los mayores niveles de oxidación lipídica en carne a los mayores niveles de grasa intramuscular alcanzados que podrían generar una mayor cantidad de ácidos grasos susceptibles a sufrir oxidación lipídica (dato no mostrado). Un incremento en los días de consumo de pasto de 49 a 98 produjo una disminución del valor de TBARS en animales terminados por 98 días a corral (Cuadro 1). Varios estudios han demostrado que animales criados en sistemas pastoriles puros presentarían una mayor concentración de antioxidantes naturales en sus músculos que aquellos alimentados con altos niveles de concentrados en sus dietas, generando una mayor resistencia a la oxidación lipídica y por lo tanto una vida útil prolongada (Gatellier *et al.*, 2005; Insani *et al.*, 2008). Si bien la concentración de antioxidantes en la carne no fue determinada en el presente estudio, los menores niveles de oxidación observados en el músculo de animales terminados por 98 días a corral y elevados niveles de pastoreo (98 d) podrían estar reflejando un aporte extra de antioxidantes proveniente de las pasturas.

El incremento en los niveles de oxidación lipídica observados en el presente estudio en carne al incrementar los días de exposición aeróbica es coincidente con lo informado por diversos autores (Insani *et al.*, 2008; Pouzo *et al.*, 2016). Kurve *et al.* (2016), por su parte, observaron un incremento de alrededor del 800% en el nivel de TBARS en carne vacuna envuel-

ta en película de PVC, cuando el tiempo de almacenamiento a 2°C se incrementó de 0 a 9 días.

Implicancias de la dieta sobre la evolución del color de la carne almacenada

Se detectó una interacción significativa PASTO x CORRAL x EA (P<0,0001) para el componente de color rojo de la carne (parámetro a*; Figura 1). Se observó que, para aquellos animales terminados por 49 días a corral, un aumento en el consumo de pasto de 49 a 98 días en la recría tuvo como consecuencia un incremento en el valor inicial del parámetro a*. Vestergaard *et al.* (2000) observaron que los valores de a* fueron similares o aun menores en carne de animales provenientes de sistemas intensivos vs extensivos. Los mismos sugirieron que la variación encontrada podría estar influenciada por la actividad física de los animales y no sólo por la dieta; por lo que la diferencia en la misma entre los animales en este trabajo podría estar influenciando el parámetro inicial de a*. Las diferencias observadas al día cero de EA entre las distintas combinaciones de tiempos de recría a pasto y terminación a corral se mantuvieron durante todo el almacenamiento, aunque las mismas fueron atenuadas al finalizar el mismo.

Los animales que tuvieron cortos períodos de terminación a corral (49 días) y niveles nulos o medios de recría en pastoreo (0 y 49 días), obtuvieron una estabilidad mayor en el color rojo de la carne durante el almacenamiento, probablemente por su menor contenido de grasa (Kurve *et al.*, 2016). Del mismo modo, la reducción de la estabilidad del color rojo de la carne observada cuando los animales se terminaron por mayores períodos en el corral (98 días) se debería al mayor contenido de ácidos grasos peroxidables y/o menor contenido de

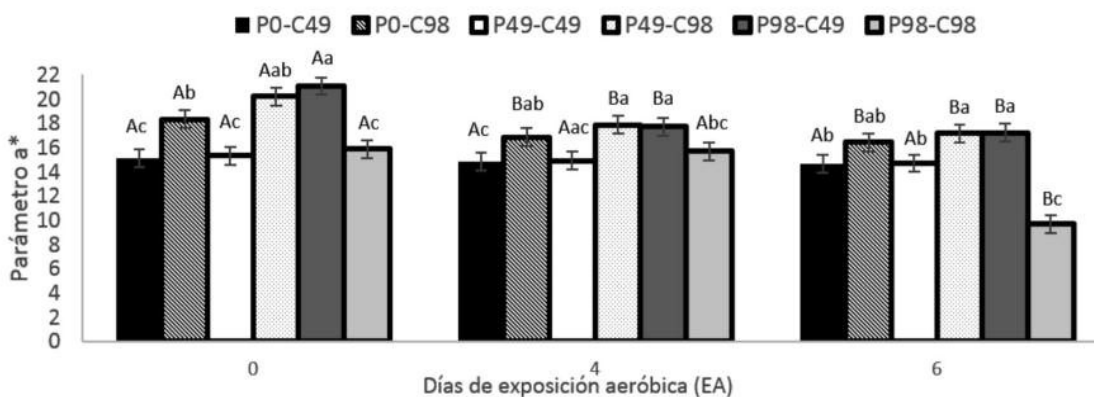


Figura 1. Efecto de la interacción del tiempo de recría a pasto x el tiempo de terminación a corral x los días de exposición aeróbica para el parámetro a*. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre los días de exposición aeróbica para un mismo tratamiento dietario. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos dietarios para un mismo tiempo de exposición en bandeja.

