

Efecto de la utilización de perros durante el arreo y de la maduración sobre parámetros físicos de carne bovina

Effect of using dogs for herding cattle and of ageing on physical properties of beef

Alende¹, M., Volpi Lagreca¹, G., Grigioni^{2,3,5}, G., Pordomingo^{1,4}, A.J., Pighín^{2,3,5}, D., Carduza², F. y Babinec^{1,4}, F.

INTA EEA Anguil, La Pampa, Argentina. INTA ITA Castelar, Buenos Aires, Argentina
Univ. Nac. Morón, Buenos Aires, Argentina. Univ. Nac. La Pampa, La Pampa, Argentina
CONICET, Argentina

Resumen

La utilización de perros para el arreo de bovinos es un generador de estrés que modifica ciertos indicadores fisiológicos y que podría afectar la calidad de la carne obtenida. Por otro lado, la maduración de la carne es una herramienta para mejorar determinadas características de la carne. En el presente trabajo se utilizaron 48 vaquillonas de biotipo británico (Angus, Hereford y sus cruza) sobre las cuales se aplicó uno de tres tratamientos al momento del arreo (3,2 km) desde los corrales de engorde hasta el embarcadero: 1) arreo calmo y al paso, sin la presencia de perros (C), 2) arreo con ladridos grabados reproducidos por altavoces (LG), y 3) arreo con la utilización de perros (P). Se midió la velocidad de desplazamiento para cada tratamiento y se tomaron muestras de sangre antes y después del arreo, sobre las cuales se midió concentración de cortisol, creatinina y proteínas plasmáticas totales. Luego del transporte y de una espera en frigorífico de 15 horas, los animales fueron faenados y se obtuvieron muestras del *Longissimus dorsi*. Estas muestras fueron envasadas al vacío y se aplicaron tres tiempos de maduración (2°C): 4, 11 y 18 días. Cumplida la maduración, se evaluó: análisis del perfil de textura (TPA), fuerza de corte en la cizalla de Warner-Bratzler (WB), color de músculo y grasa, y capacidad de retención de agua (CRA). Tanto el tratamiento P como el LG aumentaron la velocidad de desplazamiento, los niveles de cortisol sérico y tendieron a aumentar los niveles de creatinina plasmática. Sin embargo, la presencia de perros o de ladridos grabados no afectó las características físicas de la carne. La maduración redujo la WB y aumentó la CRA, afectando también el color del músculo y la mayoría de los parámetros evaluados en el TPA. Los resultados obtenidos permiten concluir que, bajo las condiciones del presente ensayo, el uso de perros o de ladridos grabados durante el arreo generaría un efecto estresante sobre los bovinos sin afectar la calidad de la carne obtenida. La maduración modificó la mayoría de los parámetros físicos evaluados en el *Longissimus dorsi*.

Palabras clave: calidad de carne, estrés, maduración, perros, cortisol

Recibido: octubre de 2011

Aceptado: mayo de 2012

1. INTA EEA Anguil. C.C. 11 (6326) Anguil, La Pampa, Argentina. alende.mariano@inta.gob.ar

2. INTA ITA Castelar, Buenos Aires, Argentina.

3. Univ. Nac. Morón, Buenos Aires, Argentina.

4. Univ. Nac. La Pampa, La Pampa, Argentina.

5. CONICET

Summary

The use of dogs for handling cattle acts as a stressor which affects some physiological parameters and might affect beef quality. On the other hand, ageing could improve certain properties of beef. In this study, 48 heifers (Angus, Hereford and their crossbreeds) received one of three treatments, consisting in different methods for herding and moving stock from corrals to the loading ramp (3.2 km): 1) calm herding, without using dogs (C), 2) herding with the use of recorded barking (LG), and 3) herding with the use of dogs (P). Displacement speed from feed yards to the loading ramp was measured and blood samples were taken before and after herding to measure cortisol and creatinine concentration as well as total plasmatic proteins. After transport and lairage (15 h), animals were slaughtered. *Longissimus dorsi* samples were obtained, vacuum packed and three ageing times (2°C) were applied: 4, 11 and 18 days. After ageing, texture profile analysis (TPA), Warner-Bratzler shear force (WB), muscle and fat colour and water holding capacity were assessed. Both P and LG increased the displacement speed as well as the level of cortisol and tended to increase creatinine in serum. However, neither P nor LG affected physical properties of beef. Ageing decreased WB shear force and increased water holding capacity, also affecting muscle colour and most of the parameters assessed in the TPA. These results allow us to conclude that the use of dogs or recorded barking during herding elicits a stress response in cattle without affecting beef quality. Ageing affected most of the evaluated physical parameters of *Longissimus dorsi*.

