

Avances en calidad de carne de ovinos, caprinos, porcinos y aves Avances en bienestar animal

Implicancias de la alimentación,
la genética y el manejo

Editor: Aníbal Pordomingo



■ Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Avances en calidad de carne de ovinos, caprinos, porcinos y aves

Avances en bienestar animal

Implicancias de la alimentación, la genética y el manejo

Compilado de una década de estudios en INTA

Programa Carnes

Proyecto Integrado:

“Calidad de carnes”

Editor:

Anibal J. Pordomingo

Ing. Agr., M.S., Ph D



EEA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”
**Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria**

Diseño Gráfico

Dis. Gráf. Francisco Etchart

Impresión

Gustavo J. Moyano

Luisa Blatner de Mayoral

Impreso en los talleres gráficos de la
EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”

Tirada de 1000 ejemplares

Agosto de 2013



EDICIONES INTA
EEA INTA Anguil Ing. Agr. Guillermo Covas
(6326) Anguil, La Pampa, Argentina.

Contenidos

Síntesis: ¿Qué hemos aprendido?	5
Ovinos y caprinos para carne	
1. Engorde a corral de corderos: Opciones para mejorar el perfil de ácidos grasos. <i>Maglietti, C.; Flores, A.J.; Franz, N.; Celser, R.</i>	9
2. Influencia del genotipo sobre el perfil de ácidos grasos de la carne de corderos. <i>Álvarez, J.M.; Mayo, A.; García Vinent, J.C.; Giorgetti, H.; Rodríguez, G.; Roa, M.</i>	14
3. Calidad de carne de corderos pesados alimentados en confinamiento. <i>Álvarez, J.M.; Mayo, A.; García Vinent, J.C.; Roa, M.; Giorgetti, H.; Rodríguez, G.</i>	17
4. Efecto del uso de granos de distinta degradabilidad ruminal sobre el punto de fusión y el perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea de corderos merino. <i>Mayo, A.; Roa, M.; Álvarez, M.; García Vinent, J.C.; Paván, E.</i>	22
5. Características de la carcasa de corderos de diferentes genotipos. <i>Álvarez J.M.; García Vinent, J.C.; Giorgetti, H.; Rodríguez, G.; Mayo, A.</i>	28
6. Perfil de ácidos grasos de corderos Merino con suplementación invernal. <i>Villar, L.; Pavan, E.; Giraudo, C.; Santini, F.</i>	33
7. Calidad la carne de corderos pesados Merino en pastoreo extensivo. <i>Villar, L.; Giraudo, C.; Pavan, E.; Zimerman, M.; Cancino, A.; Santini, F.</i>	37
8. Influencia del sistema de alimentación sobre el engorde y calidad de res de corderos pesados. <i>Papaleo Mazzucco, J.; Villarreal, E.L.; Sanchez, E.; Trevisi, D.; Capellino, L.; Gacitúa, I.</i>	42
9. Respuestas fisiológicas al estrés y características de calidad de carne de chivitos sometidos a diferentes estresores en pre-faena. <i>Zimerman, M.; Domingo, E.; Grigioni, G.; Taddeo, H.</i>	46
10. Características de las canales del Chivito Criollo del Norte Neuquino. <i>Zimerman, M.; Domingo, E.; Lanari, M.R.</i>	52
11. Aceptabilidad de la carne de distintos tipos de cordero criados en la Patagonia Sur. <i>Bain, I.; Salgado, E.R.; Calvetty Ramos, M.; Viegas Bordeira, H.; Acuña, S.</i>	57
12. Hábitos y preferencias respecto al consumo de carne ovina. <i>Bain, I.; Salgado, E.R.; Calvetty Ramos, M.</i>	61
13. Preferencia de la carne de distintos tipos de cordero criados en la Patagonia Sur. <i>Bain, I.; Salgado, E.R.; Calvetty Ramos, M.</i>	65
14. Producción de corderos lechales en un sistema de tambo ovino. <i>Bain, I. ; Salgado, E.R. ; Iglesias, R. ; Calvetty Ramos, M. ; Grigioni, G.; Carduza, F.; García, P.T.</i>	69
15. Efecto de la suplementación energética y el genotipo sobre variables de calidad de carne de corderos Merino e Inta-60. <i>González, D.M.</i>	75
16. Respuestas de corderos Merino al estrés pre-faena medidas a través de indicadores fisiológicos y de calidad de carne. <i>Zimerman, M.; Domingo, E.; Grigioni, G.; Taddeo, H.</i>	81
17. Composición de las canales de la Cabra Criollo Neuquina y su relación con la condición corporal. <i>Domingo, E.; Zimerman, M.; Abad, M.; Lanari, M.R.; Raiman, R.</i>	87

- 18.** Información sobre el estado del bienestar animal y la calidad de la carne de chivitos faenados en un frigorífico del norte de la Patagonia Argentina. *Zimmerman, M.; Domingo, E.; Grigioni, G.; Taddeo, H.* **92**

Porcinos y aves

- 19.** Efectos de diferentes sistemas productivos sobre características nutraceuticas de la carne de cerdo. *Franco, R.; Brunori, J.; Basso, L.R.; Moisés, S.J.; Graziotti, G.; Ríos, C.; Bacci, R.; Campagna, D.; Silva, P.* **101**
- 20.** Recría-terminación de cerdos al aire libre o en confinamiento: Su influencia en el rendimiento de los cortes comerciales. *Franco, R.; Brunori, J.; Spiner, N.; Campagna, D.; Basso, L.R.; Alleva, G.; Silva, P.* **107**
- 21.** Incidencia de carnes de cerdo PSE en Argentina: Genética y Ambiente. *Marini, S.J.; Vanzetti, L.S.; Borelli, V.S.; Villareal, A.O.; Denegri, G.D.; Cottura, G.; Panichelli, D.; Silva, P.; Campagna, D.; Brunori, J.; Spiner, N.; Franco, R.* **110**
- 22.** Efecto del gen MC4R sobre el espesor de grasa dorsal en cerdos híbridos de Argentina. *Marini, S.J.; Vanzetti, L.S.; Borelli, V.S.; Villareal, A.O.; Denegri, G.D.; Cottura, G.; Panichelli, D.; Silva, P.; Campagna, D.; Brunori, J.; Spiner, N.; Franco, R.* **114**
- 23.** Frecuencia alélica, variabilidad y efecto del gen RYR1 como causante del síndrome de estrés porcino en capones de Argentina. *Marini, S.J.; Vanzetti, L.S.; Borelli, V.S.; Villareal, A.O.; Denegri, G.D.; Cottura, G.; Panichelli, D.; Silva, P.; Campagna, D.; Brunori, J.; Spiner, N.; Franco, R.* **117**
- 24.** Evaluación de isoflavonas de soja sobre la respuesta zootécnica y calidad de la carne de pollos. *Gallinger, C.; Federico, F.; Azcona, J.O.; Iglesias, B.F.; Spotorno, V.* **120**

Bienestar animal

- 25.** Evaluación de canales e indicadores fisiológicos de estrés en ovejas merino de refugio faenadas a diferente tiempo post esquila. *Ceballos, D.; Villa, M.; Zimmerman, M.; Opazo, W.; Tracaman, J.* **127**
- 26.** El bienestar animal en el transporte de bovinos para faena. *Alende, M.; Volpi Lagreca, G.; Pordomingo, A.J.* **132**
- 27.** Importancia del estudio del bienestar animal como agregado de valor en carnes. *Pighin, D.G.* **142**
- 28.** Efecto de la utilización de perros durante el arreo y de la maduración sobre parámetros físicos de carne bovina. *Alende, M.; Volpi Lagreca, G.; Grigioni, G.; Pordomingo, A.J.; Pighin, D.; Carduza, F.; Babinec, F.* **147**
- 29.** Efecto de la dieta y del estrés agudo pre-faena sobre parámetros bioquímicos y fisico-químicos en novillos británicos. *Pighin, D.G.; Davies, P.; Pazos, A.A.; Ceconi, I.; Cunzolo, S.A.; Mendez, D.; Buffarini, M.; Grigioni, G.* **154**
- 30.** Efecto de la disponibilidad de sombra en verano sobre la ganancia de peso de novillos en engorde a corral en el noroeste bonaerense. *Davies, P.; Méndez, D.; Pighin, D.* **158**

Síntesis

¿Qué hemos aprendido? (Highlights)

En ovinos para carne

- La carne de corderos cruza en Patagonia presenta una relación $n6/n3$ se ubica dentro del rango de valores que caracterizan al cordero Patagónico. El suministro de 1% de suplemento energético sería suficiente para lograr mejorar el engorde previo a la faena y obtener reses más pesadas y musculosas, con mayor engrasamiento de cobertura.
- La suplementación disminuyó la proporción de CLA y AGPI $n3$; sin embargo el rango de valores observados para AGPI $n6$:AGPI $n3$, AGPI y AGS se encontró dentro de los valores recomendados de 4:1.
- Con suplementación con henos de calidad se observó un incremento de los contenidos de CLA y vaccénico. Además disminuyeron los ácidos grasos saturados $C12$ y $C14$, considerados hipercolesterolémicos, respecto la dieta basal. Sin embargo, disminuyó el ácido graso α -linolénico, el contenido de $n-3$ y la cantidad de AGPI, aunque no afectó la relación $n-6/n-3$ y AGPI/AGS.
- En suplementación limitada, los distintos granos de cereales no modificarían las proporciones de AGS, AGMI, AGPI y AGCI obtenidas
- La variación en el punto de fusión real de la grasa subcutánea ovina no podría ser atribuida a la composición de ácidos grasos de cadena impar sino posiblemente a la menor concentración de $C18:0$ en la grasa.
- El contenido de CLA aumentó cuando en la dieta se incluye con el agregado de semilla de lino, así como también mejora la relación $n6/n3$.
- En corderos pesados en confinamiento, la inclusión de un 50 % de heno en las dietas de engorde permitiría mantener niveles adecuados de CLA pero la relación de ácidos grasos $n6/n3$ será probablemente superior a 4:1. El uso de heno permitiría obtener una carne más magra con una rela-

ción $n6/n3$ favorable y adecuados valores de CLA.

- La tasa de crecimiento de los corderos criados al pie de la madre permitiría obtener corderos de 15 kg de peso vivo dentro de los 42 días de edad con corderos simples, no ocurriendo lo mismo en el caso de corderos dobles. En el caso de los corderos de partos simples, las reses son magras a muy magras, con muy buena conformación y alta proporción de músculo y menor proporción de grasa en la res. La carne es “extremadamente tierna”, con bajos contenidos de grasa intramuscular, con una relación $n-6/n-3$ cercana a 2 y una relación entre ácidos grasos poliinsaturados/saturados cercana a 0,4.
- Mayor peso de faena se correlacionaría con mayor grasa intramuscular. La suplementación invernal disminuye los valores de fuerza de corte (FC) de la carne, pero a medida que aumenta el peso de faena de los corderos hasta 50 kg se incrementa también la FC. La FC de la carne disminuye con el tiempo de maduración, de 1 a 6 días.
- En ovejas Merino de refugio engordadas a corral, la faena podría realizarse a partir de los 12 días post esquila, para obtener canales con adecuado valor de pH de la carne, menor porcentaje de daño o lesiones sobre la canal y bajos niveles de cortisol y actividad de creatín quinasa en plasma.
- Los cruzamientos ovinos y el uso de la raza sintética CR111 incrementarían el peso de la carcasa, el rendimiento y mejorarían la conformación. Entre las opciones disponibles, Border Leicester sería la raza adecuada para producir corderos livianos, mientras que Île de France, Texel y la raza CR111 se podrían utilizar para producir corderos pesados sin exceso de grasa.
- Se brindaron los fundamentos para que el Consejo de la Denominación de Origen del “Chivito” se generó la información objetiva para la denominación de origen “Criollo del Norte

Neuquino” y la clasificación propuesta denominando “Chivito Mamón” al de 3 meses y “Chivito de Veranada” al de 5-7 meses. Se propuso y adopta el criterio de cobertura de riñón para la aceptación de las canales que llevan el sello de la DO, debiendo ésta no ser inferior a 0,5.

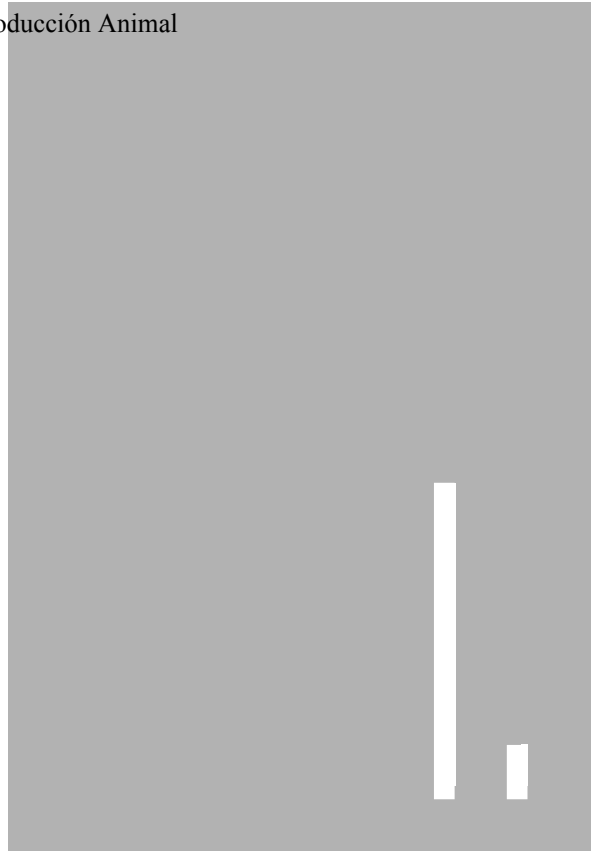
- En chivitos, de 3 y de 5-7 meses de edad, los animales de mayor edad tienen mayor proporción de músculo/hueso y menor de músculo/grasa que las de menor edad. La concentración de grasa intermuscular también es mayor en la categoría de mayor edad.
- El ayuno produciría un incremento de urea, hemoglobina y proteína en sangre sin afectar CK y cortisol. El miedo tiende a incrementar la concentración de cortisol sin afectar los niveles de urea, proteína y CK. El uso de un solo indicador puede no ser suficiente para caracterizar factores estresantes. Los cambios observados en las concentraciones de los indicadores fisiológicos no estarían acompañados por cambios en los valores de los parámetros de la carne reflejada por el pH, color, CRA o WBSF en chivitos.
- La población consumidora de carne ovina en Argentina tendría percepciones sensoriales segmentadas. Se detectó una idealización del efecto del sistema de producción sobre la calidad del producto, que se contrapone a los resultados emergentes de mediciones objetivas.
- En chivitos, el estrés pre y perifaena eleva sustancialmente el pH de carne posfaena y pone en riesgo su vida útil. Es alta la frecuencia de carcasas con pH por encima del deseado en plantas de faena comercial.

En porcinos

- La incidencia nacional de canales porcinas blanda, pálida y exudativa (PSE - Pale, Soft, Exhudative) evaluadas en las planta de faena se ubica en el 24.7 %, valores similares a los registrados en países fuertemente productores de cerdo como EEUU y Canadá.
- La frecuencia genotípica nacional encontrada del gen RYR 1 fue 64.94% para los homocigotas normales CC, 30.70% heterocigotas CT y 4.36% homocigotas enfermos TT, lo que indica una frecuencia genotípica elevada del homocigota enfermo, ya que en otros países se reporta entre el 0.2 y 2%.
- Para el pH de la carne a los 45 min. se observó que los individuos homocigotas normales o resis-

tentes (CC) mostraron los valores de pH post faena más altos (6.27), los individuos heterocigotas o portadores (CT) presentaron valores intermedios de pH (5.94) y los individuos homocigotas recesivos o susceptibles (TT) mostraron los valores de pH mas bajos a (5.65).

- La incidencia nacional de carnes (PSE - Pale, Soft, Exhudative) no tiene variación significativa con respecto a la época del año.
- La incidencia genotípica del gen Napole (RN) que predispone a canales oscuras, secas y firmes (DFD) por una caída retardada del pH es del 8.3% en Argentina, encontrando una ocurrencia de este tipo de carnes que no supera al 1%.
- El factor de manejo pre-faena que influye de manera más determinante a la hora de producir carnes PSE es la distancia recorrida chacra-frigorífico a partir de los 130 km o mas km.
- Los factores de manejo pre faena referidos a: espacio en metros cuadrados por animal en corrales pre faena, ayuno previo al sacrificio, manejo del personal en el traslado de las tropas a faenar, baño previo a la faena, tipo de noqueo y tiempo entre el noqueo y sangrado, en los frigoríficos evaluados no tuvieron incidencia estadísticamente comprobables en la producción de carnes PSE.
- Los diferentes genotipos del gen MCR4 (receptor de melanocortina-4) tiene una asociación significativa entre el porcentaje de magro y grasa dorsal encontrando valores de 43 % de magro en los homocigotas GG contra 37% en homocigotas AA.
- La frecuencia genotípica del gen MC4R sobre 301 canales analizadas fue 38.5% del homocigota sano, 53.2% heterocigotas GA y 8.3% homocigota mutante AA, lo que indica que solo un tercio de los animales están seleccionados a favor de este gen que tiene un impacto directo sobre el % magro y la grasa dorsal.
- Los animales que presentaron 220 min de viaje se diferenciaron ($p < 0.0001$) de los de 15-30, 80-85, 120 min y mostraron los menores valores de pH junto a los de 50-60 min. Con respecto al tiempo de espera en los corrales, los menores tiempos (9 y 11 hs) se diferenciaron ($p < 0.0001$) del resto de los grupos. Estos resultados demuestran que el tiempo transcurrido en el transporte y en los corrales de espera afecta al pH del músculo, indicador que determina la calidad de la carne.



ovinos y caprinos

capítulo 01

Maglietti, C.¹; Flores, A.J.¹; Franz, N.¹; Celser, R.¹¹ EEA INTA Mercedes, Corrientes

Engorde a corral de corderos: opciones para mejorar el perfil de ácidos grasos

INTRODUCCIÓN

La producción ovina en la provincia de Corrientes se desarrolla en condiciones pastoriles y la oferta de corderos para consumo es netamente estacional (zafrera), respondiendo a la demanda desde mediados de octubre hasta finales del año. Aquellos animales que no son vendidos en esta época, (chicos o por falta de terminación) se quedan en el establecimiento, pasando otro invierno en el campo, lo que acarrea varias dificultades: Cambio de categoría: de corderos pasan a borregos, con el consiguiente efecto sobre el precio, contribuyen al aumento de carga en el invierno, y con el aumento de carga y las características del pastizal natural los animales tienen bajas ganancias de peso.

En el área de influencia de la EEA Mercedes, para poder subsanar en cierta medida los puntos negativos antes mencionados, se han estudiado los efectos de la suplementación en condiciones de pastoreo, mejorándose las ganancias (100 gramos diarios) pero con una duración de la alimentación suplementaria de 120 o más días (Capellari y col., 2006).

Teniendo este último punto en cuenta, el engorde a corral se presenta como una posibilidad interesante para solucionar este problema. Esta tecnología, si bien no se halla ampliamente distribuida entre los productores, son cada vez más las consultas y experiencias locales que emprenden esta actividad. Entre estas, Robson y col. (2002); Flores y col (2008), han logrado ganancias diarias en torno a los 200 gramos con

raciones que incluyen maíz, pellet de girasol y heno de alfalfa.

De esta manera el cordero pesado surge como una opción para dar continuidad a la oferta de carne ovina durante todo el año. En esta categoría se incluyen los animales terminados con condición corporal 3 o superior (escala 0-5) y un peso de faena entre 35 y 45 kg de PV, con un rinde aproximado de 45%.

Sin embargo es reconocido el hecho de que la dieta puede modificar el perfil de ácidos grasos de la carne (Enser y col., 1998). Así, y con las dietas tradicionales utilizadas en los engordes en confinamiento con dietas base maíz, la grasa producida se caracteriza por un perfil de ácidos grasos de “peor calidad” (desde el punto de vista de la salud humana). Por consiguiente, se reduce la proporción de ácido grasos poliinsaturados (AGPI) y disminuye la relación de AGPI/AGS (ácidos grasos saturados), ambas situaciones perjudiciales para la salud. Además el elevado consumo de ácidos grasos saturados incrementa el nivel de colesterol, el cual está asociado a la aparición de problemas coronarios.

A pesar de lo antes señalado, el perfil de ácidos grasos de la carne puede modificarse por la inclusión de ciertos alimentos como la semilla de lino, girasol o aceite de pescado. Estos producen un cambio en el perfil lipídico de la carne, desarrollándose así un producto diferencial que es beneficioso para la salud de los consumidores. En consecuencia, el aumento en el consumo de omega 3 disminuye las probabilidades de enfermedades coronarias y el de CLA (ácido linoléico

conjugado) produciría mejoras en la respuesta inmune y reducción de la grasa corporal (Williams, 2000). A partir de la demanda de la inclusión de corrales de engorde para corderos, por parte de los productores, se definió como objetivo del presente trabajo establecer el efecto de la inclusión de alimentos que mejoran el perfil de ácidos grasos, a la clásica dieta de corral compuesta por maíz grano entero, pellet de girasol y heno de alfalfa (difundida en la zona).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamientos y determinaciones

Se evaluaron tres tratamientos (alimentos) con dos corrales cada uno. El proyecto contempla tres años de evaluación, sin embargo a la fecha se han realizado dos, y durante el transcurso del presente año (2012) se terminará con el último año de experimentación. Para el presente trabajo se presentan los datos completos del primer año y parciales del segundo, ya que aún no contamos con todos los datos de laboratorio.

Las dietas fueron formuladas para ser isoprotéicas e isoenergéticas, por lo que los porcentajes de inclusión de cada componente se ajustan para cumplir este requisito. Se tomaron muestras de todos los alimentos en diferentes momentos del ensayo para su análisis de composición química.

Se determinó ganancia de peso por diferencia entre peso inicial y final. Considerando punto final del ensayo, y faena, cuando los animales superaban los 3,5 de condición corporal (CC).

La calidad de la grasa se estableció a partir del análisis de laboratorio del perfil de ácidos grasos. Se tomó especial consideración de las variables estrechamente relacionadas con la “calidad de la grasa”. Estos parámetros son: el contenido de ácido linoléico conjugado (CLA), la relación $n6/n3$, índice trombogénico y el contenido de ácidos grasos poliinsaturados.

Quedaron establecidos tres tratamientos, que se definieron en función de los componentes que lo conformaban:

a) Dieta control (DC): dieta de corral utilizada en el centro sur de Corrientes, compuesta por 45% de maíz, 35% de Pellet de Girasol y 20 % de Heno de alfalfa; b) Dieta semilla de girasol (DSG): 35% de maíz, 15% de Pellet de Girasol y 10 % de Heno de alfalfa, más un 40% de semilla de girasol y c) Dieta semilla de lino (DSL): 45% de maíz, 15%

de Pellet de Girasol y 10 % de Heno de alfalfa, más 30% de semilla de lino. Las raciones se formularon, a partir de tablas, para aportar 17,5% de PB y 2,6 mcal EM, y fueron suministradas al 4% del PV.

En el año 2010 tanto la semilla de girasol, como la de lino, fue entregada entera y mezclada con el resto de los componentes de la ración, sin embargo y debido al importante rechazo que presentaron los animales, en el segundo año se optó por procesar todo el alimento respetando los componentes y proporciones pre-planeadas. En consecuencia, en el segundo año no se registraron rechazos de las raciones.

Muestras de bifes

Luego de la faena y transcurridas las 24 hs en cámara frigorífica, se procedió a la extracción de un (1) bife del musculo *longissimus dorsi* entre la 12° y 13° costilla (media res izquierda) que fue congelado a -25°C hasta su análisis. El servicio de análisis fue prestado por el laboratorio de carnes de la Universidad Nacional de Buenos Aires.

Diseño estadístico

El diseño estadístico seleccionado fue un DBCA, utilizando como bloques el efecto año. Sin embargo, para esta publicación, y debido a que a la fecha no se cuentan con todos los datos de la faena del segundo año (2011) y queda aún un año de experimentación, los datos presentados solo fueron analizados dentro de cada año mediante un DCA. De esta forma la unidad experimental analizada es el animal. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento glm de SAS®

RESULTADOS

La composición nutricional promedio de los alimentos puros y pelletados se muestran en el cuadro 1. Las ganancias diarias de peso (Cuadro 2) se diferenciaron estadísticamente entre dietas ($p > 0,05$). Aproximadamente el 90% de los animales de la DC alcanzaron a estar terminados, con CC superior a 3 (DSL un 80% y DSG un 50%).

Peso de la res y rendimiento

En el cuadro 3 puede observarse el peso de la res y rendimiento obtenido para cada una de las dietas utilizadas. En el primer experimento (2010) hubo una diferencia significativa en el peso de la res del tratamiento DSG ($p < 0,05$). Este último fue

Cuadro 1. Composición química de los alimentos utilizados en el ensayo de encierre.

	MS	Fosforo	Prot. Bruta	FDA	EE	FDN	EM (Mcal/EM /kgMS)
	(%)	(% de la MS)					
Pellet girasol	87.4	0.96	35.8	28.25	0.33		2.41
Semilla Lino	90.8	0.45	25.0	26.05	22.9		2.47
Semilla Girasol	90.5	0.40	16.9	38.45	38.6		2.12
Maíz	84.8	0.32	10.0	4.75			3.07
Heno alfalfa		0.33	16.9	24.45		44.4	
Pelleteado con Lino	87.4	0.4	18.3	9.4			2.94
Pelleteado con Girasol	87.3	0.5	17.9	14.8			2.78

Datos del Lab. de Química de la EEA INTA Mercedes (Ctes). La EM fue calculada por fórmula a partir de la FDA.

Cuadro 2. Pesos y CC inicial y final, ganancia diaria de peso vivo (GDPV) y Ganancia en CC (GCC) obtenidas para los diferentes tratamientos en el encierre de ovinos.

	Tratamientos		
	DC	DSL	DSG
PI (kg)	28,2 a	26,5 b	25,1 c
PF (kg)	41,5 a	37,9 b	36,0 b
GDPV (kg/an/d)	0,189 a	0,156 ab	0,137 b
CCI	1,9	1,5	1,5
CCF	3,5	3,3	2,9
GCC	1,65	1,85	1,45

Letras diferentes en la fila indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0.05$)

inferior a los demás tratamientos. Entre DC y DSL no hubo diferencias. En cuanto al rendimiento no se observó efecto de la dieta sobre este parámetro. En el año 2011 no se observó diferencias entre los tratamientos, tanto en el peso de la res como tampoco en el rendimiento ($p > 0.05$).

Ácidos grasos: Parámetros de calidad

En el cuadro n°4 puede observarse un resumen de los resultados obtenidos a la fecha. En el

caso de CLA tanto en el año 2010 como en el 2011 la semilla de lino fue un medio eficaz para aumentar la presencia de este ácido graso ($p < 0.05$). En el mismo sentido la relación n6/n3 se comportó de la misma manera, mostrando los menores valores para la semilla de lino en ambos años ($p < 0.05$).

El índice trombogénico no fue afectado en el primer año, sin embargo (recordemos que son resultados parciales y que aún falta información) el segundo año presentó valores más bajos a favor de la dieta que contenía semilla de lino ($p < 0.05$).

Los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) no mostraron diferencias significativas en el primer año, sin embargo una clara diferencia se puso de manifiesto en el segundo año ($p < 0.05$), con un mayor porcentaje de AGPI para la dieta que contenía semilla de lino.

DISCUSIÓN

La diferencia en el peso de la res registrado en el año 2010 en el tratamiento con semilla de girasol se debió probablemente al importante recha-

	Peso de la res		Rendimiento	
	Media (kg)	SEM	Media (%)	SEM
Año 2010				
Semilla de Girasol	15,31 a	0,50	43,4 ns	1,23
Semilla de Lino	17,13 b	0,70	44,4 ns	1,90
Pellet de Girasol	18,30 b	0,52	45,4 ns	1,03
Año 2011				
Semilla de Lino	18,55 ns	0,39	46,5 ns	0,46
Pellet de Girasol	19,60 ns	0,38	46,6 ns	0,64

Cuadro 3. Peso de la res (kg) y rendimiento (%) en función de la dieta.

Letras distintas en la misma columna y dentro de cada año indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

Cuadro 4. Parámetros de calidad lipídica de corderos terminados con diferentes dietas.

	CLA (%)		n6/n3		IT		AGPI (%)	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
Faena 2010								
Semilla de Girasol	0,17 a	0,05	3,95 a	0,27	1,24	0,05	8,23	0,92
Semilla de lino	0,60 b	0,11	2,06 b	0,17	1,12	0,07	13,20	1,86
Pellet de Girasol	0,33 a	0,04	3,50 a	0,16	1,18	0,06	11,16	1,64
Faena 2011								
Semilla de Lino	0,98 a	0,05	2,96 a	0,08	1,05 a	0,02	14,41 a	0,70
Pellet de girasol	0,61 b	0,05	5,54 b	0,34	1,17 b	0,03	6,88 b	0,44

Letras distintas en la misma columna y dentro de cada año indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

zo que desarrollaron los animales hacia el antes mencionado componente.

El contenido de CLA fue afectado por la dieta, registrándose los mayores valores para la dieta DSL. En el año 2010, si bien DSL fue mayor, el nivel alcanzado no es diferente al que presentan trabajos con animales en confinamiento con dietas tradicionales (Díaz y col., 2005). DC y DSG mostraron muy bajos niveles de CLA. En el caso del segundo año, se produjo un aumento del contenido de CLA de las dos dietas evaluadas. Además los niveles son óptimos para DSL y comparables a los presentes en la grasa de animales terminados en pastoreo (en el segundo año de evaluación) (Sañudo Astiz y col., 2008).

La relación n6/n3 disminuyó con la inclusión de semilla de lino en ambos años, hecho favorable ya que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda valores menores a 4. Se debe tener en cuenta especialmente este ítem ya que la dieta occidental, es de por sí, rica en n6. En el primer año ninguno de los tratamientos superó este umbral, sin embargo la DSL mostró la relación mas baja. En el segundo año los datos analizados hasta el momento mostraron un incremento de la relación, sin embargo el lino sigue mostrando una óptima relación, mientras que la DC superó el valor máximo recomendado por la OMS.

El IT fue menor para el tratamiento DSL en el segundo año, debido a la mejor relación n6/n3. Este hecho cobra importancia debido a que los n6 tienen mayor facilidad de favorecer trombos y en consecuencia accidentes vasculares (Hernández y col, 2010).

Los tratamientos no modificaron el contenido

de AGPI en el año 2010, pero si mostraron un comportamiento diferencial en el segundo año de experimentación, con una diferencia significativa entre la dieta con lino (mayor) comparada con la que solo contiene pellet de girasol. Este no es un hecho menor ya que la ventaja que podríamos alcanzar mejorando los niveles de CLA y la relación n6/n3 la podríamos perder por lograr grasa más susceptible a los procesos oxidativos.

CONCLUSIONES

Con los datos parciales obtenidos a la fecha se puede inferir, que la composición de la dieta afectó los parámetros de calidad relacionada con la grasa. El contenido de CLA aumentó cuando en la dieta se incluyó semilla de lino, así como también mejoró la relación n6/n3.

Las conclusiones finales y, principalmente, el desempeño de la semilla de girasol (que no se ha comportado según lo esperado en el primer año) deberán analizarse en profundidad cuando se cuenten con todos los datos. Sin embargo la performance de la semilla de girasol podría explicarse por los rechazos (selectividad por los otros componentes de la dieta) al alimento que mostraron los animales en el corral durante el año 2010.

Por último en futuros trabajos en esta línea, debería evaluarse el punto de fusión de la grasa (debido al contenido de AGPI encontrados), determinar la magnitud de los procesos oxidativos (ya que la semilla de lino posee antioxidantes) y por último, utilizar un panel de degustación para detectar sabores que pudiesen ser rechazados por los posibles consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

- Capellari, A.; Revidatti, M. A.; Rébak, G. I.; Sanchez, S.; Robson, C.; Rochinotti, D. 2006. Producción del cordero pesado de distintos tipos genéticos con base Corriedale en el sur de Corrientes. I: Duración de la suplementación para llegar al peso de faena. 29º Congreso Argentino de Producción Animal; AAPA. Mar del Plata. Rev. Arg: de Prod. Anim.
 - Díaz, M. T.; Álvarez, I. A.; De la Fuente, J.; Sañudo, C.; Campo, M. M.; Oliver, M. A.; Font i Furnols, M.; Montossi, F.; San Julián, R.; Nute, G. R., y Cañeque, V. 2005. Fatty acid composition of meat from typical lamb production systems of Spain, United Kingdom, Germany and Uruguay. *Meat Science* 71: 256-263.
 - Enser, M., Hallett, K., Hewitt, B., Fursey, G. A. J., & Wood, J. D. (1998). Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, 49, 329-341
 - Flores, A. J.; Franz, N.; Rivero, L.; Beccaría, M.; Celser, R.; Gómez, M.; Flores, F. 2008. Engorde de corderos a corral. Serie técnica nº 44. EEA INTA Mercedes. ISSN 0327-3075.
 - Gil Hernández, A.; Ruiz López, M. D. 2010. Tratado de Nutrición Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. 2a edición. ISBN: 978-84-9835-347-1 - Tomo II 978-84-9835-350-1.
 - Robson, C. 2002 Alternativas para la desestacionalización de la oferta de carne ovina. La opción del cordero pesado. Publicación de divulgación adaptado del folleto de “Día de Campo Ovino”- Octubre 2000. EEA INTA Mercedes.
 - Sañudo Astiz, C; Gonzalez, C. 2008. Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano. ISBN 978-950-658-206-7.
 - Williams, C. (2000). Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie*, 49, 165-180.
-

capítulo 02

Álvarez, J.M.¹; Mayo, A.¹; García Vincent, J.C.¹; Giorgetti, H.²; Rodríguez, G.²; Roa, M.¹

¹ EEA Valle Inferior del Río Negro, convenio Prov. Río Negro-INTA

² Chacra Experimental Patagones, Min. de Asuntos Agrarios de la Prov. de Buenos Aires

Influencia del genotipo sobre el perfil de ácidos grasos de la carne de corderos

INTRODUCCIÓN

Existe una creciente preocupación acerca del efecto que provoca el tipo de grasa consumida sobre la salud humana. La evidencia experimental indica que las carnes magras, con un alto contenido de ácidos grasos insaturados, baja relación de ácidos grasos $n6/n3$ y alto contenido de isómeros conjugados del ácido linoleico serían las más favorables para la salud. Por otro lado el mercado demanda carcasas de mayor peso, que permitan un procesamiento posterior mediante trozado para obtener cortes de menor tamaño. Estudios previos indican que los cruzamientos de las razas ovinas locales con razas especializadas en producción de carne permitirían incrementar el peso de la carcasa y mejorar la terminación de los corderos (Álvarez *et al.*, 2010). Sin embargo, no se han realizado estudios tendientes a evaluar el efecto de los cruzamientos sobre el perfil de ácidos grasos de la carne de corderos en nuestro país. Este trabajo es parte de un estudio mayor, orientado a evaluar el efecto de los cruzamientos sobre el crecimiento, sobrevida, terminación comercial y características de la carcasa y carne de corderos. Se informan los resultados referidos a la influencia del genotipo sobre el perfil de ácidos grasos de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental

El ensayo se realizó en el Campo Experimental Patagones (40° 39' S, 62° 54' W, 40 m.s.n.m.),

ubicado a 22 km de la ciudad de Carmen de Patagones. Ovejas Corriedale (CO = 245) fueron inseminadas con semen de carneros de las razas CO, Border Leicester (BL, n=5), Île de France (IF, n=5), Texel (TX, n=5) y sintética CR3 (n=5). El servicio comenzó el 25/03/2008 y las ovejas se asignaron al azar a cada raza y/o carnero durante 34 días. Los corderos fueron identificados al nacimiento, registrándose la madre, el sexo, el peso y el tipo de parto. Las madres y corderos se manejaron juntos durante la lactancia. Al destete (106 ± 6 días de edad) los corderos machos que alcanzaron las condiciones mínimas de comercialización (23 kg de peso vivo y 2,5 puntos o más de condición corporal) fueron faenados.

Procedimiento de faena y determinación del perfil de ácidos grasos

La faena se realizó en un frigorífico siguiendo los estándares de bienestar animal recomendados por la directiva 2010/63/EU de la Comunidad Económica Europea.

Luego del oreo se tomaron muestras de los músculos *longissimus dorsi* (entre la 4ª y 5ª vértebra lumbar) y *Semitendinosus* de cada carcasa. El análisis del contenido total y de la composición de ácidos grasos se realizó por cromatografía gaseosa (Cromatógrafo Clarus 500, Perkin Elmer), utilizando una columna capilar CP-SIL 88 de 100 m x 0,25 mm (Varian, EEUU). Previo al análisis cromatográfico, las muestras fueron metiladas según el procedimiento de Parks y Goins (1994). Los ácidos grasos de interés fueron identificados comparando los tiempos de retención obtenidos

	BLxCO	COxCO	CR3xCO	IFxCO	TXxCO	EE
AGS (%)	41,63	42,40	42,80	44,39	45,37	1,19
AGMI (%)	32,99	33,31	34,50	33,61	32,86	1,09
AGPI (%)	13,52	13,37	12,68	12,14	11,40	1,26
n3 (%)	4,92	4,59	4,60	4,40	4,31	0,49
n6 (%)	8,60	8,78	8,07	7,74	7,09	0,85
n6/n3	1,77	1,95	1,76	1,78	1,66	0,13
18:2/18:3	4,13	4,57	4,04	3,79	3,45	0,32
GI (%)	1,77	1,52	2,38	1,64	2,22	0,22
CLA (%)	0,86	0,86	0,79	0,81	0,84	0,12

Cuadro 1. Perfil de ácidos grasos del músculo *longissimus dorsi* según genotipo.

Valores que no comparten una letra difieren significativamente ($p < 0,05$).

	BLxCO	COxCO	CR3xCO	IFxCO	TXxCO	EE
AGS (%)	40,91	39,63	41,13	41,65	41,41	1,01
AGMI (%)	33,47	34,30	35,66	32,51	33,72	0,92
AGPI (%)	14,96	14,75	13,84	11,87	14,07	0,77
n3 (%)	5,07	4,90	4,81	4,22	4,83	0,28
n6 (%)	9,89	9,85	9,03	7,65	9,24	0,53
n6/n3	1,95	2,03	1,89	1,82	1,90	0,07
18:2/18:3	4,44 ab	4,89 a	4,34 ab	3,99 b	4,16 b	0,15
GI (%)	2,44	1,89	2,44	1,89	1,80	0,23
CLA (%)	1,01	0,94	0,94	1,03	0,85	0,10

Cuadro 2. Perfil de ácidos grasos del músculo *Semitendinosus* según genotipo.

Valores que no comparten una letra difieren significativamente ($p < 0,05$).

CO: Corriedale, BL: Border Leicester, CR3: sintética CIII, IF: Île de France, TX: Texel; AGS: ácidos grasos saturados, AGMI: ácidos grasos monoinsaturados, AGPI: ácidos grasos poliinsaturados, n6: ácidos grasos omega 6, n3: ácidos grasos omega 3, GI: grasa intramuscular, CLA: isómeros conjugados del ácido linoleico, EE: error estándar.

con los correspondientes estándares. Las determinaciones fueron realizadas por duplicado.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante ANOVA de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado. Se utilizó la suma de cuadrados Tipo III del paquete estadístico S-Plus 2000. Las medias de los tratamientos se compararon mediante el test de Tukey y se consideró que los valores diferían estadísticamente cuando el valor p era $< 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias significativas entre los tipos genéticos para el perfil de ácidos grasos en el músculo *longissimus dorsi*. La relación 18:2/18:3 en el músculo *Semitendinosus* fue superior en los animales COxCO respecto a IFxCO y TXxCO (Cuadro 1: $p < 0,05$), mientras que los corderos BLxCO y CR3xCO presentaron valores intermedios. La relación 18:2/18:3 observada fue

superior a la hallada en perfil de ácidos grasos del cordero Merino Patagónico (García *et al.*, 2008). No ocurrió lo mismo con los valores observados en el *longissimus dorsi*; en este último caso no se detectaron diferencias entre los genotipos. La relación 18:2/18:3 fue similar a la descrita por García *et al.* (2008) para el cordero Merino Patagónico (18:2/18:3=1,99±0,16). Por otro lado, todos los genotipos presentaron una relación de ácidos grasos n6/n3 dentro del rango recomendado para un alimento saludable (n6/n3 < 4 ; Department of Health, 1994), demostrando de esta manera que se trata de un producto que puede ser recomendado para prevenir enfermedades cardiovasculares. No se detectaron diferencias entre genotipos en el contenido de isómeros conjugados del ácido linoleico (CLA). El músculo *Semitendinosus* presentó valores superiores de CLA. Esto sería consecuencia del mayor porcentaje de grasa intramuscular observado (Raes *et al.*, 2004). Por otro lado los valores de CLA fueron mayores en ambos músculos que el obtenido

en muestras de cordero Patagónico (García *et al.*, 2008).

Estudios previos confirmaron que los cruzamientos de las razas ovinas locales con carneros de razas especializadas en producción de carne incrementar el peso de los corderos (Álvarez *et al.*, 2010) mejorando la conformación de las carcasas (García Vinent *et al.*, 2008). Estos resultados indican además que la composición de ácidos grasos no se vería afectada desfavorablemente.

CONCLUSIONES

Los resultados de este ensayo indican que la carne de los animales cruza presentaría una relación n6/n3 favorable para la salud humana, que se encuentra dentro del rango de valores que caracterizan al cordero Patagónico. Se destaca en particular el alto contenido de isómeros conjugados del ácido linoleico en el músculo *Semitendinosus*, lo cual sugiere un mayor contenido de estos ácidos grasos en la región del cuarto trasero.

Los cruzamientos con razas carne permitirían incrementar la producción de carne ovina manteniendo las características favorables de la carne de cordero patagónico.

REFERENCIAS

- Álvarez, J.M.; García Vinent, J.C.; Giorgetti, H.; Rodríguez Iglesias, R.M., Baselga, M. 2010. Introduction of sheep meat breeds in extensive systems of Patagonia: Lamb growth and survival. *J. Anim. Sci.* 88: 1256-1266.
- Department Of Health. (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subject, no. 46, London.
- García, P.T.; Casal, J.J.; Fianuchi, S.; Magaldi, J.J.; Rodríguez, F.J., Nancucheo, J.A. 2008. Conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids in muscle lipids of lambs from the Patagonian area of Argentina. *Meat Sci.* 78: 541-548.
- García Vinent, J.C.; Álvarez, J.M.; Giorgetti, H.D.; Rodríguez, G.; Rodríguez Iglesias R.; Baselga, M. 2008. Efecto del tipo genético sobre las características de la canal de corderos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 28 (S1). 136-137.
- Park, P.W.; Goins, R.E. 1994. In Situ Preparation of Fatty Acid Methyl Esters for Analysis of Fatty Acid Composition in Foods. *J. Food Sci.* 59: 1262-1266.
- Raes, K.; Balcaen, A.; Dirinck, P.; De Winne, A.; Claeys, E.; Demeyer, D. 2003. Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef. *Meat Sci.* 65:1237-1246.