Po-C49: 0 días recría en pastoreo, 49 días terminación a corral; Po-C98: 0 días recría en pastoreo, 98 días terminación a corral; P49-C49: 49 días recría en pastoreo, 49 días terminación a corral; P49-C98: 49 días recría en pastoreo, 98 días terminación a corral; P98-C49: 98 días recría en pastoreo, 49 días terminación a corral; P98-C98: 98 días recría en pastoreo, 98 días terminación a corral

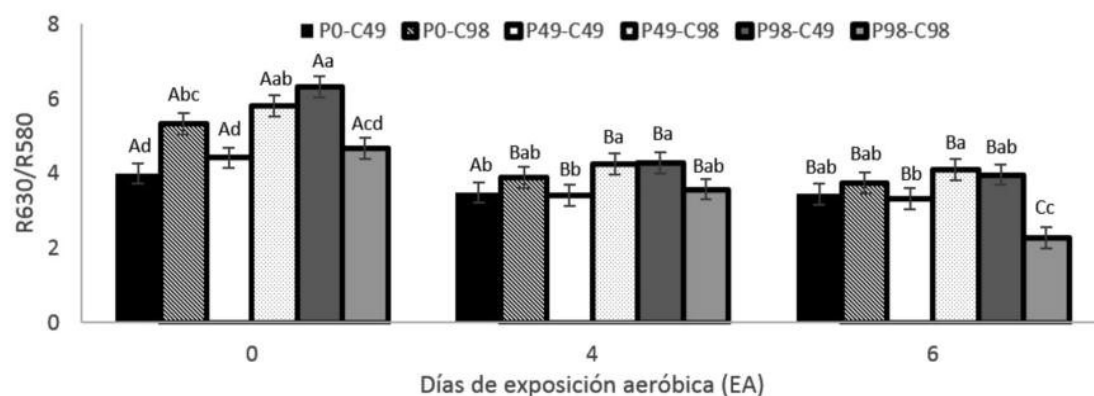


Figura 2. Efecto de la interacción del tiempo de recría a pasto x el tiempo de terminación a corral x los días de exposición aeróbica para la relación R630/R580. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre los días de exposición aeróbica para un mismo tratamiento dietario. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos dietarios para un mismo tiempo de exposición en bandeja.

Po-C49: 0 días recría en pastoreo, 49 días terminación a corral; Po-C98: 0 días recría en pastoreo, 98 días terminación a corral; P49-C49: 49 días recría en pastoreo, 49 días terminación a corral; P49-C98: 49 días recría en pastoreo, 98 días terminación a corral; P98-C49: 98 días recría en pastoreo, 49 días terminación a corral; P98-C98: 98 días recría en pastoreo, 98 días terminación a corral

antioxidantes, que provocarían mayor oxidación del pigmento (Insani *et al.*, 2008; Descalzo *et al.*, 2005), aunque esto debe ser estudiado en detalle. La disminución del parámetro a*, por transformación de oximioglobina (rojo) en metamioglobina (marrón), en función del incremento del tiempo de almacenamiento observada en el presente trabajo, concuerda con lo hallado por otros autores (Insani *et al.*, 2008; Kurve *et al.*, 2016; Ponnampalam *et al.*, 2016).

En líneas generales, la evolución del parámetro a* durante el almacenamiento fue congruente con la evolución entre absorbancias (R630/R580) que determina el grado de color marrón en carne. Es decir, menores valores de a* se correspondieron con menores relaciones R630/R580 (mayor pardeamiento).

La disminución de la relación R630/R580 y a* en carne proveniente de todos los tratamientos dietarios durante el período de exposición aeróbica es

coincidente con los mayores niveles de oxidación lipídica encontrados al aumentar el tiempo de exposición en bandeja, lo que probaría que ambos procesos podrían estar ligados (Lanari *et al.*, 1996); aunque esto no fue del todo reflejado cuando se evaluó las diferencias entre dietas.

CONCLUSIÓN

Durante el almacenamiento en condiciones aeróbicas, un incremento del tiempo de almacenamiento incrementó la oxidación lipídica y de pigmentos en la carne. El impacto del nivel de terminación a corral sobre la estabilidad oxidativa de la carne varió en función de la extensión del período de pastoreo durante la recría. Un aumento en el nivel de terminación a corral tuvo un impacto negativo sobre los parámetros de calidad oxidativa de la carne vacuna. Sin embargo, este efecto negativo se redujo al extender el nivel de recría en pastoreo a 98 días, particularmente sobre la oxidación lipídica. Es necesario tener en cuenta que mayores períodos de terminación a corral podrían modificar el contenido y composición de ácidos grasos intramusculares. Esto podría impactar de manera significativa sobre los parámetros de estabilidad oxidativa del color y los lípidos de la carne.