Key words: beef quality, stress, ageing, dogs, cortisol.

Introducción

La utilización de perros para el arreo de bovinos es una práctica común en Argentina, en particular en aquellos establecimientos de producción extensiva cuyos potreros son de superficies extensas y cuando se cuenta con escaso personal para la realización de tareas. También se verifica cuando la geografía del terreno y/o presencia de vegetación dificultan el desplazamiento del personal a pie o a caballo por el terreno. Esta práctica es posible debido a características comportamentales tanto de los caninos como de los bovinos. La habilidad de los perros para el arreo de ganado se basa en que estos replican en forma controlada y modificada su conducta predatoria natural (Coppinger y Coppinger, 2000). Por otro lado, los bovinos, como animales gregarios y de presa, posibilitan el arreo, ya que tienden a reunirse y a escapar en grupo ante las amenazas (Grandin, 1997).

Sin embargo, está comprobado que la presencia de perros es un factor estresante, que se ve exacerbado si los perros no se encuentran debidamente entrenados o no

pertenecen a razas seleccionadas para estas tareas. Welp et al. (2004) informaron un aumento significativo en el tiempo destinado a la vigilancia en bovinos expuestos a la presencia de perros. Este aumento en la vigilancia, en desmedro de actividades sociales o de pastoreo, indica mayor temor (Rushen, 2000). Este efecto se comprobaría incluso en bovinos que nunca estuvieron expuestos a la presencia de perros, indicando que la percepción de los caninos como predadores es una conducta innata de los bovinos, posiblemente producto de la selección natural en los períodos previos a la domesticación de la especie (Welp et al., 2004). Resultados similares fueron obtenidas por Beausoleil et al. (2005) trabajando con ovinos, quienes observaron que la presencia de perros ampliaba la distancia de fuga, reducía las conductas exploratorias y aumentaba las conductas amenazantes de las ovejas. Komesaroff et al. (1998) midieron la respuesta de mediadores de estrés, como cortisol, adrenalina y adrenocorticotrofina, y observaron que la presencia de perros ladrando estimulaba incrementos rápidos y significativos.

Según Ferguson y Warner (2008), cualquier evento estresante que se produzca en momentos previos a la faena puede afectar la calidad de la carne obtenida. Zimmerman et al. (2009) observaron que la presencia de perros ladrando en momentos previos a la faena, además de aumentar los niveles de cortisol y el hematocrito, afectaba el pH final de la carne obtenida en chivitos.

Por otro lado, entre los factores que modifican la calidad final de la carne, se destaca el tiempo de maduración. Mayores tiempos de maduración aumentan la terneza de la carne, debido al efecto de enzimas proteolíticas –fundamentalmente calpaínas– que degradan componentes proteicos del sarcómero (Herrera-Mendez et al., 2006). La maduración podría ser un mecanismo útil para reducir el impacto del estrés prefaena sobre la calidad de la carne (María, 2008). Sin embargo, el estrés agudo prefaena podría aumentar los niveles de mediadores que inhiben la acción de las calpaínas (calpastatinas), lo que podría afectar el proceso normal de maduración y la calidad de carne final (Sensky et al., 1998).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes formas de arreo, con o sin la presencia de perros o de ladridos grabados, y de diferentes tiempos de maduración en cortes de *Longissimus dorsi* envasados al vacío, sobre características físicas de la carne relacionadas con la calidad.

Materiales y Métodos

2.1 Animales y tratamientos de estrés

Se utilizaron 48 vaquillonas de biotipo británico (Angus, Hereford y sus cruces) con una edad promedio de 15 meses y un peso vivo promedio de $284 \pm 19,8$ kg, terminadas a corral con una dieta basada en maíz, a las cuales se asignaron al azar uno de tres tratamientos, consistentes en diferentes modalidades de arreo de los animales desde una manga hasta el embarcadero, distante a 3,2 km. Los tratamientos fueron: 1) arreo calmo, al paso, sin la presencia de perros (C), 2) arreo con ladridos grabados reproducidos por alta-

voces (LG), y 3) arreo con la utilización de perros (P). El tratamiento C se realizó respetando la velocidad de desplazamiento elegida por los animales y respetando las conductas exploratorias, deteniéndose cada vez que la tropa se detenía. El tratamiento LG se realizó reproduciendo ladridos grabados por medio de un altoparlante desde una camioneta que marchaba detrás de los animales. Para el caso del tratamiento P, se utilizaron 3 perros mestizos acostumbrados al trabajo con bovinos pero que carecían de entrenamiento específico para tal fin. Los perros mordieron a los bovinos en algunas oportunidades y se mostraron agresivos hacia los mismos.