Álvarez, J.M.¹; Mayo, A.¹; García Vinent, J.C.¹; Roa, M.¹; Giorgetti, H.²; Rodríguez, G.²

¹ EEA Valle Inferior del Río Negro, convenio Prov. Río Negro-INTA

² Chacra Experimental Patagones, Min. de Asuntos Agrarios de la Prov. de Buenos Aires

Calidad de carne de corderos pesados alimentados en confinamiento

INTRODUCCIÓN

En Argentina, la producción de carne ha sido baja y variable, comportándose como una actividad secundaria con alta dependencia del precio de la lana. Sin embargo, los cambios en el contexto internacional han posicionado favorablemente a la carne ovina. El crecimiento de la población mundial, sumado al crecimiento económico de los países emergentes ha incrementando la demanda mundial de carnes. Paralelamente la oferta internacional de carne ovina se encuentra en un nivel históricamente bajo. Por otro lado los estudios de mercado realizados en Argentina indican que existen sectores desabastecidos en los grandes centros urbanos (Gambetta *et al.*, 2000). Todos estos aspectos indican un escenario de precio y demanda sostenido para la carne ovina.

No obstante, los nuevos mercados muestran preferencias por corderos de mayor peso, que permitan procesamiento de la carcasa para la presentación de cortes envasados. Los sistemas de producción extensivos de la Patagonia presentan limitaciones para la producción de este tipo de animales. La alimentación en confinamiento por breves períodos de tiempo, se ha difundido como una estrategia para mejorar la terminación de los animales. Recientemente se ha propuesto extender el período de alimentación en confinamiento para producir corderos pesados. Hasta el momento se desconoce las modificaciones que se producirían en las características de las carcasas y de la carne de los corderos alimentados por largos períodos de tiempo, con dietas con alto contenido de

grano. En este trabajo se estudia los parámetros de calidad de la carcasa y de carne de corderos pesados alimentados en confinamiento con diferentes dietas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Valle Inferior (a Lat. 40° 48' S ; Long. 63° 03' W 7 m.s.n.m.). Corderos cruza (n = 48) fueron estratificados por peso, condición corporal [escala de 1(emaciado) a 5(obeso)] y asignados al azar a tres tratamientos con dos repeticiones cada uno: 100 % heno de alfalfa picado (HENO), 50 % heno de alfalfa picado - 50 % grano de maíz entero (MAÍZ) y 50 % heno de alfalfa picado - 50 % grano de avena entero (AVENA). Los animales fueron vacunados contra enfermedades clostridiales (mancha, gangrena y enterotoxemia) con dos dosis separadas por un intervalo de 15 días. Antes de iniciar el ensayo los animales recibieron una dieta compuesta por heno y un 15 % de grano. El porcentaje de grano se incrementó gradualmente (5 % cada tres días) durante un período de 21 días, hasta completar la ración. Las raciones se entregaron totalmente mezcladas, una vez al día y el consumo fue ad libitum. El período experimental comenzó el día 25/01/2008 cuando los animales presentaban un peso $22,8 \pm 2,7$ kg (media $\pm$ desvío estándar) y finalizó el 24/05/2008, cuando la mayoría de los animales alcanzaron un PC $\geq 35,0$ kg. Los animales se esquilan, y se registró el peso sin lana antes de la

faena. Además se determinó el área (AOB) y la profundidad (POB) del ojo del bife, y el espesor de grasa dorsal (EGD) mediante ultrasonografía.

Procedimiento de faena y registro de datos

La faena se realizó en un frigorífico siguiendo los estándares de bienestar animal recomendados por la directiva 2010/63/EU de la Comunidad Económica Europea

Una vez faenados y luego de 24 h de oreo a 4 ° C, se determinó el peso de la carcasa en frío (PCF). Además se tomaron las siguientes medidas lineales: ancho de grupa (G; Pálsson, 1939), ancho de tórax (Wr; Barton *et al.*, 1949), longitud interna de la carcasa (L, Pálsson, 1939). A partir de estas medidas, se calcularon los índices de compacidad de la carcasa (PCF/L; Thwaites *et al.*, 1964), compacidad de la pierna (G/F; Pálsson, 1939), y la relación ancho de tórax: longitud interna de la carcasa (Wr/L; Bibe *et al.*, 2002). El engrasamiento se infirió indirectamente a través de la profundidad total de los tejidos en la 12ma costilla, medidos a 11 cm de la línea medio (GR, Kirton y Johnson, 1979).

Terneza, color y perfil de ácidos grasos

Luego del oreo se determinó el pH en el músculo *longissimus dorsi* entre la 4ª y 5ª vértebra lumbar y se tomó una muestra de 200 gr de cada animal. Las muestras se dividieron en dos submuestras para determinación de color y perfil de ácidos grasos, las cuales permanecieron a congeladas a -18 °C hasta el envío al laboratorio. El color se evaluó mediante colorimetría (Colorímetro Minolta, CR-300), utilizando la escala CIE L* a* b*. Para determinar terneza objetiva se utilizó la cizalla de Warner-Bratzler sobre carne cocida y las pérdidas por cocción se estimaron a partir de la diferencia de peso antes y después de la cocción hasta 70 °C de temperatura interna. El análisis del contenido total y de la composición de ácidos grasos se realizó por cromatografía gaseosa (Cromatografo Clarus 500, Perkin Elmer), utilizando una columna capilar CP-SIL 88 de 100 m x 0,25 mm (Varian, EEUU). Previo al análisis cromatográfico, las muestras fueron metiladas según el procedimiento de Parks y Goins (1994). Los ácidos grasos de interés fueron identificados comparando los tiempos de retención obtenidos con los correspondientes estándares. Las determinaciones fueron realizadas por duplicado.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante ANOVA de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado. En los análisis preliminares no se detectaron interacciones significativas entre los factores para las variables estudiadas. Finalmente se decidió utilizar un modelo de efectos fijos incluyendo el efecto del tratamiento y del sexo. Se utilizó la suma de cuadrados Tipo III del paquete estadístico S-Plus 2000. Las medias de los tratamientos se compararon mediante el test de Tukey y se consideró que los valores diferían estadísticamente cuando el valor p era < 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de la carcasa

El sexo sólo afectó ($p < 0,05$) el porcentaje de ácidos grasos saturados (AGS) y monoinsaturados (AGMI). Los machos presentaron un menor valor de AGS y un mayor porcentaje de AGMI ($p < 0,05$). No se detectaron diferencias en corderos machos y hembras para el resto de las variables estudiadas, por lo tanto los resultados no se presentan ni serán discutidos en adelante.

Los corderos alimentados con las dietas MAÍZ o AVENA, presentaron mayor EGD, peso de carcasa en frío, rendimiento, compacidad de la carcasa y relación ancho de tórax: largo de la carcasa ($p < 0,05$). La mayoría de estas diferencias se pueden explicar por el mayor peso de la carcasa de los animales alimentados con grano, ya que a medida que aumenta el peso de la carcasa también lo hacen el engrasamiento, el rinde y el crecimiento en de las medidas de ancho (Kirton *et al.*, 1995; Díaz Díaz-Chirón, 2001). Los animales del tratamiento MAÍZ presentaron mayor AOB y POB que los de HENO ($p < 0,05$), mientras que los animales del tratamiento AVENA mostraron valores intermedios. Los valores de GR mostraron una clara tendencia en función de la concentración energética de la dieta. El valor de GR fue mayor en los animales del tratamiento MAÍZ respecto a los de AVENA ($p < 0,05$) y éstos, a la vez, presentaron mayores valores que los animales que consumieron sólo heno. No se observaron diferencias en el pH de la carcasa. Esto sugiere que los niveles de glucógeno muscular fueron suficientes para favorecer un adecuado descenso del pH.

Terneza, color y perfil de ácidos grasos

Los valores de fuerza de corte fueron inferiores a los valores considerados de referencia para carnes tiernas y no se observaron diferencias entre tratamientos ($p>0,05$). La carne de animales que consumieron grano presentó menores pérdi-

das por cocción ($p<0,05$).

La alimentación es uno de los factores que tiene incidencia en el color de la carne y ha sido reportado que la carne de ovinos y bovinos en pastoreo es más oscura respecto de animales alimentados con concentrados (Priolo *et al.*, 2001,

Componente	Alimento		
	Heno de alfalfa	Avena	Maíz
Materia seca (%)	90,20	91,92	91,12
Digestibilidad (%)	71,10	77,30	95,50
Energía metabolizable (Mcal/kg)	2,57	2,79	3,45
Fibra detergente neutro (%)	47,80	29,40	13,60
Fibra detergente ácido (%)	33,10	16,40	5,40
Proteína bruta (%)	13,70	12,50	8,90
Carbohidratos no estructurales (%)	7,00	14,70	15,50
Calcio (%)	1,60	0,13	0,01
Fósforo (%)	0,30	0,21	0,21

Cuadro 1. Composición de los alimentos utilizados.

Cuadro 2. Características la carcasa y la carne de corderos pesados alimentados con diferentes dietas en confinamiento.

Variable	HENO	AVENA	MAÍZ	EEM	Valor-P
Area de ojo de bife (cm ²)	8,23 a	9,77 ab	10,49 b	0,50	0,009
Espesor de grasa dorsal (mm)	2,82 a	4,89 b	4,44 b	0,37	0,000
Profundidad de ojo de bife (mm)	2,15 a	2,48 ab	2,69 b	0,10	0,003
Peso de la carcasa (kg)	14,71 a	18,94 b	20,47 b	0,66	0,000
Rendimiento (%)	48,13 a	52,26 b	53,37 b	0,61	0,000
GR (mm)	8,11 a	14,45 b	19,17 c	0,80	0,000
Compacidad carcasa (kg/cm)	0,258 a	0,319 b	0,347 b	0,010	0,000
Compacidad pierna	1,019	1,021	1,059	0,018	0,174
Ancho de tórax: largo de la carcasa	0,392	0,415	0,422	0,007	0,007
pH de la carcasa	5,61	5,59	5,56	0,03	0,391
Cizalla Warner-Brazer (kg)	2,55	2,37	2,62	0,18	0,580
Pérdidas por cocción (%)	23,6 a	16,6 b	16,4 b	0,9	0,000
Ácidos grasos saturados (%)	49,68 a	47,47 b	47,33 b	0,51	0,003
Ácidos grasos monoinsaturados (%)	43,28 a	45,95 b	47,16 b	0,42	0,000
Ácidos grasos poliinsaturados (%)	7,08 a	6,56 a	5,49 b	0,45	0,049
Relación n6/n3	2,66 a	6,88 b	5,28 b	0,69	0,000
Ácidos grasos n3 (%)	2,053 a	0,883 b	0,837 b	0,173	0,000
Ácidos grasos n6 (%)	4,553 ab	5,173 b	4,020 a	0,324	0,049
CLA (%)	0,475	0,507	0,635	0,090	0,418
L*	42,16 b	39,84 a	42,30 b	0,57	0,005
a*	23,60	24,17	23,67	0,68	0,808
b*	12,14	12,14	12,14	0,45	0,999

GR: profundidad total de tejidos sobre la 12ma costilla a 11 cm de la línea media; CLA: isómeros conjugados del ácido linoléico; L*: valor de luminosidad. o: negro; 100: blanco; coordenada a*: oposición visual rojo-verde ($a^* > 0$: rojo; $a^* < 0$ verde); coordenada b*: oposición visual amarillo-azul ($b^* > 0$: amarillo; $b^* < 0$: azul). Valores que no comparten un letra por fila difieren estadísticamente ($p<0,05$).

2002). A pesar de ello, en este ensayo se observaron mayores valores en HENO y MAÍZ ($p < 0,05$). Estos resultados coinciden con los reportados por Santos-Silva *et al.*, (2002) quienes no encontraron diferencias en la coordenada L^* entre sistemas de alimentación a base de pasturas o concentrados en corderos Merino Branco y cruza con Île de France.

La carne de animales que consumieron la dieta HENO presentó mayor porcentaje de AGS ($p < 0,05$). Estudios previos indican que el mayor porcentaje de AGS en animales alimentados con heno se debería a una mayor biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos insaturados (Kucuk *et al.*, 2001). Por el contrario, dietas ricas en granos de cereales ocasionan disminuciones en el pH ruminal, resintiéndose la degradación de los lípidos ingeridos en el rumen. En estos casos, un mayor porcentaje de los lípidos de la dieta escapan al proceso de biohidrogenación ruminal (Latham *et al.*, 1972). En consecuencia, se observa un mayor porcentaje de AGMI y un menor porcentaje de AGS en dietas ricas en granos. Por otro lado, los AGMI se encuentran principalmente en los triglicéridos de los animales, por lo que tienden a ser mayores en aquellos animales con mayor nivel de engrasamiento. Este aspecto también contribuiría a las diferencias observadas entre los tratamientos. Los tratamientos HENO y AVENA presentaron mayor porcentaje de AGPI ($p < 0,05$). Similares resultados fueron obtenidos por Díaz *et al.* (2005) cuando compararon sistemas productivos pastoriles e intensivos. Un análisis más detallado de la composición de AGPI indica que existen diferencias entre las dietas HENO y AVENA. En el tratamiento HENO el mayor porcentaje de AGPI se explica por un incremento de la fracción de ácidos grasos n_3 ($p < 0,05$), mientras que en las dietas con avena esto se debería a un incremento de la fracción n_6 ($p < 0,05$). El mayor contenido de n_3 en los animales de HENO estaría asociado al mayor contenido de ácido linolénico ($C18:3\ n-3$) en los forrajes (Enser *et al.*, 1996; Bas *et al.*, 2000; Scollan *et al.*, 2006; Demirel *et al.*, 2006). El cociente entre n_6/n_3 aumentó al incorporar grano a la dieta ($p < 0,05$), presentando valores superiores a los recomendados para prevenir enfermedades cardiovasculares ($n_6/n_3 < 4$; Department of Health, 1994).

Otros autores han observado mayores niveles

de CLA en corderos en pastoreo o alimentados con heno (Díaz *et al.*, 2005; Bas y Morand-Fehr, 2000; Santos-Silva *et al.* 2002; Demirel *et al.*, 2006; Nuernberg *et al.*, 2008). No obstante en la mayoría de estos estudios las dietas con las que se contrataban incluían al menos un 60 % de grano. En nuestro ensayo las dietas AVENA y MAÍZ incluyeron un 50 % de heno. Nuestros resultados sugieren que estos niveles de inclusión de heno en la dieta, son suficientes para contrarrestar la disminución del contenido de isómeros conjugados del ácido linoléico que se genera en las dietas típicas de engorde a corral.

CONCLUSIONES

La producción de corderos pesados en confinamiento con cualquiera de las dietas estudiada permitiría obtener animales de elevado peso, con una carne tierna. La inclusión de un 50 % de heno en las dietas de engorde a corral permitiría mantener niveles adecuados de CLA pero la relación de ácidos grasos n_6/n_3 sería superior a la recomendada. El uso de heno permitiría obtener una carne más magra con una relación n_6/n_3 favorable para la salud humana y adecuados valores de CLA.

BIBLIOGRAFÍA

- Barton, R.A.; Phillips, T.O.; Clarke, E.A. 1949. Influence of sex on fat lamb quality. Proc. Ann. Conf. N.Z. Soc. Anim. Prod. 9: 66 – 84.
- Bas, P.; Morand-Fehr, P. 2000. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. Livest. Prod. Sci. 64:61-79.
- Bibe B.; Brunel, J.C.; Bourdillon, Y.; Loradoux, D.; Gordy, M.H.; Weisbecker, J.L.; Bouix, J. 2002. Genetic parameters of growth, and carcass quality of lambs at the french progeny-test station Berrytest. Proceedings of the 7th World Congress on Genetic applied to Live-stock Production, Montpellier, France, August 19-23, CD-ROM, Communications. Nº 11 – 06.
- Demirel, G.; Ozpinar, H.; Nazli, V.; Keser, O. 2006. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. Meat Sci. 72: 229-235.
- Department Of Health. 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. HMSO, London. Report on health and social subjects nº 46. s.p
- Díaz Díaz-Chirón, M.T. 2001. Características de la canal de

corderos lechales man-chegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. 295 pp.

- Díaz, M.T.; Álvarez, I.; De La Fuente, J.; Sañudo, C.; Campo, M.M.; Oliver, M. A.; Font I Furlons, M.; Montossi, F.; San Julián, R.; Nute, G.R.; Cañeque, V. 2005. Fatty acid composition of meat from typical lamb production systems of Spain, United Kingdom, Germany and Uruguay. *Meat Sci.* 71: 256-263.
 - Doreau, M.; Ferlay, A. 1994. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. *Anim. Feed Sci. Tech.* 45:379-396.
 - Enser, M.; Hallett, K.; Hewett, B.; Fursey, G.A.J.; Wood, J.D. 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Sci.* 42: 443-456.
 - GAMBETTA, R.; LYNCH, G.; MC COR-MICK, M. 2000. Carne ovina: estudio de la oferta y opinión de la demanda. pp. 36 – 43. En: Seminario de Producción de Carne Ovina. EEA Valle Inferior del Río Negro. INTA. Información Técnica N° 16.
 - Kirton, A. H.; Carter, A. H.; Clarke, J. N.; Sinclair, D. P.; Mercer, G. J. K.; Duganzich, D. M. 1995. A comparison between 15 rams breeds for export lamb production 1. Liveweight, body components, carcass measurements, and composition. *N. Z. J. Agric. Res.* 38: 347 – 360.
 - Kirton, A. H.; Johnson, D. I. 1979. Inter-relationships between GR and other lamb carcass fatness measurements. En: 39th Annual Conference of N.Z. Society of Animal Production. pp. 12.
 - Kucuk, O.; Hess, B.W.; Ludden, P.A.; Rule, D.C. 2001. Effect of forage:concentrate ratio on ruminal digestion and duodenal flow of fatty acids in ewes. *J. Anim. Sci.* 79:2282-2293.
 - Latham, M.J.; Storry, J.E.; Sharpe, M.E. 1972. Effect of low roughage diets on the microflora and lipid metabolism in the rumen. *Appl. Microbiol.* 24: 871-877.
 - Nurenberg, K.; Fisher, A.; Nurenberger, G.; Ender, K.; Dannenberger, D. 2008. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. *Small Rum. Res.* 74:279-283.
 - Palsson, H. 1939. Meat qualities in the sheep with special reference to Scottish breeds and crosses. Part. 1. *J. Agric. Sci. Camb.* 29: 544 – 626.
 - Park, P.W.; Goins, R.E. 1994. In Situ Preparation of Fatty Acid Methyl Esters for Analysis of Fatty Acid Composition in Foods. *J. Food Sci.* 59: 1262-1266.
 - Priolo, A.; Micol, D.; Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. *Anim. Res.* 50: 185-200.
 - Priolo, A.; Micol, D.; Agabriel, J.; Prache, S.; Dransfield, E. 2002. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Sci.* 62: 179-185.
 - Purchas, R. W. Y Wilkin, G. H. 1995. Characteristics of lamb carcasses of contrasting subjective muscularity. *Meat Sci.* 41: 357 – 368.
 - Santos Silva, J.; Mendes, I.; Bessa, R. 2002. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs I. Growth, carcass composition and meat quality. *Livest. Prod. Sci.* 76: 17-25.
 - Scollan, N.; Hocquette, J.; Nuernber, K.; Dannenberger, D.; Richardson, I.; Moloney, A. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.* 74:17-33
 - Thwaites, C.J., Yeates, N.T.M. Y Pogue, R.F. 1964. Objective appraisal of intact lamb and mutton carcasses. *J. Agric. Sci. (Camb).* 63: 415 – 420.
-

capítulo 04

Mayo, A.¹; Roa, M.¹; Álvarez, M.¹; García Vinent, J.C.¹; Paván, E.²¹ EEA Valle Inferior del Río Negro, convenio Prov. Río Negro-INTA² EEA INTA Balcarce

Efecto del uso de granos de distinta degradabilidad ruminal sobre el punto de fusión y el perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea de corderos merino

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ovina en Argentina se caracterizaron por ser extensivos pastoriles, generando un tipo de carne caracterizada por poseer una elevada proporción de ácido linoléico (García, 2004; Sañudo *et al.*, 2008) y una relación ácidos grasos poliinsaturados n-6: ácidos grasos poliinsaturados n-3 inferior al máximo recomendado para prevenir enfermedades cardiovasculares (relación AG-PI n-6:AGPI n-3 < 4; Department of Health, 1994).

Estos sistemas ganaderos presentan una marcada inestabilidad y variación anual de producción, ya sea por su dependencia de pasturas de crecimiento estacional, o por las intensas sequías que se presentan en las zonas de producción. En respuesta a esta problemática, se comenzaron a generar diferentes tecnologías de manejo, como el confinamiento de animales con dietas que incluyen granos de cereales.

Este nuevo sistema de alimentación generaría cambios en el ambiente ruminal, que alteraría el perfil de ácidos grasos de la grasa animal. El reemplazo de una dieta fibrosa por una a base de granos incrementaría la producción de ácido propiónico a nivel ruminal. Si el grano a utilizar presenta alta degradabilidad ruminal podría provocar la formación de ácidos grasos de cadena impar (AGCI) y de ácidos grasos de cadena ramificada (AGCR) (Duncan y Garton, 1978; Garton *et al.*, 1972; Scaife *et al.*, 1978) dando origen a la formación de las denominadas grasas blandas en el

tejido subcutáneo, afectando de ésta manera, la calidad de la res (Legran, 1994 citado por Berthelot *et al.*, 2001; Duckett y Kuber, 2001).

Objetivo: Evaluar el efecto de la sustitución de heno de alfalfa por granos de cereales de distinta degradabilidad de su almidón sobre punto de fusión de la grasa y composición de ácidos grasos.

Hipótesis: 1) El reemplazo parcial de heno de alfalfa por granos de cereales incrementa la relación de AGPI n-6: n-3 y disminuye el punto de fusión de la grasa subcutánea. 2) El efecto de la sustitución isoalmidonosa de granos de cebada por granos de maíz incrementa el punto de fusión de la grasa subcutánea. 3) La variación en el punto de fusión de la grasa subcutánea está asociada con la variación en su composición de ácidos grasos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Valle Inferior del Río desde el 12/01/2009 hasta el 03/04/2009. Se utilizaron 45 corderos Merino Australiano de seis meses de edad, con un peso corporal de $18,0 \pm 1,6$ kg y una condición corporal de $1,5 \pm 0,16$. Los mismos se estratificaron por peso y condición corporal y se asignaron al azar a tres tratamientos con tres repeticiones cada uno.

Los tratamientos dietarios se definieron en base a la composición de la dieta en HENO, MAÍZ y CEBADA (Tabla 1). En MAÍZ se reemplazó un 39%

Cuadro 1. Composición de la dietas en cada uno de los tratamientos.

Componentes	HENO	MAÍZ	CEBADA
% Heno de alfalfa	100	61	57
% Grano	0	37	41
% Urea	0	0,5	0,5
% Núcleo vitamínico-mineral	0	1,5	1,5

del heno de alfalfa por grano de maíz entero, urea y núcleo vitamínico-mineral. En CEBADA se reemplazó el heno de alfalfa por grano de cebada entero hasta equiparar las proporciones de almidón en MAÍZ y CEBADA (31% de la materia seca de la dieta). Al igual que en MAÍZ, en CEBADA se agregó urea y núcleo vitamínico-mineral para alcanzar 16% de PB. El grano de maíz se utilizó como fuente de almidón de baja degradabilidad y el de cebada como fuente de almidón de alta degradabilidad (Jahn *et al.*, 1999). Cada tratamiento se asignó a tres corrales consecutivos. Se definieron dos períodos de alimentación: acostumbramiento y experimental. Durante el período de acostumbramiento los animales fueron alimentados con heno de alfalfa picado incorporándose en forma gradual el resto de los ingredientes de la dieta correspondiente. Este período se extendió hasta que todos los animales consumían la ración sin dejar rechazo. Las dietas se suministraron totalmente mezcladas, ad libitum, todos los días entre las 8 y 9 horas.

Determinaciones

Muestreo de grasa subcutánea: En la cámara de frío se extrajeron 100 g de grasa subcutánea de la zona inguinal de todas las reses. Las muestras fueron conservadas en bolsas de polietileno a -20°C.

Perfil de ácidos grasos: Para esta determinación se eligieron al azar dos muestras por cada corral. De esta manera para cada tratamiento se contó con información de seis individuos. Este análisis se realizó por cromatografía gaseosa (Cromatografo Clarus 500, Perkin Elmer), utilizando una columna capilar CP-SIL 88 de 100 m x 0,25 mm (Varian, EEUU). Previo al análisis cromatográfico, las muestras de grasa subcutánea fueron metiladas según el procedimiento de Parks y Goins (1994). Los ácidos grasos de interés fueron

identificados comparando los tiempos de retención obtenidos con los correspondientes estándares. Las determinaciones fueron realizadas por duplicado.

Punto de fusión real (PFR): Se utilizó el Método del Tubo Capilar (AOAC, 1975) considerando como temperatura de punto de fusión, aquella a la cual la grasa subcutánea se tornó transparente. Las determinaciones fueron realizadas en todas las muestras de grasa subcutánea por triplicado.

A partir de la composición de ácidos grasos se estimaron los siguientes índices: *Punto de fusión estimado (PFE)* utilizando la ecuación [1] propuesta por Beriain *et al.* (2000)

$$PFE = 25,67 + 0,702 * C18:o(\%) - 0,190 * AGCI (\%) \quad [1]$$

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos se analizaron por medio de un análisis de varianza según un diseño completamente aleatorizado incluyendo el tratamiento dietario como único efecto fijo. La unidad experimental utilizada fue el animal. El número de repeticiones para analizar el PFR fue: n=14 (HENO), n=11 (MAÍZ), y n=13 (CEBADA). Las diferencias en el número de repeticiones utilizadas fue consecuencia de la pérdida de información durante la faena de los animales. Este análisis fue realizado utilizando el procedimiento PROC GLM de SAS. El análisis de varianza de la composición de ácidos grasos se realizó mediante el procedimiento de máxima verosimilitud restringida (REML) de PROC MIXED de SAS, debido a la falta de homogeneidad de varianza, la cual fue detectada mediante el test de Levene.

Para comparar las medias de los tratamientos se utilizaron contrastes ortogonales, solo cuando el valor P del análisis de la varianza indicó diferencias significativas. A continuación se detallan las expresiones matemáticas de los contrastes ortogonales:

$$\mu \text{ HENO} - \mu \text{ GRANO (MAÍZ + CEBADA)} = 0$$

$$\mu \text{ MAÍZ} - \mu \text{ CEBADA} = 0$$

Para cuantificar la asociación entre la variación en el PFR y la composición de ácidos grasos se utilizó análisis de regresión teniendo en cuenta el valor obtenido en cada uno de los animales. De la misma manera fue realizada la regresión donde se cuantificaba la asociación entre PFR y PFE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ácidos grasos encontrados en mayor proporción fueron el C16:0, el C18:0 y el C18:1cis 9. Similares resultados fueron obtenidos por Enser *et al.* (1996) en muestras de grasa subcutánea en

ovinos. Cuando se realizó la sustitución de heno por grano las proporciones de C15:0 y el C17:0 disminuyeron un 21 y un 18% respectivamente (Tabla 2). Estos resultados no concuerdan con lo citado por Duncan y Garton (1978); Scaife *et al.* (1978), quienes indicaron que corderos alimenta-

Tabla 2. Perfil de ácidos grasos (AG, %) de la grasa subcutánea de corderos Merino.

AG (%)	HENO Media	MAÍZ Media	CEBADA Media	EEM	CONTRASTES	
					HENO vs. GRANO	MAÍZ vs CEBADA
C8:0	0,02	0,01	0,01	0,004	*	NS
C10:0	0,14	0,13	0,16	0,025	NS	NS
C12:0	0,17	0,16	0,23	0,058	NS	*
C14:0	2,51	2,90	3,42	0,549	*	NS
C14:1	0,05	0,07	0,09	0,028	*	NS
C15:0	0,87	0,64	0,74	0,107	*	NS
C16:0	23,87	24,14	25,47	2,625	NS	NS
C16:1	2,33	1,16	1,26	1,739	NS	NS
C16:2n-4	0,08	0,05	0,06	0,012	*	NS
C16:3n-4	Tr	Tr	Tr	Tr	NS	NS
C17:0	2,25	1,85	1,82	0,159	**	NS
C18:0	28,49	25,51	23,05	1,787	*	*
C18:1cis11	0,49	0,72	0,63	0,048	**	*
C18:1cis9	24,18	30,81	30,95	2,742	**	NS
C18:1trans11	1,66	2,72	1,95	0,636	*	*
C18:1trans9	0,14	0,43	0,22	0,136	*	*
C18:2n-4	Tr	Tr	Tr	Tr	NS	NS
C18:2n-6	2,10	2,35	2,63	0,407	NS	NS
C18:3n-3	1,55	0,62	0,87	0,206	**	*
C18:3n-4	Tr	Tr	Tr	Tr	*	NS
C18:3n-6	0,04	0,05	0,11	0,092	NS	NS
C18:4n-3	0,03	0,01	0,01	0,009	*	NS
C20:0	0,26	0,21	0,21	0,028	*	NS
C20:1cis11	0,06	0,06	0,08	0,007	*	**
C20:4n-3	Tr	Tr	Tr	Tr	NS	NS
C20:4n-6	0,07	0,10	0,10	0,027	*	NS
C20:5n-3	0,05	0,03	0,03	0,020	NS	NS
C22:0	0,06	0,04	0,04	0,011	*	NS
C22:5n-3	0,12	0,09	0,09	0,028	NS	NS
C22:6n-3	0,03	0,01	0,03	0,008	*	*
CLA cis9 cis11	0,05	0,04	0,04	0,01	NS	NS
CLA cis9trans11	0,32	0,38	0,39	0,094	NS	NS
CLAtrans9trans11	0,14	0,14	0,14	0,023	NS	NS
CLA cis11trans13	Tr	Tr	Tr	Tr	NS	NS
CLA trans10cis12	0,01	0,03	0,01	0,01	NS	NS

NS indica diferencias no significativas ($P \geq 0,05$), * indica diferencias significativas ($P < 0,05$), ** indica diferencias altamente significativas ($P < 0,001$), Tr: trazas, EEM: error estándar de la media.

dos con dietas ricas en granos de cereales generarían deficiencias de cobalto, lo que se traduciría en una menor capacidad del hígado de generar ácido succínico con la consecuente acumulación de propionil-CoA, el cual sería utilizado como precursor en la síntesis de AGCI (Duncan y Garton, 1978; Scaife *et al.*, 1978). Esta sustitución además produjo una disminución del 15 % del C18:0 ($P < 0,001$) como consecuencia de una menor biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos insaturados de origen dietario, respecto a lo que ocurre con otras dietas a base de forrajes (Kucuk *et al.*, 2001). Esto se vio reflejado en los mayores valores obtenidos en los ácidos grasos C18:1 *trans*-11, ($P < 0,05$) y C18:1cis 9 ($P < 0,001$). Al mismo tiempo esta sustitución generó una disminución de 48% en el C18:3 n-3 ($P < 0,0001$), lo cual era lo esperado, ya que este ácido graso se encuentra en mayores proporciones en los forrajes que en los granos de cereales (Van Soest, 1994). Los restantes ácidos grasos identificados no fueron afectados por la sustitución de heno por grano.

Por otra parte, el reemplazo de MAÍZ por CEBADA redujo las proporciones de C18:1 *trans*-11 y de C18:1 *trans*-9 ($P < 0,05$), además de disminuir en un 10 % el C18:0 ($P < 0,001$). Por otro lado, la sustitución de MAÍZ por CEBADA incrementó la proporción de C18:3 n-3 ($P < 0,0001$), en un 29%. Esto último es consecuencia del mayor contenido de este ácido graso en el grano de cebada (Van Soest, 1994).

La sustitución de heno por grano, disminuyó un 20% el total de los ácidos grasos de cadena

impar (AGCI), un 50% los AGPI n-3 ($P < 0,001$) y un 6% los ácidos grasos saturados (AGS) ($P = 0,02$). La menor proporción de AGS puede ser consecuencia de la menor biohidrogenación ruminal producida en el rumen. Esto es evidenciado por la menor cantidad de ácido esteárico y las mayores cantidades de C18:1 *trans*-11 y de C18:1cis 9 en la grasa subcutánea. En cambio, los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) ($P < 0,001$) y los AGPI n-6 aumentaron un 21% cada uno ($P = 0,04$) como consecuencia del uso de granos. El mismo comportamiento se observó en los cocientes AGPI n6: AGPI n3 y AGI/AGS ($P < 0,0001$). Mientras que, el total de AGPI y el cociente entre éste y los AGS no fueron modificados. A pesar de presentar mayores valores los animales de GRANO en el cociente AGPI n6: AGPI n3 en ninguno de los casos superó el máximo recomendado para prevenir enfermedades cardiovasculares (relación AGPI n-6: AGPI n-3 < 4 ; Department of Health, 1994) (Tabla 3). En cambio cuando se compararon los resultados obtenidos entre MAÍZ y CEBADA se observó que los AGPI totales fueron un 15% mayor en la grasa subcutánea de los animales de CEBADA y dentro de éstos, los AGPI n-3 fueron los que presentaron mayores valores (33%, $P < 0,001$). El resto de los ácidos grasos, al igual que los cocientes analizados, no fueron afectados por la sustitución de maíz por cebada ($P > 0,05$) (Tabla 3). La sustitución de heno por grano, tanto en el PFR como en el PFE [$PFE = 25,67 + 0,702 * C18:0(\%) - 0,190 * AGCI(\%)$], generó disminuciones del 4 y 6% respectivamente ($P < 0,001$), estos resultados pueden ser expli-

Tabla 3. Porcentajes de ácidos grasos (AG, %) agrupados en categorías.

AG (%)	HENO Media	MAÍZ Media	CEBADA Media	EEM	CONTRASTES	
					HENO vs. GRANO	MAÍZ vs. CEBADA
AGS	58,57	55,57	55,12	2,559	*	NS
AGMI	28,63	34,86	34,75	2,840	*	NS
AGPI	4,59	3,93	4,55	0,592	NS	*
AGCI	3,12	2,49	2,56	0,215	**	NS
AGPI n-6	2,21	2,51	2,84	0,419	*	NS
AGPI n-3	1,79	0,78	1,04	0,219	**	*
N6/N3	1,23	3,28	2,76	0,362	**	*
AGPI/AGS	0,08	0,08	0,08	0,014	NS	NS
AGI/AGS	0,58	0,72	0,72	0,053	**	NS

N6/N3: AGPI n-6 / AGPI n-3 ; AGI/AGS: (AGMI+AGPI) / AGS; NS indica diferencias no significativas ($P \geq 0,05$), * indica diferencias significativas ($P < 0,05$), ** indica diferencias altamente significativas ($P < 0,001$). EEM: error estándar de la media

	HENO	MAÍZ	CEBADA	EEM	HENO vs GRANO	MAÍZ vs CEBADA
PFR	48,63	47,79	45,28	1,367	**	NS
PFE	45,1	43,1	41,4	1,303	**	*

Tabla 4: Punto de fusión real (PFR, °C) y punto de fusión estimado (PFE, °C) en los distintos tratamientos.

NS indica diferencias no significativas ($P \geq 0,05$), * indica diferencias significativas, ** indica diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) EEM: error estándar de la media.

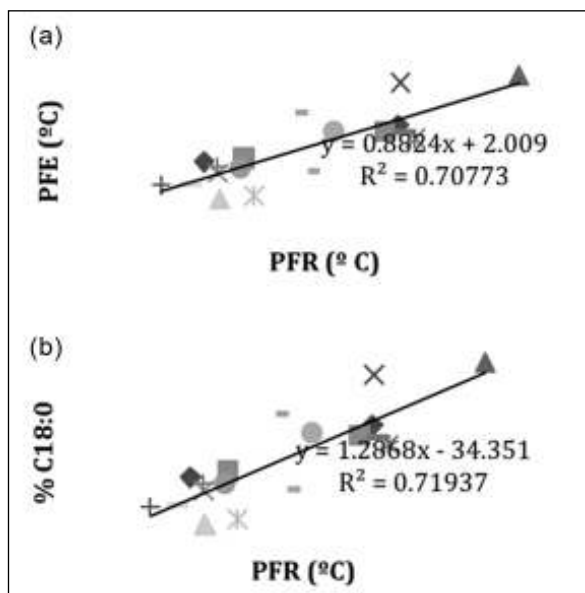


Figura 1. (a) Relación entre el punto de fusión real y el estimado. (b) Relación entre el punto de fusión real y % C18:0.

cados por la caída en la proporción de AGS, especialmente el C18:0 (Enser y Wood (1993, citado por Wood *et al.* (2003)). Por otra parte, el reemplazo de granos de maíz por granos de cebada generó disminuciones del 4% en el PFE ($P=0,04$), mientras que en el PFR no difirió con el uso de los distintos granos ($P>0,05$). (Tabla 4).

En la regresión entre el PFR y los el PFE se observó una relación significativa ($R^2= 0,71$; $n= 18$; $P < 0,001$) [Figura 1 (a)]. Al analizar cuanto de la variación total del PFR era explicada por los ácidos grasos individuales utilizados en la estimación del PFE se observó que la proporción de C18:0 explicaba el 72% de la variación [$(n= 18$; $P < 0,001$; Figura 1 (b)]; en tanto que la proporción total de los AGCI no fue incorporada al modelo ($R^2 = 0,31$; $n= 17$; $P= 0,19$).

CONCLUSIONES

Bajo estas condiciones experimentales, se puede concluir que: 1) La relación AGPI n-6: AGPI

n-3 fue mayor al incorporar granos a la dieta, sin embargo, en ningún caso superó el máximo recomendado para prevenir enfermedades cardiovasculares. Por otra parte los distintos granos de cereales no modificaron las proporciones de AGS, AGMI, AGPI y AGCI obtenidas; 2) La variación en el punto de fusión real de la grasa subcutánea no puede ser atribuida a la composición de ácidos grasos de cadena impar sino a la menor concentración de C18:0.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1975. Official Methods 920.157 Melting Point of Fats and Fatty acids. En: David Firestone ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington VA. pp. 4.
- Berthelot, V.; Normand, J.; Bas, P.; Kristensen, N.B. 2001. Softness and fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue, and methylmalonic acid concentration in the plasma of intensively reared lambs. *Small Ruminant Research* 41:29-38.
- Department of Health. 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. HMSO, London. Report on health and social subjects n° 46. s.p.
- Duckett, S.K.; Kuber, P.S. 2001. Genetic and nutritional effects on lamb flavor. *Journal of Animal Science* 79: 249-254.
- Duncan, W.R.H.; Garton, G.A. 1978. Differences in the proportions of branched-chain fatty acids in subcutaneous triacylglycerols of barleyfed ruminants. *British Journal of Nutrition*: 40-29.
- García, P. 2004. Características de la carne del cordero Patagónico. *Revista IDIA XXI. Ovinos*. 7:16-21.
- Garton, G.A.; Hovell, F.D.; Duncan, W.R.H. 1972. Influence of dietary volatile fatty acids on the fatty acid composition of lamb triglycerides, with special reference to the effect of propionate on the presence of branched -chain components. *British Journal of Nutrition* 29:409-416.
- Jahn, E.B.; Cortés B., K.; Bórquez L., F; Venegas F., P; González S., C. 1999. Degradación ruminal in situ del grano de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*) y lupino dulce (*Lupinus albus*) con el uso de diferentes métodos de procesamiento. *Agricultura Técnica Chile* 59 (2): 96-106.
- Park, P.W; Goins, R.E. 1994. In situ preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in food. *Journal of Food Science* 6:1262-1266.

- Sañudo, C.; Campos Arribas, M. 2008. Atributos de calidad de la canal, carne y grasa y factores que los afectan. En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano. Sañudo Astiz, C. y González, C. 1^o Ed. Tandil. UNCPBA. Argentina. pp.79-91
 - Scaife, J.M.; Wahle, W.J.; Garton, A.G. 1978. Utilization of Methymalonate for the synthesis of branched-chain fatty acids by preparations of chicken liver and sheep adipose tissue. Biochemist Journal. 176:799-804.
-

Álvarez, J.M.¹; García Vinent, J.C.¹; Giorgetti, H.²; Rodríguez, G.²; Mayo, A.¹

¹ EEA Valle Inferior del Río Negro, convenio Prov. Río Negro-INTA

² Chacra Experimental Patagones, Min. de Asuntos Agrarios de la Prov. de Buenos Aires

Características de la carcasa de corderos de diferentes genotipos

INTRODUCCIÓN

La producción de carne en los sistemas de producción ovina tuvo históricamente una importancia menor. Sin embargo, la crisis de precios de la lana, indujo a muchos ganaderos a reconvertir sus sistemas. En el contexto actual la carne presenta mejores perspectivas. Estudios de mercado realizados en Argentina indican que existen sectores desabastecidos en los grandes centros urbanos. Además, la exportación de carne ovina se ha incrementado durante los últimos años, despertando un creciente interés entre los ganaderos por la producción de corderos. La demanda se orienta a carcasas de mayor peso, bien conformadas y sin exceso de grasa. El cruzamiento de las razas locales con razas de carne y el uso de razas de mayor velocidad de crecimiento, podría mejorar estas características, contribuyendo a una mayor aceptación del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

El ensayo se realizó en el Campo Experimental Patagones (40° 39' S, 62° 54' W, 40 m.s.n.m.), ubicado a 22 km de la ciudad de Carmen de Patagones. Ovejas Corriedale (CO = 240) fueron inseminadas durante 5 años con semen de carneros de las razas CO, Border Leicester (BL, n=5), Île de France (IF, n=5) y Texel (TX, n=5). Las hembras F1 y CO provenientes de estos cruzamientos se retuvieron para ser evaluadas como madres y fue-

ron cubiertas con moruecos de la raza compuesta CR111 (n=8), pariendo por primera vez a los 25 ± 0,8 meses de edad. Además, se inseminaron ovejas CR111 con semen de moruecos CR111 (n=12) todos los años. El servicio comenzó el 25/03 y las ovejas se asignaron al azar a cada raza y/o carnero durante 34 días. Los corderos fueron identificados al nacimiento, registrándose la madre, el sexo, el peso y el tipo de parto. Las madres y corderos se manejaron juntos durante la lactancia. Al destete (104 ± 10 días de edad) los corderos machos que alcanzaron las condiciones mínimas de comercialización (23 kg de peso vivo y 2,5 puntos o más de condición corporal) fueron faenados.