BIBLIOGRAFÍA

- DE LA FUENTE, J.; DIAZ, M. T.; ALVAREZ, I., OLIVER, M. A., I FURNOLS, M. F.; SAÑUDO CAMPO, M. M.; MONTOSI, F.; NUTE, G. R.; CAÑEQUE, V. (2009). Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. *Meat Science*, 82(3): 331-337.
- DESCALZO, A. M.; SANCHO A. M. (2008). A review of natural antioxidants and the effects on oxidative status, odour and quality of fresh beef produced in Argentina. *Meat Science*, 79:423-436.
- DESCALZO, A. M.; INSANI, E. M.; BIOLATTO, A.; SANCHO, A. M.; GARCIA, P. T.; PENSEL, N. A.; JOSIFOVICH, J. A. (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science*, 70(1): 35-44.
- FAUSTMAN, C.; SUN, Q.; MANCINI, R.; SUMAN, S. P. (2010). Myoglobin and lipid oxidation interactions: mechanistic bases and control. *Meat Science*, 86(1): 86-94.
- GATELLIER, P.; MERCIER, Y.; JUIN, H.; RENNERRE, M. (2005). Effect of finishing mode (pasture-or mixed-diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat Science*, 69(1): 175-186.
- HUR, S.J.; PARK, G.B.; JOO, S.T. (2007). Formation of cholesterol oxidation products (COPs) in animal products. *Food Control*, 18: 939-947.
- INSANI, E. M.; EYHERABIDE, A.; GRIGIONI, G.; SANCHO, 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 Science*, 79(3): 444-452.
- JO, C.; AHN, D. U. (1998). Fluorometric analysis of 2-thio-barbituric acid reactive substances in turkey. *Poultry Science*, 77(3): 475-480.
- KURVE, V. P.; JOSEPH, P.; WILLIAMS, J. B.; KIM, T. J.; BOLAND, H.; SMITH, T.; SCHILLING, M. W. (2016). The effect of feeding native warm season grasses in the stocker phase on the carcass quality, meat quality, and sensory attributes of beef loin steaks from grain-finished steers. *Meat Science*, 112: 31-38.
- LANARI, M. C.; SCHAEFER, D. M.; LIU, Q.; CASSENS, R. G. (1996). Kinetics of Pigment Oxidation in Beef from Steers Supplemented with Vitamin E. *Journal of Food Science* 61: 884-889.
- LUCIANO, G.; BIONDI, L.; SCERRA, M.; SERRA, A.; MELE, M.; LANZA, M.; PRIOLO, A. (2013). The effect of the change from a herbage-to a concentrate-based diet on the oxidative stability of raw and cooked lamb meat. *Meat Science*, 95(2): 212-218.
- POUZO, L. B.; DESCALZO, A. M.; ZARITZKY, N. E.; ROSETTI, L.; PAVAN, E. (2016). Antioxidant status, lipid and color stability of aged beef from grazing steers supplemented with corn grain and increasing levels of flaxseed. *Meat Science*, 111:1-8.
- PONNAMPALAM, E. N.; BURNETT, V. F.; NORNG, S.; HOPKINS, D. L.; PLOZZA, T.; JACOBS, J. L. (2016). Muscle antioxidant (vitamin E) and major fatty acid groups, lipid oxidation and retail colour of meat from lambs fed a roughage based diet with flaxseed or algae. *Meat Science*, 111: 154-160.
- QUARESMA, M. A.; TRIGO-RODRIGUES, I.; LEMOS, J. P.; BESSA, R. J. (2012). Effect of the finishing feeding system on total cholesterol, vitamin E and β -carotene contents in Alentejana purebred bullocks. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 111(583-584):157-163.
- SHERBECK, J. A.; WULF, D. M.; MORGAN, J. B.; TATUM, J. D.; SMITH, G. C.; WILLIAMS, S. N. (1995). Dietary supplementation of vitamin E to feedlot cattle affects beef retail display properties. *Journal of Food Science*, 60(2): 250-252.
- SMITH, G. C.; BELK, K. E.; SOFOS, J. N.; TATUM, J. D.; WILLIAMS, S. N. (2000). Economic implications of impro-

ved color stability in beef. Antioxidants in muscle foods: Nutritional strategies to improve quality. Wiley, New York, US pp 397-426.

- Strange, E. D. Benedict, R. C. Gugger, R. E. Metzger V. G. & Swift, C. E. (1974). Simplified Methodology for Measuring Meat Color. *Journal of Food Science*, Vol. 39, No. 5, 1974, pp. 988-992.

- VESTERGAARD, M., OKSBJERG, N., & HENCKEL, P. (2000). Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Science*, 54(2), 177-185.

- WARREN, H. E.; SCOLLAN, N. D.; NUTE, G. R.; HUGHES, S. I.; WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I. (2008). Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavour. *Meat Science*, 78(3): 270-278.