En los tres casos, se calculó la velocidad de desplazamiento de la tropa desde la salida de la manga hasta la llegada al embarcadero. Se realizaron extracciones de sangre pre y post arreo, para medir concentración de cortisol, proteínas plasmáticas totales y creatinina.

2.2 Muestreo de suero y determinaciones de laboratorio

Luego de centrifugar las muestras, el suero obtenido fue congelado en ultrafreezer a -80° C hasta su procesamiento. Una vez descongeladas, se midió la concentración de cortisol mediante test de ELISA (Kits Diasource, Bélgica), la concentración de creatinina mediante kit enzimático para método cinético (Wiener, Argentina) y el contenido de proteínas plasmáticas totales (PPT) mediante el método de Bradford (1976), utilizándose seroalbúmina bovina (SIGMA) como estándar.

2.3 Muestreo de carne y tratamientos de maduración

Los animales fueron cargados al camión y transportados al frigorífico, donde permanecieron durante 15 horas en corrales de espera hasta la faena. Se eligieron al azar 27 animales (9 por tratamiento), de los cuales se tomaron muestras de carne. De cada media res izquierda, luego de 24 h de oreo a 4° C, se extrajo un bloque del músculo *Longissimus dorsi* con hueso a nivel de la 10^a a 13^a costilla. Sobre dichos bloques se midió pH a las 24 horas (pH 24h), y luego se los cortó en sentido

transversal para obtener tres bifos ($n=81$) y se los envasó al vacío. A cada bife perteneciente al mismo bloque se le asignó al azar un tiempo de maduración: 4, 11 ó 18 días. La maduración se realizó en cámara a 2 °C. Finalizado el período de maduración, los cortes fueron congelados y mantenidos a -20 °C hasta su posterior análisis de perfil textura (TPA), capacidad de retención de agua (CRA), fuerza de corte en cizalla de Warner Bratzler (WB); color de músculo y color de grasa.

2.4 Análisis físicos de la carne

Para el TPA, una porción de cada muestra fue cocida en plancha eléctrica hasta 71 °C y luego mantenida a 5 °C durante 24 h. Se utilizó un texturómetro TA.TX plus (Stable Micro Systems) siguiendo las siguientes especificaciones: compresión hasta el 70%, 1 s de espera entre compresiones, celda de carga de 50 kg, velocidad de test de 1 mm.s⁻¹, probeta cilíndrica SMS P/35, compresión sobre un eje paralelo a las fibras musculares. Se evaluaron los parámetros mecánicos dureza, elasticidad, adhesividad, gomosidad, resiliencia, cohesividad y masticabilidad, según lo descrito en Ruiz de Huidobro et al. (2005). La WB se determinó empleando cizalla de Warner Bratzler sobre alícuotas de cada muestra cocidas en una plancha eléctrica doble contacto precalentada hasta una temperatura interna final de 71 °C, registrada con termocuplas tipo T insertas en el centro geométrico de las mismas, según los lineamientos generales de AMSA (1996). La CRA se determinó por compresión de la muestra sobre papel de filtro siguiendo la metodología propuesta por Zamorano (1996). Alícuotas de 0,3 g fueron colocadas sobre papel de filtro (grado 1003, Munktell) entre dos placas de metacrilato de 5,5 x 11,5 cm y se realizó presión de las placas durante 5 minutos. Por efecto de la presión se liberaron jugos, definiéndose sobre el papel de filtro dos áreas: una central, correspondiente al sector ocupado por la carne, y un anillo perteneciente a la superficie ocupada por el jugo fuera de la carne, y cuya magnitud es inversamente proporcional a la CRA de la carne. Los colores del músculo y de grasa de cobertura se deter-

minaron con espectrocolorímetro de reflectancia BYK-Gardner spectro-guide 45/0 gloss, determinándose los parámetros L* (luminosidad); a* (coordenada verde – rojo) y b* (coordenada azul – amarillo).