Mediciones y descripción de los caracteres

Previo al embarque se registró el peso y se determinó la condición corporal de cada animal. Una vez faenados, se registró el peso de la carcasa caliente y se calculó el rendimiento como [(peso de la carcasa caliente/peso vivo)*100]. Además se tomaron las siguientes medidas lineales: ancho de grupa (G; Pálsson, 1939), ancho de tórax (Wr; Barton *et al.*, 1949), longitud interna de la carcasa (L, Pálsson, 1939). A partir de estas medidas, se calcularon los índices de compacidad de la carcasa (peso de la carcasa caliente/L; Thwaites *et al.*, 1964), compacidad de la pierna (G/F; Pálsson, 1939), y la relación ancho de tórax: longitud interna de la carcasa (Wr/L; Bibe *et al.*, 2002). Las carcasas fueron calificadas por su conformación (E= superior, U= muy buena, R= buena, O= bastante buena, P= pobre) y engra-

samiento (1, 2, 3L, 3H, 4L, 4H, 5; donde 1= muy magra, 5 =muy grasa) según la normativa de la Comunidad Económica Europea.

Análisis estadístico

Se analizaron datos de 436 corderos. El peso de la carcasa, el rendimiento y las medidas lineales se analizaron mediante modelos lineales mixtos. El peso vivo y peso de la carcasa se trataron como efectos fijos. Los valores fueron agrupados en 4 clases: carácter $\leq \mu - \sigma$; $\mu - \sigma \leq$ carácter $< \mu$; $\mu \leq$ carácter $< \mu + \sigma$; $\mu + \sigma \leq$ carácter. Para analizar el peso de la carcasa se incluyó el peso vivo como factor. Los factores fijos incluidos en el modelo reducido para analizar el peso de la carcasa y el rendimiento comercial fueron: el genotipo (CO x CO, BL x CO, IF x CO, TX x CO, CRIII x CO, CRIII x BLCO, CRIII x IFCO, CRIII x TXCO y CRIII x CRIII), el año (1 a 4), el tamaño de la camada (simple, doble) y el peso vivo (1=Peso vivo $\leq$ 24,6 kg; 2=24,6 kg $\leq$ Peso vivo $<$ 29,0 kg; 3=29,0 kg $\leq$ Peso vivo $<$ 33,3 kg; 4=33,3 kg $\leq$ Peso vivo). Para las medidas lineales, se incluyeron los mismos factores, pero el peso vivo se reemplazó por el peso de la carcasa (1=peso carcasa $\leq$ 11,0 kg; 2=11,0 kg $\leq$ peso carcasa $<$ 13,4 kg; 3=13,4 kg $\leq$ Peso carcasa $<$ 15,9 kg; 4=15,9 kg $\leq$ Peso carcasa). El efecto aditivo se incluyó como efecto aleatorio en todos los casos. Los contrastes se calcularon utilizando un estadístico F y se consideró que dos niveles diferían entre sí cuando el contraste presentó un valor $p < 0,05$. Se utilizaron valores de componentes de varianza propuestos por Bibe *et al.* (2002).

Los datos de conformación y engrasamiento se analizaron mediante modelos umbral, utilizando una aproximación bayesiana. Para conformación las observaciones se codificaron en 4 categorías en función de la calificación obtenida (O-P, R, U, E). Para analizar el engrasamiento de cobertura, se consideraron 3 categorías de respuesta (2, 3L - 3H, 4L - 4H). Se utilizó un modelo animal considerando los mismos efectos fijos incluidos al analizar los caracteres de conformación objetiva. Las distribuciones marginales posteriores se estimaron mediante muestreo de Gibbs utilizando probabilidades a "priori" uniformes para todos los parámetros (Sorensen y Gianola, 2002). Se utilizaron 400000 iteraciones, descartando las 100000 primeras. Las diferencias se infirieron a partir de las distribuciones marginales posterior-

res. Los contrastes entre niveles se presentan en la escala de la propensión. La convergencia se chequeó utilizando el test de Geweke (Geweke, 1992). Para obtener las medias y desviaciones típicas de las distribuciones marginales posteriores en la escala observable se transformaron las muestras mediante la función probit.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos ambientales

El año afectó todas las variables estudiadas ($P < 0,05$). El efecto del año es mediado por factores indefinidos (plano nutricional, contenido de proteína de la dieta, fotoperíodo, etc.) que afectan la ganancia de peso, la composición de la carcasa (Kirton *et al.*, 1998). Estos factores no se controlaron en nuestro ensayo y son típicamente no repetibles, por lo tanto no fueron estudiados con mayor profundidad.

El peso de la carcasa se incrementó con el peso vivo ($P < 0,05$) pero no sucedió lo mismo con el rendimiento ($P > 0,05$). Varios estudios han demostrado mayor rendimiento en corderos medianos y pesados respecto a livianos (Kirton *et al.*, 1995; Kremer *et al.*, 2004). En nuestro ensayo los corderos no fueron esquilados antes de la faena y el peso de la lana pudo haber neutralizado el efecto del peso vivo sobre el rendimiento. Las medidas lineales y los índices de compacidad aumentaron con el peso de la carcasa ($P < 0,05$). Las carcasas más pesadas también recibieron mayores calificaciones de conformación y engrasamiento. La influencia del peso de la carcasa sobre las mediciones lineales y sobre la conformación y engrasamiento ha sido ampliamente estudiada y se explica por el crecimiento diferencial de los tejidos óseo, muscular y adiposo.

Los corderos dobles presentaron menor peso de la carcasa y rendimiento ($P < 0,05$). El efecto del tamaño de la camada está mediado principalmente por el peso vivo y peso de la carcasa (Fogarty *et al.*, 2005). No obstante, nuestros resultados sugieren que otros factores contribuirían a las diferencias observadas. Las probabilidades de que las carcasas de corderos simples reciban mejores calificaciones de conformación y engrasamiento fueron 85 % y 90 % respectivamente. El limitado suministro de leche junto con un consumo anticipado de forraje, podrían contribuir a un

menor rendimiento en corderos dobles (Ryan *et al.*, 19993). Por otro lado, una menor ganancia diaria de peso también pudo contribuir al menor engrasamiento observado.

Genotipo

Los genotipos CRIII x IFCO y CRIII x CRIII presentaron mayor peso de la carcasa y rendimiento comercial que CO x CO y BL x CO ($P < 0,05$; Tabla 1). Otros autores también han observado un menor rendimiento en corderos cruza BL, aún a la misma edad que otras cruza. Esta característica estaría asociada a un mayor peso del intestino y grasa intestinal (Kirton *et al.*, 1995). El mayor peso de la piel y lana sería responsable del menor rendimiento de razas orientadas a la producción de lana como CO. El mayor rendimiento de los corderos cruza doble coincide con otros estudios recientes (Fogarty *et al.*, 2005). Los genotipos CRIII x IFCO y CRIII x CRIII presentaron mayor ancho de tórax ($P < 0,05$) que el resto de los genotipos. Los genotipos CRIII x CRIII, CRIII x IFCO y CRIII x TXCO mostraron mayores índices de compacidad (Tabla 1; $P < 0,05$) mientras que IF x CO presentó mayor compacidad de la pierna ($P < 0,05$). Con excepción de BL x CO, el resto de los genotipos presentaron mayor relación ancho de tórax: largo interno que CO x CO ($P < 0,05$).

La evidencia experimental indica una mayor relación músculo: hueso mayor en carcasas mejor conformadas (Purchas y Wilkin, 1995). Sin embargo, se ha demostrado que la conformación es un

mal predictor de la composición tisular (Kempster *et al.*, 1989). Además, se ha encontrado una asociación positiva con la producción de carne vendible, pero la correlación ha sido baja y las predicciones se realizan con un error considerable (Purchas y Wilkin, 1995). Por lo tanto, es necesario puntualizar bajo qué circunstancias, una mejor conformación representa una ventaja. Las ventajas de una mejor conformación se observan cuando se realiza un despiece más completo de las carcasas. Estos datos indican una superioridad del 6 % en peso de los filetes de pierna y 13 % en los de lomo, con un incremento significativo del área de los cortes (Meat and Livestock Commission; 1987). Con el procesamiento tradicional, la diferencia observada es leve y no parece relevante. Además, las carcasas más cortas y anchas, tienen un aspecto más compacto, lo cual es ventajoso ya que el consumidor es atraído por los cortes con mayor área muscular (Texeira *et al.*, 2004). Por otro lado, la conformación continúa siendo importante en el mercado internacional, en el que las carcasas mejor conformadas son más valoradas. Incluso algunos autores sostienen que en este contexto, los productores deberían orientarse a la producción de carcasas pesadas, con una nota de conformación superior a R y engrasamiento no superior a 3 (Jones y Lewis, 2003).

Una vez iniciada la fase de engrasamiento, el porcentaje de grasa se incrementa a expensas de otros componentes. Por lo tanto, las diferencias

Tabla 1. Medias mínimo cuadradas y error estándar medio del efecto del genotipo sobre las características de la carcasa.

Genotipo ^a	Peso de la carcasa kg	Rend. %	Mediciones lineales sobre la carcasa				Compacidad de la res kg/cm	Compacidad de la pierna	Relac. ancho tórax: largo interno
			Largo interno cm	Largo de pierna cm	Ancho de grupa cm	Ancho de tórax cm			
CO x CO	12.8 ^a	44.3 ^a	55.9 ^{ab}	25.5 ^{ab}	25.9	19.3 ^a	0.235 ^a	1.018 ^{ab}	0.344 ^a
BL x CO	12.8 ^a	44.0 ^a	56.5 ^b	25.4 ^{ab}	26.0	20.1 ^b	0.236 ^{ab}	1.025 ^{ab}	0.355 ^{ab}
IF x CO	13.0 ^a	44.5 ^{ab}	55.4 ^a	25.1 ^b	26.1	20.4 ^b	0.240 ^{abc}	1.042 ^b	0.368 ^b
TX x CO	13.2 ^{abc}	45.9 ^{abc}	55.3 ^a	25.4 ^{ab}	26.4	20.2 ^b	0.243 ^{bcd}	1.039 ^{ab}	0.365 ^b
CRIII x CO	13.1 ^{ab}	45.4 ^{ab}	55.7 ^{ab}	25.4 ^{ab}	26.1	20.3 ^b	0.241 ^{abc}	1.030 ^{ab}	0.365 ^b
CRIII x BLCO	13.2 ^{abc}	45.6 ^{abc}	55.7 ^{ab}	25.4 ^{ab}	25.7	20.4 ^b	0.242 ^{abcd}	1.014 ^{ab}	0.367 ^b
CRIII x IFCO	13.8 ^c	47.2 ^c	54.9 ^a	25.4 ^{ab}	26.0	21.2 ^c	0.247 ^{cd}	1.024 ^{ab}	0.386 ^c
CRIII x TXCO	13.5 ^{abc}	45.7 ^{abc}	55.8 ^{ab}	25.3 ^{ab}	26.2	20.4 ^b	0.246 ^{cd}	1.037 ^{ab}	0.366 ^b
CRIII x CRIII	13.5 ^{bc}	46.2 ^{bc}	55.3 ^a	25.6 ^a	25.9	21.2 ^c	0.247 ^d	1.013 ^a	0.381 ^c
EEM	0.2	0.8	0.3	0.2	0.3	0.3	0.003	0.013	0.005

Valores que no comparten una letra dentro de cada columna difieren estadísticamente ($P < 0,05$).

^a La raza paterna se nombra primero: CO = Corriedale; BL = Border Leicester; IF = Île de France; TX = Texel; CRIII = Sintética CR III.

Tabla 2. Distribuciones marginales posteriores de las diferencias relativas a Corriedale para cada genotipo.

Genotipo ^a	Conformación				Engrasamiento			
	Media ^b	Desvío	HDP95% ^c	P > 0 ^d	Media ^b	Desvío	HDP95% ^c	P > 0 ^d
BL x CO	-0,195	0,175	-0,531, 0,157	0,130	-0,127	0,165	-0,440, 0,210	0,216
IF x CO	-0,454	0,171	-0,794, -0,122	0,004	-0,005	0,155	-0,312, 0,297	0,484
TX x CO	-0,269	0,187	-0,631, 0,101	0,072	0,136	0,169	-0,210, 0,455	0,794
CRIII x CO	-0,329	0,183	-0,690, 0,023	0,034	0,100	0,169	-0,234, 0,425	0,723
CRIII x BLCO	-0,215	0,212	-0,638, 0,192	0,152	0,315	0,196	-0,064, 0,698	0,950
CRIII x IFCO	-0,533	0,222	-0,962, -0,095	0,006	0,204	0,203	-0,188, 0,612	0,845
CRIII x TXCO	-0,480	0,219	-0,914, -0,055	0,014	0,083	0,201	-0,307, 0,480	0,661
CRIII x CRIII	-0,488	0,171	-0,823, -0,153	0,002	0,216	0,157	-0,095, 0,524	0,919

^a La raza paterna se nombra primero: BL = Border Leicester; CO = Corriedale; IF = Île de France; TX = Texel; CRIII = Synthetic III.

^b Valores positivos indican una media posterior superior para Corriedale.

^c Mínimo intervalo al 95 % de probabilidad.

^d Probability for the difference to be greater than 0.

Tabla 3. Media y desvío estándar de las distribuciones marginales posteriores de los genotipos para conformación y engrasamiento en la escala observable.

Genotipo ^a	Conformación (%) ^b				Engrasamiento (%) ^c		
	E	U	R	O-P	2	3 L-3 H	4 L-4 H
CO x CO	2,1 ± 1,2	42,9 ± 7,6	46,9 ± 6,0	8,1 ± 3,4	8,0 ± 3,5	54,7 ± 6,0	37,3 ± 8
BL x CO	4,0 ± 2,0	52,8 ± 6,4	38,7 ± 6,2	4,5 ± 2,1	5,2 ± 2,5	49,0 ± 6,5	45,8 ± 8
IF x CO	8,6 ± 3,1	62,8 ± 4,7	26,7 ± 5,6	1,9 ± 1,0	7,7 ± 2,9	54,8 ± 5,0	37,5 ± 7
TX x CO	5,1 ± 2,5	55,9 ± 6,7	35,4 ± 7,0	3,6 ± 2,0	12,1 ± 4,7	59,1 ± 4,7	28,8 ± 8
CRIII x CO	6,1 ± 2,8	58,5 ± 5,9	32,5 ± 6,6	2,9 ± 1,6	10,8 ± 4,1	58,3 ± 4,9	30,9 ± 7
CRIII x BLCO	4,5 ± 2,6	53,4 ± 8,0	37,7 ± 7,9	4,4 ± 2,6	19,6 ± 7,3	60,9 ± 3,9	19,5 ± 7
CRIII x IFCO	11,1 ± 5	63,9 ± 5,1	23,5 ± 7,5	1,5 ± 1,1	14,8 ± 6,4	60,1 ± 4,5	25,1 ± 8
CRIII x TXCO	9,7 ± 4,8	62,7 ± 5,7	25,8 ± 7,8	1,8 ± 1,4	10,6 ± 5,2	57,2 ± 5,9	32,2 ± 9
CRIII x CRIII	9,4 ± 3,1	63,8 ± 4,2	25,2 ± 5,1	1,6 ± 0,8	14,8 ± 4,1	61,2 ± 3,6	24,0 ± 6

^a La raza paterna se nombra primero: BL = Border Leicester; CO = Corriedale; IF = Île de France; TX = Texel; CRIII = Synthetic III.

^b Escala de E (conformación excelente) a P (conformación pobre).

^c Escala de 1 (extremadamente magra) a 5 (excesivamente grasa); H = alto, L = bajo.

en engrasamiento entre tipos genéticos sugieren que también existirían diferencias en la composición tisular. Las carcasas de corderos BL x CO presentaron un mayor engrasamiento. Este resultado indica que, a igual peso, estas carcasas presentarían un mayor porcentaje de grasa y un menor porcentaje de músculo que las del resto de los tipos genéticos. Estos animales presentaron una elevada ganancia diaria de peso y un elevado porcentaje alcanzó la terminación comercial al destete (Álvarez *et al.*, 2010). Por lo tanto, el cruzamiento BL x CO podría utilizarse para la producción de corderos livianos con un adecuado engrasamiento.

to. Los cruzamientos terminales con las razas IF, TX y CRIII, los cruzamientos múltiples y el uso de la raza CRIII permitirían incrementar el peso de la carcasa, mejorar la conformación y el área de los cortes, sin incrementar el contenido de grasa. Más aún, la probabilidad de que las carcasas de corderos TX x CO, CRIII x CO, CRIII x BLCO, CRIII x IFCO y CRIII x CRIII presenten un menor engrasamiento que las de corderos CO x CO fue superior al 72 %. Por lo tanto, si se desea producir animales de mayor peso, estas opciones serían las indicadas.

CONCLUSIONES

Una adecuada combinación de los recursos genéticos disponibles bajo un manejo adecuado permitiría incrementar los ingresos y la sustentabilidad de los sistemas de producción ovina. Los cruzamientos y el uso de la raza sintética CR111 incrementaron el peso de la carcasa, el rendimiento y mejoraron la conformación. Estos cambios podrían contribuir a mejorar la aceptación los precios y el ingreso por venta de corderos.

Entre las opciones disponibles, Border Leicester sería la raza adecuada para producir corderos livianos, mientras que Île de France, Texel y la raza CR111 se podrían utilizar para producir corderos pesados sin exceso de grasa.

REFERENCIAS

- Álvarez, J.M., Rodríguez Iglesias, R.M., García Vinent, J.C., Giorgetti, H. y Baselga, M. 2010. Introduction of meat sheep breeds in extensive systems of Patagonia: Lamb growth and survival. *J. Anim. Sci.* 88: 1256-1266.
- Barton, R.A., Phillips, T.O. y Clarke, E.A. 1949. Influence of sex on fat lamb quality. *Proc. Ann. Conf. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 9: 66 – 84.
- Bibe B, Brunel JC, Bourdillon Y, Loradoux D, Gordy MH, Weisbecker JL, Bouix J 2002. Genetic parameters of growth, and carcass quality of lambs at the french progeny-test station Berrytest. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetic applied to Livestock Production, Montpellier, France, August 19-23, CD-ROM, Communications. N° 11 – 06.*
- Fogarty, N. M., Ingham, V. M., Gilmour, A. R., Cummings, L. J., Gaunt, G. M., Stafford, J., Hocking Edwards, J. E. y Banks, R. G. 2005. Genetic evaluation of crossbred lamb production. 2. Breed and fixed effects for post-weaning growth, carcass, and wool production of first cross lambs. *Aust. J. Agric. Res.* 56: 455 – 463.
- Geweke, J. 1992. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments (with discussion). Vol. 4, pp. 169 – 193. En: Bernardo, J. M., Berger, J. O., Dawid, A. P. y Smith, A. F. (Ed.). *Bayesian statistics.* Oxford, UK: Oxford University Press.
- Jones, H. E. y Lewis, R. M. 2003. Market requirements for lambs. *British Food Journal.* 105: 364 – 379.
- Kempster, A.J., Croston, D. y Jones, D. W. 1981. Value of conformation as an indicator of sheep carcass composition within and between breeds. *Anim. Prod.* 33: 39 – 49.
- Kirton, A. H., Carter, A. H., Clarke, J. N., Sinclair, D. P., Mercer, G. J. K. y Duganzich, D. M. 1995. A comparison between 15 rams breeds for export lamb production 1. Liveweight, body components, carcass measurements, and composition. *N. Z. J. Agric. Res.*
- Kirton, A. H., Carter, A. H., Clarke, J. N., Sinclair, D. P., Mercer, G. J. K. y Duganzich, D. M. 1998. Year effects on the carcass composition of lambs slaughtered over a 10 year period. *N. Z. J. Agric. Res.* 41: 227 – 233.
- Kremer, R., Barbato, G., Castro, L., Rista, L., Rosés, L., Herrera, V. y Neirotti, V. 2004. Effect of sire breed, year, sex and weight on carcass characteristics of lambs. *Small Rum. Res.* 53: 117 – 124.
- Meat and Livestock Commission. 1987. *Sheep Yearbook*, Meat and Livestock Commission. Milton Keynes, Blethley. pp 39 – 42.
- Palsson, H. 1939. Meat qualities in the sheep with special reference to Scottish breeds and crosses. Part. 1. *J. Agric. Sci. Camb.* 29: 544 – 626.
- Purchas, R. W. y Wilkin, G. H. 1995. Characteristics of lamb carcasses of contrasting subjective muscularity. *Meat Sci.* 41: 357 – 368.
- Ryan, W. J., Williams, I. H. y Moir, R. J. 1993. Compensatory growth in sheep and cattle. II. Changes in body composition and tissue weights. *Aus. J. of Agric. Res.* 44: 1623–1633.
- Sorensen, D. y Gianola, D. 2002. *Likelihood, Bayesian and MCMC methods in quantitative genetics.* New York. Springer.
- Teixeira, A., Cadavez, V., Delfa, R. y Bueno, M. S. 2004. Carcass conformation of Churra Galega Brangaçana and crossbred lambs by Suffolk and Merino Precoce sire breeds. *Spanish J. Agric. Res.* 2: 217 – 225.
- Thwaites, C.J., Yeates, N.T.M. y Pogue, R.F. 1964. Objective appraisal of intact lamb and mutton carcasses. *J. Agric. Sci. (Camb).* 63: 415 – 420.

capítulo 06

Villar, L.¹; Pavan, E.²; Giraudo, C.¹; Santini, F.²¹ INTA EEA Bariloche² INTA EEA Balcarce

Perfil de ácidos grasos de corderos merino con suplementación invernal

INTRODUCCIÓN

La evaluación de los ácidos grasos (AG) de la carne de los rumiantes se ha enfatizado y focalizado, en los últimos años, en los efectos sobre la salud humana con particular interés en incrementar, a través de la manipulación de la dieta de los animales, los niveles de ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (AGPI n-3) y del ácido linoleico conjugado (CLA). Además, los consumidores están cada vez más interesados en los efectos que tienen los alimentos sobre su salud y la presencia de componentes funcionales que tienen un rol importante en la prevención de enfermedades (Scollan *et al.*, 2006).

Si bien la carne de cordero Patagónico es reconocida por su calidad sensorial (García, 2004) y por las características de producción en ambientes extensivos, es importante que las estrategias de alimentación utilizadas no modifiquen estas características de calidad del producto. La alimentación de los animales es la principal vía para modificar el perfil de AG de la carne de los rumiantes a pesar de los altos niveles de biohidrogenación ruminal de los AGPI (Scollan *et al.*, 2006). En este trabajo se evaluaron los efectos de la suplementación invernal sobre la calidad de la carne considerando que el uso de suplementos puede modificar el perfil de ácidos grasos de la carne (Rowe *et al.*, 1999; Bas y Morand-Fehr, 2000; Santos-Silva *et al.*, 2002; Nuernberg *et al.*, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Anexo INTA Pilcaniyeu, Río Negro. En una estepa graminosa arbustiva del área ecológica de Sierras y Mesetas Occidentales (Bran *et al.*, 2000) en dos potreros adyacentes de 70 ha cada uno. Se utilizaron 48 corderos Merino castrados de 8 meses de edad de $32,2 \pm 3,4$ kg de PV y $2,5 \pm 0,2$ puntos de condición corporal (CC) (Jeffries, 1961). Los animales se asignaron al azar a dos dietas: SUPL (n = 22) suplementado con 200 g de pellet de alfalfa y 150 g de grano de avena entero durante 90 días y CTRL (n=24) sin suplementar. Luego, se juntaron ambos grupos y se mantuvo el pastoreo extensivo hasta el mes de enero. Una vez que el grupo SUPL alcanzó el peso medio de faena de F35, se faenó un grupo de 12 animales tomados al azar. De la misma manera se procedió con los animales del grupo CTRL F35.

La faena se realizó en la EEA Bariloche. A las 24 h post faena se tomaron muestras del músculo longissimus izquierdo entre la 7° y 10° vértebra torácica, donde se determinó el extracto etéreo (EE) y perfil de ácidos grasos (AG). Para la determinación de los AG totales se seleccionaron las 6 muestras de cada una de las dietas (CTRL y SUPL) más cercanas al valor promedio del porcentaje de grasa intramuscular (GI). El EE se determinó según la metodología de extracción con solventes a alta temperatura con autoanalizador ANKOM. Para la extracción de lípidos totales se siguió el

método de Folch *et al.* (1957). La preparación de los metilésteres para el análisis de AG se llevó a cabo siguiendo la metodología propuesta por Park y Goins (1994). El porcentaje de AG se determinó por cromatografía gaseosa en equipo Clarus 500. Los AG individuales fueron identificados comparando el tiempo de retención relativo con AG individuales estándar.

Para poder detectar los diferentes isómeros del CLA cis y trans, cada muestra se analizó dos veces a diferentes concentraciones. Los resultados analíticos fueron expresados como porcentaje del total de AG. A partir del perfil AG se calcularon otras variables de interés, las cuales fueron expresadas también como porcentaje del total de

AG: AGS, como la sumatoria de C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C20:0 y C22:0; ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), como la sumatoria de C14:1, C16:1 *cis*-9, C18:1 *cis*-9, C20:1 *cis*-11 y C22:1 *cis*-13.; AGPI n-3, como la sumatoria de C18:3 n-3, C18:4 n-3, C20:4 n-3, C20:5 n-3, C22:5 n-3 y C22:6 n-3; AGPI n-6, como la sumatoria de C18:2 n-6 y C20:4 n-6; y AGPI como la sumatoria de AGPI n-3 y AGPI n-6. Además, se calcularon las relaciones AGPI n-6/AGPI n-3 y AGPI/AGS. Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico SAS 8.0 y el valor de significancia utilizado fue de $\alpha=0,05$. Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza empleando el procedimiento GLM de SAS. Las medias se compararon a través

AG (%)	CTRL	SUPL	EE	P=
C8:0	0,01	0,00	0,01	0,341
C10:0	0,06	0,06	0,01	0,731
C12:0	0,12	0,17	0,02	0,143
C14:0	1,84	2,40	0,23	0,120
C14:1	0,02	0,04	0,01	0,080
C15:0	0,52	0,54	0,03	0,660
C16:0	18,10	18,20	0,43	0,880
C16:1 <i>cis</i> -9	0,99	0,88	0,05	0,140
C17:0	1,28	1,19	0,03	0,070
C18:0	19,69	20,03	0,77	0,770
C18:1 <i>trans</i> -9	0,19	0,33	0,06	0,150
C18:1 <i>trans</i> -11	1,74	1,46	0,09	0,050
C18:1 <i>cis</i> -9	27,47	26,19	0,57	0,150
C18:1 <i>cis</i> -11	0,94	0,94	0,05	0,950
C18:2 n-6	7,98	9,26	0,47	0,080
C18:3 n-3	2,55	2,06	0,16	0,060
C20:0	0,02	0,02	0,30	0,300
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11	0,35	0,28	0,02	0,030
CLA <i>cis</i> -1, <i>trans</i> -13	0,02	0,02	0,00	0,300
CLA <i>trans</i> 10, <i>cis</i> -12	0,05	0,05	0,00	0,890
CLA <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -11	0,06	0,07	0,01	0,790
C18:4 n-3	0,05	0,04	0,01	0,040
C20:1 <i>cis</i> -11	0,11	0,10	0,01	0,200
C20:4 n-6	2,64	2,71	0,15	0,744
C22:0	0,05	0,04	0,00	0,263
C20:4 n-3	0,10	0,08	0,01	0,050
C22:1 <i>cis</i> -13	0,01	0,01	0,00	0,882
C20:5 n-3	1,17	0,94	0,09	0,102
C22:5 n-3	1,24	0,98	0,07	0,032
C22:6 n-3	0,37	0,32	0,03	0,200
AGS	39,89	40,91	0,83	0,400
AGMI	29,52	28,16	0,59	0,130
AGPI	16,10	16,39	0,9	0,820
AGPI n-6	10,62	11,97	0,6	0,130
AGPI n-3	5,48	4,42	0,34	0,050
AGPI n-6/ AGPI n-3	1,95	2,73	0,06	< 0,001
AGPI/AGS	0,41	0,40	0,03	0,960
Total AG (g/100g de carne)	1,68	1,58	0,12	0,550

Cuadro 1. Perfil de ácidos grasos del músculo longissimus en el momento de faena F35 para dos dietas (CTRL y SUPL). Medias mínimas cuadradas y error estándar (EE).

AGPI n-3: C18:3 + C18:4 + C20:4 + C20:5 + C22:5 + C22:6.

AGPI n-6: C20:4 + C18:2.

AGS: C8:0 + C10:0 + C12:0 + C14:0 + C16:0 + C18:0 + C20:0 + C22:0.

AGMI: C14:1 + C16:1 *cis*-9 + C18:1 *cis*-9 + C20:1 *cis*-11 + C22:1 *cis*-13. AGPI: AGPI n-3 + AGPI n-6.

del procedimiento de medias mínimas cuadradas (LSM).

RESULTADOS

El perfil de ácidos grasos para las dietas CTRL y SUPL se muestran en el Cuadro 1. Los porcentajes de C16:0, C18:0, C18:1 *cis*-9 y C18:2n-6 no se diferenciaron ($P > 0,10$) entre las dietas CTRL y SUPL (Cuadro 8). Tampoco se encontraron diferencias ($P > 0,10$) en la proporción de AGS, AGMI, AGPI n-6, AGPI totales, en la relación AGPI/AGS y en el contenido total de ácidos grasos. La proporción de CLA *cis*9, *trans*11, C18:1 *trans*-11, C18:4n-3, C20:4n-3, C22:5 n-3 y de ácidos grasos poliinsaturados omega 3 totales (AGPI n-3) en los ácidos grasos totales del músculo longissimus fue mayor ($P \leq 0,05$) en CTRL que en SUPL. El porcentaje de C18:3 n3 mostró una tendencia similar ($P=0,06$). La relación AGPI n-6/AGPI n-3, fue superior en SUPL ($P < 0,001$) que en CTRL (Cuadro 1).

DISCUSIÓN

En este trabajo los animales CTRL, que no recibieron suplemento, mostraron mayor concentración de CLA *cis*-9, *trans*-11 y menor relación AGPI n-6/AGPI n-3 similarmente a lo reportado en diversos trabajos con corderos en pastoreo o con dietas a base de heno o pasturas (Bas y Morand-Fehr, 2000; Santos-Silva *et al.*, 2002a; Demirel *et al.*, 2006; Nuernberg *et al.*, 2008). Tanto las proporciones de C18:1 *trans*-11, CLA *cis*-9, *trans*-11 y los AGPI n-3 totales (Cuadro 1) como las diferencias entre las dietas CTRL y SUPL (0,45%, 0,07% y 1,34%, respectivamente) resultaron menores a los valores reportados en la bibliografía para corderos en pastoreo (Aurousseau *et al.*, 2004; Nuernberg *et al.*, 2008). Esto podría relacionarse con un efecto del tiempo de pastoreo luego del período de suplementación sobre el perfil de AG de la carne, ya que la faena de los animales SUPL se realizó 40 días después de finalizado el período de suplementación. Noci *et al.* (2005) demostraron que el incremento en la duración del pastoreo produce un aumento de las proporciones de CLA, C18:1 *trans*-11 o C18:3 n-3 en la carne de bovinos. El perfil de AG obtenido en el tratamiento CTRL de este trabajo fue similar al reportado por García *et al.* (2008) en corderos Merino de 30 kg

de PV en pastoreo extensivo. Estos autores encontraron los AG C18:1 n-9, C16:0, C18:0 y C18:2 n-6 en una proporción mayor al 5% en el músculo *longissimus dorsi* en la cual se observó que el porcentaje de C16:0 fue superior que el de C18:0.

Sin embargo, en este trabajo se observó mayor proporción de C18:0 que la de C16:0 sin diferencias entre dietas, al igual que lo reportado por Rowe *et al.* (1999) y Santos-Silva *et al.* (2002) en corderos Merino Branco y cruza, de 30 kg de peso vivo. El índice de AG poliinsaturados (AGPI)/ácidos grasos saturados (AGS) fue semejante entre dietas al igual que lo reportado por Díaz *et al.* (2002) cuando comparó los resultados de corderos de raza Talaverana en pastoreo o terminados con concentrados. El valor promedio del índice AGPI/AGS obtenido (0,405) puede ser considerado adecuado ya que el valor recomendado para la dieta humana es de 0,45 (Departamento de Salud Británico, 1994). Estos resultados concuerdan con los hallados por Enser *et al.* (1996, 1998) y Sañudo *et al.* (2000) quienes reportaron que la grasa de los rumiantes, principalmente en pastoreo, normalmente presenta valores de AGPI/AGS por debajo de lo recomendado.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta tanto los resultados observados y las recomendaciones de salud sobre el consumo de AGPI y CLA, es interesante mencionar que desde el punto de vista nutricional la carne de los animales CTRL pareciera ser más adecuada que la de los corderos SUPL debido a la mayor proporción de CLA y menor relación AGPI n-6/AGPI n-3, sin embargo los resultados en ambos tratamientos no superan los valores recomendados para los índices AGPI/AGS y AGPI n-6/AGPI n-3. La suplementación disminuyó la proporción de CLA y AGPI n3; sin embargo el rango de valores observados para AGPI n6:AGPI n3, AGPI y AGS se encontró dentro de los valores recomendados para una alimentación saludable.

BIBLIOGRAFÍA

- Aurousseau, B.; Bauchart, D.; Calichon, E.; Micol, D.; Priolo, A. 2004. Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the M. longissimus thoracis of lambs.

Meat Sci. 66: 531-541.

- Bas, P.; Morand-Fehr, P. 2000. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livest. Prod. Sci.* 64: 61-79.
- Demirel, G.; Ozpinar, H.; Nazli, V.; Keser, O. 2006. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. *Meat Sci.* 72: 229-235.
- Diaz, M.T.; Velasco, S.; Cañeque, V.; Lauzurica, S.; Ruiz De Huidobro, F.; Pérez, C.; González, J.; Manzanares, C. 2002. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effects on carcass and meat quality. *Small Ruminant Res.* 43: 257-268
- Enser, M.; Hallet, K.; Hewett, B.; Fursey, A.; Wood, J.; 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 Sci.* 49: 329-341.
- Enser, M.; Hallett, K.; Hewitt, B.; Fursey, G.; Wood, J. 1996. Fatty acid composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Sci.* 42: 443-456
- García, P. 2004. Características de la carne del cordero Patagónico. *Revista IDIA XXI. Ovinos.* 7:176-179.
- Garcia, P.T.; Casal, J.J.; Fianuchi, S.; Magaldi, J.J.; Rodríguez, F.J.; Ñancucheo, J.A. 2008. Conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids in muscle lipids of lambs from the Patagonian area of Argentina. *Meat Sci.* 79: 541-548.
- Jeffries, B. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian J. Agric.* 39: 19-21.

- Noci, F.; Monahan, F.J.; French, P.; Moloney, A.P. 2005. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: Influence of the duration of grazing. *J Anim Sci.* 83:1167-1178.
 - Nuernberg, K.; Fisher, A.; Nuernberg, G.; Ender, K.; Dannenberger, D. 2008. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. *Small Ruminant Res.* 74: 279-283.
 - Rowe, A.; Macedo, F.A.F.; Visentainer, J.V.; Souza, N.E.; Matsushita, M. 1999. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Sci.* 51: 283-288.
 - Santos Silva, J.; Bessa, R.J.B.; Santos Silva, F. 2002. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs II. Fatty acid composition of meat. *Livest. Prod. Sci.* 77: 187-194.
 - Sañudo, C.; Alfonso, M.; Sánchez, A.; Delfa, R.; Teixeira, A. 2000. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. *Meat Sci.* 56: 89-94.
 - Scollan, N.; Hocquette, J.; Nuernberg, K.; Dannenberger, D.; Richardson, I.; Moloney, A. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.* 74: 17-33.
-

capítulo 07

Villar, L.¹; Giraudo, C.¹; Pavan, E.²; Zimerman, M.¹; Cancino, A.¹; Santini, F.²¹ INTA EEA Bariloche² INTA EEA Balcarce

Calidad la carne de corderos pesados merino en pastoreo extensivo

INTRODUCCIÓN

Los corderos que se comercializan en Río Negro son de tipo liviano de 10,9 kg promedio de peso de canal (Giraudo; Villagra, 2008). En los últimos años la demanda se orienta hacia canales de mayor peso, que permitan un alto rendimiento al despiece para la presentación de cortes envasados (Bianchi *et al.*, 2005). El cordero pesado (Azzarini, 2000) cuyo peso de la canal es superior a 13 kg, puede ser una alternativa a esta demanda, pero requiere de una estrategia nutricional de la recría invernal. Si bien la carne de cordero Patagónico es reconocida por su calidad sensorial (García, 2004) es importante que la alimentación no modifique la calidad del producto. Otro aspecto relevante es que la erupción de los incisivos permanentes se produce entre los 12 y 18 meses de edad del cordero (Wilson; Durkin, 1984; Cocquyt, *et al.*, 2005) y parte de este período se encuentra dentro de la recría invernal.

La presencia de incisivos en el cordero, implica un cambio en la categoría a borrego (De Barbieri Etcheberry, I.; Dighiero Fascioli, A., com. pers., 2009), en el precio de venta y también en la aceptación del producto. La carne de borrego resulta menos aceptada por ser considerada menos tierna o de menor calidad (Tejeda *et al.*, 2008). Se evaluó el efecto de la suplementación invernal sobre la calidad de la carne ya que el uso de suplementos puede modificar algunas de sus características (Priolo *et al.*, 2002; Nuernberg *et al.*, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Anexo INTA Pilcaniyeu Río Negro. En una estepa graminosa arbustiva del área ecológica de Sierras y Mesetas Occidentales (Bran *et al.*, 2000) en dos potreros adyacentes de 70 ha cada uno. Se utilizaron 48 corderos Merino castrados de 8 meses de edad de $32,2 \pm 3,4$ kg de PV y $2,5 \pm 0,2$ puntos de condición corporal (CC) (Jeffries, 1961). Los animales se asignaron al azar a dos dietas: SUPL (n=22) suplementado con 200 g de pellet de alfalfa y 150 g de grano de avena entero durante 90 días y CTRL (n=24) sin suplementar. Luego, se juntaron ambos grupos y se mantuvo el pastoreo extensivo hasta el mes de enero. A su vez se definieron dos momentos de faena en función del PV: F35, cuando el PV medio del grupo de cada dieta alcanzó los 35 kg y F50, cuando el PV medio del grupo de cada dieta alcanzó los 50 kg. Una vez que el grupo SUPL alcanzó el peso medio de faena de F35, se faenó un grupo de 12 animales tomados al azar y los 12 animales restantes fueron faenados cuando alcanzaron los 50 kg (F50 SUPL). De la misma manera se procedió con los animales del grupo CTRL F35 y F50 SUPL.

Se registro la categoría dentaria de los animales en función de la presencia o ausencia de incisivos permanentes. El pH y temperatura de la carne fue medido en dos momentos: a los 45 min post faena (pH₄₅; t₄₅) y a las 24 h post faena (pH₂₄; t₂₄) con pehachímetro TESTO 230 entre la 4° y 5° vértebra lumbar. Las canales permanecieron en la sala de oreo (10 ± 2 °C) durante 10 horas

previo a la entrada en cámara de enfriado ($5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$). A las 24 h post faena se determinaron el peso de la canal oreada (PCO) y se tomaron muestras del músculo longissimus izquierdo desde la 1ra vértebra torácica hasta la 7ª vértebra lumbar. Se determinó el color instrumental del músculo longissimus se determinó entre la 13ª vértebra torácica y la 1ª vértebra lumbar, luego de 30 minutos de oxigenación o “blooming” utilizando colorímetro Minolta CR 400, según las coordenadas L^* , a^* y b^* del espacio C.I.E. L^* a^* b^* con iluminante D65. Sobre el músculo longissimus izquierdo y derecho se determinó la fuerza de corte (FC) y extracto etéreo (EE) para determinar la grasa intramuscular (GI). Cada una de las muestras fue sometida al azar a un tratamiento de maduración de 1 ó 6 días post faena para cada animal. Las muestras fueron envasadas al vacío y congeladas a -18°C luego del período de maduración correspondiente. Previo a la determinación de la FC las muestras fueron descongeladas a $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 h y acondicionadas según el procedimiento de Beltrán y Roncalés (2005). La FC en cada prisma fue evaluada utilizando un equipo Warner-Bratzler BFG 500. Se utilizó un DCA con un arreglo factorial 2×2 para evaluar los resultados de calidad de la carne. Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico SAS 8.0 (SAS Inst., 1999) y el valor de significancia utilizado fue de $\alpha=0,05$.

RESULTADOS

Los resultados del análisis de estas variables se muestran en el Cuadro 1. Se observó efecto de interacción ($P=0,02$) entre la dieta y el momento de faena sobre el pH a los 45 min post faena (pH45). Los valores medios de pH45 variaron entre 5,90 y 6,66. El pH45 fue superior ($P=0,02$) en SUPL F35 ($6,33\pm 0,19$) respecto de los tres tratamientos restantes (CTRL F35: $6,15\pm 0,08$; CTRL F50: $6,24\pm 0,26$ y SUPL F50: $6,15\pm 0,12$), los cuales no se diferenciaron ($P>0,05$) entre sí.

No se registró efecto de interacción ($P=0,13$) entre la dieta y la categoría de faena sobre la temperatura a los 45 min post faena (t_{45}). Las t_{45} fueron similares ($P=0,10$) entre dietas. Las canales del grupo F50 presentaron mayor ($P<0,001$) t_{45} ($36,3\pm 1,8^{\circ}\text{C}$) respecto del grupo F35 ($32,43\pm 1,9^{\circ}\text{C}$). El efecto de interacción entre la dieta y el momento de faena sobre el pH a las 24

h (pH24) no fue significativo ($P=0,17$). No se detectaron diferencias ($P=0,17$) en el pH24 entre dietas CTRL y SUPL. El valor de pH24 fue mayor ($P=0,002$) en las canales de los animales F35 ($5,55\pm 0,09$) respecto del grupo F50 ($5,46\pm 0,09$). El efecto de la dieta sobre la temperatura a las 24 h post faena (t_{24}) fue independiente ($P=0,06$) del momento de faena. La t_{24} fue mayor ($P<0,001$) en los animales del grupo F50 ($13,74\pm 0,7^{\circ}\text{C}$) respecto del grupo F35 ($9,03\pm 0,3^{\circ}\text{C}$). La t_{24} resultó mayor ($P=0,001$) en el tratamiento CTRL ($10,86\pm 2,6^{\circ}\text{C}$) comparado con el SUPL ($11,66\pm 2,3^{\circ}\text{C}$).

El efecto de la dieta sobre la luminosidad (L^*) y la coordenada b^* de la carne fue independiente ($P=0,28$ y $P=0,55$; respectivamente) del momento de faena. La carne de los animales del grupo F35 presentó mayor ($P<0,001$) L^* ($37,65\pm 1,9\%$) y mayor ($P=0,005$) b^* ($6,84\pm 0,9\%$) que la carne de F50 (L^* : $34,54\pm 1,9\%$; b^* : $6,1\pm 0,8\%$); mientras que el color de la carne de SUPL presentó valores de L^* ($35,2\pm 2,1\%$) y b^* ($6,2\pm 0,7\%$) más bajos ($P=0,005$ y $P=0,02$) que en CTRL (L^* : $37,2\pm 2,5\%$; b^* : $6,8\pm 1,05\%$).

Con respecto a la coordenada a^* del color de la carne, el efecto de interacción entre la dieta y el momento de faena resultó significativo ($P=0,048$). Los registros más bajos de a^* se observaron en la carne del grupo SUPL F50 ($20,04\pm 1,2\%$). La carne de SUPL F35 presentó mayor ($P=0,02$) a^* que en SUPL F50 ($20,72\pm 1,04\%$; $20,04\pm 1,2\%$, respectivamente). No se observaron diferencias ($P=0,38$) en a^* entre los tratamientos CTRL y SUPL de los animales F35 ($20,92\pm 1\%$) y F50 ($20,46\pm 1,24\%$).

No se observó efecto de la interacción ($P=0,12$) entre las dietas y el momento de faena para el contenido de grasa intramuscular (GI) de la carne. El mayor ($P<0,001$) contenido de GI se observó en la carne del tratamiento F50 respecto de F35. El contenido de GI de la carne fue similar ($P=0,49$) entre los tratamientos CTRL y SUPL.

No se registró efecto de interacción entre la suplementación, el momento de faena y los días de maduración del músculo sobre la fuerza de corte (FC) de la carne ($P=0,58$). Tampoco se detectó ($P=0,22$) efecto de interacción entre el momento de faena y los días de maduración de la carne como tampoco ($P=0,42$) entre la dieta y los días de maduración.

Sin embargo, el efecto de la suplementación

sobre la FC fue afectado ($P < 0,001$) por el momento de faena. La mayor FC se observó en el grupo SUPL F50 ($2,47 \pm 0,08$ kg) mientras que los valores más bajos de FC se observaron en el grupo SUPL F35 ($1,98 \pm 0,09$ kg). Se observó que luego de un día de maduración post faena, la FC de la carne resultó mayor ($P < 0,001$) que cuando la carne fue madurada durante 6 días ($2,37 \pm 0,06$ kg y $2,07 \pm 0,05$ kg). No se registró efecto de la edad de los animales sobre la calidad de la carne (Cuadro 2).

DISCUSIÓN

A pesar de que el pH₄₅ fue más elevado en el músculo de SUPL F35 respecto de los demás tratamientos, los valores obtenidos se encontraron

dentro del rango normal informado en la literatura (Geesink *et al.*, 2001; Díaz *et al.*, 2003; Teixeira *et al.*, 2005). Los valores de pH₂₄ fueron similares a los reportados en la bibliografía (McGeehin *et al.*, 2001; Martínez-Cerezo *et al.*, 2005) para corderos Merino y de otras razas de equivalentes pesos de faena. Según Martínez-Cerezo *et al.* (2005) y Sañudo (2006) estos valores observados indican un buen manejo pre-sacrificio de los animales y la ausencia de estrés durante la faena. El menor pH₂₄ observado en F50 respecto de F35 podría estar relacionado con la mayor edad de los animales F50. Cabe mencionar que en general la edad y el peso del animal se analizan en conjunto ya que un mayor peso implica mayor edad.

Devine *et al.* (1993) asociaron bajos valores de

Cuadro 1. Características de calidad de carne en dos momentos de faena (F35 y F50) y para dos dietas (CTRL y SUPL).

Faena	F35		F50		EE	Mom faena	Dieta	Interac
Dieta	CTRL (12)	SUPL (12)	CTRL (10)	SUPL (12)				
pH 45min	6,15 b	6,33 a	6,24 b	6,15 b	0,17	0,40	0,37	0,02
T45 min, °C	33,28	31,57	36,29	36,23	1,77	< 0,001	0,10	0,13
pH 24h	5,55	5,54	5,43	5,49	0,09	0,002	0,50	0,17
T24h, °C	8,58	9,47	13,60	13,86	0,56	< 0,001	0,001	0,06
L*	38,84	36,46	35,26	33,94	1,68	< 0,001	0,005	0,28
a*	20,72 ab	21,12 a	20,96 ab	20,04 b	1,09	0,20	0,43	0,048
b*	7,19	6,48	6,34	5,92	0,81	0,005	0,02	0,55
GI, g/100g MF	1,61	1,22	3,07	3,22	0,81	< 0,001	0,76	0,12

Medias mínimas cuadradas y error estándar (EE). a,b: letras distintas en columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05$). *FC a los 6 días de maduración.

Cuadro 2. Características de calidad de carne para dos edades (DL y 2D) y dos dietas (CTRL y SUPL) en el momento de faena F50.

Edad	DL		2D		EE	P		
Dieta	CTRL	SUPL	CTRL	SUPL				
Nº de animales	7	7	3	5		Edad	Dieta	Interac
Característica								
pH 45min	6,26	6,15	6,19	6,16	0,20	0,78	0,47	0,70
T45 min, °C	36,79	36,76	35,13	35,5	1,79	0,09	0,83	0,80
pH 24h	5,45	5,47	5,38	5,51	0,08	0,64	0,08	0,20
T24h, °C	13,77	14,04	13,2	13,6	0,65	0,10	0,27	0,83
Color								
L*	34,96	34,40	35,95	33,31	1,87	0,95	0,07	0,24
a*	20,62 ab	20,26 ab	21,75 a	19,75 b	1,16	0,56	0,04	0,14
b*	5,95 b	5,96 b	7,25 a	5,85 b	0,69	0,07	0,04	0,04
CRA, %	25,45	24,30	23,85	26,81	3,39	0,85	0,63	0,23
FC (kg/cm ²)*	1,98	2,35	2,25	2,31	0,33	0,45	0,15	0,32

Valores promedio y error estándar (EE). *FC a los 6 días de maduración.

pH₂₄ con la menor susceptibilidad al estrés en animales de mayor edad. En otros trabajos se ha reportado la disminución del pH₂₄ con el aumento del peso de faena en corderos (Bianchi *et al.*, 2006b) y en algunos casos esta respuesta se encuentra vinculada con el aumento de la concentración de glucógeno en animales de mayor edad. A pesar de que el pH₂₄ fue más elevado en F35 que en F50, esto no causó que el color de la carne fuera más oscuro (menor L*). El valor de L* disminuyó con el incremento del peso del animal entre los momentos de faena F35 y F50. Además, la coordenada b* también fue menor en el músculo de F50. La disminución de L* con el incremento del peso de faena también fue observado por Sañudo *et al.* (1996) y Field *et al.* (1990). Sañudo *et al.* (1996) mencionaron que el color de la carne resulta más oscuro en animales de mayor edad, y en consecuencia de mayor peso, debido al aumento de la cantidad de pigmentos.

Según Priolo *et al.* (2001), la L* de la carne estaría fuertemente influenciada por el valor del pH₂₄, donde a mayor pH₂₄ menor L*. Sin embargo en este trabajo los valores de pH₂₄ fueron similares entre los grupos CTRL y SUPL, lo que indicaría, según Page *et al.* (2001), que este factor no es el único que afecta al color de la carne. La coordenada a* fue más baja en el tratamiento F50 contrariamente con Bianchi *et al.* (2006a) quienes reportaron mayor valor de a* en corderos pesados de mayor edad y peso respecto de corderos más jóvenes y más livianos.

El nivel de engrasamiento del animal se incrementa conforme aumenta el PV y la edad (Sañudo *et al.*, 1998b; Santos *et al.*, 2007). El contenido de GI de la carne de F50 fue más de dos veces superior a la del tratamiento F35, pese a que los resultados observados resultan bajos si se los compara con otros valores obtenidos en corderos Merino en pastoreo (García *et al.*, 2008).

Según Warriss (2003), la FC de la carne tiende a disminuir con el incremento de la GI, ya que la grasa resulta más blanda que el músculo. Los valores de FC obtenidos en el presente trabajo fueron similares a los reportados por Safari *et al.* (2001) en corderos Merino de similar peso de faena. Además, los valores de FC se encontraron por debajo de los 5 kg, valor crítico referido por Shorthose *et al.* (1986) como límite para ser considerada como carne “poco tierna”. A pesar de las

diferencias en la FC de la carne de CTRL F35 y SUPL F35, los resultados fueron similares e incluso menores a los informados en la literatura (Bianchi *et al.*, 2006b; Perlo *et al.*, 2008). Esta diferencia podrían vincularse con el incremento de la edad de los animales (Pethick *et al.*, 2005; Teixeira *et al.*, 2005). En coincidencia con Wheeler y Koohmaraie (1994), la FC de la carne disminuyó con el aumento de los días de maduración. La FC de la carne madurada durante 6 días post faena presentó menor FC que la carne madurada durante 1 día post faena. Esto se corresponde con el ablandamiento de la carne post faena, el cual se encuentra relacionado a la actividad de enzimas proteolíticas presentes en los músculos (Warriss, 2003).

Coincidente con Wiese *et al.* (2005), en este trabajo no se observaron efectos importantes de la categoría dentaria sobre de la calidad de la carne evaluadas en F50 (Cuadro 2). Este resultado es interesante debido a que las canales provenientes de animales con dientes permanentes tienen menor aceptabilidad como consecuencia de ser asociadas con animales de mayor edad y menor terneza principalmente. Esto último también ha sido reportado por Vergara *et al.* (1999) para los países del sur de Europa.

CONCLUSIONES

Las principales diferencias observadas en la calidad de la carne fueron debidas al mayor peso de faena observando mayor GI en los animales más pesados (F50). La suplementación invernal disminuyó los valores de fuerza de corte (FC) de la carne, pero a medida que aumentó el peso de faena de los corderos hasta 50 kg (F50) se incrementó también la FC de la carne. La FC de la carne disminuyó a medida que se incrementó el tiempo de maduración, de 1 a 6 días. El cambio de dentición en los animales no implicó cambios en las características de calidad de la carne.

BIBLIOGRAFÍA

- Azzarini, M. 2000. El cordero pesado tipo SUL. Un ejemplo de desarrollo integrado en la producción de carne ovina del Uruguay. Producción Ovina. 13: 47-68.
- Bianchi, G.; Gariboto, G.; Feed, O.; Bentancur, O.; Franco, J. 2006b. Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la

canal y de la carne de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. Arch. Med. Vet. 38:161-165.

- Bianchi, G.; Garibotto, G.; Bentancur, O.; Forichi, S.; Ballesteros, F.; Nan, F.; Franco, J.; Feed, O. 2006a. Confinamiento de corderos de diferente genotipo y peso vivo: efecto sobre características de la canal y de la carne. Agrociencia. 2: 15-22.
- Cocquyt, G.; Driessen, B.; Simoens, P. 2005. Variability in the eruption of the permanent incisor teeth in sheep. Vet. Record. 157: 619-623.
- Devine, C.; Graafhuis, A.; Muir, P.; Chrystall, B. 1993. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. Meat Sci 35: 63-77. (Abstract).
- Díaz, M.; Velasco, A.; Pérez, C.; Lauzurica, S.; Huidobro, F.; Cañeque, V. 2003. Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights. Meat Sci. 65: 1085-1093.
- Field, R.A.; Maiorano, G.; Mc Cormick, R.J.; Riley, M.L.; Russell, W.C.; Williams Jr., F.L.; Crouse, J.D. 1990. Effect of plane of nutrition and age on carcass maturity of sheep. J. Anim. Sci., 68: 1616-1623.
- Garcia, P.T.; Casal, J.J.; Fianuchi, S.; Magaldi, J.J.; Rodríguez, F.J.; Nancucheo, J.A. 2008. Conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids in muscle lipids of lambs from the Patagonian area of Argentina. Meat Sci. 79: 541-548.
- Geesink, G.; Mareko, M.; Morton, J.; Bickerstaffe. 2001. Effects of stress and high voltage electrical stimulation on tenderness of lamb m. longissimus. Meat Sci. 57: 265-271.
- Giraudo, C.; Villagra, S. 2008. Algunos aspectos de la producción ovina en Río Negro. EEA Bariloche. Presencia N° 52: 19-24.
- Martinez-Cerezo, S.; Sañudo, C.; Panea, B.; Medel, I.; Delfa, R.; Sierra, I.; Beltrán, J.A.; Cepero, R.; Olleta, J.L. 2005. Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. Meat Sci. 69: 325-333.
- Mcgeehin, B.; Sheridan, J.J.; Butler, F. 2001. Factors affecting the pH decline in lamb after slaughter. Meat Sci. 58: 79-84.
- Nuernberg, K.; Fisher, A.; Nuernberg, G.; Ender, K.; Dannenberger, D. 2008. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. Small Ruminant Res. 74: 279-283.
- Page, J.K.; Wulf, D.M.; Schwotzer, T.R. 2001. A survey of beef muscle color and pH. J. Anim. Sci. 79: 678-687.
- Perlo, F.; Bonato, P.; Teira, G.; Tisocco, O.; Vicentin, J.; Pueyo, J.; Mansilla, A. 2008. Meat quality of lambs produced in the Mesopotamia region of Argentina finished on different

diets. Meat Sci. 79: 576-581.

- Pethick, D.W.; Hopkins, D.L.; D' Souza, D.N.; Thompson, J.M.; Walker, P.J. 2005. Effecto of animal age on the eating quality of sheep meat. Aust. J. Exp. Agr. 45: 491-498.
- Priolo, A.; Micol, D.; Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. Anim. Res. 50: 185-200
- Priolo, A.; Micol, D.; Agabriel, J.; Prache, S.; Dransfield, E. 2002. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. Meat Sci. 62: 179-185
- Safari, E.; Fogarty, N.M.; Ferrier, G.R.; Hopkins, L.D.; Gilmour, A. 2001. Diverse lamb genotypes. 3. Eating quality and the relationship between its objective measurement and sensory assessment. Meat Sci. 57: 153-159.
- Santos, V.; Silva, S.R.; Mena, E.; Azevedo, J. 2007. Live weight and sex effects on carcass and meat quality of "Borrego terrincho-PDO" suckling lambs. Meat Sci. 77: 654-661.
- Sañudo, C. 2006. Calidad de la canal y de la carne en los ovinos: factores que la determinan. Rev. Arg. Prod. Anim. 26: 155-167.
- Sañudo, C.; Sánchez, A.; Alfonso, M. 1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. Meat Sci. 49: S29-S64
- Sañudo, C.; Santolaria, M. P.; María, G.; Osorio, M.; Sierra, I. 1996. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. Meat Sci. 42:195-202.
- Shorthose, W.R.; Powell, V.H.; Harris, P.V. 1986. Influence of electrical stimulation, cooling rates and ageing on the shear force values of chilled lamb. J. Food Sci. 51: 889-928 (Abstract)
- Teixeira, Batista, S.; Delfa, R.; Cadavez, V. 2005. Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. Meat Sci. 71: 530-536.
- Tejeda, J.F.; Peña, R.; Andres, A. 2008. Effect of live weight and age on physico-chemical and sensorial characteristics of Merino lamb meat. Meat Sci. 80: 1061-1067.
- Warriss, P. 2003. Ciencia de la carne. ACRIBIA, España. 309 p.
- Wheeler, T.L.; Koomaraie, M. 1994. Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine longissimus muscle. J. Anim. Sci. 72: 1232-1238.
- Wiese, S.; Pethick, D.; Milton, J.; Davidson, R.; McIntyre, B.; D' Souza, D. 2005. Effect of teeth eruption on growth performance and meat quality of sheep. Aust. J. Exp. Agr. 45: 509-515.

Papaleo Mazzucco, J.¹; Villarreal, E.L.¹; Sanchez, E.¹; Trevisi, D.²; Capellino, L.²; Gacitúa, I.²¹ EEA INTA Balcarce² Fac. de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata

Influencia del sistema de alimentación sobre el engorde y calidad de res de corderos pesados

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Buenos Aires, se mantiene un esquema productivo de tipo tradicional con destete y venta de corderos livianos desde noviembre a enero, lo que provoca una gran concentración de la oferta y consecuencia, muy ligado a la demanda, una baja en los precios relativos y en ocasiones dificultad en la comercialización. Según las condiciones del mercado, los compradores se comportan muy selectivos y es frecuente que quede un remanente de animales sin vender debido a su bajo peso o porque no alcanzaron la condición corporal adecuada. Estos corderos pueden engordarse y venderse como cordero pesado (peso >35-40 kg y cc >3) durante todo el año. A su vez permiten suplir la demanda de la industria frigorífica, que cada vez es mayor, ya que para poder realizar cortes la res debe pesar más de 15 kg. Una de las alternativas para desestacionalizar la oferta de corderos es mediante su engorde utilizando la suplementación. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación invernal sobre el engorde y faena de corderos pesados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la Reserva N° 8 del INTA Balcarce, comenzó el 15 de julio de 2011 y duró 109 días. Se utilizaron 37 corderos cruza de madre Corriedale con padres Texel (n=19) y Hampshire Down (n=18) de ambos sexos, cuyo

peso inicial promedio fue de $26,7 \pm 0,6$ kg y $26,4 \pm 0,8$ kg, respectivamente. Los tratamientos fueron pastoreo (To) y pastoreo con dos niveles de suplementación: 1% y 2% de peso vivo de alimento balanceado con 16% de proteína (T1 y T2, respectivamente).

Los animales de los tres tratamientos se mantuvieron conjuntamente en una pastura de *Bromus catharticus*, *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens* (digestibilidad 70,65%), pastoreada en forma rotativa en franjas diarias. Diariamente, los corderos eran llevados a la manga y recibían el suplemento según su tratamiento. Después de que los corderos de T1 y T2 comieran el balanceado (aproximadamente 1 hora), los tres grupos eran llevados a una nueva parcela del potrero.

Se realizaron pesadas semanales para ajustar la cantidad de suplemento y se midió condición corporal (CC) con una escala de 0 a 5 puntos (0= extremadamente flaco; 5= muy gordo; Russel *et al.* (1969)). Quincenalmente se midió, por ultrasonografía, el espesor de grasa dorsal (EGDu) y el área de ojo de bife (AOBu), profundidad (PROFu) y largo (LGu) del bife a la altura de la 12^a-13^a costilla, con un ecógrafo Esaote-Aquila Pro, con transductor lineal de 3,5 Mhz y utilizando aceite vegetal como acoplante.

Los corderos fueron faenados en el frigorífico Supercarnes S.A., ubicado en la ciudad de Coronel Pringles, luego de 12 horas de ayuno con solo acceso a agua. Se pesaron los siguientes componentes del animal: cuero con cabeza, vísceras

ras verdes, vísceras rojas y res caliente. Las vísceras verdes se pesaron sin vaciar su contenido y dicho peso incluyó a la grasa omental y mesentérica. Tras un oreo de 24 hs en cámara a 5°C, se pesaron la res fría y los cinco cortes comerciales según práctica habitual del frigorífico: paletas (miembro anterior), cuartos (miembro posterior con cuadril), costillar (costillar con pecho y vacío), chuletas (bloque del espinazo comprendido entre 1ª vértebra dorsal y última lumbar) y cogote. A su vez, se extrajo el bife correspondiente a la 12ª-13ª costilla de la media res izquierda, sobre el cual se midieron el espesor de grasa dorsal (EGDr), la profundidad (PROFr) y largo (LGr) del bife con un calibre, y el área del ojo de bife (AOBr) que luego se estimó por planimetría.

Se estimaron la ganancia de peso (GDPV) y las tasas mensuales de engrasamiento (TEGD) y de incremento del área de ojo de bife (TAOB) mediante regresión lineal. Se calcularon coeficientes de correlación de Pearson entre las variables ultrasonográficas y las reales. Los datos fueron analizados con el procedimiento PROC GLM de SAS, utilizando un modelo que incluyó los efectos fijos de raza paterna, tipo de alimentación y su interacción y edad al inicio del ensayo como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales comenzaron el ensayo con una condición corporal promedio de $2,6 \pm 0,13$ para To, $2,4 \pm 0,13$ para T1 y $2,6 \pm 0,13$ para T2. El peso inicial promedio por tratamiento fue de $26,63 \pm 0,89$ kg, $26,85 \pm 0,91$ kg y $26,19 \pm 0,95$ kg, para To, T1 y T2, respectivamente. Las mediciones iniciales de EGDu y AOBu promedio fueron $1,2 \pm 0,09$ mm y $6,67 \pm 0,43$ cm² para To, $1,1 \pm 0,09$ mm y $6,90 \pm 0,44$ cm² para T1 y $1,0 \pm 0,09$ mm y $6,80 \pm 0,46$ cm² para T2, respectivamente.

En el Cuadro 1 se puede observar un efecto favorable y significativo ($p < 0,05$) de la suplementación sobre la respuesta productiva durante el engorde. Las ventajas de los grupos suplementados respecto a los que sólo comieron pasto fueron del orden del 17 al 21% para peso final y del 63 al 81% para GDPV. Estas GDPV de los animales suplementados les permitirían alcanzar un peso final equivalente al de los animales no suplementados en alrededor de 40 días menos.

Estos resultados concuerdan con los de Montosi *et al.* (2007), que encontraron un mayor peso vivo y GDPV en corderos en pastoreo con suplementación del 0,6% de PV de concentrado (72% de maíz quebrado y 28% de expeller de soja), que los corderos en sólo pastoreo. Santos-Silva *et al.* (2002) detectaron un incremento en la GDPV de 33,56% entre pastoreo y la adición de suplementación ad libitum de concentrado (18% de proteína bruta y 11,5 MJ EM/kg MS). Contrariamente, Roa *et al.* (2011) no encontraron diferencias significativas en la GDPV de corderos que pastoreaban promoción de raigrás con suplementación al 0,7% y 1,2% de PV con grano de cebada, respecto de los corderos sin suplementar.

Las mediciones por ultrasonografía aumentaron significativamente al incrementar el nivel de alimentación (Cuadro 1). Se registraron ventajas de los animales suplementados del orden del 44% para EGDu final, 61 a 65% para TEGD, 25 a 30% para AOBu final y 104 a 146% para TAOB. En este sentido, Montosi *et al.* (2007), encontraron diferencias significativas a favor de la suplementación en EGDu final y AOBu final, aunque las magnitudes fueron levemente inferiores a las encontrados en nuestro trabajo.

Si bien no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos para la CC final: $3,17 \pm 0,16$ (To), $3,61 \pm 0,16$ (T1) y $3,47 \pm 0,17$ (T2), los corderos suplementados tendieron a tener

Variables	T ₀	T ₁	T ₂
Peso final (Kg)	$39,40 \pm 1,55$ b	$47,65 \pm 1,60$ a	$46,27 \pm 1,65$ a
GDPV (Kg/día)	$0,11 \pm 0,01$ b	$0,20 \pm 0,01$ a	$0,18 \pm 0,01$ a
EGDu final (mm)	$2,74 \pm 0,21$ b	$3,94 \pm 0,22$ a	$3,96 \pm 0,22$ a
TEGD (mm/mes)	$0,51 \pm 0,05$ b	$0,84 \pm 0,06$ a	$0,82 \pm 0,06$ a
AOBu final (cm ²)	$10,36 \pm 0,53$ b	$13,49 \pm 0,55$ a	$12,97 \pm 0,57$ a
TAOB (cm ² /mes)	$0,74 \pm 0,11$ b	$1,82 \pm 0,12$ a	$1,51 \pm 0,12$ a

Cuadro 1. Efecto de la suplementación sobre el peso final, ganancia diaria de peso (GDPV) y mediciones por ultrasonografía.

Promedios con letras distintas difieren ($p < 0,05$). To: pastoreo; T1: pastoreo + 1% de peso vivo de suplementación; T2: pastoreo + 2% de peso vivo de suplementación.

una CC superior a los no suplementados. Por otra parte, la CC final se correlacionó significativamente ($p < 0,05$) con el EGDu final ($r = 0,56$) y el EGD_r ($r = 0,35$).

Sobre las variables medidas a la faena (Cuadro 2) se registró la misma tendencia de superioridad de la suplementación respecto del pastoreo, excepto para el peso de las vísceras verdes y rojas que fueron similares para todos los tratamientos. Es decir, las reses de animales suplementados fueron más pesadas, con mayor rendimiento y peso de los cortes pero con igual peso del aparato digestivo-respiratorio. Misma tendencia encontramos en un experimento previo (Papaleo Mazzucco *et al.*, 2011), con este tipo de cruzamientos, en el que se comparó pastoreo vs pastoreo + encierre a corral.

Varios trabajos demuestran que la suplementación y la alimentación a corral incrementa el

peso de la res y mejora el rendimiento (Santos-Silva *et al.*, 2002; Priolo *et al.*, 2002; Karim *et al.*, 2007; Gonzalez y Laborde, 2011). En el presente se obtuvieron diferencias de 3,91% de rendimiento y 5,27 kg de peso de res fría entre T₀ y T₁, a favor de la suplementación.

En cuanto a los cortes comerciales, se observó que al aumentar el peso de la res, aumentaba el peso de los cortes. Las diferencias entre el peso de los cortes de los animales alimentados en pastoreo y pastoreo con suplementación fueron similares a las encontradas en un trabajo previo (Papaleo Mazzucco *et al.*, 2011). Si bien la suplementación incrementó el peso de la res y los cortes, no se modificó sustancialmente la distribución de peso de los cortes en la res.

En los últimos tiempos se ha incrementado el

Variables	T ₀	T ₁	T ₂
Rendimiento ¹ (%)	42,33 ± 0,73 b	46,24 ± 0,75 a	46,05 ± 0,77 a
Res fría (kg)	16,31 ± 0,82 b	21,58 ± 0,85 a	20,71 ± 0,88 a
Cuero con cabeza (kg)	7,63 ± 0,28 b	9,35 ± 0,29 a	9,29 ± 0,30 a
Vísceras verdes (kg)	7,41 ± 0,36 a	8,12 ± 0,37 a	7,83 ± 0,38 a
Vísceras rojas (kg)	1,86 ± 0,07 a	2,10 ± 0,07 a	1,99 ± 0,07 a
Paletas ² (kg)	3,13 ± 0,15 b	4,04 ± 0,15 a	3,83 ± 0,16 a
Cuartos ³ (kg)	5,74 ± 0,27 b	7,03 ± 0,28 a	6,83 ± 0,29 a
Cogote (kg)	0,93 ± 0,04 b	1,16 ± 0,05 a	1,12 ± 0,05 a
Costillar ⁴ (kg)	2,59 ± 0,16 b	3,51 ± 0,16 a	3,36 ± 0,17 a
Chuletas ⁵ (kg)	3,72 ± 0,22 b	5,25 ± 0,23 a	5,12 ± 0,24 a

Cuadro 2. Efecto de la suplementación sobre mediciones a la faena y cortes comerciales.

¹ 100 x peso res caliente / peso previo a faena; ² Pierna con pecho; ³ Pierna con cuadril; ⁴ Costillar con vacío; ⁵ Bloque del espinazo comprendido entre 1^a vértebra dorsal y última lumbar. Promedios con letras distintas difieren ($p < 0,05$). T₀: pastoreo; T₁: pastoreo + 1% de peso vivo de suplementación; T₂: pastoreo + 2% de peso vivo de suplementación.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre variables ultrasonográficas y reales¹

	EGDu final	AOBu final	PROFu final	LGu final	EGDr	AOBr	PROFr	LGr
EGDu final	1	0,53 *	0,49 *	0,44 *	0,59 *	0,22	0,65 *	0,25
AOBu final		1	0,86 *	0,93 *	0,52 *	0,54 *	0,73 *	0,62 *
PROFu final			1	0,73 *	0,48 *	0,62 *	0,67 *	0,52 *
LGu final				1	0,47 *	0,46 *	0,64 *	0,59 *
EGDr					1	0,15	0,43 *	0,18
AOBr						1	0,54 *	0,57 *
PROFr							1	0,38 *
LGr								1

*: ($p < 0,05$)

¹ Espesor de grasa dorsal (EGDu), área de ojo de bife (AOBu), profundidad del bife (PROFu) y largo del bife (LGu) finales medidos por ultrasonografía; espesor de grasa dorsal (EGDr), área de ojo de bife (AOBr), profundidad del bife (PROFr) y largo del bife (LGr) reales.

uso de la ultrasonografía como un medio para predecir características de calidad de res (rendimiento y calidad), ya que es un método no destructivo que se realiza sobre el animal vivo y de relativo bajo costo. Los coeficientes de correlación entre las mediciones ultrasonográfica y reales se encuentran en el Cuadro 3. Para todos los casos la correlación fue significativa ($p < 0,05$), excepto para la relación entre EGDu final y EGD_r con AOB_r y LGr. El AOBu final se correlacionó más fuertemente con las dimensiones ultrasonográficas del bife y en menor medida con las restantes mediciones. Entre las mediciones ultrasonográficas, PROFu fue la más fuertemente asociada con AOB_r. Estos resultados concuerdan, en general, con los encontrados por Edwards *et al.* (1989), Romdhani y Djemali (2006), Teixeira *et al.* (2006), Sahin *et al.* (2008), Ripoll *et al.* (2010).

CONCLUSIÓN

El uso de suplementos en los sistemas de producción pastoriles puede ser una herramienta útil para acelerar el proceso de engorde y mejorar el rendimiento carnicero de los corderos. En el presente trabajo, el suministro de 1% de suplemento fue suficiente para lograr mejorar la performance del animal previo a la faena y obtener reses más pesadas y musculosas, aunque con mayor engrasamiento que con una alimentación basada sólo en pastoreo.

BIBLIOGRAFÍA

- Edwards, J.W., Cannell, R.C., Garrett, R.P., Savell, J.W., Cross, H.R. and Longnecker, M.T. 1989. Using Ultrasound, Linear Measurements and Live Fat Thickness Estimates to Determine the Carcass Composition of Market Lambs. *J. Anim. Sci.* 67:3322-3330
- Gonzalez, D.M. y Laborde, H.E. 2011. Efecto de la suplementación energética y el genotipo sobre variables de crecimiento y de res de corderos Merino e Inta-601. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 31(1): 348
- Karim, S.A., Kuldeep Porwal, Suresh Kumar and Singh, V.K. 2007. Carcass traits of Kheri lambs maintained on different system of feeding management. *Meat Science* 76: 395-401
- Montossi, F., Luzardo, S., San Julián, R., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., y Brito, G. 2007. Evaluación de distintas estrategias de alimentación sobre la performance y la calidad de la canal estimada a través de mediciones in vivo por ultrasonografía en corderos pesados Corriedale del Uruguay. *Serie Técnica (INIA, Uruguay) N° 168*: 79-90.
- Papaleo Mazzucco, J., Villarreal, E.L. y Sanchez, E. 2011. Estrategias de alimentación para la producción de corderos pesados. 2. Cortes comerciales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 31(1): 211
- Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J., Prache, S. and Dransfield, E. 2002. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Science* 62: 179-185
- Ripoll, G., Joy, M. and Sanz, A. 2010. Estimation of carcass composition by ultrasound measurements in 4 anatomical locations of 3 commercial categories of lamb. *J. Anim. Sci.* 88:3409-3418
- Roa, M., Álvarez, J.M., García Vinet, J.C. y Mayo, A. 2011. Suplementación con grano de cebada en una invernada corta de corderos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 31(1): 354
- Romdhani, B.S. and Djemali, M. 2006. Estimation of sheep carcass traits by ultrasound technology. *Short communication. Livestock Science* 101: 294-299
- Russel, A.J.F., Doney, J.M. and Gunn, R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci. Camb.* 72: 451-454
- Sahin, E.H., Yardimci, M., Cetingul, I.S., Bayram, I. and Sengor, E. 2008. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live Akkaraman lambs. *Meat Science* 79: 716-721
- Santos-Silva, J., Mendes, I.A. and Bessa, R.J.B. 2002. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs 1. Growth, carcass composition and meat quality. *Livestock Production Science* 76: 17-25
- Teixeira, A., Matos, S., Rodrigues, S., Delfa, R. and Cadavez, V. 2006. In vivo estimation of lamb carcass composition by real-time ultrasonography. *Meat Science* 74: 289-295.

capítulo 09

Zimerman, M.¹; Domingo, E.¹; Grigioni, G.²; Taddeo, H.¹¹ EEA INTA Bariloche² Instituto de Tecnología de Alimentos, CIA INTA Castelar

Respuestas fisiológicas al estrés y características de calidad de carne de chivitos sometidos a diferentes estresores en pre-faena

INTRODUCCIÓN

El manejo pre-faena ha sido reportado como uno de los procedimientos más estresantes por los que pasa un animal de granja. El estrés producido por el manejo pre-faena ocasiona cambios metabólicos que pueden afectar la calidad de la carne. (Muchenje *et al.*, 2009). Carne con elevado valor de pH final (>5,9) es la comúnmente conocida como “DFD” por sus siglas en inglés, y se caracteriza por presentar color oscuro, alta capacidad de retención de agua, reducida vida útil (Ferguson *et al.*, 2001) y dependiendo del valor de pH final, reducida terneza (Purchas, 1993).

En un estudio realizado por Domingo (2005) el 69% de las canales de “Chivitos de Veranada” (5-7 meses de edad) sacrificados en un matadero comercial presentó valores de pH medido a las 24 h mayor a 6,0. Esta categoría de chivitos son producidos bajo un sistema extensivo en el cual los animales son conducidos en arreo grandes distancias desde los pastizales de veranada antes de ser cargados al camión que los conduce a la planta de faena. Por lo tanto, el tiempo total de transporte puede durar 24 h o más, seguido de un variable período de espera en los corrales de la planta de faena. Todo ello impone no solo estrés físico sino también un prolongado período de ayuno.

Además, el arreo normalmente se realiza con la ayuda de perros, lo cual impone un estrés adicional a los animales. El objetivo del presente trabajo fue determinar los efectos de diferentes

estresores aplicados durante un período corto en pre-faena sobre parámetros sanguíneos indicadores de estrés y parámetros de calidad de carne en chivitos cruza de la raza Criollo Neuquina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en el Campo Anexo Experimental Pilcaniyeu de INTA, provincia de Río Negro. Se trabajó con 64 chivitos castrados de la raza $\frac{3}{4}$ Criolla Neuquina- $\frac{1}{4}$ Angora con una edad y peso vivo promedio de 189 días y 24 kg. Todos los animales provinieron del mismo hato, fueron criados bajo un sistema extensivo sobre pastizales naturales y destetados a una edad promedio de 130 días. El experimento se llevó a cabo en cuatro días diferentes y 16 chivitos fueron asignados al azar a cada día (efecto bloque). Cada día, cuatro de los 16 chivitos también elegidos al azar, fueron asignados a uno de los cuatro estresores estudiados, constituyendo un total de 16 grupos.

Cada grupo quedó constituido por 4 animales que fueron sometidos el mismo día al mismo tratamiento. Antes de iniciar los tratamientos, todos los chivitos fueron sometidos a una restricción alimenticia de 6 h de duración, con libre acceso a agua de bebida. Los tratamientos estudiados fueron los siguientes: A) Control sin estrés (control). B) Estrés por ayuno (ayuno): restricción alimenticia de 18 h de duración, con libre acceso a agua de bebida. C) Estrés por ejercicio físico (físico): los animales fueron sometidos a una caminata de 30 min de duración a una velocidad aproximada de 3

km/h. D) Estrés por miedo (miedo): los animales fueron alojados en un corral pequeño y sometidos durante 5 min a la presencia de 2 perros ladrando.

Se recolectaron muestras de sangre 72 h antes (concentración basal) e inmediatamente después de finalizado el estresor (concentración post-tratamiento). Las correspondientes a la concentración basal fueron tomadas a las 9:30 h, mientras que las post-tratamiento fueron recolectadas a las 10:00, 15:00, 16:30 y 17:00 h en los chivitos sometidos a ayuno, control, ejercicio y miedo, respectivamente. El plasma fue separado por centrifugación y el mismo fue almacenado congelado a $-20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis.

Inmediatamente después de que las muestras de sangre fueron recolectadas, los chivitos se sacrificaron respetando las normas de manejo humanitario. La insensibilización por aturdimiento eléctrico y degüello se llevó a cabo en el mismo lugar donde los animales recibieron el tratamiento. Una vez sacrificados, los cuerpos de los animales fueron conducidos a un matadero experimental, en donde se completó el procedimiento de faena. Las canales fueron oreadas a temperatura ambiente durante 6 h y luego refrigeradas a $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta las 24 h. En las muestras de sangre se valoró el hematocrito (HEM) y en el plasma la concentración de cortisol (CORT), urea (UREA), proteínas totales (PROT) y actividad de creatín quinasa (CK). Todas las mediciones se realizaron por duplicado. El HEM (%) se determinó usando la técnica para microhematocrito con tubos capilares Tecnon y lector para los mismos (Internacional Equipment Co., Norfolk, MA, USA). UREA (g/L) y TP (g/dL) se determinaron por colorimetría utilizando kits comerciales de Laboratorios Wiener, Rosario, Argentina y la absorbancia fue medida utilizando el espectrofotómetro Spectronic 20 D + (Thermo Fisher Scientific Inc., Middlesex, MA, USA). CORT (ug/dL) se determinó utilizando un kit comercial de laboratorios DSL y se midió la absorbancia usando espectrofotómetro Multiskan PLUS (LabSystems, Helsinki, Finlandia). La actividad de CK se cuantificó utilizando un kit de laboratorios Wiener y espectrofotómetro Metrolab 2300 (Argentina). HEM, CORT y UREA se midieron en muestras recogidas en los cuatro días ($n = 64$), PORT y CK sólo se midieron en muestras de sangre de los dos últimos días del experimento ($n = 32$).

Los parámetros relativos a calidad de carne que se valoraron fueron: 1) pH: medido en dos momentos: pH inicial (pHi: a los 45 min post-faena) y pH final (pHf: a las 24 h post-faena) usando peachímetro portátil de la marca Testo (modelo 230, Argentina) siguiendo la metodología propuesta por Garrido *et al.* (2005). 2) color instrumental: medido utilizando colorímetro portátil de la marca Minolta (Modelo CR-400) a las 24 h post-faena sobre el músculo LTL deshuesado después de 30 min de oxigenación (Blooming time) a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, siguiendo la metodología sugerida por Albertí *et al.* (2005). 3) Capacidad de retención de agua (CRA) de la carne: determinada a las 24 h post-faena siguiendo la metodología de jugo exprimible de carne cruda propuesta por Pla Torres (2005). 4) Resistencia al esfuerzo de corte por cizalla de Warner-Bratzler (WBSF). A las 24 h post-faena la porción del músculo LTL ubicada entre la 5^ª y la 13^ª vértebras torácicas fue envasada al vacío y madurada refrigerada a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ en durante 3 días. Luego la muestra fue congelada a $-20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis.

Las muestras se descongelaron a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 h, posteriormente fueron cocinadas en parrilla eléctrica Philips (Argentina) hasta alcanzar $71,5^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ medido en el centro de la muestra con termocupla. Para la medición de resistencia al esfuerzo de corte se utilizó el método mecánico de corte o cizalla mediante célula de Warner-Bratzler siguiendo los lineamientos generales de AMSA (1995). El efecto del factor estresor (con 4 niveles, cada uno correspondiente a un tratamiento estresor, incluido el control) fue evaluado a través de un análisis de varianza (ANOVA) en un diseño en bloques completamente aleatorizado considerando los bloques como aleatorios.

Dado que los animales de cada "grupo" (mismo bloque, mismo tratamiento) compartieron un mismo corral, se modeló el error con simetría compuesta en la estructura de la matriz de covarianza. Respecto de los indicadores fisiológicos se consideró como covariable a la concentración en el nivel basal de cada indicador, por lo que, dichos indicadores se analizaron a través de un análisis de covarianza (ANCOVA). Frente a resultados significativos para el factor estresor, las diferencias entre las medias de cada tratamiento con respecto al tratamiento control fueron analizadas a través del test de Dunnett. El valor de significan-

cia utilizado fue $\alpha=0,05$. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS (versión 8, SAS Institute Inc., 2002, Cary, NC, EEUU) utilizando los procedimientos MEANS, MIXED.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta la concentración de los indicadores fisiológicos después de la aplicación de los tratamientos corregida por el modelo de covariancia. El efecto tratamiento fue significativo para todos los indicadores fisiológicos, excepto para CK (0,027, <0,001, 0,001, 0,015 y 0,09 para PUN, CORT, HEM, PROT y CK respectivamente).

El valor de la media y error estándar (EE) de la concentración basal de UREA para todos los tratamientos fue de $0,24 \pm 0,05$ g/L. Solamente los animales sometidos a ayuno presentaron mayores niveles de urea ($P=0,013$) que los control. El ayuno aumentó el catabolismo proteico, resultando en un aumento de UREA. Los valores hallados en el presente trabajo se asemejan a lo reportado por Kannan *et al.* (2000) en cabras ayunadas 18 h. Altos niveles de UREA en respuesta a un estrés por ayuno fue previamente reportado por Kouakou *et al.* (1999).

Los niveles de CORT obtenidos en este experimento superan a lo reportado por Sanhouriet *al.* (1989), Kannan *et al.* (2000, 2002) y por Greenwood *et al.* (2010). Sin embargo fueron similares a los reportados por Nwe *et al.* (1996) y por Greenwood y Shutt (1992). El valor de la media y EE de la concentración basal de CORT para todos los tratamientos fue de $6,8 \pm 2,86$ ug/dL. Los tratamientos físico y miedo produjeron un aumento en la concentración de este indicador ($P = 0,005$ y $P < 0,001$, respectivamente) comparado con los chivitos control. Es difícil explicar los cambios en

CORT debido al ejercicio. Probablemente dichos cambios se deban al efecto del miedo ocasionado en los animales debido a la conducción por parte de los operarios. Los niveles de CORT varían siguiendo un ritmo circadiano (Dickmeis, 2009) y de acuerdo al mismo, los niveles más bajos deberían hallarse en las muestras tomadas a las 17:30 h (miedo) en comparación con las tomadas a las 15:00 h (control). Los resultados encontrados confirman que el aumento en la concentración de CORT puede atribuirse al efecto tratamiento y no al ritmo circadiano.