2.5 Análisis estadístico

Los resultados de las variables fisiológicas en suero (cortisol, creatinina y PPT) se analizaron mediante proc GLM de SAS (1990). Las medias se compararon mediante contrastes ortogonales, estableciéndose los siguientes contrastes: C versus LG y P, y LG versus P. Para el caso del análisis de cortisol y PPT, se utilizaron como covariable los datos de concentración plasmática previa al arreo.

Para el caso de los cortes de carne, el análisis se hizo usando proc GLM de SAS (1990), bajo un diseño experimental en parcelas divididas en un diseño completamente aleatorizado, siendo la parcela mayor los tratamientos de estrés y las subparcelas los tratamientos de maduración. Las medias se compararon mediante test de Tukey, estableciéndose como significativas las diferencias cuando p fue menor a 0,05.

Resultados y Discusión

3.1 Respuesta comportamental

Las velocidades de desplazamiento durante el arreo fueron de 6,9; 9,6 y 12,4 km/h para C, LG y P, respectivamente. Esta mayor velocidad de desplazamiento para los tratamientos que utilizaron ladridos grabados o perros demostraría una respuesta comportamental relacionada con el temor. Durante el arreo del tratamiento C, los animales avanzaron en una marcha lenta, la mayoría del tiempo al paso, deteniéndose incluso durante la marcha para realizar actividades exploratorias. Este comportamiento desapareció en los tratamientos LG y P, donde la marcha fue sostenida y al galope, siendo más rápida para P que para LG. La desaparición de conductas exploratorias y la expresión de una conducta de huida son claramente muestra de una respuesta antipredatoria (Rushen, 2000;

Grandin, 1997). Por otro lado, es claro que la presencia de perros fue más atemorizante que el mero sonido de ladridos grabados, aunque estos últimos fueron suficientes para desencadenar una alarma, a pesar de que las vaquillonas nunca habían estado expuestas a la presencia de perros. Esto refuerza la idea de que hay determinantes innatos que condicionan la respuesta de los bovinos a los cánidos y a sus vocalizaciones (ladridos), a los que identifican como predadores (Welp et al., 2004).

3.2 Parámetros fisiológicos

En el caso de las variables fisiológicas, los tratamientos de estrés no afectaron significativamente la concentración de PPT post-arreo (Cuadro 1). Este hecho sugeriría que no hubo un efecto de deshidratación considerable en los animales pertenecientes a los tratamientos con actividad física intensa [LG y P] (Warriss et al., 1995).

Por otra parte, los niveles de creatinina sérica evidenciaron una tendencia ($p=0,09$) al incremento en los tratamientos donde se utilizaron ladridos grabados o directamente perros (LG y P, Cuadro 1). La causa de dicho incremento sería la mayor degradación de creatina-fosfato muscular como producto tanto de una incrementada actividad física como del propio efecto del estrés mediado por la acción de catecolaminas (McVeigh et al. 1982, Rodwell, 1988). Ambos mecanismos estarían aparentemente contribuyendo dado que se

observaron indicadores de una actividad física intensa -mayores velocidades de desplazamiento- como así también niveles elevados de estrés en los grupos experimentales LG y P, evidenciado en niveles séricos de cortisol significativamente mayores que en C (Cuadro 1). No obstante, cuando se contrastó LG *versus* P no se detectaron diferencias estadísticas, lo que sugeriría que estos dos tratamientos representaron para los animales niveles comparables de estrés.

El cortisol es el indicador más utilizado en la bibliografía para la determinación de estrés (Matteri et al., 2000). En este sentido, numerosos autores han demostrado que ante la presencia de estímulos estresantes el cortisol plasmático aumenta (Warriss et al., 1995; Knowless et al., 1999; Tadich et al., 2005; Zimmerman et al., 2009). Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con los trabajos previamente mencionados, los que demuestran que la presencia de perros y/o de ladridos desencadenan incrementos del cortisol plasmático (Komesaroff et al., 1998; Zimmerman et al., 2009), que se relacionan con estrés agudo por miedo en rumiantes (Beausoleil et al., 2005). Resulta interesante remarcar que en nuestra experiencia, la presencia de perros o los ladridos grabados desencadenaron una clara respuesta comportamental, que tiene correlato con los niveles de cortisol encontrados. La ausencia de diferencias en concentraciones de cortisol plasmático

Cuadro 1: Efectos de tres modalidades de arreo sobre las concentraciones séricas de cortisol, creatinina y proteínas plasmáticas totales (PPT) en vaquillonas.