El valor de la media y EE de hematocrito y proteínas totales en su nivel basal para todos los tratamientos fue de $31 \pm 3,8$ % y $6,3 \pm 0,33$ g/dL respectivamente. El ayuno produjo un aumento del HEM ($P=0,002$) y de las PROT ($P=0,041$) mientras que el miedo produjo un aumento del HEM ($P=0,008$) comparados con los animales control. Un aumento del HEM puede ser producido por deshidratación y en ese caso va asociado a un aumento en la concentración de las PROT (Ferguson y Warner, 2008). En los animales sometidos al ayuno, un aumento en ambos indicadores: hematocrito y proteínas totales puede haberse debido a que los animales fueron mantenidos durante un largo período (24 h) en un ambiente desconocido y probablemente tuvieron poco consumo de agua de bebida, aunque la misma haya estado disponible. Un aumento en los valores de HEM también puede deberse a la contracción esplénica, la cual está inducida por la actividad de los nervios simpáticos y por la circulación de catecolaminas desencadenada por algún factor estresante. Como se presentó anteriormente, los chivitos sometidos al miedo presentaron aumentos significativos en la concentración de CORT y éste podría ser el causante del aumento del HEM.

El valor de la media y EE de la actividad basal

Tabla 1. Medias mínimas cuadradas de la concentración de los indicadores fisiológicos post-tratamiento corregidos por el modelo de covariancia en chivitos sometidos a los tratamientos control, ayuno, físico y miedo.

Indicador	n	Tratamiento			E.E.M ^a	
		Control	Ayuno	Físico	Miedo	
Urea (g/L)	64	0.25	0.29 *	0.26	0.25	0.02
Cortisol (µg/dL)	64	9.5	7.8	13.1 *	14.2 *	0.92
Hematocrito (%)	64	30	34 *	31	33 *	0.8
Proteínas totales (g/dL)	32	6.3	6.8 *	6.3	6.7	0.12
Creatin quinasa (UI/L)	32	276	216	225	206	46

^a Error estándar de la media mínima cuadrada. * para cada tratamiento indica diferencias significativas con respecto al Control (test de Dunnett, $\alpha=0,05$).

Tabla 2. Medias mínimas cuadradas de los parámetros de calidad de carne medidos en chivitos sometidos a los tratamientos control, ayuno, físico y miedo.

Parámetro	Tratamiento				EEM ^a	p-valor ^b
	Control (n=16)	Ayuno (n=16)	Físico (n=16)	Miedo (n=16)		
pHi	6.18	6.25	6.24	6.46 *	0.09	<0.001
pHf	5.62	5.61	5.66	5.64	0.11	0.599
L*	43.13	41.45	42.91	42.22	0.94	0.146
a*	18.83	18.55	19.43	18.96	0.43	0.387
b*	7.44	7.48	7.84	7.40	0.41	0.561
CRA (%)	29.9	30.1	28.7	29.7	1.3	0.775
WBSF (N)	34.2	34.8	32.8	34.7	2.4	0.752

^a Error estándar de la media mínima cuadrada; ^b p-valor del modelo global; *para cada tratamiento indica diferencias significativas con respecto al Control (test de Dunnett, $\alpha=0.05$).

de CK para todos los tratamientos fue de $188 \pm 96,7$ UI/L. No se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados para este indicador. Estos resultados difieren a lo reportado por Warner *et al.* (2000), quienes reportaron que un aumento en la actividad física produce un aumento en la concentración de CK. Kannan *et al.* (2000 y 2003) reportaron que el transporte de los animales produce un aumento de CK en cabras. Hay dos explicaciones sobre la discrepancia entre los resultados hallados y la bibliografía consultada acerca de que la CK es un buen indicador de actividad muscular o lesiones: una es que el valor máximo de la actividad de CK se produce después de un tiempo de retraso de aproximadamente dos horas (Kannan *et al.*, 2000). En el presente trabajo las muestras de sangre se recolectaron inmediatamente después del ejercicio, posiblemente antes de que la CK alcance su pico de concentración. Otra explicación es que la intensidad del ejercicio físico estudiado no fue la suficiente, ya que los trabajos consultados consideran como estresor físico al transporte.

En la Tabla 2 se presentan los valores de pH, temperatura, parámetros de color (L*, a* y b*), CRA y WBSF. Los animales sometidos a ayuno no presentaron diferencias en ningún parámetro de calidad de carne con respecto a los control. Resultados similares fueron encontrados por Daly *et al.*, (2006), Tarrant (1989) y Ferguson *et al.* (2007). En cambio, Greenwood *et al.*, (2008) encontraron que el ayuno en cabras aumentó la oscuridad de su carne. Apple *et al.* (1993) reportaron que el estrés por aislamiento en corderos produjo un leve efecto sobre el pH final y el color de la carne y Jacob *et al.* (2005) reportaron que el

tiempo de espera pre-faena tiene poco efecto en pH final de la carne de corderos.

Los chivitos sometidos a físico no presentaron diferencias en ningún parámetro de calidad de carne con respecto a los control. Los valores de pH final hallados en los animales ejercitados se encuentran dentro del rango normal de valores de pH para la carne caprina (Dhanda *et al.*, 1999; Kannan *et al.*, 2001; Argüello, *et al.*, 2005). Resultados similares fueron reportados por Daly *et al.* (1995) y por Bond y Warner (2007). Sin embargo, Warner *et al.* (2005) hallaron mayores valores de pH y menores de L*, a*, b* y WBSF en corderos sometidos a solo 15 min de actividad física. Una posible explicación para estas discrepancias es la diferente respuesta al estrés físico que pueden manifestar ambas especies.

En los animales expuestos al miedo no se halló efecto sobre el pH final, color ni WBSF. Estos resultados difieren a lo reportado por Bond *et al.*, (2004) quienes utilizaron perros para estudiar los efectos del estrés sobre la calidad de la carne de corderos y hallaron efectos sobre el pH y el color de la carne. Geesink *et al.* (2001) también trabajaron con corderos estresados por perros y reportaron un aumento en los valores de pH final. No se halló información publicada sobre caprinos estresados por perros para ser comparados con el presente trabajo.

Anteriormente se presentó que la deshidratación produjo en los animales expuestos a ayuno un incremento significativo de HEM y PROT, sin embargo no se halló efecto del mencionado estresor sobre los parámetros de calidad de la carne tales como color o CRA. Estos resultados coinciden con los reportados por Warner *et al.* (2002)

quienes no hallaron efecto de la deshidratación de los animales sobre la calidad de su carne. Sin embargo, Jacob *et al.* (2006) reportaron que la deshidratación redujo las pérdidas por goteo y las pérdidas por cocción como también los parámetros L* y b* del color de la carne de corderos.

CONCLUSIONES

Existen diversas mediciones que se pueden utilizar para evaluar el estrés en los animales sometidos a tratamientos de corta duración, entre ellos los parámetros fisiológicos. Los estresores estudiados produjeron cambios significativos en algunos parámetros fisiológicos: el ayuno produjo un incremento de UREA, HEM y PROT, sin afectar los niveles de CK y CORT. El ejercicio físico aumentó la concentración de CORT sin afectar los niveles de los demás indicadores estudiados. Finalmente, el miedo incrementó la concentración de CORT y HEM sin afectar los niveles de UREA, PROT y CK. Por lo tanto, se concluye que el uso de un solo indicador puede no ser suficiente para caracterizar un determinado factor estresante. Los cambios observados en las concentraciones de los indicadores fisiológicos no estuvieron acompañados por cambios en los valores de los parámetros de calidad de carne. Una posible explicación a ello es que la intensidad o duración de los estresores evaluados en el presente trabajo no fueron lo suficientemente intensos o prolongados para generar cambios sustanciales en la calidad de la carne reflejada por el pH, color, CRA o WBSF en chivitos.

BIBLIOGRAFÍA

- Albertí, P., Panea, B., Ripoll, G., Sañudo, C., Olleta, J. L., Hegueruela, I., Campo, M. M., Serra, X., 2005. Medición Del Color. In: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA, Madrid, España, Serie Ganadera No. 3, pp. 216–236.
- Apple, J. K., Unruh, J.A., Minton, J. E., Barlett, J. L., 1993. Influence of repeated restraint and isolation stress and electrolyte administration on carcass quality and muscle electrolyte content of sheep. *Meat Sci.* 35, 191–203.
- Argüello, A., Castro, N., Capote, J., Solomon, M., 2005. Effects of diet and live weight at slaughter on kid meat quality. *Meat Sci.* 70, 173–179.

- Bond, J.J., Can, L.A., Warner, R.D., 2004. The effect of exercise stress, adrenaline injection and electrical stimulation on changes in quality attributes and proteins in Semimembranosus muscle of lamb. *Meat Sci.* 68, 469–477.
- Bond, J.J., Warner, R.D., 2007. Ion distribution and protein proteolysis affect water holding capacity of Longissimus thoracis et lumborum in meat of lamb subjected to antemortem exercise. *Meat Sci.* 75, 406–414.
- Dhanda, J.S., Taylor, D.G., Murray, P.J., McCosker, J.E., 1999. The influence of goat genotype on the production of capretto and chevon carcasses. 2. Meat quality. *Meat Sci.* 52, 363–367.
- Daly, C.C., Simmons, N.J., Devine, D.E., 1995. An interaction of preslaughter stress and electrical stimulation on tenderness of lamb. In: Proc. of 48th Annual Reciprocal Meat Conference, National Livestock and Meat Board: San Antonio, TX, USA, pp. 226–227.
- Daly, B.L., Gardner, G.E., Ferguson, D.M., Thompson, J.M., 2006. The effect of time off feed prior to slaughter on muscle glycogen metabolism and rate of pH decline in three different muscles of stimulated and non-stimulated sheep carcasses. *Aust. J. Agric. Res.* 57, 1229–1235.
- Dickmeis, T., 2009. Glucocorticoids and the circadian clock. *J. Endocrinol.* 200, 3–22.
- Domingo, E., 2005. Construcción del marco tecnológico y organizativo para la Denominación de Origen de la carne caprina neuquina. Informe de Avance No. 2. Proyecto SECyT-PID 449/03.
- Ferguson, D.M., Bruce, H.L., Thompson, J.M., Egan, A.F., Perry, D., Shorthose, W.R., 2001. Factors affecting beef palatability. Farmgate to chilled carcass. *Aust. J. Exp. Agric.* 41, 879–891.
- Ferguson, D.M., Shaw, F.D., Stark, J.L., 2007. Effect of reduced lairage duration on beef quality. *Aust. J. Exp. Agric.* 47, 770–773.
- Ferguson, D.M., Warner, R.D., 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci.* 80, 12–19.
- Garrido, M.D., Bañón, S., Álvarez, D., 2005. Medida del pH. In: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA, Madrid, España, Serie Ganadera No. 3, pp. 206–215.
- Geesink, G.H., Mareko, M.H.D., Morton, J.D., Bickerstaffe, R., 2001. Effects of stress and high voltage electrical stimulation on tenderness of lamb *M. longissimus*. *Meat Sci.* 57, 265–271.
- Greenwood, P.L., Shutt, D.A., 1992. Salivary and plasma cortisol as an index of stress in goats. *Aust. Vet. J.* 69, 161–163.

- Greenwood, P.L., Finn, J.A., May, T.J., Nicholls, P.J., 2008. Pre-slaughter management practices influence carcass characteristics of young goats. *Aust. J. Exp. Agric.* 48, 910–915.
 - Greenwood, P.L., Finn, J.A., May, T.J., Nicholls, P.J., 2010. Management of young goats during prolonged fasting affects carcass characteristics but not pre-slaughter live weight or cortisol. *Anim. Prod. Sci.* 50, 533–540.
 - Jacob, R., Pethick, D., Chapman, H., 2005. Muscle glycogen concentrations in commercial consignments of Australian lamb measured on farm and post slaughter after 3 different lairage periods. *Aust. J. Exp. Agric.* 45, 543–552.
 - Jacob, R.H., Pethick, D.W., Clark, P., D'Souza, D.N., Hopkins, D.L., White, J., 2006. Quantifying the hydration status of lambs in relation to carcass characteristics. *Aust. J. Exp. Agric.* 46, 429–437.
 - Kannan, G., Terrill, T.H., Kouakou, B., Gazal, O.S., Gelaye, S., Amoah, E.A., Samaké, S., 2000. Transportation of goats: effects on physiological stress responses and live weight loss. *J. Anim. Sci.* 78, 1450–1457.
 - Kannan, G., Kouakou, B., Gelaye, S., 2001. Colour changes reflecting myoglobin and lipid oxidation in chevon cuts during refrigerated display. *Small Rumin. Res.* 42, 67–75.
 - Kannan, G., Terrill, T.H., Kouakou, B., Gelaye, S., Amoah, E.A., 2002. Simulated pre-slaughter holding and isolation effects on stress responses and live weight shrinkage in meat goats. *J. Anim. Sci.* 80, 1771–1780.
 - Kannan, G., Koualou, B., Terrill, T.H., Gelaye, S., 2003. Endocrine, blood metabolite, and meat quality changes in goats as influenced by shortterm, pre-slaughter stress. *J. Anim. Sci.* 81, 1499–1507.
 - Kouakou, B., Gazal, O.S., Terrill, T.H., Kannan, G., Gelaye, S., Amoah, E.A., 1999. Effects of plane of nutrition on blood metabolites and hormone concentration in goats. *J. Anim. Sci.* 77 (Suppl. 1), 267.
 - Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P.E., Ratas, J.G., 2009. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Sci.* 81, 653–657.
 - Nwe, T.M., Hori, E., Manda, M., Watanabe, S., 1996. Significance of catecholamines and cortisol levels in blood during transportation stress in goats. *Small Rumin. Res.* 20, 129–135.
 - Pla Torres, M., 2005. Capacidad de retención de agua. In: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*. Monografías INIA, Madrid, España, Serie Ganadera No. 3, pp. 243–250.
 - Purchas, R.W., Aungsupakorn, R., 1993. Further investigations into the relationship between ultimate pH and tenderness for beef samples from bulls and steers. *Meat Sci.* 34, 163–178.
 - Sanhoury, A.A., Jones, R.S., Dobson, H., 1989. The effect of different types of transportation on plasma cortisol and testosterone concentrations in male goats. *Br. Vet. J.* 145, 446–450.
 - Tarrant, P.V., 1989. Animal behaviour and environment in the dark-cutting condition in beef—a review. *Ir. J. Food Sci. Technol.* 13, 1–21.
 - Warner, R.D., Bond, J.J., Kerr, M.G., 2000. Meat quality traits in lamb M. Longissimus thoracis et lumborum: The effect of pre-slaughter stress and electrical stimulation, The 46th International Congress of Meat Science and Technology, pp. 154–155.
 - Warner, R., Cottrell, J., D'Souza, N., Kerr, M., Bond, J., 2002. The effect of time off water pre-slaughter on lamb meat quality, The 48th International Congress of Meat Science and Technology, pp. 368–369.
 - Warner, R.D., Ferguson, D.M., McDonagh, M.B., Channon, H.A., Cottrell, J.J., Dunshea, F.R., 2005. Acute exercise stress and electrical stimulation influence the consumer perception of sheep meat eating quality and objective quality traits. *Aust. J. Exp. Agric.* 45, 553–560.
-

capítulo 10

Zimerman, M.¹; Domingo, E.¹; Lanari, M.R.¹¹ EEA INTA Bariloche

Características de las canales del chivito criollo del norte neuquino

RESUMEN

Se evaluó las características de las canales de 336 chivitos criollos del Norte Neuquino. Se consideraron dos categorías: 3 meses y 5-7 meses de edad. Se determinó el peso vivo, peso y medidas de la canal y se calcularon índices de 304 chivitos en el Frigorífico de Chos Malal, Provincia de Neuquén. Por otro lado se disectaron 32 medias canales izquierdas de ambas categorías en sus componentes principales: musculo, grasa, hueso y desperdicios. El peso vivo de la categoría 3 meses fué 16,3 kg y de la categoría 5-7 meses 22,4 kg. El peso de la canal y el rinde difirieron significativamente entre las dos cateorías ($p < 0,001$). Los chivitos de 3 meses tuvieron un mayor % de hueso (26,8 vs 21,7 %; $p < 0,001$) y un menor % de grasa (10,8 vs 15 %; $p < 0,01$) que los de 5-7 meses, pero ambos tuvieron el mismo % de musculo (56,4 vs 57 %; $p = \text{NS}$). También hubo diferencias significativas en la proporción de los principales cortes: cuarto (32 vs 34 %; $p < 0,001$), paleta (22 vs 20%; $p < 0,001$) y cogote (10 vs 8%; $p < 0,01$) para los chivitos de 3 meses y 5-7 meses respectivamente. Las diferencias para costillar y bajos no fueron significativas.

INTRODUCCIÓN

En el norte de la Provincia de Neuquén unos 410.000 caprinos de la raza Criolla Neuquina se crían en condiciones naturales de pastoreo. La region comprende unos 30.000 km² y se encuentra entre los 71° y 68° de longitude oeste y 36° y

38° de latitud sur. El sistema tradicional de producción es extensivo y se practica la transuman- cia. En primavera se trasladan desde el Monte Austral a los mallines altos de la cordillera para regresar en el otoño. El principal producto comercial de este sistema de producción es el chivito. La edad de faena oscila entre los dos y ocho meses y la temporada comercial va de octubre a mayo.

La finalidad de la investigación es preservar el sistema de producción y mejorar los ingresos de los productores. Es necesario continuar anteriores estudios para mejorar el conocimiento de la cadena de producción desde el lugar de producción primaria hasta la presentación de la carne al consumidor (Lanari, Domingo y Perez Centeno, 2005; Lanari, Domingo, Perez Centeno y Gallo, 2005; Perez Centeno *et al.*, 2006). El presente trabajo caracteriza las canales de chivitos de dos edades, al principio y al final de la temporada de faena.

El objetivo final de este trabajo y de muchos otros relacionados fué solicitar una denominación de origen para el producto. Esto se consiguió en 2011, siendo el “Chivito Criollo del Norte Neuquino” la primer Denominación de Origen de la República Argentina otorgada en el marco de las Leyes Nº 25380 y 25966.

MATERIALES Y MÉTODOS

ENSAYO 1

1.1 Localización

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Bariloche del INTA.

1.2 Animales y manejo

Se utilizaron treinta y dos chivitos machos de aproximadamente 3 meses de edad ($n = 13$) y 5-7 meses ($n = 19$). Los chivitos se criaron en condiciones naturales de pastoreo extensivo en el norte de la Provincia de Neuquén. En los campos de invernada las especies predominantes son: pastos: *Stipa sp.*, *Poa ligularis*, *Panicum sp.*, *Bromus sp.*; arbustos: *Schimus sp.*, *Prosopis sp.*, *Senecio sp.*, *Lycium sp.* En los mallines que se pastorean en verano la especie predominante es *Juncus balticus*, otras especies predominantes son *Festuca pallescens* y *Poa ligularis* entre las gramíneas y *Mullinum sp.*, *Berberis sp.* y *Chusqueira sp.* entre los arbustos. Los animales se separaron de sus madres el día anterior a la faena y se transportaron 600 km desde el norte de Neuquén hasta la ciudad de San Carlos de Bariloche.

1.3 Faena

La noche anterior a la faena los animales se alojaron bajo cubierta con acceso a agua de bebida y deprivados de alimento. El peso vivo prefaena (PVP) se determinó inmediatamente antes del sacrificio. La muerte fue por sangrado previa insensibilización eléctrica. La canal se obtuvo luego del cuereado. La cabeza fue separada en la articulación atlanto occipital, las patas en las articulaciones carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana y se realizó la remoción de las vísceras rojas y verdes. La cola, el diafragma, los riñones, la grasa renal y pélvica y los testículos se conservaron en la canal.

1.4 Mediciones de la canal

El peso de la canal caliente (PCC) se registró inmediatamente después de la faena mientras que el peso de la canal oreada (PCO) 24 hs post-faena a 4°C. El rinde se calculó como el cociente entre el PCO y el PVP expresado como porcentaje. La conformación objetiva de la canal y los índices se realizaron siguiendo la metodología de Ruiz de Huidobro *et al.* (2005). Las medidas tomadas fueron: L: largo interno de la canal; F: largo de la pierna; B: perímetro de la pierna; G: ancho de la pierna; Th: profundidad del torax y Wr: ancho del tórax. Los índices de compacidad estimados fueron: PCO/L, L/G; G/F; Wr/Th; Th/L y Th/G. La cobertura grasa de los riñones se estimó com-

parando las canales con patrones fotográficos de un modelo de 5 puntos que estima la superficie del riñón cubierta de grasa (0; 0,25; 0,5; 0,75 y 1) (Domingo *et al.*; 2007).

1.5 Disección de la canal

La canal se cortó por la línea media de la columna con sierra eléctrica. El peso de ambas mitades se registró como PMCI (izquierda) y PMCD (derecha). El lado izquierdo se separó en 5 cortes: pierna, paleta, cogote, costillar y vacío según la descripción de Delfa *et al.* (2005). Después de pesado cada corte se separó a cuchillo los siguientes tejidos: músculo, hueso, grasa (diferenciando grasa subcutánea, intermuscular y de depósitos) y desperdicios (grandes vasos, tendones, fascias y ligamentos). La suma de todos los tejidos disectados en cada corte se consideró el peso corregido de la media canal izquierda (PMCI). En todos los cálculos para la estimación de la composición de los cortes o la canal se utilizó este último valor.

ENSAYO 2

2.1 Localización

Este estudio se realizó en el matadero frigorífico Municipal de la localidad de Chos Malal en el Norte de la Provincia de Neuquén.

2.2 Animales y manejo

Se obtuvo información de 304 chivitos pertenecientes a distintos productores. De un total de 16 lotes se muestrearon al azar aproximadamente 20 chivitos de ambos sexos de cada lote. Cada animal seleccionado se identificó con un precinto numerado que fue reemplazado por otro en la línea de faena luego del cuereado para poder hacer el seguimiento correspondiente. El primer muestreo se realizó en Diciembre de 2004 ($n=120$), cuando los hatos están en los campos de invernada, y los chivitos tienen aproximadamente 3 meses de edad y son principalmente alimentados por la leche de sus madres. El segundo muestreo se realizó en Febrero de 2005 ($n=87$), cuando los animales ya están en la veranada y tienen aproximadamente 5 meses de edad. El tercer muestreo se hizo en Abril 2005 ($n= 97$), cuando los hatos están volviendo a las invernadas y los chivitos tienen unos 7 meses de edad. Los datos del primer muestreo se referencian como chivitos

de tres meses mientras que los del segundo y tercer muestreo como chivitos 57 meses de edad.

2.3 Faena

Se siguieron los mismos procedimientos que en el ensayo 1 en cuanto a alojamiento, descanso, restricción alimenticia y acceso al agua. La faena propiamente dicha también fue similar.

Análisis de los datos

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (1987). Se utilizó un ANOVA (General Linear Model) para evaluar el efecto de la edad. Las medias se compararon con el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de las canales

La información sobre composición de las canales se presentan en la Tabla 1. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las dos categorías en casi todos los componentes principales de la canal excepto el músculo ($p < 0,58$). El contenido de grasa aumentó y el de hueso disminuyó con la edad. Comparando estos resultados

con los obtenidos en otros estudios realizados en condiciones similares de manejo se observó que los porcentajes de grasa subcutánea e intra-muscular en chivitos de 3 meses fueron mayores que los obtenidos por Dhanda *et al.* (1999) en canales de Capretto pero menores que los informados por Santos *et al.* (2007) en "chivitos de Barroso".

Los chivitos de 3 meses también tienen un menor contenido de músculo y mayor de hueso que las canales de Capretto y de Chivitos de Barroso. Los chivitos de 5-7 meses presentaron menor contenido de músculo y mayor de hueso que las canales de Chevon (Dhanda *et al.*, 1999).

Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0,01$) en la contribución de algunos cortes al peso de la media canal izquierda corregida (Tabla 2). La contribución de la pierna al PMCI en chivitos de 5-7 meses fue mayor ($p < 0,001$) que en chivitos de 3 meses mientras que la contribución de la paleta ($p < 0,001$) y el cogote ($p < 0,01$) fue mayor en los chivitos de 3 meses.

Peso vivo, peso de la canal y rinde

Los valores promedio de peso vivo pre-faena, peso de canal caliente y oreada y rinde de los chi-

Tabla 1. Composición de las canales (media $\pm$ desvío estándar) de dos categorías de Chivito Criollo Neuquino en relación al PCO and PVP.

Tejido	3 meses		5-7 meses		p
	n	Media $\pm$ DE	n	Media $\pm$ DE	
Grasa subcutánea (% PCO)	13	4,89 $\pm$ 2,38a	19	6,43 $\pm$ 1,87b	*
Grasa intermuscular (% PCO)	13	5,94 $\pm$ 2,51a	19	9,17 $\pm$ 1,91b	***
Hueso (% PCO)	13	26,79 $\pm$ 3,78a	19	21,69 $\pm$ 1,74b	***
Músculo (% PCO)	13	56,42 $\pm$ 3,14	19	57,02 $\pm$ 2,88	ns
Grasa total de la canal (% PCO)	13	10,84 $\pm$ 4,8a	19	15,00 $\pm$ 3,31b	**
Músculo /Hueso	13	2,13 $\pm$ 0,23 a	19	2,65 $\pm$ 0,28b	***
Músculo /Grasa total de la canal	13	6,20 $\pm$ 2,51a	19	3,84 $\pm$ 0,96b	***
Grasa subcutánea/Grasa intermuscular	13	0,81 $\pm$ 0,14	19	0,71 $\pm$ 0,18	ns

Valores con letras diferentes indican diferencias significativas entre columnas (ns: $p > 0,05$; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$).

Cortes Principales	3 meses		6 meses		p
	N	Media $\pm$ DE	N	Media $\pm$ DE	
Pierna	13	32,13 $\pm$ 1,46a	19	34,05 $\pm$ 0,96b	***
Paleta	13	22,13 $\pm$ 1,22a	19	20,41 $\pm$ 0,97b	***
Cogote	13	10,02 $\pm$ 1,17a	19	8,17 $\pm$ 1,7b	**
Costillar	13	23,89 $\pm$ 1,93	19	25,43 $\pm$ 3,07	ns
Bajos	13	11,31 $\pm$ 0,89	19	11,57 $\pm$ 1,36	ns

Tabla 2. Contribución de los cortes en porcentaje (media $\pm$ desvío estándar) al peso de la media canal izquierda corregida de Chivitos Criollo Neuquino.

Valores con letras diferentes indican diferencias significativas entre columnas (ns: $p > 0,05$; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$).

	Diciembre		Febrero		Abril		p
	N	Media $\pm$ DE	n	Media $\pm$ DE	n	Media $\pm$ DE	
PVP (kg)	120	16,28 $\pm$ 2,04a	87	22,06 $\pm$ 3,43b	184	22,73 $\pm$ 3,30b	***
PCC (kg)	120	7,98 $\pm$ 1,10a	87	10,50 $\pm$ 1,53b	184	10,21 $\pm$ 1,69b	***
PCO (kg)	120	7,72 $\pm$ 1,06a	87	10,09 $\pm$ 1,51b	184	9,88 $\pm$ 1,64b	***
Rinde (% PVP)	120	46,81 $\pm$ 3,35a	87	46,22 $\pm$ 7,10a	184	43,49 $\pm$ 4,16b	***

Tabla 3. Medias ($\pm$ desvío estándar) del peso vivo prefaena (PVP), peso canal caliente (PCC), peso canal oreada (PCO) y rinde de Chivitos Criollo Neuquino.

Valores con letras diferentes indican diferencias significativas entre columnas (***: $p < 0,001$).

	Diciembre		Febrero		Abril		p
	n	Media $\pm$ DE	n	Media $\pm$ DE	n	Media $\pm$ DE	
F (cm)	120	25,9 $\pm$ 1,32a	87	28,26 $\pm$ 1,41b	97	28,87 $\pm$ 1,45c	***
L (cm)	120	53,58 $\pm$ 2,69a	87	62,45 $\pm$ 2,33b	97	61,56 $\pm$ 2,49c	***
G (cm)	120	14,62 $\pm$ 0,82a	87	16,00 $\pm$ 0,95b	97	15,09 $\pm$ 1,00c	***
Wr (cm)	120	13,77 $\pm$ 1,07a	87	15,60 $\pm$ 1,26b	97	16,44 $\pm$ 1,32c	***
Th (cm)	120	20,97 $\pm$ 0,89a	87	24,05 $\pm$ 1,06b	97	24,17 $\pm$ 1,18b	***
B (cm)	120	43,18 $\pm$ 2,07a	87	46,58 $\pm$ 2,32b	97	46,21 $\pm$ 2,71b	***
L/G	120	3,67 $\pm$ 0,23a	87	3,91 $\pm$ 0,18b	97	4,09 $\pm$ 0,21c	***
Th/G	120	1,44 $\pm$ 0,08a	87	1,51 $\pm$ 0,08b	97	1,61 $\pm$ 0,10c	***
PCO/L (gr/cm)	120	14,37 $\pm$ 1,57a	87	16,11 $\pm$ 2,02b	97	15,98 $\pm$ 2,15b	***
G/F	120	0,57 $\pm$ 0,04a	87	0,57 $\pm$ 0,04a	97	0,52 $\pm$ 0,03b	***
Wr/Th	120	0,66 $\pm$ 0,05a	87	0,65 $\pm$ 0,05a	97	0,68 $\pm$ 0,05b	***
Th/L	120	0,39 $\pm$ 0,02a	87	0,38 $\pm$ 0,01b	97	0,39 $\pm$ 0,01a	***

Tabla 4. Medias ($\pm$ desvío estándar) de las medidas e índices de las canales de Chivitos Criollo Neuquino.

Valores con letras diferentes indican diferencias significativas entre columnas (***: $p < 0,001$).

vitos del ensayo 2 se presentan en la Tabla 3. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre los dos grupos de edades (3 meses: Diciembre vs 5-7 meses: Febrero y Abril) en PVP, PCC y PCO. El PVP de chivitos de 3 meses fue menor que en los otros dos grupos. El rinde, en cambio, fue más alto en el grupo de mayor edad que en los otros dos grupos. Los rindes de los dos grupos mas jóvenes fueron similares a los encontrados en Nueva Zelanda en cabrillas de menos de un año de edad (Hogg *et al.* 1992).

Índices y medidas de la canal

Las medidas de la canal y los índices calculados fueron claramente afectados por la edad (Tabla 5). El largo de la pierna y la canal, el ancho de la pierna y del tórax y el cociente entre largo de la canal y ancho de la pierna y profundidad del tórax y ancho de la pierna difirieron significativamente ($p < 0,001$) entre las tres edades estudiadas. Todas estas medidas e índices aumentaron con la edad a faena. Los chivitos de 3 meses difirieron significativamente ($p < 0,001$) de los otros dos grupos en la profundidad del tórax, el perímetro del cuarto y el cociente entre PCO y L. Los

otros índices también cambiaron con la edad. Las medidas de la canal de los chivitos de 3 meses son similares a las obtenidas en chivitos Alpinos (Anous y Mourad, 2001), chivitos lactantes de Florida (Peña *et al.*, 2007) y los Cabritos de Barroso (Santos *et al.*, 2007).

En promedio el 87,2% de las canales tuvieron una cobertura de riñón igual o superior al 50%. Esta cifra varió según las categorías, siendo 85%, 85,1% y 91,7% para los chivitos de 3, 5 y 7 meses respectivamente.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permitieron la identificación de dos categorías de canales de chivitos, de 3 y de 5-7 meses de edad. Las principales variables que se tuvieron en cuenta fueron edad, veranada o invernada, peso vivo, peso de canal caliente y oreada y el cociente de PCO/L. Otras medidas de la canal también mostraron diferencias entre las categorías planteadas, con una tendencia a canales mas largas y compactas en chivitos de mayor edad. Las diferencias en las características de las canales encontradas mues-

tran que las categorías de más edad tienen una mayor proporción de músculo / hueso y menor de músculo /grasa que las de menor edad. La concentración de grasa inter-muscular también es mayor en la categoría de mayor edad.

Los resultados de este trabajo brindaron fundamentos para que el Consejo de la Denominación de Origen del “Chivito Criollo del Norte Neuquino” adoptara la clasificación propuesta denominando “Chivito Mamón” al de 3 meses y “Chivito de Veranada” al de 5-7 meses. También se adoptó el criterio de cobertura de riñón para la aceptación de las canales que llevan el sello de la DO, debiendo ésta no ser inferior a 0,5.

BIBLIOGRAFÍA

- Anous, M. R., & Mourad, M. (2001). Some carcass characteristics of Alpine kids under intensive vs. semiintensive system of production in France. *Small Ruminant Research*, 40(2), 193–196.
- Delfa, R., Teixeira, A., & Colormer-Rocher, F. (2005). Composición regional y tisular de la canal caprina. En: Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA: Madrid, España. Serie Ganadera No. 3, pp. 189–198.
- Dhanda, J. S., Taylor, D. G., McCosker, J. E., & Murray, P. J. (1999). The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 1. Growth and carcass characteristics. *Meat Science*, 52, 355–361.
- Dhanda, J. S., Taylor, D. G., McCosker, J. E., & Murray, P. J. (1999). The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses 3. Dissected carcass composition. *Meat Science*, 52, 369–374.
- Dhanda, J. S., Taylor, D. G., & Murray, P. J. (2003). Part 2 Carcass composition and fatty acid profiles of adipose tissue of male goats: Effects of genotype and liveweight at slaughter. *Small Ruminant Research*, 50, 67–74.
- Domingo, E.; Abad, M.; Lanari, M.R.; Bidinost, F. 2008. Características de las Canales del Caprino Criollo Neuquino. *Arch. Zoot.* 57: 361-364
- Hogg, B. W., Mercer, G. J. K., Mortimer, B. J., Kirton, A. H., & Duganzich, D. M. (1992). Carcass and meat quality attributes of commercial goats in New Zealand. *Small Ruminant Research*, 8, 243–256.
- INDEC (2002). Censo Nacional Agropecuario 2002. Instituto Nacional de Estadística y Censos. www.indec.mecon.gov.ar/proyectos/censo2001/cna/cna.asp (24.10.07).
- Lanari, M. R., Domingo, E., Pérez Centeno, M. I., & Gallo, L. (2005). Pastoral community selection and the genetic structure of a local goat breed in Patagonia. *FAO Animal Genetic Resources Information*, 37, 31–42.
- Lanari, M.R., Domingo, E., Pérez Centeno, M.I. (2005). El sistema rural de la Cabra Criolla Neuquina en el norte de la Patagonia. En: Perezgrovas Garza, R., Comp. Aspectos sociales, culturales y económicos de la cría de animales autóctonos en Iberoamérica. Suplemento: 6to. Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zootécnicos. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México, 7 al 10 de noviembre., Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. pp. 7–12.
- Mourad, M., Gbanamou, G., & Balde, I. B. (2001). Carcass characteristics of West Africa dwarf goats under extensive system. *Small Ruminants Research*, 42, 83–86.
- Peña, F., Perea, I., Garcí'a, A., & Acero, R. (2007). Effects of weight at slaughter and sex on the carcass characteristics of Florida suckling kids. *Meat Science*, 75, 543–550.
- Pérez Centeno, M. I., Romero, P., Monacci, L., Rocca, I., Barrionuevo, M., Zimerman, M., *et al.*, (2006). Desarrollo de un sistema tradicional a partir de mecanismos de diferenciación basados en el origen: la experiencia del chivito patagónico. En: Actas Congreso Alimentación y Territorios. ALTER, Baeza, España, Octubre de 2006. p. 10.
- Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Cañeque, Y., & Yelasco, S. (2005). Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal ovina. En: Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA: Madrid, (España) Serie Ganadera No. 3, pp. 143–170.
- Santos, V. A. C., Silva, A. O., Cardoso, I. V. F., Silvestre, A. I. D., Silva, S. R., & Martins, C. (2007). Genotype and sex effects on carcass and meat quality of suckling kids protected by the PGI “Cabrito de Barroso”. *Meat Science*, 75, 725–736.

Bain, I.¹; Salgado, E.R.¹; Calvetty Ramos, M.¹; Viegas Bordeira, H.¹; Acuña, S.¹¹ EEA INTA Chubut

Aceptabilidad de la carne de distintos tipos de cordero criados en la patagonia sur

INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria más importante en la zona de Chubut y norte de Santa Cruz es la lana fina, mientras que en el resto de la Patagonia Sur adquiere mayor importancia relativa la producción de carne. Las razas más utilizadas en estos sistemas son la raza Merino (ubicada principalmente en Chubut y Norte de Santa Cruz) y Corriedale (en el centro y sur de Santa Cruz).

Los valles, donde existe posibilidad de riego, presentan una mayor disponibilidad de forraje. En ellos predominan los sistemas de ganadería semiintensiva e intensiva, dedicados al engorde de ganado ovino y vacuno y la producción de forraje, entre otras actividades. En éstos es muy frecuente la compra de ovejas Merino “de refugio”, que se retienen para un último servicio y luego del destete se esquilan, engordan y venden como categoría “consumo”. En estos casos, el uso de razas carniceras utilizadas en cruzamiento terminal, permite incrementar la producción de carne de cordero y/o anticipar el momento de venta de los corderos.

Existen además, en el Valle Inferior del Río Chubut, sistemas de producción de carne y leche ovina. En ellos se utiliza la raza Frisona y distintos cruzamientos de ésta con animales de razas con mayor aptitud cárnica, tal es el caso de la raza sintética en formación denominada “Valletana”, la cual es producto del cruzamiento entre la raza Frisona y la Texel. Esta raza puede ser utilizada también en cruzamientos terminales sobre ovejas Merino, o en pureza en sistemas de producción exclusivos de carne con la obtención de un corde-

ro de mayor peso al sacrificio (Iglesias *et al.*, 2005).

El principal destino de la producción de carne ovina en Argentina es el mercado interno, observando en las últimas décadas una disminución en el consumo, asociado a una disminución del stock nacional de ovinos. La caída en el hábito de consumo se explica en parte al cierre de numerosas explotaciones ovinas debido a la difícil situación que atravesó el sector, provocando una disminución en el autoconsumo rural y de poblaciones rurales. Actualmente el mercado interno se ha limitado al consumo estacional de corderos y al consumo de carne ovina del campo.

En Patagonia, donde es posible observar una mayor proporción de consumidores habituados al consumo de carne ovina, debido a una fuerte tradición en la producción ovina extensiva, existe la opinión por parte de algunos consumidores que la carne de corderos proveniente de sistemas extensivos, alimentados en base a pastizales naturales, difieren en algunos aspectos como son: sabor, ternura, intensidad del olor o contenido graso, de la de aquellos originarios de sistemas intensivo y semiintensivos de producción, basados en la utilización de pasturas y concentrados.

Por lo tanto es necesario realizar un estudio de consumidores, bajo condiciones controladas y a través de pruebas estandarizadas para conocer la opinión de estos sobre los productos ofrecidos actualmente en el mercado y su reacción ante el consumo de un producto nuevo.

Conocer la opinión de los consumidores con respecto a los diferentes tipos de corderos producidos en Patagonia permitiría tener información

respecto a la calidad de la carne percibida por el consumidor, siendo esta una herramienta a la hora de desarrollar nuevas líneas de investigación tendientes a mejorar la calidad de la carne ovina producida en la región, principal zona productora del país.

En el presente trabajo se plantea conocer, además, la influencia de los parámetros sensoriales en la aceptabilidad global de distintos tipos de cordero ofrecidos en el mercado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la EEA INTA Chubut, donde se evaluaron 40 corderos machos enteros de diferentes razas (Merino, Corriedale, Cruza Frisona x Texel (FXT)) y sistemas de producción (intensivo: con concentrado, extensivo: pastizal herbáceo-arbustivo natural de la estepa patagónica), divididos en cinco lotes experimentales (n=8).

Los tipos evaluados fueron: Merino intensivo (MI): corderos Merino criados al pie de la madre con concentrado y heno de alfalfa hasta el sacrificio (21-28 kg.); Merino extensivo (MEX): corderos Merinos criados al pie de la madre hasta el sacrificio (23-29 kg.) en sistemas extensivos de la zona de Sierras y Mesetas del Chubut; Corriedale extensivo (CEX): corderos Corriedale criados al pie de la madre hasta el sacrificio (22-28 kg.) en sistemas extensivos de la estepa magallánica seca de Santa Cruz; Cruza FxT intensivo (CrIG): corderos de la raza en formación Frisona x Texel, criados hasta los 3 meses (destete) al pie de la madre en un sistema de pastoreo con suplementación (heno de alfalfa y grano de maíz) y luego estabulados 1 mes (con heno de alfalfa y grano de maíz) hasta su sacrificio con 21 - 29 kg.; Cruza FxT intensivo de mayor peso (CrIG), corderos de la raza en formación Frisona x Texel, criados hasta los 3 meses (destete) al pie de la madre en sistemas igual al anterior y luego estabulados 2 meses (en base a heno de alfalfa, balanceado y grano de maíz) hasta su sacrificio a mayor peso (35-41 kg).

Se registró previo al sacrificio, el peso vivo y la condición corporal de los corderos (Russell *et al.*, 1969). Los animales identificados con caravanas, fueron sacrificados en un frigorífico habilitado de Trelew. Luego de 24 horas del sacrificio, se registró el peso de la res fría y se realizó la tipificación

de las mismas según conformación (Milicevic *et al.*, 2002) y la clasificación empleada por la CEE, (Reglamento 1278/94 - DOCE, 1994) para canales ligeras que evalúa el grado de engrasamiento utilizando un patrón fotográfico.

Las reses fueron trasladadas a la EEA INTA Chubut, para la obtención del músculo *longissimus dorsi* izquierdo, que luego de ser envasados al vacío fueron conservados 24 horas en heladera y luego a una temperatura de -18°C, hasta el momento de su utilización.

En instalaciones de la EEA INTA Chubut se llevó a cabo un estudio de consumidores. El panel se realizó con 80 consumidores diferentes, seleccionados según el sexo, la edad y el nivel de estudios, distribuidos en 8 sesiones de 10 consumidores cada una.

En cada sesión, las muestras fueron descongeladas durante 24 horas en heladera a 4°C y maduras durante 24 horas a igual temperatura para lograr un total de 2 días de maduración, período aproximado de maduración con que se consume la carne ovina en Patagonia.

El *longissimus dorsi*, previo a su cocción fue envuelto en papel de aluminio y codificado cada lomo según el tipo de cordero. Estos fueron cocinados en un grill eléctrico de doble tapa con termostato a 200 °C, hasta alcanzar una temperatura interna de 80 °C, medido con termómetro digital. Una vez cocinados, fueron troceados en rodajas de 2 cm. de espesor y envueltos cada uno en papel aluminio y codificados según el tipo de cordero y el consumidor de cada sesión. Las muestras fueron entregadas de a una a cada consumidor que probó todos los tipos de cordero, en distinto orden, según un diseño experimental.

Previo a la degustación de las muestras, se entregó una muestra inicial de carne ovina codificada con el número “ooo” para familiarizar al consumidor con las planillas, atributos a evaluar, escala de puntuación y la forma de cocción de la carne (sin sal, envuelta en papel de aluminio y cocinada en grill eléctrico). Los consumidores tenían a su disposición agua y pan para aclarar la boca entre muestra y muestra.