Table 1: Effects of three methods of herding on serum concentrations of cortisol, creatinine and total plasmatic proteins in heifers.

	Tratamiento			EEM	Contraste	
	C	LG	P		C vs LG-P	LG vs P
Cortisol ($\mu\text{g/dl}$)	69,16	106,79	100,61	9,719	<0,01	NS
Creatinina (mg/l)	7,42	9,02	10,16	1,035	0,09	NS
PPT (g/100 ml)	4,56	4,61	4,61	0,120	NS	NS

¹Estrés: C: arreo calmo (sin sonidos ni presencia de perros), LG: arreo con ladridos grabados, P: arreo con presencia de perros. EEM: error estándar; NS: $p>0,05$.

entre LG y P indicaría que ambos factores actuaron como estresores comparables.

3.3 Calidad de carne

El pH 24 h post-faena fue bajo para todas las muestras (Cuadro 2), compatible con carnes de buena calidad, no detectándose valores por encima de 6, lo cual indica que no hubo carnes con la condición oscuras, duras y secas (más conocidas por su denominación en inglés "*dark, firm and dry*" o "DFD", Warriss, 2000). El pH 24 h fue más alto en P que en LG. Sin embargo, el tratamiento C mostró valores intermedios, sin diferenciarse del resto, a pesar de que mostró los menores valores de cortisol. De los parámetros físicos y análisis de perfil de textura (Cuadro 2), sólo la resiliencia resultó afectada por el estrés. Lo que parece evidente es que, más allá del impacto de los diferentes tratamientos sobre los parámetros fisiológicos, dicha respuesta no se manifestó sobre la calidad de la carne. No obstante, según María (2008), la ausencia de efectos en la calidad de la carne no es indicador suficiente de la existencia de bienestar animal; para registrar efectos detectables en parámetros de calidad de carne se requerirían procesos altamente estresantes y sostenidos en el tiempo, lo suficiente para afectar fuertemente las reservas musculares de glucógeno y llevarlas a valores iguales o menores a 8 mg.g^{-1} de tejido húmedo. Es probable que el estrés producido por la presencia de perros y/o de ladridos grabados, a pesar de su intensidad, evidenciada por los niveles de cortisol, no haya sido lo suficientemente extendida en el tiempo como para que el efecto fuese significativo sobre la calidad de la carne. Por otro lado, el hecho de que los animales hayan tenido una espera en frigorífico de 15 horas antes de la faena, puede haber contribuido en atenuar los efectos aplicados, permitiendo cierta recuperación de las reservas musculares de glucógeno (Mounier et al., 2006).

La WB fue significativamente más baja a los 18 días de maduración, diferenciándose de las muestras maduras por 4 días, mientras que el tiempo de maduración de 11 días

mostró valores intermedios, sin diferencias estadísticas con los otros dos tratamientos (Cuadro 2). Franco et al. (2008), trabajando con vaquillonas de raza británica con un peso de faena similar a las utilizadas en nuestro ensayo, encontraron que los efectos de la maduración sobre la fuerza de corte se hacían evidentes a los 21 días de maduración, no encontrando efectos a los días 1, 3, 7 y 14. En nuestro caso, la reducción de la fuerza de corte entre el día 4 y el día 18 de maduración fue de 16,4 %, valor cercano al informado por otros autores (Silva et al., 1999; Franco et al., 2008) aunque más bajo que el encontrado por Geesink et al. (1995), quienes observaron descensos de WB en *Longissimus dorsi* del 47% en 14 días de maduración. Sin embargo, tales resultados fueron obtenidos en animales Holstein-Fresian de entre 3 y 11 años. Como argumentan Franco et al. (2008), la corta edad y el alto grado de engrasamiento, junto con el hecho de ser razas británicas, con niveles de fuerza de corte inicialmente bajos, hacen que en nuestra experiencia el impacto de la maduración sea porcentualmente menor.