Los atributos a evaluar en cada muestra por los consumidores fueron: aceptabilidad del olor, terneza, sabor y aceptabilidad general, en una escala hedónica de 8 puntos, siendo 1 = “me desagrada extremadamente” y 8 = “me gusta extre-

madamente”.

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico de InfoStat/Profesional (versión 2007). Se analizó el efecto del tipo de cordero, sobre los datos obtenidos de peso vivo y condición corporal de los corderos, peso de la res fría, conformación, grado de engrasamiento y la valoración sensorial de la carne (olor, terneza, sabor y aceptabilidad global), a través del análisis de la varianza y la comparación de medias mediante el test de Duncan, con un nivel de significancia de 0.5. Los valores de aceptabilidad global se correlacionaron con los valores de olor, sabor y terneza a través del coeficiente de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de los distintos tipos de corderos y sus reses se presentan en el Cuadro 1. En términos generales se puede observar los valores positivos observados en los diferentes parámetros evaluados para los cinco tipos de corderos, donde todos ellos tienen una media superior a 5 puntos sobre una escala de 8 (Cuadro 2). Los resultados muestran que la calidad percibida del olor no presentó diferencias significativas entre los distintos tipos de corderos.

Con respecto a la terneza, los corderos MI destacaron por la valoración percibida por los consumidores, seguidos por los MEx y CEx ($p<0.01$). Los corderos que presentaron la menor aceptación de la terneza fueron los CrI y CrIG, sin observar diferencias significativas entre ellos. Las diferencias en la terneza observada entre MI vs. MEx y CEx, podrían deberse a una mayor edad y mayor actividad física de los animales criados en la meseta patagónica, donde los establecimientos presentan grandes superficies. La aceptabilidad de la carne de corderos CrIG no presentó diferencias con la de CrI, cuyas canales resultaron las más magras. En este caso, la falta de diferencias observadas en la terneza de la carne ante variaciones en la cobertura grasa de las canales puede estar enmascarada por el mayor peso y edad al sacrificio de estos corderos (Sañudo *et al.*, 1996). Los menores valores de aceptabilidad de la carne de los corderos CrIG podrían estar asociados a una mayor edad y un efecto de disminución del colágeno soluble.

La aceptación de la terneza de corderos livianos y con un adecuado grado de terminación criados en sistemas intensivos fue superior a la de aquellos criados en sistemas extensivos y más aún respecto a la de corderos criados bajo simila-

Cuadro 1: Características de los distintos tipos de cordero y sus reses. (Medias $\pm$ desviación estándar).

	MI	MEx	CEx	CrI	CrIG
N	8	8	8	8	8
Peso Vivo, kg	26,10 $\pm$ 0,98b	26,20 $\pm$ 1,75b	25,70 $\pm$ 2,54b	25,80 $\pm$ 3,05b	37,83 $\pm$ 2,30a
Cond. Corporal	2,53 $\pm$ 0,24a	2,28 $\pm$ 0,27bc	2,44 $\pm$ 0,17ab	2,10 $\pm$ 0,18c	2,44 $\pm$ 0,17ab
Peso res, kg	12,36 $\pm$ 1,53b	11,84 $\pm$ 0,98c	11,71 $\pm$ 1,58c	11,11 $\pm$ 1,55d	17,78 $\pm$ 1,40a
Conformación	2,63 $\pm$ 0,52c	3,00 $\pm$ 0,76bc	3,63 $\pm$ 1,06b	1,88 $\pm$ 0,35d	4,75 $\pm$ 0,46a
Engrasamiento	2,63 $\pm$ 0,70b	2,25 $\pm$ 0,44c	3,25 $\pm$ 0,67a	2,00 $\pm$ 0,00d	2,63 $\pm$ 0,49b

Letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p\leq 0,05$)

Conformación: 1=pobre, 2=normal, 3=buena, 4=muy buena, 5=excelente.

Engrasamiento: 1=muy escasa, 2=escasa, 3=media, 4=importante

MI= Merino Intensivo, MEx= Merino Extensivo, CEx= Corriedale Extensivo, CrI= Cruza Intensivo, CrIG= Cruza Intensivo Pesado

	n	MI	MEx	CEx	CrI	CrIG
Olor	80	5,7 $\pm$ 1,3	5,5 $\pm$ 1,2	5,4 $\pm$ 1,2	5,2 $\pm$ 1,2	5,5 $\pm$ 1,2
Terneza	80	6,9 $\pm$ 1,2 ^a	6,3 $\pm$ 1,1b	6,0 $\pm$ 1,3b	5,5 $\pm$ 1,4c	5,4 $\pm$ 1,5c
Sabor	80	6,3 $\pm$ 1,1 ^a	6,0 $\pm$ 1,2ab	5,8 $\pm$ 1,3bc	5,4 $\pm$ 1,3c	5,6 $\pm$ 1,5c
Acept.global	80	6,4 $\pm$ 1,2 ^a	6,0 $\pm$ 1,1ab	5,8 $\pm$ 1,2bc	5,5 $\pm$ 1,3cd	5,4 $\pm$ 1,5d

Cuadro 2: Aceptabilidad de la carne de los diferentes tipos de corderos (Medias $\pm$ desviación estándar).

Letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p\leq 0,05$).

MI= Merino Intensivo, MEx= Merino Extensivo, CEx= Corriedale Extensivo, CrI= Cruza Intensivo, CrIG= Cruza Intensivo Pesado

res condiciones de alimentación pero de mayor edad o menor engrasamiento. Las diferencias observadas en la terneza muestran la importancia del nivel nutricional, el ejercicio y el peso del sacrificio – edad sobre la calidad de la carne.

En cuanto a la calidad del sabor percibido, no se observaron diferencias significativas entre corderos Merino criados en distintos sistemas de alimentación, como así tampoco entre corderos de las razas Merino y Corriedale criados en sistemas extensivos de pastoreo. Sin embargo, los corderos MI tuvieron mejor aceptación del sabor respecto a los CEx. Los corderos Cruza presentaron las menores puntuaciones en el sabor, asemejándose a la de corderos CEx.

La grasa está generalmente asociada al sabor. Un mayor contenido de grasa intramuscular mejora las propiedades organolépticas de la carne y generan una mayor intensidad del flavor (Sañudo *et al.*, 2000). Probablemente sea necesario un nivel mínimo de grasa intramuscular para lograr una adecuada calidad. Si bien esto explicaría la mayor aceptación del sabor de corderos Merino, no podría explicar la falta de diferencias significativas observadas entre CEx y CrI, quienes a pesar de presentar las mayores diferencias en el engrasamiento de las canales, tuvieron similar aceptación del sabor. En este caso, la composición de las grasas provenientes de animales criados en sistemas extensivos de alimentación, sumado a la mayor intensidad de los sabores a hígado asociado a animales criados en pastoreo, pudieron haber determinado una mayor intensidad del sabor, que no redundó en una mejor calidad.

En términos de apreciación global los corderos con mayor valoración de la calidad organoléptica de la carne fueron los MI, sin presentar diferencias significativas respecto a MEx. Los CEx obtuvieron menor aceptación respecto al MI sin diferir significativamente con los MEx, criados en similares condiciones de alimentación. Los corderos peor valorados fueron los Cruzas de mayor edad (CrIG) como también los de menor grado de engrasamiento de la canal (CrI), además de provenir, estos corderos, de una raza poco conocida por los consumidores encuestados que es utilizada en sistemas lecheros de producción ovina.

Sañudo *et al.* (2000) observaron una mayor

aceptabilidad global ante el incremento del engrasamiento de las canales. Sin embargo, a partir de los resultados obtenidos, un mayor engrasamiento de las canales por encima del grado 2 de la clasificación de canales ligeras de la Unión Europea, no produjo diferencias significativas en la calidad organoléptica de la carne.

Todos los parámetros estuvieron significativamente correlacionados entre sí ($p=0,001$), siendo el sabor el que mayor correlación presentó con la aceptabilidad global ($r=0,89$). También se observó una alta correlación entre la aceptabilidad global con la terneza ($r=0,70$), y en menor medida con el olor ($r=0,65$).

A partir del trabajo realizado se concluye que los parámetros terneza y sabor tuvieron variaciones significativas según las muestras degustadas, teniendo mejor puntuación en corderos Merino y menor en Cruza. Se repite esta percepción en la aceptación global que en definitiva es la que define al consumidor.

El parámetro sensorial sabor sería el que mayor influencia tendría, para los consumidores de esta zona, en la aceptabilidad global de la carne de corderos criados en Patagonia Sur.

BIBLIOGRAFÍA

- Iglesias, R.; Salgado, E.; Bain, I.; Calvetty Ramos, M.; Salguero, J. y Viegas Bordeira, H. (2005). Producción de corderos de la raza ovina en formación Frisona x Texel en un sistema exclusivo de carne. *Revista Argentina de Producción Animal*, 25, 289-290.
- Milicevic, F.; Williams, M.; Quargnolo, E. (2002). Tipificación de canales de cordero patagónico de Santa Cruz. INTA EEA Santa Cruz.
- Russel, A.J.F.; Doney, J.M. y Gunn, R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J.Agric.Sci.Camb.*, 72: 451-454.
- Sañudo, C., Santolaria, M.P., María, G., Osorio, M., Sierra, I. (1996). Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. *Meat Science*, 42, 195-202.
- Sañudo, C.; Alfonso, M.; Sánchez, A.; Delfa, R.; Teixeira, A. (2000). Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. *Meat Science*. 56, 89-94.

capítulo 12

Bain, I.¹; Salgado, E.R.¹; Calvetty Ramos, M.¹

¹ EEA INTA Chubut

Hábitos y preferencias respecto al consumo de carne ovina

INTRODUCCIÓN

El comportamiento del consumidor está influenciado por una gran cantidad de factores. En la selección de los alimentos intervienen razones técnicas y económicas (información, facilidad de empleo, precio, etc.), los factores culturales y sociales, las características organolépticas y las creencias relativas a la bondad o maldad atribuidas a uno u otro alimento (Contreras, 1993). Pero, en general, el consumidor intentará adquirir aquello que le gusta y satisface sensorialmente, por lo que optimizar sus propiedades sensoriales aumentará la probabilidad de incrementar su consumo (Bain, 2007).

Es importante conocer la relevancia que tiene para el consumidor aspectos tales como características organolépticas, formas de presentación, origen y alimentación del animal, disponibi-

lidad y el precio entre otros.

El conocimiento de los hábitos de consumo y preferencias de los consumidores aporta información al momento de definir que tipo de consumidor es, pudiéndolos agrupar por ejemplo, según su mayor o menor conocimiento del producto o de sus preferencias (Moré *et al.*, 2000). Esta información generaría herramientas que permitan cubrir sus necesidades, ofrecer un producto que cubra sus expectativas y generar estrategias de comercialización que logren aumentar el consumo de determinado producto.

En el caso de la carne ovina, es importante conocer el posicionamiento que ocupa este tipo de carne en los hábitos de los consumidores. En función de la realización de un estudio de aceptabilidad de la carne de distintos tipos de cordero criados en diferentes sistemas de alimentación, se confeccionó paralelamente una encuesta para caracterizar la población muestreada y conocer los hábitos y preferencias respecto al consumo de carne y específicamente de cordero, (de las personas que participaron del estudio) (Alfonso *et al.*, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

La encuesta se realizó en el INTA EEA Chubut. Se trabajó con 80 personas seleccionadas según sexo y edad de modo que la muestra fuera representativa de la provincia. En el Cuadro 1 se presentan las características sociodemográficas de los consumidores que participaron de la encuesta.

La encuesta constó de 10 preguntas referentes a hábitos de consumo y preferencias en el consu-

Cuadro 1. Características sociodemográfica de los encuestados.

		n	%
Sexo	Hombre	43	53.7
	Mujer	37	46.3
Edad	< 29 años	34	42.5
	30-44 años	22	27.5
	45-59 años	16	20.0
	> 60 años	8	10.0
Nivel de estudios	Básicos	10	12.5
	Medios	16	20.0
	Estudiantes (medios y univ.)	19	23.8
	Universitarios	35	43.7

		n	%
¿Compra Ud. habitualmente la carne en su hogar?	Si	50	62.50
	No	30	37.50
Frecuencia consumo de carne	< 1 vez/mes	-	0.00
	1 vez/mes	1	1.25
	2 veces/mes	1	1.25
	Semanalmente	26	32.50
	+ 3 veces/semana	52	65.00
Frecuencia consumo de carne ovina	Nunca	-	0.00
	< 1 vez/mes	21	26.25
	1 vez/mes	9	11.25
	2 veces/mes	13	16.25
	Semanalmente	23	28.75
	+ 3 veces/semana	14	17.50
Categoría ovina que consume ¹	Cordero	62	77.50
	Borrego	34	42.50
	Capón	62	77.50
	Oveja	20	25.00
	Solo cordero	12	15.00
	Cordero y otras	50	62.50
	Otras (no cordero)	18	22.50
Preferencia de origen del cordero (o base de la alimentación)	Pasto	53	66.25
	Grano	4	5.00
	Indistinto	23	28.75
¿Prefieren cordero de una determinada zona?	Si	42	52.50
	No	38	47.50
Zona de preferencia	Cordillera	4	5.00
	Meseta	18	22.50
	Meseta y cordillera	3	3.75
	Meseta y costa	2	2.50
	Meseta y valle	4	5.00
	Valle	5	6.25
	Ninguna	44	55.00
¿Importa conocer el origen de la carne consumida?	Si	66	82.50
	No	14	17.50
¿Consumiría más carne de cordero?	Si	65	81.25
	No	15	18.75
Causa por la cual no consume más Cordero ¹	Precio	44	55.00
	Disponibilidad en el año	47	58.75

Cuadro 2: Hábitos de consumo y preferencias de los consumidores participantes en el estudio. Frecuencias absolutos (n) y relativas (%).

¹ Los consumidores podían seleccionar más de una opción.

mo de carne ovina y específicamente de cordero, considerando fundamentalmente el origen de la misma. También se preguntó sobre las limitaciones o condicionantes para un mayor consumo de carne de cordero. Para el análisis de los resultados se utilizaron estadísticas descriptivas (porcentajes).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos de las encuestas de los consumidores. El 62,5% de los consumidores encuestados hacen habitualmente las compras de carne. Respecto a la frecuencia de consumo de carne, el 97,5% con-

sume por lo menos una vez por semana carne en su hogar, siendo que el 65 % de los consumidores encuestados la consumen más de tres veces por semana.

En el caso de la carne ovina el 46,25 % de los encuestados la consumen al menos una vez por semana y el 26,25 % la consumen menos de una vez por mes, aunque la totalidad de los encuestados manifestó consumirla. Se estimó que un 47,4 % del consumo semanal de carne corresponde al ovino.

Los datos registrados en la encuesta muestran que las categorías ovinas más consumidas son el capón y el cordero con un 77,5 % para cada caso. Mientras que el borrego es consumido en un 42,5 % y la oveja solo en un 25 % de los casos encuestados. Respecto a este último punto, cabe aclarar que la oveja no es una categoría que sea comercializada como tal en las carnicerías y góndolas de super e hipermercados, estando su consumo asociado a aquellas personas vinculadas al medio rural.

La variedad de categorías de ovinos consumidas en la región Patagónica es mayor comparada con otras regiones, por la gran tradición en esta producción. Esto se puede apreciar en los resultados obtenidos en el presente trabajo al observar la proporción de consumidores que únicamente comen carne de cordero (15 % del total de consumidores). El 85% restante consumen además otras categorías. Se observó también que un 22,5 % no comen carne proveniente de animales jóvenes, sino exclusivamente de ovinos mayores.

Un 66,25 % de los encuestados tienen una clara preferencia por los animales alimentados a pasto, siendo sólo un 5 % los que prefieren aquellos alimentados con concentrado. Existe casi un 30 % de los consumidores a los que les es indistinto el tipo de alimentación recibida por los animales previo al sacrificio.

A pesar de que un 47,5 % de los encuestados no tienen preferencia por animales de una determinada zona, el 82,5 % consideró importante conocer el origen de la carne consumida. Si bien no se observó una clara preferencia de origen de los corderos, las zona más elegida de procedencia fue la de condiciones extensivas áridas (meseta).

Del total de encuestados, un 81,25 % estaría dispuesto a consumir más carne de cordero, y al consultarle cuál era la razón por la cual no consumía más, las principales razones manifestadas fueron: la disponibilidad en el año (58,75% de las

encuestas), seguido por el precio (55 %) y el hecho de que los cortes comercializados no resultan prácticos y no conocen alternativas de cocción (21,25 %). Hay un 5 % de los consumidores que manifiestan no consumir más cordero por cuestiones de salud o de nutrición.

Un 11,25 % de los consumidores consideró la calidad organoléptica de la carne (dureza, olor, sabor) como un aspecto que limita el consumo. Ninguna persona objetó la dureza del cordero, sin embargo, el olor fue el parámetro de calidad sensorial que más condicionaría el consumo (7,5 %) y luego el sabor que fue considerado por un 3,5 % de los encuestados.

De los resultados obtenidos en las encuestas se puede inferir que el bajo consumo de cordero, esta más asociado al volumen de producción de carne ovina en la región y por lo tanto en el mercado, antes que a prejuicios o limitantes en la calidad organoléptica percibida por los consumidores. Esta escasez de ovinos estaría asociada a la disminución del stock ovino nacional, a la estacionalidad de la producción, condicionada por las características agroecológicas y estructurales (grandes superficies de las explotaciones) de la región, y la favorable situación sanitaria y financiera que propicia las exportaciones de carne en Patagonia Sur. Estas circunstancias conducen a incrementos en el precio del cordero principalmente en el mercado interno, al ser ésta la categoría con mayor volumen de exportación.

A partir de la encuesta realizada se puede observar una demanda insatisfecha de los consumidores principalmente asociada a una limitación en la oferta del producto, y no a una mala percepción de su calidad. Respecto a las preferencias y hábitos de consumo, existe una baja proporción de consumidores a los que les desagrada la carne ovina. Se pudo observar que por lo menos el 50% de los encuestados están habituados al consumo de carne ovina de distintas categorías.

Los encuestados manifestaron preferencias por los corderos criados en sistemas extensivos de producción. Sin embargo, en el estudio de consumidores realizado (Bain, I.; 2007), con este mismo panel, se encontró que los corderos con mayor aceptación, fueron aquellos criados en sistemas intensivos. Esto, permite observar que las preferencias en los consumidores parecen estar influenciadas por el medio en el que estos viven.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, M.; Sañudo, C.; Pardos, J.F.; Pardos, J.J.; Olleta, J.L.; Sierra, I.; Nute, G. (2000). Consumidores de carne de cordero: encuesta sobre sus hábitos de consumo y estudio de preferencias de diez tipos ovinos comerciales europeos. Calidad de los Productos. XXV: Comunicación 3. p. 93-96.
 - Bain, I. (2007). Aceptabilidad de la carne de distintos tipos de cordero criados en la Patagonia Sur - Argentina. Tesis para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza - España.
 - Contreras, J. (1993). Antropología de la alimentación. Ed. Eudema, Barcelona. 96 pp.
 - Moré, M.R.; Mc Cormick, M.; Gambetta, R.; Nieto, D.A. (2000). Posición de la carne ovina en el consumo general de cárneos. Cuadernos del Ceagro N°2. Facultad de Ciencias Agrarias- U.N.L.Z. p 27-41.
-

capítulo 13

Bain, I.¹; Salgado, E.R.¹; Calvetty Ramos, M.¹¹ EEA INTA Chubut

Preferencia de la carne de distintos tipos de cordero criados en la patagonia sur

INTRODUCCIÓN

El consumo de carne ovina en la región ha ido disminuyendo en los últimos años (Boggio y Giacinti, 2001), coincidentemente con una disminución del stock animal ante la caída en el precio de la lana. Esto produjo una disminución en el hábito de consumo quedando sólo como una exquisitez. En la actualidad el mercado interno se ha limitado al consumo estacional de corderos y al consumo de carne ovina en el medio rural. La demanda del producto varía en función del precio de las carnes sustitutas (vacuna, porcina, aviar), del ingreso de los consumidores y de los hábitos alimentarios. La tendencia hacia el consumo de alimentos con bajo contenido graso, también contribuyó a limitar la demanda de carne ovina, asociada a un producto de alto contenido de grasas. Ante esta situación y con el objetivo de incrementar el mercado local de carne ovina, cobra importancia conocer la calidad de la carne percibida por los consumidores de la región.

Las preferencias sensoriales de los consumidores están influenciadas por su historia y contexto cultural, la edad, el medio ambiente y el estado psicológico que, a su vez, están modificados por la educación, los hábitos alimenticios familiares, la nacionalidad, el sexo, la renta, la disponibilidad y precio del alimento y la frecuencia de uso (Cross, 1994).

El conocimiento de las características sensoriales de un producto alimentarios son elementos claves en la preferencia y aceptabilidad por parte de los consumidores (Risvik, 1994). Existen diferentes tipos de paneles y diferentes tipos de prue-

bas sensoriales. El análisis sensorial es una disciplina científica que permite medir características de un producto mediante los sentidos, de manera objetiva y reproducible (Guerrero, 2000). A diferencia de este, un panel de consumidores, es aquel donde personas no entrenadas expresan su reacción subjetiva, indicando el grado de aceptación del producto degustado. Las pruebas de medición del grado de satisfacción tienen como objetivo conocer cuánto les gusta o les disgusta un alimento a los consumidores reales o potenciales.

En el presente trabajo se plantea conocer la aceptabilidad, y preferencias de consumidores por distintos tipos de cordero y posibles diferencias en función de la raza, peso al sacrificio y sistema de alimentación y detectar grupos de consumidores con similares preferencias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la EEA INTA Chubut, donde se evaluaron 40 corderos machos enteros de diferentes razas (Merino, Corriedale, Cruza Frisona x Texel (FXT)) y sistemas de producción (intensivo: con concentrado, extensivo: pastizal herbáceo-arbustivo natural de la estepa patagónica), divididos en cinco lotes experimentales (n=8).

Los tipos evaluados fueron: Merino intensivo (MI): corderos Merino criados al pie de la madre con concentrado y heno de alfalfa hasta el sacrificio (21-28 kg); Merino extensivo (MEX): corderos Merinos criados al pie de la madre en sistemas extensivos de la zona de Sierras y Mesetas del Chubut hasta el sacrificio (23-29 kg); Corriedale

extensivo (CEx): corderos Corriedale criados al pie de la madre en sistemas extensivos de la estepa magallánica seca de Santa Cruz hasta el sacrificio (22-28 kg); Cruza FxT intensivo (Crl): corderos de la raza en formación Frisona x Texel, criados hasta los 3 meses (destete) al pie de la madre en un sistema de pastoreo con suplementación (heno de alfalfa y grano de maíz) y luego estabulados 1 mes (con heno de alfalfa y grano de maíz) hasta su sacrificio con 21 - 29 kg.; Cruza FxT intensivo de mayor peso (CrlG), corderos de la raza en formación Frisona x Texel, criados hasta los 3 meses (destete) al pie de la madre en sistemas igual al anterior y luego estabulados 2 meses (en base a heno de alfalfa, balanceado y grano de maíz) hasta su sacrificio a mayor peso (35-41 kg).

Los animales identificados con caravanas, fueron sacrificados en un frigorífico habilitado de Trelew. A las 24 horas del sacrificio las reses fueron trasladadas a la EEA INTA Chubut, para la obtención del músculo *longissimus dorsi* izquierdo. Estos fueron envasados al vacío y conservados 24 horas en heladera y luego a una temperatura de -18°C, hasta el momento de su utilización.

En instalaciones de la EEA INTA Chubut se llevó a cabo un estudio de consumidores. Para ello se trabajó con un panel de 80 consumidores, seleccionados según edad y sexo.

Para el panel se utilizaron los músculos *longissimus dorsi* izquierdos de las reses, que fueron descongeladas durante 24 horas en heladera a 4°C antes de su utilización y maduradas durante 24 horas a igual temperatura para lograr un total de 2 días de maduración. Previo a su cocción fueron envueltos en papel de aluminio y codificado cada lomo según el tipo de cordero y cocinados

en grill hasta una temperatura interna de 80°C y cortados en rodajas de 2 cm de espesor. Las muestras fueron envueltas en papel aluminio y servidas de a una a cada consumidor en distinto orden, que evaluó el grado de aceptación global en una escala de 8 puntos (1="me desagrada extremadamente", 8="me gusta extremadamente"), y completó una encuesta con la edad, sexo, nivel de estudios, y hábitos de consumo y preferencias respecto al consumo de carne y específicamente de cordero, categoría/s de ovinos que consumía y si prefería corderos alimentados en sistemas intensivos, extensivos o le era indistinto. Dicha encuesta fue devuelta junto a las evaluaciones realizadas, de manera de poder relacionar posteriormente la aceptación de la carne en función de sus características sociodemográficas y de preferencias.

Se realizó un análisis jerárquico para agrupar consumidores con similares preferencias (clusters) según la aceptabilidad global mediante el programa XLStat de Microsoft Excel y se contrastó la información obtenida en cada cluster, con los resultados de unas encuestas realizadas (correspondientes a cada cluster) para detectar alguna correlación entre las preferencias brindadas por el cluster y las encuestas. Tanto los datos de aceptabilidad global como los obtenidos del análisis jerárquico fueron analizados a través de análisis de varianza (ANVA) y la comparación de medias mediante el test de Duncan con un nivel de significancia de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la media general se observaron diferencias

Cuadro 1: Aceptabilidad de la carne de los diferentes tipos de corderos evaluada por consumidores, agrupados según preferencias (Medias $\pm$ desviación estándar)

	n	MI	MEx	CEx	Crl	CrlG	Sign.
Aprec.global	80	6,4 $\pm$ 1,2a	6,0 $\pm$ 1,1ab	5,8 $\pm$ 1,2bc	5,5 $\pm$ 1,3cd	5,4 $\pm$ 1,5d	***
Cluster	%						
1	13,75	6,91 $\pm$ 0,54a	7,00 $\pm$ 0,45a	5,36 $\pm$ 1,29b	5,55 $\pm$ 1,57b	6,09 $\pm$ 1,04ab	***
2	31,25	6,72 $\pm$ 0,84a	6,08 $\pm$ 0,64b	6,56 $\pm$ 0,71a	6,04 $\pm$ 0,79b	5,52 $\pm$ 1,05c	***
3	13,75	6,55 $\pm$ 1,04a	5,64 $\pm$ 0,50a	6,27 $\pm$ 0,65a	4,36 $\pm$ 1,43b	4,09 $\pm$ 1,70b	***
4	41,25	5,85 $\pm$ 1,37	5,79 $\pm$ 1,45	5,21 $\pm$ 1,32	5,42 $\pm$ 1,23	5,45 $\pm$ 1,58	Ns

Letras diferentes en la misma fila muestran diferencias significativas. ns(no significativo); *(p $\leq$ 0,05); ***(p $\leq$ 0,001).

MI= Merino Intensivo, MEx= Merino Extensivo, CEx= Corriedale Extensivo, Crl= Cruza Intensivo, CrlG= Cruza Intensivo Pesado

Cluster		1	2	3	4
Sexo	Masculino	45.5	60.0	54.5	51.5
	Femenino	54.5	40.0	45.5	48.5
Edad	< 29 años	45.5	40.0	45.5	42.4
	30-44 años	27.3	28.0	18.1	30.3
	45-59 años	18.2	20.0	36.4	15.2
	> 60 años	9.1	12.0	-	12.1
Nivel de estudios	Primario	9.1	16.0	-	15.2
	Medios	27.3	16.0	18.2	21.2
	Estudiantes	36.4	12.0	27.3	27.3
	Universitarios	27.3	56.0	54.5	36.4
Categoría que consume	Solo cordero	9.1	12.0	18.2	18.2
	Cordero y otras*	72.7	56.0	72.7	60.6
	Otras* (no cordero)	18.2	32.0	9.1	21.2
Preferencia de origen del cordero	Pasto	81.8	68.0	72.7	57.6
	Grano	-	8.0	-	6.1
	Indistinto	18.2	24.0	27.3	36.4

Cuadro 2. Composición sociodemográfica, hábitos de consumo y preferencias de los consumidores agrupados en cada cluster.

* oveja, capón, borrego

significativas ($p=0,001$) a favor de los corderos Merino (Cuadro 1), sin embargo, a partir del análisis de cluster se pudieron observar variaciones en las preferencias de los consumidores.

El grupo más numeroso (41,25%) correspondiente al cluster 4, no halló diferencias en la calidad global entre los distintos tipos de corderos. El resto valoró positivamente los corderos Merino, especialmente los cluster 1 y 3 (27.5 % de los consumidores). En general, las Cruzas FxT fueron las menos valoradas y en la mayoría de los grupos no hubo diferencias respecto al peso de sacrificio. Con respecto al sistema de alimentación el 68.75% de los consumidores no diferenciaron el origen de los corderos (MEx vs. MI) (cluster 1, 3, y 4).

Si bien los corderos Cruza fueron menos valorados, el cluster 1 calificó al CrIG de manera similar a los MI y MEx no hallando diferencias significativas en la apreciación global. Con respecto a los corderos criados en la meseta, se puede observar que si bien en la aceptación global el MEx fue tan apreciado como el CEx existe un grupo de consumidores que claramente prefirió al MEx sobre el CEx (cluster 1) y otro grupo que se comportó en forma inversa (cluster 2).

Los consumidores del cluster 3, diferenciaron las razas Merino y Corriedale frente a los Cruza FxT, tanto livianos como pesados. El 31.25 % de los consumidores (cluster 2) manifestó una menor apreciación por los corderos pesados.

A partir del análisis de las encuestas, se puede conocer la composición sociodemográfica de cada cluster (Cuadro 2), obteniendo así información sobre el sexo (proporción de hombres y mujeres), rango de edades, nivel de estudios, hábitos de consumo y preferencias de los consumidores agrupados en cada cluster. Se observa por ejemplo en el cluster 2 está formado en mayor proporción por hombres con grado universitario.

En el Cuadro 2, se presenta discriminada para cada cluster la proporción de consumidores encuestados que consumen únicamente cordero, aquellos que consumen cordero y alguna otra categoría como oveja, capón, borrego (ovinos adultos) y los que consumen estas otras categorías y no consumen cordero. Estos 2 últimos grupos que incorporan al ovino adulto en la dieta estarían muy estrechamente vinculado al medio rural, y tal como fuera definido por Moré *et al.* (2000) serían del tipo de consumidor “urbano/rural” que incorporan en la dieta categorías distintas el cordero y conocen distintas formas de preparación y cortes. En este caso se puede observar la alta proporción de consumidores habituados al consumo de categorías mayores además del cordero, inclusive aquellos que consumen exclusivamente carne procedentes de animales adultos dentro del consumo de carne ovina como es el caso del cluster 2.

El cluster 1 y 2 está formado por consumidores habituados en menor medida al consumo exclusi-

vo de cordero, habiendo una alta proporción de los panelistas que incorporan otras categorías o solamente ovinos adultos. En el cluster 3 y 4 un mayor porcentaje de consumidores consumen solo cordero (18,2% vs. 9,1% y 12,2% para el cluster 1 y 2 respectivamente).

Al analizar la aceptabilidad de la carne de cordero por parte de los consumidores de cada cluster con las preferencias manifestadas respecto al origen de los corderos, se puede observar en el caso del cluster 1, si bien el 81,8% de los encuestados mostró una clara preferencia por los animales criados a pasto, prefirieron de manera similar a los corderos MI, CrIG (que recibieron grano o balanceado en la ración) que a los MEx (Cuadro 2).

A partir del análisis realizado se puede observar una segmentación de la población en sus percepciones sensoriales, además se detecta una idealización del efecto del sistema de producción sobre la calidad del producto, que se contrapone a los resultados obtenidos mediante mediciones objetivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Boggio, F. y Giacinti, M.A. (2001). Evolución de los precios y entorno competitivo de la carne bovina. Consejo Federal de Inversiones. www.negocios.cfired.org.ar.
 - Cross, H.R. (1994). Características organolépticas de la carne. Factores sensoriales y evaluación. En: Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. (J.F. Price & B.S. Schweigert, ed.). Ed. Acribia, Zaragoza. 581 pp.
 - Guerrero, L. (2000). Determinación sensorial de la calidad de la carne. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. (V. Cañeque y C. Sañudo, coord.). Monografías INIA, Madrid. 255 pp.
 - Moré, M.R.; Mc Cormick, M.; Gambetta, R.; Nieto, D.A. (2000). Posición de la carne ovina en el consumo general de cárneos. Cuadernos del Ceagro N°2. Facultad de Ciencias Agrarias – U.N.L.Z. p 27-41.
 - Risvik, E. (1994). Sensory properties and preferences. *Meat Science*, 36, 67-77.
-

Bain, I.¹; Salgado, E.R.¹; Iglesias, R.¹; Calvetty Ramos, M.¹; Grigioni, G.^{2 3}; Carduza, F.²; García, P.T.²

¹ EEA INTA Chubut

² Instituto Tecnología de Alimentos, CIA. INTA Castelar

³ CONICET

Producción de corderos lechales en un sistema de tambo ovino

INTRODUCCIÓN

Se denomina “cordero lechal” a aquel cordero que llega al momento de faena habiendo tenido como única fuente de alimentación la leche materna. Para ello es necesario que este alcance un peso menor a 8 kg de res en menos de 45 días de vida (BOE, 1975). Pasado ese período de tiempo (variable en función de la disponibilidad de leche materna), el cordero alcanza un mayor desarrollo de su sistema digestivo ruminal y aumenta el consumo de alimentos sólidos. Por lo tanto es importante lograr el peso de faena en el menor tiempo posible. Esto es posible en razas de alta producción de leche. En sistemas dedicados a la producción de leche y carne, luego del período de amamantamiento del cordero, este es sacrificado para la venta a edad muy temprana y la madre destinada a ordeño. Considerando que el pico de producción de leche materna se produce alrededor de los 15-20 días posteriores al parto, momento a partir del cual la producción diaria de leche comienza a disminuir paulatinamente, cuanto menor sea el período de amamantamiento mayor será el rendimiento lechero por oveja por lactancia.

Hay diversos factores que definen la viabilidad de la producción de corderos lechales. En sistemas de producción ovina de leche, donde el sacrificio de los corderos como lechales permite aprovechar el período posterior de la lactancia de la oveja para su ordeño. En ciertas razas, donde el engrasamiento de los corderos ocurre a edades muy tempranas. Superado un peso vivo de 14-16

kg, la acumulación de grasa hace que la calidad y rendimiento de los corderos disminuya de forma importante. Cuando el precio total recibido por el cordero lechal se iguala al precio del cordero pesado (18-20 kg) de otras razas, lo que justifica la producción de corderos faenados a edades tempranas.

Por la calidad de la carne obtenido: sabor no muy intenso (para consumidores que rechazan el gusto fuerte del cordero) y menos grasa.

En el Valle Inferior del Río Chubut (VIRCH), en aquellas explotaciones dedicadas a la producción de leche ovina, donde estas son de carácter familiar, la venta de corderos como lechales, permite al productor destetar los corderos y venderlos deslindándose del manejo, la atención y el costo que implica mantener esos corderos un mayor tiempo en la explotación, además de adelantar la entrada a ordeño de las ovejas.

El potencial de una raza en formación, denominada “Valletana”, desarrollada por el INTA EEA Chubut a partir del cruzamiento de animales de las razas Frisona y Texel (FXT), para la producción de leche y carne permitiría alcanzar un cordero comercializable a los 35 días de vida, incrementando el ingreso de los productores, al aumentar la producción de leche ordeñada por animal y por año (Calvetty et al, 2005; Calvetty et al, 2005b; Defosse *et al.*; 2003). Por otra parte, la posible diferenciación de los corderos como “Cordero Lechal”, en función de su edad y tipo de alimentación, podría aportar ingresos adicionales a los sistemas lecheros ovinos del VIRCH. Al tratarse de un producto de alta calidad (delicatessen) y no

existir en el país oferta de este tipo de cordero, la búsqueda de un nicho de mercado de productos especiales (restaurantes básicamente) permitiría posiblemente la diferenciación del producto.

El objetivo de este trabajo fue determinar la factibilidad de producir corderos lechales¹ con la raza en formación “Valletana” (FxT), en un sistema de tambo ovino en el VIRCH y caracterizar la res y la carne de este tipo de corderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la EEA INTA Chubut. Se evaluaron 91 corderos criados al pie de la madre, provenientes de 73 ovejas de la raza en formación “Valletana” (FxT) con un peso corporal promedio al servicio (abril) de $54,78 \pm 6,84$ kg. En los corderos se registró el peso al nacimiento, el sexo, el tipo de nacimiento (simple o doble) y el peso corporal cada siete días hasta los 42 días de vida, calculándose la ganancia diaria de peso vivo. La alimentación de las ovejas se basó en pasturas irrigadas compuestas por Rye Grass (*Lolium perenne*), Trébol blanco (*Trifolium repens*) y Festuca (*Festuca arundinacea*). Se suplementó con heno de alfalfa (0,4 kg/día por animal) y grano de maíz (0,25 kg/día por animal) durante el parto y lactación. La carga, el plano nutricional y el manejo de los animales fueron similares a los utilizados en los sistemas de tambo ovino de la zona.

Al momento de la faena, sobre una muestra de 27 corderos, se registró el peso vivo y el peso de la res frías tras un oreado de 12 horas para la estimación del rendimiento de la res. La conformación y terminación de la res se evaluó según la metodología propuesta por Milicevic *et al.* (2002), que utiliza una escala de 5 grados para la conformación y una escala de 1 a 5 para el engrasamiento. Una muestra de 10 corderos nacidos de partos simples fue enviada al Instituto de Tecnología de Alimentos del INTA Castelar para la determinación de la calidad de la res y de la carne de este tipo de corderos. Las muestras fueron conservadas en cámara a $-15^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta el momento de la evaluación, luego descongeladas a 0°C . Se realizaron las siguientes determinaciones: color objetivo en músculo y pH, rendimiento carnicero de la media res, mermas por cocción, terneza objetiva y perfil sensorial.

Color: Las mediciones de color se realizaron con un espectrofotómetro de refractancia BYK-Gardner modelo 9000. Se utilizó la escala de color CIELab y se determinaron los parámetros L^* , a^* , b^* , por duplicado para cada muestra de carne. Las muestras de músculo fueron expuestas al aire 30 minutos antes de realizarse las mediciones para un adecuado desarrollo del color (AMSA, 1991). Se determinó el pH a través de un pHímetro de punción Thermo Orion modelo 420 (Argentina).

Rendimiento carnicero: Se registró el peso de las muestras descongeladas a la salida de la cámara. Las canales se separaron en cortes comerciales según descripción de la ex Junta Nacional de Carnes (pierna, paleta, pechito, costillar, vacío y cogote) registrándose el rendimiento de las mismas para cada uno de los cortes. Finalmente se realizó la disección completa de los cortes en sus tejidos constitutivos (músculo, grasa, hueso y fascias-tendón-conectivo) registrándose la composición de cada uno de ellos.

Merms por cocción y terneza objetiva: Muestras del músculo *longissimus dorsi* (bife) fueron cocinadas en forma estándar hasta una temperatura interna final de 71°C , registrada con termocuplas tipo T insertas en el centro geométrico de las mismas. Se registraron los pesos antes y después de la cocción a fin de evaluar las mermas debidas a la cocción. Para efectuar las determinaciones objetivas de terneza se empleó la cizalla de Warner-Bratzler.

Perfil de Ácidos grasos: Se determinará el contenido de grasa intramuscular (GI), colesterol y la composición en ácido linoleico conjugado (CLA), ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), n-6, n-3 y la relación n-6:n-3, 18:2/18:3, poliisaturados/saturados (P/S), mediante purificación por cromatografía en capa delgada y después de su conversión a metil ésteres serán analizados por cromatografía gaseosa.

Perfil Sensorial: Para realizar el perfil sensorial se utilizó un panel de 8 jueces entrenados los cuales evaluaron las muestras que fueron cocinadas y procesadas según los lineamientos generales de AMSA (1995) y la normativa general de IRAM para análisis sensorial. Los mismos evaluaron los siguientes atributos: flavor, aroma, terneza global y de fibras, jugosidad y tejido conectivo.

Los datos de peso vivo y de res, ganancia dia-

ria de peso vivo, rendimiento, edad y medidas de la res, se analizaron mediante ANVA según tipo de nacimiento con un nivel de significación del 5%. Para la determinación de la composición de cortes comerciales y composición tisular se calcularon los valores porcentuales de los distintos componentes. La composición lipídica y proporción de grasa intramuscular de los músculos evaluados fueron analizados mediante ANVA con un nivel de significación del 5%. Para la valoración sensorial se obtuvieron los valores promedios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se detectaron diferencias significativas en el peso al nacer, peso corporal y ganancias diarias de peso del período entre sexos, pero sí entre tipos de parto. Los corderos nacidos de partos simples presentaron valores significativamente mayores que los nacidos de partos dobles (Cuadro 1), lo que determinó un promedio de edad menor para lograr el peso de faena. Los corderos simples alcanzaron el peso de faena en la 4^o semana de vida, mientras que los dobles requi-

reron en promedio más de 6 semanas. A los 42 días, el 100 % de los corderos simples y el 72,2 % de los dobles alcanzaron el peso de faena (Cuadro 2). El rendimiento a la faena fue de 52,7 % para los corderos simples y de 45,0 % para los dobles ($p<0,05$). Estas diferencias podrían estar asociadas a un mayor desarrollo del sistema ruminal por una limitante en el consumo de leche en los corderos dobles. La ganancia media de peso fue de 0,332 kg/día y 0,229 kg/día para corderos simples y mellizos, respectivamente (0,300 kg/día en general), hallando diferencias significativas según el tipo de nacimiento. La alta producción de leche de las madres permitió lograr altas tasas de crecimiento de las crías (Bain *et al.*, 2005), que alcanzaron en promedio un peso vivo de 16,66 kg. (8,55 kg de res) a los 36 días de vida (Cuadro 3). Los corderos simples logran el peso vivo de faena (definido en 15 kg.) a los 28 días de vida, siendo esta edad mayor en el caso de los dobles (42 días).

Los corderos de partos dobles fueron tipificados en la mayoría de los casos como conformación pobre (M) y reses muy magras. En los corde-

Cuadro 1. Peso de corderos al nacimiento (PN) y cada 7 días; y promedio de GDPV del período total, en kilogramos, para cada tipo de nacimiento.

Tipo de nacimiento	n	PN	Día						GDPV 0-42 días
			7	14	21	28	35	42	
Simple	55	5,95 ±0,14b	8,25 ±0,17b	10,95 ±0,20b	13,51 ±0,23b	15,76 ±0,27b	17,82 ±0,31b	20,08 ±0,34b	0,336 ±0,0005b
Doble	36	4,92 ±0,17a	6,57 ±0,20a	8,36 ±0,24a	9,86 ±0,28a	11,41 ±0,32a	13,02 ±0,36a	14,66 ±0,42a	0,230 ±0,0007a

Medias ± error estándar. Distintas letras en la misma columna difieren significativamente ($p<0,05$)

Tipo de nacimiento	N	Día					
		7	14	21	28	35	42
Simple	55	0	0	20,0	70,9	92,7	100
Doble	36	0	0	0	5,6	19,4	72,2

Cuadro 2: Porcentajes de corderos que logran el peso de faena (15 kg), a distintas edades (en días), por tipo de nacimiento.