La CRA fue más alta a los 18 días de maduración, sin que se encontraran diferencias entre los tiempos de 4 y 11 días de maduración (Cuadro 2). Ruiz de Huidobro et al. (2003) también informan un aumento en la CRA en vaquillonas como consecuencia de mayores tiempos de maduración. El aumento en la CRA con la maduración se debería a la progresiva degradación del citoesqueleto celular por acción de enzimas proteolíticas (calpaínas), lo que reduciría las tensiones intracelulares en las fibras musculares y permitiría que el agua fluyera nuevamente hacia el interior de la célula, quedando más fuertemente retenida (Kristensen y Purslow, 2001; Huff-Lonergan y Lonergan, 2005).

La respuesta en color a la maduración fue diferente según los parámetros analizados. En el caso del parámetro L^* , se observó un valor significativamente mayor en el tiempo de maduración de 11 días respecto de los otros tiempos (Cuadro 2), mientras que los parámetros a^* y b^* fueron aumentando con mayores

Cuadro 2: Efecto de tres modalidades de arreo y del tiempo de maduración sobre las características físicas de la carne de vaquillonas.

Table 2: Effects of three methods of handling and of ageing time on physical properties of beef in heifers

	Estrés				Maduración (días)				p	
	C	LG	P	EEM	4	11	18	EEM	Estrés	Madur.
pH 24 h	5,68ab	5,62b	5,73a	0,027	-	-	-		0,03	-
TPA										
dureza (N)	60,5	64,3	58,2	2,69	63,8	58,3	60,9	1,78	NS	NS
elasticidad	0,45	0,46	0,47	0,010	0,47a	0,45b	0,47a	0,006	NS	0,05
adhesividad	-12,1	-10,9	-10,7	1,17	-9,9b	-8,7b	-13,8a	1,00	NS	<0,01
cohesividad	0,45	0,44	0,42	0,010	0,45a	0,41b	0,44a	0,008	NS	<0,01
gomosidad	27,2	28,3	25,0	1,59	29,2a	24,4b	26,8ab	0,93	NS	<0,01
masticabilidad	12,4	12,9	12,0	0,79	13,8a	11,0b	12,5a	0,52	NS	<0,01
resiliencia	0,13a	0,13a	0,11b	0,005	0,14a	0,11b	0,13a	0,004	0,04	<0,001
WB (N)	27,5	25,7	28,0	1,60	29,7a	26,8ab	24,8b	1,25	NS	0,03
CRA	31,1	31,3	31,8	1,04	30,2b	30,7b	33,3a	0,94	NS	0,03
Color músculo										
L*	42,8	43,4	40,9	0,88	41,7b	43,6a	41,8b	0,54	NS	0,03
a*	12,7	12,9	12,9	0,46	12,4b	12,5b	13,5a	0,33	NS	0,04
b*	15,2	15,2	14,5	0,23	14,4b	15,1a	15,4a	0,22	NS	0,02
Color grasa										
L*	73,1	74,2	73,9	0,44	73,7	73,3	74,2	0,58	NS	NS
a*	2,7	2,3	3,1	0,26	3,7a	2,4b	1,9b	0,29	NS	<0,001
b*	14,5	13,9	14,9	0,50	14,2	14,4	14,8	0,57	NS	NS

¹Estrés: C: arreo calmo (sin sonidos ni presencia de perros), LG: arreo con ladridos grabados, P: arreo con presencia de perros; ²TPA: análisis de perfil de textura; ³WB: Fuerza de corte en cizalla Warner-Bratzler.

tiempos de maduración. Las respuestas en color a los diferentes tiempos de maduración son variables en la bibliografía. Ruiz de Huidobro et al., (2003) encontraron un descenso del parámetro a* y un aumento de b*, aunque las variaciones no siguieron un patrón regular. Papaleo Mazzucco et al. (2010) reportaron un aumento de los parámetros L*, a* y b* con tiempos de maduración de 14 días. Oliete et al. (2006) encontraron aumentos en los parámetros a* y b* con la maduración, sin que se encuentre afectado el parámetro L*. El aumento en el parámetro a* podría deberse a un aumento en la disponibilidad de oxígeno como producto de una menor actividad de las enzimas oxígeno-dependiente a lo largo del perio-

do de maduración, lo que aumentaría el estado de oxigenación de la mioglobina, convirtiéndose en oximioglobina y dando un color más rojizo (Boakye y Mittal, 1996). Por otro lado, el aumento en el parámetro b* podría deberse a aumentos en la concentración de metamioglobina, como producto de un cambio en el estado de oxidación del hierro en la molécula de mioglobina (Warriss, 2000; Oliete et al., 2006; Papaleo Mazzucco et al., 2010).

Con respecto a las variables analizadas en el texturómetro (Cuadro 2), la única que no mostró efecto significativo de la maduración fue la dureza. La elasticidad mostró una disminución al día 11 de maduración, pero volvió a mostrar los valores iniciales al día 18.

La adhesividad, la resiliencia, la masticabilidad y la cohesividad mostraron un comportamiento similar, con valores más bajos para el tiempo de maduración de 11 días, sin que se observaran diferencias entre maduraciones de 4 y 18 días. Hallazgos similares fueron hechos por Ruiz de Huidobro et al. (2003), en un trabajo con vaquillonas en el cual se vio que la mayoría de los parámetros medidos en el texturómetro mostraban valores más bajos a los 3 días pero volvían a aumentar a los 6 días de maduración. Estos hallazgos resultan llamativos si se los compara con los obtenidos en la cizalla de Warner-Bratzler y resaltan la necesidad de utilizar más de una metodología instrumental para obtener conclusiones respecto al efecto de la maduración en la calidad de carne.

Conclusiones

En las condiciones del presente estudio, la utilización de ladridos grabados o de perros generó una respuesta comportamental asociada al temor, provocando la huida rápida de los animales, disipando la expresión de cualquier actividad exploratoria. Esta respuesta comportamental tuvo correlato con mayores niveles de cortisol -lo cual indicaría mayor estrés- y mayores niveles de creatinina, asociable tanto a la actividad física intensa como así también al estrés agudo. Sin embargo, dichos tratamientos no tuvieron efectos sobre los parámetros de calidad de carne. En cambio, la maduración afectó significativamente la mayoría de los parámetros estudiados, reduciendo la WB y aumentando la CRA. Por su parte, pudo observarse un incremento en los parámetros de color a^* y b^* como producto de la maduración, indicando un aumento en las tonalidades rojiza y amarilla de la carne. La respuesta hallada en el TPA mostró valores más bajos para la mayoría de los parámetros en el tiempo de maduración de 11 días.

Bibliografía

- AMSA. 1996. Meat evaluation handbook. American Meat Science Association.
- Beausoleil, N.J., Stafford, K.J. and Mellor, D.J. 2005. Sheep show more aversion to a dog than to a human in an arena test. *Appl. Anim. Behaviour Sci.* 91: 219-232
- Boakye, K. and Mittal, G.S. 1996. Changes in colour of beef *Longissimus dorsi* muscle during ageing. *Meat Sci.* 42: 347-354.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochemistry* 72: 248-254.
- Coppinger, L. and Coppinger, R. 2000. Dogs for herding and guarding livestock. pp 235-253. *In: Livestock handling and transport.* Grandin, T. (Ed.), Wallingford, UK, CAB International, 449 pp.
- Ferguson, D.M. and Warner, R.D. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci.* 80: 12-19.
- Franco, J., Feed, O., Garibotto, G., Ballesteros, F., Forichi, E., Bentancur, O. y Bianchi, G. 2008. Efecto de la maduración sobre la textura y calidad sensorial de la carne de vaquillonas Hereford. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 28: 39-44
- Geesink, G.H., Koolmees, P.A., van Laack, H.L.J.M. and Smulders, F.J.M. 1995. Determinants of Tenderisation in beef *Longissimus dorsi* and *Triceps brachii* muscles. *Meat Sci.* 41: 7-17.
- Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J. Anim. Sci.* 75: 249-257
- Herrera-Mendez, C.H., Becilab, S., Boudjellab, A. and Ouali, A. 2006. Meat ageing: Reconsideration of the current concept. *Trends in Food Sci. and Tech.* 17: 394-405.
- Huff-Lonergan, E. and Lonergan, S.M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of *postmortem* biochemical and structural changes. *Meat Sci.* 71: 194-204.
- Knowles, T.G., Warriss, P.D., Brown, S.N. and Edwards, J.E. 1999. Effects on cattle of transportation by road for up to 31 hours. *Vet. Record* 145: 575-582.