Cuadro 3: Peso corporal al nacimiento, a la faena, peso de res fría y ganancia diaria de peso pro-medio desde el nacimiento a la faena (en kilogramos); rendimiento (en porcentaje) y edad de los corderos a la faena (en días), para simples y mellizos.

Tipo de Nacim	n	Peso nacer (kg)	Peso faena (kg)	Ganancia diaria (kg/d)	Peso de res (kg)	Rendimiento (%)	Edad (días)
Simples	21	5.63±0.68 b	17.66±1.63 b	0.332±0.037 b	9.29±0.77 b	52.7±1.8 b	36±5 a
Doble	6	4.50±0.33 a	13.15±0.78 a	0.229±0.029 a	5.93±0.60 a	45.0±2.0 a	38±1 a
Prom.Gral	27	5.38±0.78	16.66±2.41	0.309±0.056	8.55±1.60	50.99±3.73	36±4

Medias ± desvío estándar, con distinta letra en la misma columna difieren significativamente ($p<0,05$)

ros simples, casi la totalidad de los corderos fueron clasificados como Exportación (AAA), en función de su conformación y reses predominantemente magras (Cuadro 4). Con respecto a las mediciones realizadas sobre las reses en el Cuadro 5 se presentan los valores promedio obtenidos para ancho de grupa, perímetro de grupa y ancho de tórax. Los corderos simples presentaron mayores valores en todos los parámetros medidos. Esto está relacionado a su mayor peso de faena.

El peso promedio de la res de los corderos sobre los que se determinó la calidad de la res y de la carne fue de 16,42 kg. Los valores promedio y desvío estándar para el color y el pH de la carne fueron los siguientes: $L^* = 42.63 \pm 4.73$; $a^* = 12.27 \pm 2.47$; $b^* = 16.95 \pm 1.91$. El $pH = 5.63 \pm 0.08$. El valor de pH se encuentra dentro de valores aceptables ($pH\ 5.6-5.8$), de modo de evitar carnes anormales (Sañudo, 1992; Geay *et al.*, 2001).

El peso promedio de las medias reses descongeladas fue de 4,464 kg. El Cuadro 6 muestra la composición promedio de las medias reses en cortes comerciales. Todos estos valores se encuentran dentro de los rangos esperados para este tipo de animales, presentando un mayor porcentaje de músculo y menor porcentaje de grasa en comparación con los valores obtenidos en el Cordero Patagónico (Proyecto PECOP, 1997) (Cuadro 7).

Los valores promedios obtenidos de mermas por cocción fue de $33,66 \pm 6,12\%$, valores considerados normales para carnes congeladas. Con respecto al esfuerzo al corte, las muestras se pueden caracterizar como carnes “extremadamente tiernas”. Los valores medios de terneza objetiva (cizalla de Warner-Brätzler) fueron de $3,15 \pm 1,18\ lb$.

En el Cuadro 8 se presenta la composición lipídica de la carne de corderos lechales, nacidos de partos simples. Al analizar la composición de

Cuadro 4. Tipificación de las reses por conformación y terminación, en porcentaje (%).

		Terminación				
		Muy magra	Magra	Mediana	Grasa	Muy grasa
Conformación	Exportación (AA-A)	18.5	40.7	14.8	-	-
	Consumo (B-C)	-	3.7 + 3.7*	-	-	-
	Manufactura (M)	14.8*	3.7*	-	-	-

Conformación: AA = Excelente, A = Muy buena, B = Buena, C = Normal y M = Pobre. * corresponden a corderos mellizos

Cuadro 5. Medidas de ancho de grupa, perímetro de grupa, ancho de tórax, en centímetros, para corderos simples y mellizos.

	n	Ancho Grupa (G)	Perim. Grupa (B)	Ancho tórax (W2)
Simples	21	18.62 $\pm$ 0.67 b	51.93 $\pm$ 1.94 b	17.38 $\pm$ 1.01 b
Mellizos	6	15.97 $\pm$ 0.79 a	45.75 $\pm$ 1.84 a	13.83 $\pm$ 0.98 a

Medias $\pm$ desvío estándar, con distinta letra en la misma columna difieren significativamente ($p < 0,05$)

Cuadro 6. Composición de la res en cortes comerciales (en porcentaje).

Corte	Pierna	Costillar	Paleta	Pechito	Cogote	Vacio
%	33,81	12,14	19,70	13,90	8,88	11,57

Cuadro 7. Composición tisular medio de los cortes comerciales (en porcentaje).

	Pierna	Costillar	Paleta	Pechito	Cogote	Vacio
% Músculo	65,33 $\pm$ 4,00	57,66 $\pm$ 4,40	62,34 $\pm$ 3,33	46,75 $\pm$ 5,49	51,55 $\pm$ 3,14	61,62 $\pm$ 5,24
% grasa	7,23 $\pm$ 2,77	9,26 $\pm$ 3,52	10,20 $\pm$ 2,31	22,66 $\pm$ 5,97	16,03 $\pm$ 5,32	16,73 $\pm$ 3,97
%hueso	23,89 $\pm$ 1,26	28,17 $\pm$ 2,99	23,95 $\pm$ 0,89	29,27 $\pm$ 3,17	26,65 $\pm$ 3,91	17,07 $\pm$ 2,64
% fas ten con	3,17 $\pm$ 0,97	4,63 $\pm$ 1,45	3,25 $\pm$ 1,17		5,64 $\pm$ 1,00	3,73 $\pm$ 0,95

Medias $\pm$ desvío estándar

	N	m. L. Dorsi	m. Semimembranosus
GI %	8	3,11±0,65 a	1,63±0,33 b
AGS %	8	41,27±2,47 a	34,34±1,34 b
AGMI %	8	34,5±2,69 a	31,39±2,77 b
AGPI %	8	11,56±4,81 b	19,75±2,57 a
n-6 %	8	8,43±1,62 b	12,41±1,72 a
n-3 %	8	4,33±1,23 b	7,34±0,95 a
CLA %	8	0,91±0,15 a	0,8±0,09 a
C18:2/18:3	8	3,36±0,22 a	3,62±0,41 a
n-6/n-3	8	2,01±0,23 a	1,7±0,14 b
P/S	8	0,31±0,09 b	0,58±0,09 a
Colesterol mg/100 g	8	70,66±9,47 a	66,38±6,99 a

Cuadro 8. Composición de los lípidos intramusculares del m. *longissimus dorsi* (bife) (mLD) y del m. *Semimembranosus* (nalga) (mSM) de los corderos lechales.

Medias ± desvío estándar, con distinta letra en la misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$). AGS (14:0+16:0+18:0). AGMI (16:1+18:1). AGPI (n-3+n-6)

Cuadro 9. Valoración sensorial de los distintos atributos de la carne de cordero.

	Flavor	Aroma	Tern. global	Tern. fibras	Jugosidad	Tej. Con.
Valoración	7,59±0,25	7,57±0,24	7,95±0,40	8,15±0,34	6,52±0,63	8,47±0,26

Medias ± desvío estándar

lípidos intramusculares de dos músculos (*L. dorsi* y *Semimembranosus*) se observaron importantes diferencias entre ellos, siendo estas significativas excepto en el caso del CLA, relación C18:2/18:3 y colesterol. En comparación con los corderos criados en sistemas extensivos (García *et al.*, 2008), se observaron diferencias en la proporción de GI, hallando mayor contenido en el caso de mLD en tanto en el mSM se observó un menor valor. En el mLD se observó un mayor porcentaje de AGS, a diferencia de lo que ocurre en el mSM. En el caso de los AGPI tuvieron un comportamiento inverso (menores valores hallados en el mLD y mayores en el mSM). El porcentaje de CLA mostró similares o incluso menores valores en mLD y mSM, respectivamente. Del mismo modo que en los corderos criados en sistemas extensivo, aquí tampoco se hallaron diferencias entre músculos en la relación C18:2/18:3, sin embargo los valores son mayores a los hallados en corderos de sistemas extensivos de producción, posiblemente debido a la suplementación con granos que reciben las madres. La relación P/S fue similar en el mLD y levemente mayor en el mSM. Finalmente, la relación n-6/n-3 obtenidas en corderos lechales fue similar a la de corderos de sistemas extensivos, siendo esta cercana a 2, y dentro de los valores recomendados por la OMS.

El perfil sensorial correspondiente a las muestras evaluadas se presenta en el Cuadro 8. Las

muestras presentaron un aroma y flavor “intenso”, terneza global y de fibras “muy tiernas”, fueron calificadas como “jugosas” y presentaron “prácticamente nada” de tejido conectivo.

Se concluye que la tasa de crecimiento de los corderos criados al pie de la madre permitió obtener corderos de 15 kg de peso vivo dentro de los 42 días de edad con corderos simples, no ocurriendo lo mismo en el caso de corderos dobles, donde alrededor de un 70% logran las condiciones de faena, presentando la res menor conformación y terminación. En el caso de los corderos simples, las reses son magras a muy magras, con muy buena conformación y alta proporción de músculo y menor proporción de grasa en la res. La carne es “extremadamente tierna”, con bajos contenidos de grasa intramuscular, con una relación n-6/n-3 cercana a 2 y una relación entre ácidos grasos poliinsaturados/saturados cercana a 0,4, estando estos valores dentro de los recomendados por las organizaciones de salud.

BIBLIOGRAFÍA

- American Meat Science Association (1995). “Research Guidelines for cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Tenderness Measurements of fresh meat”.
- American Meat Science Association. (1991). “Guidelines for meat colour evaluation”.
- Bain, I.; Iglesias, R.; Salgado, E.R.; Calvetty Ramos, M.;

Castro, R.; Vargas, A.; Gornatti, T. y Viegas Bordeira, J. (2005) "Relación entre la producción láctea de ovejas cruza y la ganancia de peso de corderos" Revista Argentina de Producción Animal. Vol 25 p. 297- 298.

• BOE (1975). ORDEN de 18 de septiembre de 1975 por la que se aprueba la norma de calidad para canales de ovino destinadas al mercado nacional. Orden Nº 234, 30 de Septiembre de 1975 - Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Gobierno de España.

• Calvetty Ramos, M.; Iglesias, R.; Bain, I.; Salgado, E.R. y Viegas Bordeira, H. (2005). Caracterización de la producción de carne de ovejas cruza Frisona x Texel en un sistema de tambo ovino. Revista Argentina de Producción Animal. Vol 25. p. 294- 295.

• Calvetty Ramos, M.; Iglesias, R.; Bain, I.; Salgado, E.R.; Castro, R. y Gornatti, T. (2005b). Caracterización de la producción de leche de ovejas cruza Frisona x Texel. Revista Argentina de Producción Animal. Vol 25. p. 295- 296.

• Deffosé, A.; Salgado, E.R; Bain, I.; Iglesias, R.; Vargas, A. y Castro, R. (2003). Esquema de cruzamiento y características productivas de una raza ovina en formación. Revista Argentina de Producción Animal Vol. 23. p. 253-254.

• Garcia, P.T.; Casal, J.J.; Fianuchi, S.; Magaldi, J.J; Rodríguez, F.J; Ñancucheo y F.J. (2008). Conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids in muscle lipids of lambs from the Patagonian area of Argentina. Meat Science, 79, 541-548.

• Geay, Y. ; Bauchart, D. ; Hocquette, J.F. ; Cu-loli, J. (2001). Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. Reprod. Nutr. Dev. 41. p. 1-26.

• Milicevic, F.; Williams, M. y Quagnolo, E. (2002). Tipificación de canales de cordero patagónico de Santa Cruz. INTA EEA Santa Cruz.

• Proyecto PECOP: Battro, P.; Domingo E.; Iglesias, R. y Quagnolo, E.; García P. T.; Gallinger, M. M. y Garriz, C. A. (1997). Características de calidad de la res y la carne del cordero patagónico. INTA-SAGPyA. Dirección de Producción Ganadera y Comisiones Provinciales de Carne Ovina Patagónica.

• Sañudo, C. (1992). La calidad organoléptica de la carne (II). Mundo Ganadero, Octubre. 1992. p 78-86.

González, D.M.¹¹ EEA INTA Chubut

Efecto de la suplementación energética y el genotipo sobre variables de calidad de carne de corderos Merino e INTA-60

INTRODUCCIÓN

Existe en la actualidad un interés general por el consumo de productos que aseguren una nutrición humana más saludable. La carne ovina no escapa de ello. Es considerada una fuente de alto valor nutricional. Cuando se comenzó a hablar intensamente de la relación entre los lípidos y los estados de salud o enfermedad, durante el siglo 20 (McNamara, Warnick y Cooper, 2006), se recomendaba la reducción del consumo total de grasas a fin de evitar los efectos positivos de los lípidos sobre la obesidad, enfermedades coronarias y otras predisposiciones. Actualmente el pensamiento es distinto, se recomienda una cantidad mínima de lípidos en la dieta. Por ejemplo, se habla de que los ácidos grasos mono y poliinsaturados son más importantes comparados con la cantidad total de lípidos ingerida en términos de reducir riesgos de enfermedades cardiovasculares en hombres de mediana edad (Laaksonen *et al.*, 2005). También se observó en infantes que el consumo en mayor cantidad de AGPI y menor AGS reduce el colesterol total y con mayor importancia el colesterol lipoproteínico de baja densidad (LDL-C) a temprana edad (Öhlund *et al.*, 2007).

Los AGS incrementan los niveles de colesterol en sangre mientras que los AGPI lo disminuyen. Es recomendable que el consumo total de lípidos debiera ser el 30% del consumo total de energía. Alrededor de 10 al 30% de la energía lipídica debiera provenir de ácidos grasos saturados. Otras recomendaciones hablan de relaciones entre cantidad de AGPI/AGS por encima de 0,4

(Departament of Health, 1994). Recientemente ha entrado en discusión el tipo de ácido graso insaturado en la dieta, con relaciones deseables entre omega-6/omega-3 menores a 4 (Departament of Health, 1994). Esto último debido a que se ha comprobado que mayores relaciones son factores de riesgo de enfermedades coronarias y cáncer, especialmente en la formación de coágulos sanguíneos (Wood *et al.*, 2003). El ácido linoleico conjugado (CLA) consiste en un grupo de isómeros geométricos y posicionales del ácido linoleico (18:2 cis 9, cis 12) el cual se ha comprobado posee propiedades anticancerígenas, antiaterogénicas, antidiabéticas, lipolíticas, antilipogénicas y también efectos benéficos sobre el sistema inmune y el metabolismo óseo. También parece ser un fuerte antioxidante (Pariza *et al.*, 2001). Pariza *et al.*, (1979) encontraron sustancias antimutagénicas en hamburguesas, hecho que fue confirmado al comprobar que inhibían tumores epidérmicos en ratones (Pariza & Hargraves, 1985). Posteriormente Ha *et al.*, (1987) hallaron a un ácido graso como responsable de este hallazgo, identificándolo como *Ácido Linoleico Conjugado*.

El término conjugado hace referencia a que entre ambos dobles enlaces se encuentra un enlace simple. Revisiones de Khanal, (2004); Kraft & Jahreis, (2004); Larsen, Toubro, & Astrup, (2003); Martin & Valeille, (2002); O'Shea, Bassaganya-Riera, & Mohede, (2004); Pariza, (2004); Terpstra, (2004); Wahle, Heys, & Rotondo, (2004); Wang & Jones, (2004); Watkins, Li, Lippman, Reinwald, & Seifert, (2004); comprueban estos resultados

sobre animales, aunque pueden ser aplicados en humanos debido a hallazgos alentadores. Los sistemas intensivos y tradicionales de producción de carne ovina en la región del Valle inferior del río Chubut son los engordes de animales estabulados sobre la base de henos de pasturas y leguminosas con la adición de concentrados energéticos. Por ello, el objetivo del presente trabajo consiste en el estudio del efecto del nivel de concentrado energético sobre parámetros de calidad de carne, principalmente el perfil lipídico de corderos de genotipos locales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para ello, se utilizaron 24 corderos INTA-601 (IN) ($21,6 \pm 1,7$ kgPV) y 24 corderos Merino (ME), ($21,6 \pm 1,3$ kgPV), que luego del destete, fueron divididos en tres grupos y alojados en bretes individuales durante 49 días. Tres niveles de suplementación energética fueron comparados con ocho repeticiones por tratamiento: el grupo control (CTR) recibió heno de alfalfa *ad libitum* (PB=13,6%, FDN=51,1% y EM= 2,32 Mcal/kgMS), los grupos S1 y S2 recibieron adicionalmente 0,5 y 1% del PV como grano de maíz entero, respectivamente. El estudio de calidad de carne y composición de ácidos grasos se llevó a cabo en el Laboratorio de Calidad de carnes de la Universidad de Buenos Aires. Para ello se submuestreó el músculo *longissimus dorsi* izquierdo de la carcasa, una fracción del mismo se utilizó para realizar mediciones físicas (pH, color, capacidad de retención de agua y dureza) y otra para determinación del perfil lipídico. Las determinaciones químicas fueron la composición y cuantificación de los ácidos grasos totales de la grasa de las muestras analizadas, la cual se llevó a cabo mediante la técnica de cromatografía de gases. El análisis estadístico en las variables cuantitativas con distribución normal, con grupos homocedásticos, como los parámetros físicos de calidad de carne y composición de ácidos grasos, entre razas y entre tratamientos fueron analizados por análisis de varianzas (ANVA), según un diseño completamente al azar, y la comparación de medias se realizó mediante el test de Bonferroni con un nivel de significancia del 5%. Aquellas variables no homocedásticas fueron analizadas a través de la prueba no paramétrica de Kruskal-

Wallis (1952), y las ordenaciones medias comparadas por la prueba de t de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación energética incrementó el índice de rojo a*, el cual está correlacionado con la mayor presencia de pigmentos de la sangre que serían atribuidos en este caso al maíz. Insani *et al.* (2008) menciona una mayor estabilidad del color en sistemas alimentados a pasturas, ocasionando mayor valor del índice rojo a*. Los valores observados de dureza fueron independientes del genotipo y del tratamiento. El mayor valor observado fue de 2,47 kg de fuerza de corte. Este valor es considerado de elevada terneza ya que el valor límite considerado como carne tierna, para consumidores australianos, es de 5 kg (Shorthose *et al.*, 1986). La pérdida de agua por cocción se considera dependiente tanto del valor de pH final como de la caída del valor del mismo (Hönikel, 1991). Al no observarse efectos sobre el pH, no fue observada diferencia en la pérdida por cocción debido a genotipo y a tratamiento ($p > 0,05$). El valor medio de PC fue de 24,37%, pudiéndose ser considerada una carne jugosa. La pérdida de agua debido a la cocción, es un indicador de la capacidad de retención de agua (CRA) de las fibras musculares, y en la medida que la CRA es mayor, más jugosidad presenta la carne y esta puede contribuir a la terneza.

Los ácidos saturados laúrico (C12:0), mirístico (C14:0) y palmítico (C16:0) son considerados nutricionalmente perjudiciales ya que han sido relacionados con enfermedades del corazón (Enser *et al.*, 1996). Especialmente el palmítico, considerado indeseable por su efecto de incrementar los lípidos en sangre y elevar el colesterol sérico total (Grundy, 1986). En el presente trabajo se encontró mayor cantidad de C12:0 y C14:0 en genotipo ME ($p < 0,001$) y con la dieta CTR ($p < 0,05$), hubo correlación de $r = -0,39$ ($p < 0,01$) y $r = -0,35$ ($p < 0,01$) entre C:12 y C:14 respecto al nivel de engrasamiento subcutáneo, suponiendo que a menor deposición de grasa, esta es del tipo saturada. Además de ello, algunos autores han fundamentado que la grasa de animales alimentados a pasturas es más saturada principalmente debido a la mayor cantidad de C18:0 (Rowe *et al.*, 1999; Rhee *et al.*, 2000) y esto puede ser relacio-

nado a la inhibición de la biohidrogenación ruminal, común en animales alimentados a concentrados (Doreau y Ferlay, 1994).

Sin embargo, los resultados del presente trabajo difieren de ello, encontrándose que la cantidad de C18:0 no dependió de los factores estudiados. Tal vez la razón se deba a la baja proporción de concentrado en la dieta, respecto a otros trabajos analizados. El ácido graso trans vaccénico C18:1 t11, presentó interacción significativa de efectos ($p < 0,05$), observándose en IN que el mayor nivel de suplementación incrementó su porcentaje ($p < 0,01$) respecto a los dos grupos restantes. En ME no tuvo efecto la alimentación ($p > 0,05$). El ácido vaccénico podría considerarse de efecto negativo para la salud humana al ser insaturado y de configuración trans, pero la enzima desaturasa $\Delta 9$ puede convertir el vaccénico en ácido linoleico conjugado CLA (Salminen *et al.*, 1998). Esta enzima está presente en tejidos humanos. Por ello, un incremento en su contenido en la carne de corderos tendría los mismos beneficios que el CLA. El ácido vaccénico es producto de la hidrogenación parcial de los AGPI de igual número de carbono, o de una isomerización del ácido oleico (C18:1 c9). La presencia de los ácidos grasos insaturados 14:1 cis, 16:1 cis, 17:1 cis y 18:1 cis está directamente relacionada con la actividad del complejo enzimático Δ -desaturasa (Thompson *et al.*, 1973), que sintetiza ácidos grasos insaturados a partir de las correspondientes

cadenas carbonadas saturadas de igual número de átomos de carbono. En ganado ovino fue observado por Jackson y Winkler (1970) al comprobar que en el hígado y en la grasa subcutánea la relación ácido oleico/esteárico se incrementaba con el aumento del estado de engrasamiento de los corderos.

El ácido oleico, fue el ácido graso mayoritario encontrado, igual a lo observado por Lough *et al.*, (1992) y Solomon *et al.*, (1992). Su proporción fue afectada por el genotipo y la suplementación energética. El genotipo IN presentó el valor superior, 35,77% contra 31,88% de ME ($p < 0,001$), pudiendo este resultado ser debido a la mayor precocidad de la raza IN, similar a lo observado por L'Estrange & Hanrahan (1980) y Wood (1984) evaluando distintos genotipos ovinos. La suplementación energética incrementó el porcentaje de ácido oleico en la carne, con valores promedio de 30,29; 35,35 y 36,63% para los grupos CTR, S1 y S2, respectivamente, ($p < 0,01$). Contrariamente al genotipo, la suplementación S2 disminuyó un 37% la proporción del ácido graso esencial linoléico (C18:3 n-3), respecto la dieta CTR ($p < 0,001$). Estos resultados concuerdan con los reportados por Rowe *et al.*, (1999) y Fisher *et al.*, (2000) en corderos alimentados con pasturas versus los alimentados con concentrados, reflejando el efecto de la dieta, cuyos lípidos son ricos en C18:3 n-3 (Palmquist, 1988). Observaciones similares encontraron Scollan *et al.*, (2002) en novillos cria-

Tabla 1. pH, luminosidad, índice rojo-verde, índice amarillo-azul, saturación del color, dureza y pérdida por cocción de corderos de dos genotipos, alimentados con heno de alfalfa o suplementados con distintas cantidades de grano de maíz.

Parámetro	Genotipo		Tratamiento			Efecto			EE
	IN	ME	CTR	S1	S2	G	T	GxT	
pH	5,72	5,69	5,77	5,66	5,68	ns	ns	ns	0,03
L*	44,34	45,86	46,25	44,90	44,14	ns	ns	ns	8,14
a*	17,11	18,38	17,01 a	17,92 ab	18,31 b	**	*	ns	1,67
b*	4,19	4,41	4,12	4,40	4,38	ns	ns	ns	0,70
C*	17,67	18,91	17,54 a	18,53 ab	18,81 b	**	*	ns	1,71
D (kg)	2,47	2,03	2,23	2,40	2,12	ns	ns	ns	0,72
PC (%)	23,95	24,83	24,56	24,43	24,18	ns	ns	ns	8,05

Medias con distinta letra en la misma fila difieren significativamente.

ns= no significativo; (*) $p < 0,05$; (**) $p < 0,01$; (***) $p < 0,001$; EE= error estándar. IN= genotipo INTA-601; ME= genotipo Merino; CTR= heno de alfalfa + 0%PV grano de maíz; S1= heno de alfalfa + 0,5%PV grano de maíz; S2= heno de alfalfa + 1%PV grano de maíz; G= genotipo; T= tratamiento; GxT= interacción genotipo x tratamiento; L*= luminosidad; a*= índice de rojo-verde; b*= índice de amarillo-azul; C*= saturación del color; D= dureza; PC= pérdida de agua por cocción

dos a pastura o pastura más trébol blanco o rojo, donde se incrementaron los valores de linoléico en la dieta con leguminosas, y Vipond *et al.*, (1993) terminando corderos sobre pasturas conteniendo trébol blanco o sobre pasturas solamente. El genotipo influyó en los porcentajes de AGS y AGMI, mientras que este último y AGPI dependieron del tratamiento. La grasa intramuscular de ME fue un 7% más saturada que IN ($p < 0,05$), mientras que IN tuvo 9% superior porcentaje de grasa monoinsaturada ($p < 0,001$), principalmente por la mayor proporción de ácido oleico. La suplementación energética incrementó los porcentajes de grasa monoinsaturada en un 13 y 18 % en S1 y S2 respectivamente ($p < 0,001$). El porcentaje de grasa poliinsaturada solo dependió de la suplementación energética, siendo el grupo S2 42% menos insaturado que el grupo CTR ($p < 0,05$).

La proporción de ácidos grasos n-3 fue dependiente de la suplementación, disminuyendo un 41% el grupo S2 respecto al grupo CTR ($p < 0,01$). La mayor cantidad de n-3 observada en la dieta CTR, concuerda con lo mencionado por Dewhurst *et al.*, (2003, 2006) al ser la alfalfa una rica fuente de C18:3 n-3 y el hecho de poseer inhibidores de la lipólisis ruminal. El cociente AGPI/AGS obtenido en el presente estudio fue de 0,30 en promedio, independiente del genotipo y la suplementación. Las recomendaciones nutricionales indican

un cociente entre 0,45-0,65 (Department of Health, 1994) considerado óptimo. Sin embargo, podría considerarse 0,30 un valor aceptable en las condiciones de este estudio. Enser *et al.*, (1996) encontraron en distintas especies los valores 0,15 en ovinos, 0,11 en bovinos y 0,58 en porcinos. Sin embargo el efecto de los AGS incrementando el colesterol es dos veces mayor que el efecto de disminución de los AGPI (Enser *et al.*, 1996). El cociente n6/n3 relaciona los AG con la aterosclerosis, recomendándose valores menores a 4 (Department of Health, 1994). Los valores del presente trabajo fueron 2,99 en promedio, siendo independientes del genotipo y la suplementación ($p > 0,05$). Enser *et al.*, (1996) hallaron valores de 1,3 en ovinos, 2,1 en bovinos y 7,2 en porcinos. Auroseau *et al.*, (2007) observaron disminución en la proporción de C18:3, C18:2 y C22:5 en la carne de corderos criados a pasturas y luego terminados en confinamiento sobre concentrados energéticos de cereales invernales, con resultados similares a los obtenidos en este trabajo.

CONCLUSIONES

Debido a la alimentación la calidad de la carne mejoró observándose incremento de los porcentajes de CLA y vaccénico de la dieta S2 respecto a la dieta S1; además disminuyeron los ácidos gra-

Parámetro	Genotipo		Tratamiento			Efecto		
	IN	ME	CTR	S1	S2	G	T	GxT
C12:0	0,23	0,46	0,47 a	0,28 ab	0,25 b	***	*	ns
C14:0	2,47	3,99	3,86 a	3,00 ab	2,84 b	***	*	ns
C18:1 trans11	IN		0,74 a	0,88 a	1,67 b	ns	**	*
	ME		1,28	0,91	1,32			
C18:1 cis9	35,77	31,88	30,29 a	35,35 b	36,63 b	***	**	ns
C18:3 cis9,12,15	1,41	1,41	1,70 a	1,46 ab	1,08 b	ns	***	ns
CLA+	0,37	0,43	0,39 ab	0,34 a	0,47 b	ns	*	ns
C22:5	1,01	1,05	1,32 a	0,98 ab	0,75 b	ns	*	ns
AGS	45,95	49,18	48,88	46,47	47,35	*	ns	ns
AGMI	40,70	36,98	35,23 a	39,82 b	41,47 b	***	***	ns
AGPI	13,36	13,84	15,90 a	13,71 ab	11,19 b	ns	*	ns
n3	3,43	3,53	4,49 a	3,30 ab	2,65 b	ns	**	ns

Tabla 2. Composición de ácidos grasos intramusculares (% en el total de ácidos grasos) del músculo longissimus dorsi de corderos de dos genotipos, alimentados con heno de alfalfa o suplementados con distintas cantidades de grano de maíz.

Medias con distinta letra en la misma fila difieren significativamente.

ns= no significativo; (*) $p < 0,05$; (**) $p < 0,01$; (***) $p < 0,001$

EE= error estándar. IN= genotipo INTA-601; ME= genotipo Merino; CTR= heno de alfalfa + 0%PV grano de maíz; S1= heno de alfalfa + 0,5%PV grano de maíz; S2= heno de alfalfa + 1%PV grano de maíz. G= genotipo; T= tratamiento; GxT= interacción genotipo x tratamiento. AGS= ácidos grasos saturados; AGMI= ácidos grasos monoinsaturados; AGPI= ácidos grasos poliinsaturados.

los saturados C12 y C14, considerados hipercolesterolémicos, respecto la dieta basal. Sin embargo, disminuyó el ácido graso esencial α -linolénico, el contenido de n-3 y la cantidad de AGPI, aunque no afectó la relación n-6/n-3 y AGPI/AGS. En cuanto al genotipo el perfil lipídico del *longissimus dorsi* de IN presentó menor % de ácidos grasos saturados considerados hipercolesterolémicos (12 y 14 átomos de carbono), menor % de AG saturados y mayor % del ácido oleico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aurousseau, B., Bauchart, D., Faure, X., Galot, A. L., Prache, S., Micol, D., *et al.* 2007. Indoor fattening of lambs raised on pasture. Part 1: Influence of stall finishing duration on lipid classes and fatty acids in the longissimus thoracis muscle. *Meat Science*, 72(2), 241–252.
- Department of Health. 1994. Report on Health and social subjects. Nº46. Nutritional Aspects of cardiovascular disease. HMSO, London.
- Dewhurst, R. J., Evans, R. T., Scollan, N. D., Moorby, J. M., Merry, R. J., & Wilkins, R. J. 2003. Comparison of grass and legume silages for milk production. 2. In vivo and in sacco evaluations of rumen function. *J. of Dairy Sci.*, 86, 2612–2621.
- Dewhurst, R.J., Shingfield, K.J., Lee, M.R.F., Scollan, N.D., 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 168–206.
- Doreau, M., Ferlay, A., 1994. Digestion and utilization of fatty acid by ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 45, 379–396.
- Enser, M., Hallett, K., Hewitt, B., Fursey, G. A. J., & Wood, J. D. 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Sci*, 42, 443–456.
- Enser, M., Hallett, K., Hewitt, B., Fursey, G. A. J., & Wood, J. D. 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Sci*, 42, 443–456.
- Fisher, A. V., Enser, M., Richardson, R. I., Wood, J. D., Nute, G. R., Kurt, E. 2000. Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed x production systems. *Meat Sci.*, 55, 141–147.
- Grundy, S.M. 1986. Comparison of monounsaturated fatty acids in carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *New. Eng. J. Med.*, 314, 745–748.
- Ha, Y. L., Grimm, N. K., & Pariza, M. W. 1987. Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, 8, 1881–1887.
- Hönikel, K.O. 1991. Assessment of meat quality. In *Animal biotechnology and the quality of meat production* (eds L.O. Fiems y B.G. Cotlyn). Elsevier, Amsterdam. 107–125.
- Insani, E. M., Eyherabide, A., Grigioni, G., Sancho, A. M., Pensel, N. A., & Descalzo, A. M. (2008). Oxidative stability and its relationship with natural anti-oxidants during refrigerated retail display of beef produced in Argentina. *Meat Sci.*, 79, 444–452.
- Jackson, H.D. y Winkler, V.W. 1970. Effects of saturation on the fatty acid composition of adipose tissue and plasma lipids of sheep. *J. Nutr.*, 100, 201–207.
- Khanal, R. C. 2004. Potential health benefits of conjugated linoleic acid (CLA): A re-view. *Asian-Austr. J. of An. Sci.*, 17, 1315–1328.
- Kraft, J. & Jahreis, G. 2004. Physiologische Wirkungen von konjugierten Linolsäuren. In M. Kreuzer, C. Wenk, T. Lanzini (Eds.), *Lipide in Fleisch, Milch und Ei - Herausforderung für die Tierernährung*. ETH Zürich. 81–93.
- Kruskal, W.H.; Wallis, W.A. 1952. Use of ranks on one-criterion variance analysis. *J. of the Am. Stat. Assoc.*, 47: 583–621.
- L'Estrange, J.L., Hanrahan, J.P. 1980. Some breed effect on the melting point and fatty acid composition of carcass fat in lambs. *J. Agric. Sci.- UK*, 95, 73–76.
- Laaksonen, D. E., Nyysönen, K., Niskanen, L., Rissanen & Salonen, J. T. 2005. Prediction of cardiovascular mortality in middle-aged men by dietary and serum linoleic and polyunsaturated fatty acids. *Arch. of Int. Med.*, 165, 193–199.
- Larsen, T. M., Toubro, S., & Astrup, A. 2003. Efficacy and safety of dietary supplements containing CLA for the treatment of obesity: evidence from animal and human studies. *J. of Lipid Res.*, 44, 2234–2241.
- Lough, D.S., Solomon, M.B., Rumsey, T.S., Elsasser, T.H., Slyter, L.L., Kahl, S., y Lynch, G.P. 1992. Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on cholesterol content and fatty acid composition of carcass tissues of growing ram lambs. *J. Anim. Sci*, 70, 1153–1158.
- Martin, J. C., & Vaille, K. 2002. Conjugated linoleic acids: all the same or to everyone its own function?. *Repr. Nutr. Develop.* 42, 525–536.
- McNamara, J. R., Warnick, G. R., & Cooper, G. R. 2006. A brief history of lipid and lipoprotein measurements and their contribution to clinical chemistry. *Clinica Chim. Acta*, 369, 158–167.
- O'Shea, M., Bassaganya-Riera, J., & Mohede, I. C. M. 2004. Immunomodulatory properties of conjugated linoleic acid. *Am. J. of Clin. Nutr.* 79, 1199–1206.
- Öhlund, I., Hörnell, A., Lind, T., & Hernell, O. 2007. Dietary fat in infancy should be more focussed on quality than on quantity. *Eur. J. of Clin. Nutrition*. doi:10.1038/sj.ejcn.16028.
- Palmquist, D.L., 1988. The feeding value of fats. In: Orskov,

- E.R. (Ed.), *Feed Science: World An. Sci. Disc. carcass Appr. B4*. Elsevier, Amsterdam, pp. 293–311.
- Pariza, M. W. 2004. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *Am. J. of Clin. Nutr.*, 79, 1132–1136.
 - Pariza, M. W., & Hargraves, W. A. 1985. A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7,12- dimethyl-benz[a]anthracene. *Carcinogenesis*, 6, 591–593.
 - Pariza, M.W., Park, Y. y Cook, M.E. 2001. Progress in Lipid Research 40: 283-298.
 - Rhee, K.S., Waldron, D.F., Ziprin, Y.A., Rhee, K.C., 2000. Fatty acid composition of goat diets vs. intramuscular fat. *Meat Sci.* 54, 313–318.
 - Rowe, A., Macedo, F.A.F., Visentainer, J.V., Sousa, N.E., Matsushita, M., 1999. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Sci.* 51, 283–288.
 - Rowe, A., Macedo, F.A.F., Visentainer, J.V., Sousa, N.E., Matsushita, M., 1999. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Sci.* 51, 283–288.
 - Salminen, I., Mutanen, M., Janhiainen, M. y Aro, A. 1998. *J. Nutr. Biochem.* 9: 93-98.
 - Scollan, N.D., Cooper, A., Evans, P., Enser, M., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Wood, J.D., 2002. Effect of forage legumes on the fatty acid composition of beef and other aspects of meat quality. In: *Proceedings of the 48th ICoMST*, vol. I. Rome, Italy. 356–357.
 - Shorthose, W.R., Powell, V.H., Harris, P.V., 1986. Influence of electrical stimulation, cooling rates and ageing on the shear force values of chilled lamb. *J. Food Sci.* 51, 889–928.
 - Solomon, M.B., Lynch, G.P., y Lough, D.S. 1992. Influence of dietary palm oil supplementation on serum lipid metabolites, carcass characteristics, and lipid composition of carcass tissues of growing ram and ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 70, 2746- 275.
 - Terpstra, A. H. 2004. Effect of conjugated linoleic acid on body composition and plasma lipids in humans: an overview of the literature. *Am. J. of Clin. Nutr.* 79, 352–361.
 - Thompson, E.H., Allen, C.E., y Meade, R.J. 1973. Influence of copper on stearic acid desaturation and fatty acid composition in the pig. *J. Anim. Sci.* 36, 868-873.
 - Vipond, J.E., Swift, G., Noble, R.C., Horgan, G. 1993. Effect of clover in the diet of grazed lambs on production and carcass composition. *Anim. Sci.* 57, 253–261.
 - Wahle, K. W. J., Heys, S. D., & Rotondo, D. 2004. Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? *Progress in Lipid Res.*, 43, 553–587.
 - Wang, Y. W., & Jones, P. J. H. 2004. Dietary conjugated linoleic acid and body composition. *Am. J. of Clin. Nutr.*, 79, 1153–1158.
 - Watkins, B. A., Li, Y., Lippman, H. E., Reinwald, S., & Seifert, M. F. 2004. A test of Ockham's razor: implications of conjugated linoleic acid in bone biology. *Am. J. of Clin. Nutr.*, 79, 1175–1185.
 - Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci.*, 66, 21–32.
 - Wood, J.D. 1984. Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. in *Fats in Animal Nutrition*. (ed J. Wiseman), Butterworths, London. 407-435.
-

capítulo 16

Zimerman, M.¹; Domingo, E.¹; Grigioni, G.²; Taddeo, H.¹¹ EEA INTA Bariloche² Instituto de Tecnología de Alimentos, CIA INTA Castelar

Respuestas de corderos merino al estrés pre-faena medidas a través de indicadores fisiológicos y de calidad de carne

INTRODUCCIÓN

La calidad integral de los alimentos, la protección del medio ambiente y el bienestar animal (BA) son tres aspectos de la producción alimentaria moderna que preocupan a los consumidores. El interés que existe acerca del bienestar de los animales no solo se basa en el aspecto ético, sino también porque se ha demostrado que la falta de BA tiene consecuencias negativas sobre la calidad de la carne. Diversos estudios evalúan el efecto del estrés pre-faena sobre las respuestas fisiológicas y la calidad de la carne en bovinos, cerdos y aves pero existe escasa información sobre pequeños rumiantes. El presente trabajo tiene como objetivo profundizar en esta temática y contribuir al conocimiento sobre el efecto de diversos estresores en el BA y la calidad de la carne de pequeños rumiantes, tomando como caso de estudio corderos Merino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en el Campo Experimental Anexo Pilcaniyeu (CAEP) de la EEA INTA Bariloche (ubicado a 970msnm sobre el nivel del mar, a 70° 35' 21" longitud oeste y 41° 01' 42" latitud sur) durante el mes de diciembre de 2007 y 2008. Las condiciones climáticas reinantes durante el ensayo fueron: temp max: 20°C a 23°C y temp min: -8°C a 7°C. Se trabajó con 64 corderos Merino de 90±6 días de edad y 22,0±2,7 kg de peso vivo. Los mismos fueron criados en un sistema extensivo de pastizales naturales y hasta el

momento del ensayo se encontraban al pie de sus madres. El experimento fue realizado en 4 días. Los días 1 y 2 corresponden al año 2007, los días 3 y 4 al año 2008. La combinación de día y año conforma un "bloque", por lo tanto, el ensayo se desarrolló en 4 bloques. A cada bloque se asignaron aleatoriamente 16 animales. Dentro de cada bloque, 4 de los 16 animales fueron asignados al azar a un tratamiento, quedando constituidos en cada bloque 4 grupos (conjunto de 4 animales sometidos al mismo bloque y mismo tratamiento).

Cada tratamiento incluyó, previo a su inicio, un ayuno de 6 h de duración con libre acceso a agua de bebida. Los tratamientos estudiados fueron: A) Control sin estrés (Control). B) Estrés por ayuno (Ayuno): restricción alimenticia de 18 h de duración, con libre acceso a agua de bebida. C) Estrés por ejercicio físico (Físico): los animales fueron sometidos a una caminata de 30 min de duración a una velocidad aproximada de 3 km/h. D) Estrés por miedo (Miedo): los animales fueron alojados en un corral pequeño y sometidos durante 5 min a la presencia de 2 perros ladrando. Los tratamientos se aplicaron en forma secuencial y se recolectaron muestras de sangre de cada animal al finalizar cada estresor. Las muestras fueron tomadas en diferentes horarios según el tratamiento: 10:00 ± 0:30 h, 15:00 ± 0:30 h, 16:30 ± 0:30 h y 17:30 ± 0:30 h en los animales expuestos a Ayuno, Control, Físico y Miedo respectivamente. De las muestras de sangre se separó el plasma el cual fue almacenado a -20±1°C hasta su análisis. Inmediatamente después de que las muestras de sangre fueron recolectadas, los corderos se sacri-

ficaron respetando las normas de manejo humanitario.