- Komesaroff, P.A., Esler, M. Clark, I.J., Fullerton, M.J. and Funder, J.W. 1998. Effects of estrogen and estrous cycle on glucocorticoid and catecholamine responses to stress in sheep. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 275:671-678.
- Kristensen, L. and Purslow, P.P. 2001. The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins. *Meat Sci.* 57:18-23.
- María, G.A. 2008. Meat quality. p: 77-112 En: Long distance transport and welfare of farm animals. Appleby, M.C., Cussen, V.A., Garcés, I., Lambert, I.A. y Turner, J. (Eds.) Oxfordshire, UK, CAB International. 450 pp.
- Matteri, R.L., Carroll, J.A. and Dyer, C.J. 2000. Neuroendocrine responses to stress. pp: 43-76 *In: The biology of animal stress.* Moberg, G.P. y Mench, J.A. (Eds.) Wallingford, UK. CAB International, 377 pp.
- Mc Veigh, J.M., Tarrant, P.V. and Harrington, M.G. 1982. Behavioral stress and skeletal muscle glycogen metabolism in young bulls. *J. Anim. Sci.* 54: 790-795.
- Mounier, L., Dubroeuq, H., Andanson, S. and Veissier, I. 2006. Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. *J. Anim. Sci.* 84: 1567-1576.
- Oliete, B., Carballo, J.A., Varela, A., Moreno, T., Monserrat, L. and Sánchez, L. 2006. Effect of weaning status and storage time under vacuum upon physical characteristics of meat of the Rubia Gallega breed. *Meat Sci.* 73:102-108.
- Papaleo Mazzucco, J., Melucci, L.M., Villarreal, E.L., Mezzadra, C.A., Soria, L., Corva, P., Motter, M.M., Schor, A y Miquel, M.C. 2010. Effect of ageing and μ -calpain markers on meat quality from Brangus steers finished on pasture. *Meat Sci.* 86: 878-882.
- Rodwell, V.W. 1988. Conversion of Amino Acids to specialized products. pp 306-318. *In: Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V.W. (Eds.) Harper's Biochemistry,* Connecticut, USA. Appleton y Lange.
- Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Onega, E. and Blázquez, B. 2003. Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days *post mortem*. *Meat Sci.* 65, 1439-1445.
- Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Blázquez, B. and Onega, E. 2005. A comparison between two methods (Warner Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Sci.* 69: 527-536.
- Rushen, J. 2000. Some issues in the interpretation of behavioural responses to stress. pp 23-43. *In: The biology of animal stress.* Moberg, G.P. and Mench, J.A. (Eds.). CAB International, Wallingford, UK, 377 pp.
- SAS, 1990. SAS User's Guide: Statistics (Versión 6.06). SAS Inst., Inc., Cary, Nc.
- Sensky, P.L., Parr, T., Scothern, G., Perry, A., Bardsley, R.G., Buttery, P.J., Wood, J.D. and Warkup, C.C. 1998 Differences in the calpain enzyme system in tough and tender samples of porcine *Longissimus dorsi*. *Proc. British Soc. Anim. Sci.,* Scarborough, UK.
- Silva, J.A., Patarata, L. and Martins, C. 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Sci.* 52: 453-459.
- Tadich, N., Gallo, C., Bustamante, H., Schwerter, M. and Van Schaik, G. 2005. Effect of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. *Livestock Prod. Sci.* 93: 223-233.
- Warriss, P.D. 2000. *Post-mortem* changes in muscle and its conversion into meat. pp 93-105 *In: Meat Science: An introductory text,* Wallingford, UK. CAB International, 310 pp.
- Warriss, P.D., Brown, S.N., Knowles, T.G., Kestin, S.C., Edwards, J.E., Dolan, S.K. and Phillips, A.J. 1995. Effects of cattle transport by road for up to 15 hours. *Vet. Record* 136: 319-323.
- Welp, T., Rushen, J., Kramer, D.L., Festa-Bianchet, M. and de Pasillé, A.M.B. 2004. Vigilance as a measure of fear in dairy cattle. *Appl. Anim. Behaviour Sci.* 87: 1-13
- Zamorano, J.M. 1996. ¿Qué es y para que sirve la capacidad de retención de agua de la carne? *La industria cárnica latinoamericana* 102: 30-36.
- Zimmerman, M, Grigioni, G., Domingo, E. y Taddeo, H. 2009. Factores experimentales de estrés prefaena en "chivito criollo neuquino". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 29 (Supl. 1): 158-159.