La insensibilización por aturdimiento eléctrico y degüello se llevó a cabo en el mismo lugar donde los animales recibieron el tratamiento. Una vez sacrificados, los cuerpos de los animales fueron conducidos a un matadero experimental, en donde se completó el procedimiento de faena. Las canales fueron oreadas a temperatura ambiente 6 h y luego refrigeradas a $2\pm1^{\circ}\text{C}$ hasta las 24 h. Sobre el plasma se valoró la concentración de cortisol utilizando el kit Active Cortisol EIA de laboratorios Diagnostic Systems mediante ELISA, y la concentración de urea utilizando el kit UREA-MIA de Laboratorios Wiener, Rosario, Argentina, mediante colorimetría. Los parámetros relativos a calidad de carne que se valoraron fueron: 1) pH: medido en dos momentos: pH inicial (pHi: a los 45 min post-faena) y pH final (pHf: a las 24 h post-faena) usando peachímetro portátil de la marca Testo (modelo 230, Argentina) siguiendo la metodología propuesta por Garrido *et al.* (2005). 2) color instrumental: medido utilizando colorímetro portátil de la marca Minolta (Modelo CR-400) a las 24 h post-faena sobre el músculo LTL deshuesado después de 30 min de oxigenación (*Blooming time*) a $4^{\circ}\text{C}\pm1^{\circ}\text{C}$, siguiendo la metodología sugerida por Albertí *et al.* (2005). 3) Capacidad de retención de agua (CRA) de la carne: determinada a las 24 h post-faena siguiendo la metodología de jugo exprimible de carne cruda propuesta por Pla Torres (2005). 4) Resistencia al esfuerzo de corte por cizalla de Warner-Bratzler (WBSF). A las 24 h post-faena la porción del músculo LTL ubicada entre la 5^ª y la 13^ª vértebras torácicas fue envasada al vacío y madurada refrigerada a $4^{\circ}\text{C}\pm1^{\circ}\text{C}$ en durante 3 días. Luego la muestra fue congelada a $-20^{\circ}\text{C}\pm1^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis. Las muestras fueron descongeladas a $4^{\circ}\text{C}\pm1^{\circ}\text{C}$ durante 24 h, posterior-

mente cocinadas en parrilla eléctrica Philips (Argentina) hasta alcanzar $71,5^{\circ}\text{C}\pm0,5^{\circ}\text{C}$ medido en el centro de la muestra con termocu-pla. Para la medición de resistencia al esfuerzo de corte se utilizó el método mecánico de corte o cizalla mediante célula de Warner-Bratzler siguiendo los lineamientos generales de AMSA (1995).

El efecto del factor estresor (con 4 niveles, cada uno correspondiente a un estresor, incluido el Control) sobre cada variable respuesta fue evaluado a través de un análisis de varianza (ANOVA) en un diseño en bloques completamente aleatorizado (DBCA) considerando los bloques como aleatorios y modelando con simetría compuesta la estructura de la matriz de covarianza del error. Frente a resultados significativos para el factor estresores, las diferencias entre las medias de cada tratamiento con respecto al Control fueron analizadas a través del test de Dunnett. El valor de significancia utilizado fue $\alpha=0,05$. En forma complementaria al análisis univariado, se realizó un análisis factorial discriminante (AFD) a los efectos de considerar en forma conjunta todas las variables, respetando la estructura de grupos definida por los estresores. Este análisis se realizó con el objetivo de explicar la separación entre los tratamientos estudiados mediante la identificación de las variables con mayor poder discriminante. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS (versión 8, SAS Institute Inc., 2002, Cary, NC, EEUU) utilizando los procedimientos MEANS, MIXED y CANDISC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Solamente los corderos sometidos al Ayuno presentaron valores de urea significativamente mayores que los corderos Control (Tabla 1). La concentración de urea en plasma está condiciona-

Tabla 1. Promedio, desvío estándar (DE) y valor-p del test de Dunnett de la concentración post-tratamiento de urea y cortisol en plasma de corderos Merino sometidos a estrés pre-faena.

Tratamiento	Urea (g/L)		Cortisol ($\mu\text{g/dL}$)	
	media $\pm$ DE	valor p-Dunnett	media $\pm$ DE	valor p-Dunnett
Control	0,15 $\pm$ 0,02		6,81 $\pm$ 1,60	
Ayuno	0,19 $\pm$ 0,04 *	0,004	10,44 $\pm$ 3,68 *	0,020
Físico	0,14 $\pm$ 0,02	0,576	6,99 $\pm$ 2,48	1,000
Miedo	0,13 $\pm$ 0,02	0,491	9,51 $\pm$ 2,16 *	0,040

Referencias: (*) Indica diferencias significativas de algún tratamiento con respecto al Control (test de Dunnett, $\alpha=0,05$) de las medias mínimas cuadradas de la concentración de cada indicador.

da por la ingestión proteica y por el aumento del catabolismo que puede ocurrir ante situaciones de estrés (Kaneko, 1980, citado por Castañeda, 2010; Knowles y Warriss, 2000). Apple *et al.* (1993) estudiaron el efecto del aislamiento y ayuno durante 6 horas en tres días sucesivos en corderos. Los valores de urea hallados en el presente trabajo para los corderos Control se asemejan a los reportados por dichos autores en corderos no estresados, mientras que los hallados en los animales sometidos al Miedo se asemejan a los reportados por dichos autores para los animales estresados. Resultados similares a los hallados en el presente estudio fueron encontrados en un experimento realizado con chivitos de la raza Criolla Neuquina (Zimerman, *et al.*, 2011). Con respecto al cortisol, los animales expuestos a Ayuno y Miedo presentaron valores significativamente mayores que los corderos Control (Tabla 1). En general, los valores de cortisol hallados en el presente experimento superan a los reportados por otros autores (Barrientos *et al.*, 2006; Radostits, 2000 citado por Tapia Corbett, 2007). En los mencionados trabajos la técnica de valoración empleada fue RIA. Si se transformaran los valores obtenidos con ELISA a los obtenidos con RIA (según especificaciones del fabricante del kit) se hallarían valores más bajos, siendo 5,2 µg/dL, 9,5 µg/dL, 5,1 µg/dL y 8,4 µg/dL las concentraciones promedios para Control, Ayuno, Físico y Miedo respectivamente. Una posible explicación para la diferencia en los valores de cortisol hallados entre el presente trabajo y la bibliografía mencionada puede deberse a que los animales empleados en

este experimento no estaban acostumbrados a un manejo frecuente, debido al sistema de producción extensivo del cual provienen y que fueron separados de sus madres al inicio del ensayo. Mientras que posiblemente, en otras condiciones de producción, como pueden ser las usadas en los trabajos consultados, los animales son criados en situaciones de confinamiento y están habituados al manejo cotidiano (esto sería esperable en los animales con cánula intravenosa). Considerando la variación circadiana que presenta el cortisol, en el presente ensayo se esperaban encontrar las menores concentraciones en las muestras tomadas a las 17:30 h (Miedo) comparadas con las recolectadas a las 15:00 h (Control). Sin embargo, los valores más altos de concentración se hallaron en los corderos de Ayuno y Miedo.

Las muestras de los animales ayunados fueron tomadas durante la mañana (10:00 h), por lo tanto podría confundirse el efecto tratamiento con la variación ocasionada por el ritmo circadiano. En el caso de las muestras tomadas de los animales sometidos a Miedo, las mismas se recolectaron por la tarde (17:30 h) por lo tanto, el aumento en la concentración se atribuye al estresor y no al ritmo circadiano. No se encontró en la bibliografía consultada información sobre el efecto del ayuno en corderos como un factor de estrés ni tampoco trabajos en donde se haga referencia al efecto del ayuno sobre la concentración de cortisol. En cuanto al efecto de prácticas de manejo en corderos sobre la concentración de cortisol, Apple *et al.* (1993) encontraron valores significativamente

Tabla 2. Promedio y desvío estándar (DE) de los indicadores de calidad de carne de corderos sometidos a estrés pre-faena.

	Control	Ayuno	Físico	Miedo	significancia ANOVA
pHi	6,29 ± 0,20	6,26 ± 0,21	6,25 ± 0,14	6,27 ± 0,26	ns
pHf	5,65 ± 0,10	5,71 ± 0,09	5,74 ± 0,14	5,78 ± 0,19	ns
L*	41,33 ± 2,10	40,35 ± 3,09	39,95 ± 2,44	38,79 ± 2,60	ns
a*	19,4 ± 1,15	19,15 ± 2,23	18,19 ± 1,51	17,6 ± 2,23	ns
b*	7,89 ± 1,00	7,9 ± 1,47	6,77 ± 1,12	6,54 ± 1,67	ns
CRA (%)	33,97 ± 8,25	33,76 ± 8,38	33,47 ± 7,03	34,4 ± 6,53	ns
WBSF (N)	23,31 ± 7,26	21,83 ± 5,45	26,42 ± 9,84	29,81 ± 11,16	ns

Referencias: pHi: pH inicial, pHf: pH final, L*: luminosidad de la carne, a*: coordenada azul-rojo del color de la carne, b*: coordenada verde-amarilla del color de la carne, CRA: capacidad de retención de agua, WBSF: resistencia al esfuerzo de corte por cizalla de Warner-Bratzler.

mayores en los animales estresados por aislamiento (valores cercanos a 13 $\mu\text{g/dL}$ vs 2,2 $\mu\text{g/dL}$ para el control sin estrés).

Los valores hallados en este trabajo para los animales expuestos a Ayuno y Miedo se asemejan a los reportados por dichos autores para animales estresados, mientras que los hallados en los corderos Control superan a los reportados para animales sin estrés. Tadich *et al.* (2009) reportaron que después de aproximadamente 58 h de ayuno la concentración de cortisol en corderos fue de 3,3 $\mu\text{g/dL}$. Dichos valores son inferiores a los hallados en el presente trabajo en animales ayunados durante 24 h.

Ninguno de los estresores estudiados produjo cambios significativos en los parámetros de calidad de carne estudiados (Tabla 2). Resultados similares a los hallados en el presente trabajo fueron encontrados en un experimento realizado con chivitos de la raza Criolla Neuquina (Zimerman, *et al.*, 2011). Diversos autores tampoco encontraron efectos del ayuno sobre la calidad de la carne (Daly *et al.*, 2006; Tarrant, 1989; Jacob, 2003). Sin embargo, otros autores como Bray *et al.* (1989) plantean que un bajo plano nutricional antes del sacrificio predispone a los animales a sufrir estrés previo a la faena. Por su parte, Fisher *et al.* (2011) encontraron efecto del ayuno sobre los parámetros de color de la carne en ovejas. En la bibliografía consultada sobre el efecto de la actividad física pre-faena en la cali-

dad de la carne de corderos se encontró una diversidad de opiniones según los autores (Warner *et al.*, 2005; Bond *et al.*, 2004; Bond y Warner, 2007; Daly *et al.*, 1995). Con respecto al estresor Miedo y su efecto en la calidad de la carne, si bien las diferencias no fueron estadísticamente significativas, los animales sometidos a este tratamiento fueron los que presentaron los valores más altos de pHf y más bajos de L*. En la revisión bibliográfica realizada se encontraron trabajos en los que se hallaron resultados similares (Apple *et al.*, 1993; Bond *et al.*, 2004; Geesink *et al.*, 2001; Devine *et al.*, 1993; Bray *et al.*, 1989).

En la Figura 1 se presenta el primer plano factorial del AFD, donde cada punto representa un animal, los cuales están diferenciados según el tratamiento estresor al que fueron sometidos. En el plano factorial se observa que el tratamiento Ayuno se separa claramente de los demás, entre ellos del Control. Los tratamientos Miedo y Control se separan entre sí, mientras que existe una superposición entre Físico y Control. El eje canónico 1 permite separar los tratamientos Miedo y Control y las variables que contribuyen a esta diferenciación son: concentración de Urea, coordenadas de color de la carne a^* y b^* y WBSF. El eje canónico 2 permite separar los tratamientos Ayuno del Control y las variables que contribuyen a separarlos son: concentración de Cortisol y de Urea en plasma.

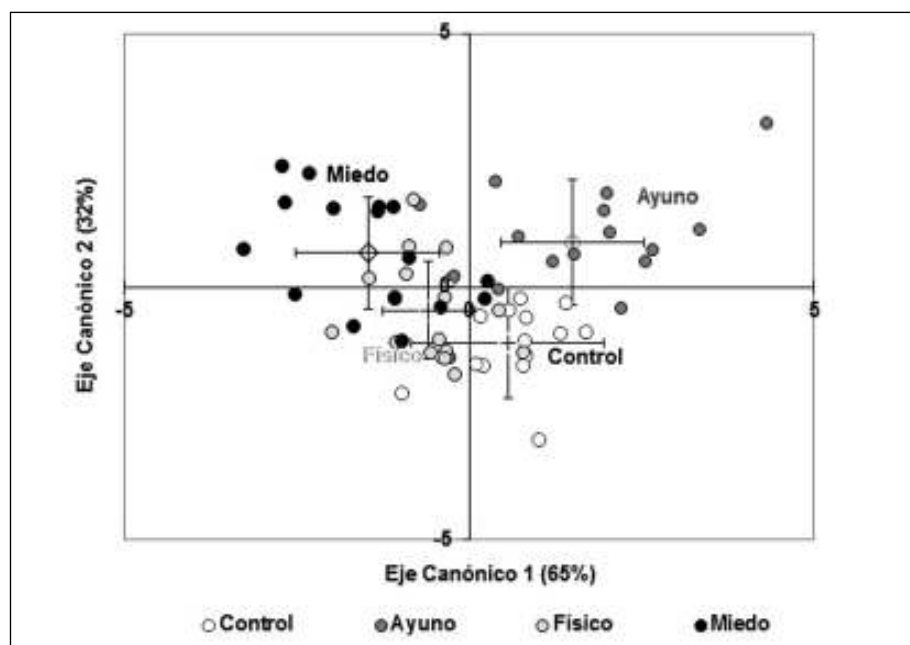


Figura 1. Primer plano factorial del AFD de los datos de corderos sometidos a estresores en pre-faena. Los rombos representan la media de los tratamientos estudiados (con indicación de su desvío estándar). El porcentaje de inercia entre-grupos explicado por cada eje se expresa entre paréntesis.

CONCLUSIONES

Del presente estudio, podría inferirse que el Ayuno y el Miedo afectaron el bienestar animal, no así el ejercicio físico. La situación de estrés generada por un ayuno de 24 h fue suficiente para producir un aumento significativo en la concentración de urea en plasma resultando ser éste un indicador eficiente de ayuno de al menos 24 h. Los parámetros de calidad de carne no se vieron afectados por los estresores estudiados, posiblemente la intensidad o duración de los mismos no fue lo suficientemente potente como para generar cambios sustanciales en los indicadores estudiados. Por lo tanto, los estresores aplicados afectaron el BA medido a través de los metabolitos fisiológicos evaluados, pero no modificaron la calidad de la carne. Los análisis multivariados resultaron una herramienta útil para visualizar las diferencias entre los estresores contemplando en forma simultánea todas las variables analizadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Albertí, P., Panea, B., Ripoll, G., Sañudo, C., Olleta, J. L., Hegueruela, I., Campo, M. M. y Serra, X., 2005. Medición del color. En: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA, Madrid, España, Serie Ganadera No. 3, pp. 216-225.
- Apple, J. K., Unruh, J. A., Minton, J. E. and Barlett, J. L., 1993. Influence of repeated restraint and isolation stress and electrolyte administration on carcass quality and muscle electrolyte content of sheep. *Meat Sci.*, 35, 191-203. (Abstr).
- Barrientos, A., Gallo, C. y Tadich, N., 2006. Determinación de algunos constituyentes sanguíneos indicadores de estrés en corderos en reposo. *Proceedings XXXIº Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA)*, 18-20 de octubre de 2006. INIA, Chile, pp. 159-160.
- Bond, J. J. and Warner, R. D., 2007. Ion distribution and protein proteolysis affect water holding capacity of Longissimus thoracis et lumborum in meat of lamb subjected to antemortem exercise. *Meat Sci.*, 75, 406-414.
- Bond, J. J., Can, L. A. and Warner, R. D., 2004. The effect of exercise stress, adrenaline injection and electrical stimulation on changes in quality attributes and proteins in Semimembranosus muscle of lamb. *Meat Sci.*, 68, 469-477.
- Bray, R., Graafhuis, E and Crystall, B., 1989. The cumulative effect of nutritional, shearing and preslaughter washing stresses on the quality of lamb meat. *Meat Sci.*, 25, 59-67.
- Castañeda, A., 2010. Importancia de los metabolitos como: glucosa, proteínas totales, triglicéridos, urea y creatinina en dos tratamientos t1: ovejas gestantes y t2: ovejas paridas. Acceso: 22/09/11.
- Daly, B. L., Gardner, G. E., Ferguson, D. M. and Thompson, J. M., 2006. The effect of time off feed prior to slaughter on muscle glycogen metabolism and rate of pH decline in three different muscles of stimulated and nonstimulated sheep carcasses. *Austr. J. of Agric. Res.*, 57, 1229-1235.
- Daly, C. C., Simmons, N. J. and Devine, D. E., 1995. An interaction of preslaughter stress and electrical stimulation on tenderness of lamb. In: *Proceedings of 48th Annual reciprocal Meat Conference, National Livestock and Meat Board: San Antonio, Texas*, pp. 226-227.
- Devine, C. E., Graafhuis, A. E., Muir, P. D. and Chrystall, B. B., 1993. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Sci.*, 35, 63-77.
- Fisher, M. W., Muir, P. D. and Gregory, N. G., 2011. The animal welfare implication of depriving sheep of feed to facilitate transport and slaughter. *Pretransport standing off for livestock* (2009-11333).
- Garrido, M.D., Bañón, S. y Álvarez, D., 2005. Medida del pH. En: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA, Madrid, España, Serie Ganadera No. 3, pp 206-215.
- Geesink, G. H., Mareko, M. H. D., Morton, J. D. and Bickerstaffe, R., 2001. Effects of stress and high voltage electrical stimulation on tenderness of lamb m. longissimus. *Meat Sci.*, 57, 265-271.
- Jacob, R. H., 2003. Optimising the concentration of glycogen in lamb meat. Doctoral thesis. School of Veterinary and Biomedical Science. Murdoch University. Western Australia, 368 p.
- Knowles, T. G. and Warris, P. D., 2000. Stress physiology of animals during transport. En: Grandin, T. (Ed.), *Livestock, handling and transport*. 2ª ed. CABI Publishing, Wallingford, 385-407.
- Pla Torres, M., 2005. Capacidad de retención de agua. En: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA, Madrid, España, Serie Ganadera No. 3, 243-250.
- Tadich, N., Gallo, C., Brito, M. L. and Broom, D., 2009. Effects of weaning and 48 h transport by road and ferry on some blood indicators of welfare in lambs. *Livestock Science* 121, 132-136.
- Tapia Corbett, K. A., 2007. Efecto del destete y de un transporte terrestre de 12 horas sobre algunos constituyentes

sanguíneos indicadores de estrés en corderos. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. 40 p.

- Tarrant, P. V., 1989. Animal behaviour and environment in the dark-cutting condition in beef – a review. *Irish Journal of Food Science and Technology* 13, 1–21.
 - Warner, R. D., Ferguson, D. M., McDonagh, M. B., Channon, H. A., Cottrell, J. J., and Dunshea, F. R., 2005. Acute exercise stress and electrical stimulation influence the consumer perception of sheep meat eating quality and objective quality traits. *Austr. J. of Exp. Agr.*, 45, 553-560.
 - Zimerman, M.; Grigioni, G.; Taddeo, H.; Domingo, E. (2011). “Physiological stress responses and meat quality traits of kids subjected to different pre-slaughter stress-ors”. *Small Ruminant Research* 100, 137-142.
-

Domingo, E.¹; Zimerman, M.¹; Abad, M.¹; Lanari, M.R.¹; Raiman, R.¹¹ EEA INTA Bariloche

Composición de las canales de la cabra criollo neuquina y su relación con la condición corporal

RESUMEN

Con la finalidad de establecer la relación entre la condición corporal (CC) e indicadores directos e indirectos de la composición de la canal se faenaron 23 cabras adultas de la raza Criolla Neuquina. La CC varió entre 1,5 y 4 y el peso de la canal entre 9,3 y 21,5 kg. La determinación de los coeficientes alométricos indicaron un crecimiento precoz de la paleta, tardío del costillar e isométrico del resto de los cortes. El mejor predictor del contenido de grasa de la canal (sin grasa renal y del canal pélvico) fué el I_{cc} (índice de compacidad de la canal) que se obtiene dividiendo el peso por el largo de la canal, R^2 0,855 y $raicMe$ 381.

Si se utilizan las variables medidas en el animal vivo el principal determinante es la CC (R^2 0,675) y en menor medida el peso vivo (R^2 0,09), el modelo R^2 0,77 y $raicMe$ 483. Los músculos y tejidos blandos del cuerpo en cambio arrojan una mayor correlación con el peso vivo R^2 0,93 y $raicMe$ 960. Los resultados presentados demuestran que pueden estimarse, con un nivel aceptable de precisión, los contenidos de grasa y de músculos y tejidos blandos a partir de la CC y el peso en el animal vivo y del peso y largo de la canal en el animal faenado.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la composición corporal de los animales reviste importancia para el análisis de situaciones muy diversas. Así al nutricionista animal le interesa la acumulación de grasas que actúan como reservas energéticas para momen-

tos de escasez de forraje mientras que el nutricionista humano está más interesado en la composición de esas grasas y su efecto sobre la salud humana. Por otra parte a los comercializadores de carne les preocupa la cantidad de grasa subcutánea por su efecto en la conservación de las canales y a los carniceros el contenido de grasa de los cortes por las pérdidas económicas que significan y también por el eventual rechazo de los consumidores cuando la grasa es excesiva. Los métodos tradicionales directos de medir la composición corporal son químicos (previo molido de las partes que se quieran analizar) o por separación mecánica de órganos y tejidos. Cualquiera de estos dos métodos son caros y destructivos por lo que permanentemente se acude a métodos indirectos para evaluar la composición corporal. El presente trabajo se realizó con cabras adultas de la raza Criolla Neuquina y se adoptó el método mecánico (como medición directa) y su comparación con la condición corporal evaluada en el animal vivo y la cobertura de riñón observada en la canal. Se reportan aquí solo los datos referidos a la composición de la canal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales: Se utilizaron 23 cabras adultas de la Raza Criolla Neuquina. Previo al sacrificio se registró el Peso Vivo ($Pv_{prefaena}$) y la Condición Corporal Lumbar (CCL), Caudal (CCC) y Estral (CCE).

Faena: Luego del sacrificio por desangrado (previa insensibilización) se procedió al cuereado y extracción de las vísceras. Cada uno de

los componentes fue pesado por separado, incluyendo las grasas cavitarias. El tracto digestivo fue pesado antes y después de su vaciado para poder calcular el peso vivo libre de ingesta (PLI). La canal se pesó fresca (PCF) y a las 24 h después del oreo (PCO).

Despiece y disección: Una vez oreada se registraron las siguientes medidas de la canal, propuestas por Colomer-Rocher, P. y Morand-Fehr, A. F. (1988): F: Longitud de la pierna; L: Longitud interna de la canal; G: Ancho de grupa; B: Perímetro de la grupa; Th: Profundidad del tórax; Wr: Ancho de tórax.

Luego se calificaron las canales según su engrasamiento renal utilizando una escala de 5 que estima el porcentaje de la superficie renal cubierta con grasa. Dicha escala está reflejada en patrones fotográficos y fue propuesta por Domingo e Infante (no publicado).

De la canal se separó la ubre, los riñones, la grasa de riñonada (GKKF) y la del canal pelviano (GCF) registrándose sus pesos. La sumatoria de la grasa del canal pelviano y la de riñonada dio como resultado la grasa pélvico-renal (GKKCF)

Posteriormente se separó la cola de la canal y se cortó la carcasa en dos mitades iguales mediante sierra eléctrica, siguiendo un eje longitudinal marcado por la columna vertebral y luego se registró el peso de la media canal derecha (MCD) y de la media canal izquierda (MCI)

Se llevó a cabo el despiece de la media canal izquierda, siguiendo la metodología propuesta por Colomer-Rocher, P. *et al.* (1988), separándose las siguientes regiones anatómicas: a) Espalda o Paleta; b) Pierna; c) Cuello; d) Costillar; e) Bajos. A su vez, la pieza “Costillar” se dividió en dos: “Costillar” y “Cuadrado Lumbar”, mientras que la pieza “Bajos” se dividió en “Bajo” y “Eternón”. El cuadrado lumbar, el esternón y la cola son las partes del cuerpo que se palpan para la estimación de la CCL, CCE y CCC respectivamente. La cola extraída previamente se considera una pieza más.

A continuación se registró el peso de cada una de las piezas y la sumatoria de las mismas dio como resultado el peso de la media canal izquierda corregida (MCIC), considerándose para ello el peso de media cola.

Posteriormente, se llevó a cabo la disección de cada pieza de la media canal izquierda en sus componentes: grasa subcutánea, grasa inter-

muscular, hueso, magro y desperdicios registrándose el peso de cada uno de estos tejidos.

El crecimiento relativo de cualquier componente corporal (γ) con respecto a otro (χ) se estimó con la fórmula propuesta por Huxley (1932) citado por Ruiz Hidobro (1994).

$$\text{Log } \gamma = \text{Log } a + b \text{ Log } \chi$$

Siendo “a” la ordenada al origen del modelo y “b” el coeficiente de crecimiento alométrico. Posteriormente se determinó si cada una de las pendientes obtenidas se desviaba significativamente de la unidad.

Para la estimación de algunas variables se aplicó un modelo de regresión lineal donde el mecanismo utilizado para la selección de las variables fue el de stepwise o paso a paso, según la siguiente ecuación:

$$\gamma = \beta_0 + \beta_1 \chi_{1j} + \beta_2 \chi_{2j} + \dots + \beta_i \chi_{kj} + \varepsilon_j$$

Donde los parámetros (β_i) son los coeficientes de regresión y (χ_j) es cada una de las variables independientes considerada solamente cuando el p-valor es $\leq 0,05$. Para cada regresión se calcularon las raíces de los cuadrados medios del error (raizCMe)

RESULTADOS

El peso vivo pre-faena (PVpref) fue de $38,2 \pm 6,4$ kg. El peso medio de la canal oreada fue de $16,1 \pm 3,6$ kg, resultando un rendimiento de faena promedio de $41,9 \% \pm 1,0 \%$ con respecto al PVpref; y un rendimiento de $50,2 \% \pm 1,0$ con respecto al peso vivo libre de ingesta (PLI).

En la tabla 1 se presentan los valores de las medidas realizadas sobre la canal oreada. Entre las medidas tomadas en la canal la que presentó mayor variabilidad fue la profundidad del tórax (Th), seguido en orden de importancia aunque en menor medida por el ancho del tórax (Wr). Los índices ICc e ICp presentan una alta variabilidad debido a las diferencias en el peso de las canales y de las piernas ya que L y F tienen una baja variabilidad.

En la figura 1 se presenta el porcentaje en peso que representa cada una de las piezas sobre la media canal izquierda corregida (MCIC). Los coefi-

Tabla 1. Media y error estándar de las medidas de la caña.

Medida	Media $\pm$ EE (mm)	CV (%)
F	331,7 $\pm$ 4,7	6,8
G	221,0 $\pm$ 5,6	12,1
L	676,5 $\pm$ 7,0	5,0
B	582,6 $\pm$ 11,2	9,2
Th	318,6 $\pm$ 18,7	28,1
Wr	225,8 $\pm$ 6,0	12,8
IC _c	23,8 $\pm$ 1,1	22,2
IC _p	6,81 $\pm$ 0,31	22

Ref: F: Longitud de la pierna; L: Longitud interna de la canal; G; Ancho de grupa; B: Perímetro de la grupa; Th: Profundidad del tórax; Wr: Anchura del tórax. IC_c: peso canal oreada (PCO)/L; IC_p: peso pierna/F.

cientes de crecimiento relativo de las piezas de la canal en relación con el de la media canal izquierda corregida (MCIC) demuestran que la paleta tuvo un desarrollo precoz, mientras que el costillar tuvo un crecimiento tardío (Tabla 2). El resto de las piezas presentaron un crecimiento isométrico. Estos resultados son similares a los encontrados por Delfa *et al.* (1995) en cabras de la raza Blanca Celtibérica y por Colomer-Rocher *et al.* (1992) en cabras de la raza Saanen de Nueva Zelanda.

La composición de las canales en sus tejidos componentes se presenta en la tabla 3.

Se obtuvo una alta correlación entre las condiciones corporales estimadas en las tres regiones corporales establecidas (CCL-CCE: $R^2 = 0,94$; CCL-CCC: $R^2 = 0,97$ y CCE-CCC: $R^2 = 0,97$)

En la tabla 4 se presentan los coeficientes de correlación (r) existentes entre la CCL, CCE, CCC y el promedio de ellas (PromCC) y los distintos depósitos grasos expresados como proporción

del Pvpref. En general, la condición corporal esternal (CCE) fue la que mayor correlación tuvo con los diferentes depósitos grasos. El mejor valor de correlación se obtuvo entre la CCE y la grasa total. Sin embargo, las demás regiones palpadas también presentaron altas correlaciones con los depósitos grasos, por lo que parecería que las tres regiones son valederas para estimar el grado de engrasamiento de las chivas Criollas Neuquinas.

En la tabla 5 se presenta el peso y porcentaje que cada uno de los depósitos grasos representa sobre el peso vivo (PV) y sobre la grasa total del cuerpo del animal (G.total).

Los resultados presentados en el tabla 6 indican que cuando aumenta la grasa total de la canal aumenta la grasa KKCF, la grasa subcutánea crece en forma isométrica y la grasa intramuscular aumenta menos en términos relativos. Dicho de otra forma la grasa intramuscular tiene un crecimiento temprano mientras que la KKCF un crecimiento tardío. Estos resultados son, en términos generales, similares a los encontrados por Delfa *et al.* (1995) en cabras de la raza Blanca Celtibérica, y por Colomer-Rocher *et al.* (1992) en cabras de la raza Saanen en Nueva Zelanda. Sin embargo en los resultados de Delfa *et al.* el depósito más tardío fue la grasa subcutánea mientras en el presente trabajo y en los obtenidos por Colomer-Rocher *et al.* (1992) fue la grasa renal.

Para estimar la Grasa de la Canal sin KKCF (Gcanal) se planteó un modelo de regresión lineal múltiple utilizando como variables independientes alguna de las siguientes: Peso Vivo prefaena (Pvpref), peso de res oreada (PCO), promedio de las condiciones corporales (PromCC), sumatoria de peso de los músculos y tejidos blandos y el índice de compacticidad de la canal (ICc)

Tabla 2. Ordenadas al origen (a) y coeficientes de alometría (b) resultantes de la regresión del logaritmo del peso de las piezas (Y) sobre el logaritmo del peso de la MCIC (x).

y	R ²	a	B	Pendiente	Delfa (1995)	Colomer-Rocher (1992)
Cola	0,66**	-5,17	0,95 NS	=1		
Pierna	0,80**	-0,32	0,90 NS	=1	0,86 <1	0,84 <1
Paleta	0,89**	0,12	0,81 **	<1	0,78 <1	0,92 <1
Cuello	0,87**	-3,71	1,17 NS	=1	0,64 <1	0,94 =1
Costillar	0,92**	-4,14	1,30 *	>1	1,29 >1	1,20 >1
Bajos	0,51**	-0,11	0,79 NS	=1	1,22 >1	1,12 >1

Ref: (**) $p \leq 0,01$; (*) $p \leq 0,05$; NS: no significativo.

	Media	EE	Min	Max
PCO	16.090	754	9.340	21.500
G. Subcutánea	846,9	92,6	151,0	1.936,3
G. Intermuscular	1.479,7	119,9	518,0	2.552,5
Hueso	3.075,4	84,2	2.401,0	4.146,0
Magro	9.239,2	423,6	5.247,0	13.336,8
Desperdicios	282,1	24,5	104,0	594,0

Tabla 3. Composición de la canal de cabras Criollas Neuquinas (media, error estándar, valor mínimo y valor máximo).

Ref: PCO: peso canal oreada; G: grasa.

	CCL	CCE	CCC	PromCC	G. Total
PV pre-faena	0,55**	0,59**	0,53**	0,54**	0,43**
PromCC	0,98**	0,98**	0,99**	1	0,85**
G. KKCF	0,87**	0,86**	0,84**	0,85**	0,89**
G. Subcutánea	0,72**	0,79**	0,74**	0,75**	0,89**
G. Intermuscular	0,77**	0,76**	0,77**	0,76**	0,86**
G. canal	0,79**	0,81**	0,80**	0,80**	0,92**
Cob. Renal	0,70**	0,71**	0,68**	0,70**	0,74**

Tabla 4. Coeficientes de correlación (r) entre las notas de condición corporal lumbar (CCL), esternal (CCE), caudal (CCC) y promedio de ellas (PromCC) y los depósitos grasos.

Ref.: CCL: condición corporal lumbar; CCE: condición corporal esternal; CCC: condición corporal caudal; PV: peso vivo; PromCC: promedio de condiciones corporales; G: Grasa; GKKCF: grasa pélvica-renal; G. Canal: sumatoria de la grasa sub-cutánea e intermuscular. (**) correlación significativa p<0,01

Tabla 5. Media, error estándar y porcentaje de los depósitos grasos con respecto al Peso Vivo y a la Grasa total.

	Media ± EE (gr)	% PV	% G. Total
G. Subcutánea	846,9 ± 92,6	2,15	16,49
G. Intermuscular	1.479,7 ± 119,9	3,79	30,41
G. Canal	2.326,6 ± 204,4	5,95	46,91
G. KKCF	767,3 ± 107,0	1,92	13,82

Ref: G: grasa; G. canal: sumatoria de la grasa subcutánea e intermuscular; G.KKCF: grasa pélvica-renal.

Tabla 6. Ordenadas al origen (a) y coeficientes de alometría (b) resultantes de la regresión del logaritmo del peso de los diferentes depósitos grasos de la canal(y) sobre el logaritmo del peso de la grasa total de la canal(x).

y	R ²	a	B	pendiente
G. KKCF	0,87**	-4,83	1,41 **	>1
G.subcutánea	0,88**	-1,74	1,05 NS	=1
G.Intermuscular	0,94**	0,82	0,81 **	<1

Ref: G:grasa; (**) p ≤ 0,01; (*) p ≤ 0,05; NS: no significativo.

calculado como el cociente entre el peso de la canal oreada (PCO) y la longitud interna de la canal (L).

La mejor estimación se obtuvo utilizando el lcc, en este modelo las otras variables incluidas (PromCC y PVpref) no fueron incluidas por no alcanzar un p-valor de 0,05

Gcanal = -1756,7 + 17,16 ICc R² 0,855 raíz CMe 381 p ≤ 0,0001

Gcanal = 1500,5 + 0,18 PCO + 363,8 PromCC R² 0,851 raízCMe 387 p ≤ 0,0001 = 0,04 R² 0,815 0,036 Gcanal = -1667,5 + 750,7 PromCC + 0,055 PVpref R² modelo 0,77 raízCMe 483 p-valor ≤ 0,0001 = 0,0104 R² 0,675 0,09

En esta última ecuación es interesante observar el alto coeficiente de determinación de la condición corporal, lo que nos estaría indicando que esta variable sería mejor predictora de la grasa de la canal que el peso vivo pre-faena.

Para estimar el peso de los músculos y tejidos blandos del cuerpo del animal también se aplicó el siguiente modelo de regresión lineal múltiple.

Musc.y tej.blandos = Pvpref-faena +PromCC

Los resultados revelan un coeficiente de determinación (R²) del modelo del 93%; y a través del análisis stepwise se rechazó la intervención de la variable PromCC dentro del modelo. Por lo tanto, podemos concluir que el Peso Vivo pre-faena es el responsable del alto valor del coeficiente de determinación del modelo.

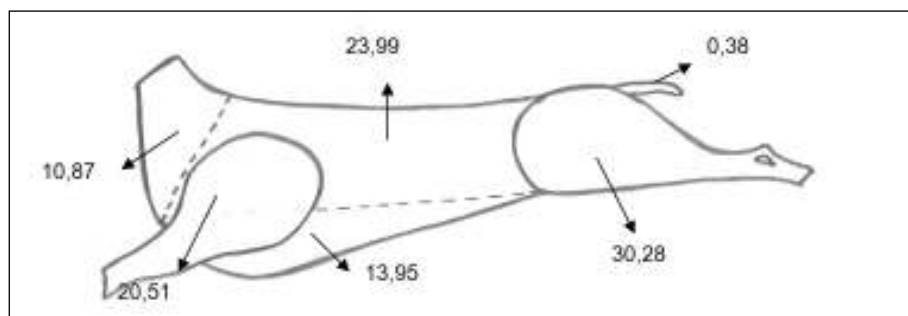


Figura 1. Piezas de la media canal izquierda.

Tabla 7. Frecuencia de animales por PromCC y Cobertura renal.

PromCC/ Cob. renal	0	0,25	0,50	0,75	1	TOTAL
1,5	1	1	2			4
2			1	5		6
2,5			1	5		6
3				2		2
3,5				1	1	2
4				1	2	3
TOTAL	1	1	4	14	3	23

$Musc.yTejbl. = -60,39 + 0,35 Pvpref R^2 \text{ modelo } 0,93 \text{ raízCMe } 960 \text{ p-valor } \leq 0,0001$

En la tabla 7 se presenta la frecuencia de distribución de las canales según su engrasamiento renal para cada puntuación de condición corporal en los animales. Utilizando esta tabla, se puede predecir qué cobertura renal se va a encontrar para cada puntuación de Promedio de Condición Corporal. Por ejemplo: Si se busca una canal con cobertura renal =1, entonces el animal vivo debiera tener un promedio de CC no inferior a 3,5. La cobertura renal 0,75 se encuentra en animales con CC entre 2 y 4 mientras que animales con CC 1,5 caen invariablemente en puntuaciones de cobertura renal de 0,5 o inferior.

BIBLIOGRAFÍA

• Alberti, P. 2000. Medición del color. In: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología - INIA. Madrid,

España. pp:159 – 166.

• Colomer-Rocher, F.; Morand-Fehr, P.; Kirton, A. H.; Delfa R.; Sierra Alfranca, I. 1988. Métodos Normalizados para el Estudio de los Caracteres Cuantitativos y Cualitativos de las Canales Caprinas y Ovinas. Cuadernos INIA No. 17.

• Delfa, R.; Gonzalez, C.; Texeira, A.; Gosálvez, L.F. 1995 Relationships between body fat depots, carcass compositions, live weight and body condition scores in Blanca Celtiberica goats. Options Méditerranées. Serie A Seminaires Méditerranéens. Etat corporal des brevis et des chevres, 27: 109-119.

• Delfa, R.; Texeira, A Gonzalez, C. 1994 Crecimiento y desarrollo de los depositos adiposos del cuerpo de la cabra Blanca Celtiberica. Revista Portuguesa de Zootecnia, Año I, N° 1, pg 131-137

• Domingo, E.; Abad, M.; Lanari, M.R.; Raiman, R. 2003. Composición corporal de cabras criollas neuquinas en distintas notas de condición corporal. IV Simposio iberoamericano de razas autóctonas y Criollas, Recife, Brasil, nov. 2003.

• Hervieu, J., Colomer-Rocher, F., Branca, F., Delfa, R. y Morand-Fehr, P. 1990 Définition des notes d'état corporel des caprins. Réseaux Agrimed et FAO des recherches coopératives sur les productions ovines et caprines, p.5

• Hogg, B.W.; Mercer, G.J.K.; Mortimer, B.J. 1992 Carcass and meat quality attributes of commercial goats in New Zealand.

• Kirton, A.H.; Body and carcass composition and meat quality of the New Zealand feral goat.

• Naude, R.T. & Hofmeyr, H.S. 1981. Meat production. In C. Gall (Ed) Goat production (pp285-307) London. Academic Press

• Teixeira, A., Delfa, R., Gonzalez, C., Gosálvez, L. y Tor, M. 1995. Use of three joints as predictors of carcass and body fat depots in Blanca Celtibérica goats. Options Méditerranées. Serie A Seminaires Méditerranéens. Etat corporal des brevis et des chevres, 27: 121-131.

capítulo 18

Zimerman, M.¹; Domingo, E.¹; Grigioni, G.²; Taddeo, H.¹¹ EEA INTA Bariloche² Instituto de Tecnología de Alimentos, CIA INTA Castelar

Información sobre el estado del bienestar animal y la calidad de la carne de chivitos faenados en un frigorífico del norte de la Patagonia Argentina

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a García-Berenguer y Morméde (1993), todas las situaciones derivadas del manejo de los animales están incluidas dentro del grupo de interacciones animal-hombre, reconocidas como uno de los factores de estrés en ganadería. Son ejemplos de factores incorrectos de manejo el ayuno excesivamente largo, la mezcla de grupos sociales, las malas condiciones del transporte y el manejo inadecuado en las tareas de carga, descarga y manejo en las plantas de faena. Existen evidencias de que los factores antes mencionados afectan también el proceso de transformación del músculo en carne, pudiendo deteriorar gravemente su calidad (Soares de Lima y Xavier, 1997; Fabregas *et al.*, 2001). En un estudio realizado por Domingo *et al.* (2005) los autores reportaron que el 69% de las canales de los chivitos de la categoría “Veranada” presentaron valores de pH final superior a 6,0.

Estos animales son producidos en sistemas extensivos y trashumantes, y son sometidos a arreos desde los altos campos de veranada hasta el lugar de embarque y luego transportados a la planta de faena. Por lo tanto, la duración del transporte (arreo más traslado vehicular) puede ser muy variable, y llevar, en algunos casos más de 24 h de duración. Todo este proceso impone al animal no sólo un estrés físico, ocasionado por el arreo y el transporte, sino también el generado por un ayuno prolongado. Se agrega a esto el estrés producido por el uso de perros durante el

arreo, práctica habitual en la región. El presente trabajo aporta información sobre el estado del bienestar animal y de la calidad de la carne de chivitos faenados, en un frigorífico de la zona norte de la Patagonia Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2008 y 2009, en el mes de mayo, se relevó la faena de caprinos realizada en el matadero-frigorífico de Chos Malal, provincia de Neuquén. Dicho establecimiento cuenta con la habilitación del Servicio Nacional de Sanidad Agroalimentaria (SENASA) como “Matadero-Frigorífico Tipo A” exclusivamente para ovinos y caprinos. En cada año se realizó el seguimiento de faena de 5 lotes (conjunto de animales que comparten un mismo origen: igual procedencia, misma señal y que fueron trasladados al frigorífico en forma conjunta). A través de entrevistas realizadas a los matarifes y al personal de la planta se registró el tiempo de espera de los animales en el campo antes de ser enviados a la planta como también el tiempo de transporte, de espera pre-faena y tiempo de espera total (sumatoria de los anteriores). De cada lote se seleccionaron al azar 20 chivitos los cuales correspondieron a la categoría de “Chivitos de Veranada” de la D. O. “Chivito Criollo del Norte Neuquino” (Protocolo D.O. Chivito Criollo del Norte Neuquino, 2005).

Antes del sacrificio, en el corral de espera del matadero, se tomaron muestras de sangre de los animales seleccionados. De las muestras se se-

paró el plasma el cual fue almacenado a $-20\pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis. Los animales fueron individualizados mediante el uso de precintos numerados. El manejo de los chivitos durante la insensibilización y posterior sacrificio se realizó siguiendo la normativa vigente en este país (Decreto reglamentario de SENASA). El método de insensibilización utilizado fue aturdimiento eléctrico. Durante la faena se recuperó la información de cada precinto colocado sobre los animales y se instalaron nuevos sobre las canales. A las 24 h post-faena se midió el pH final de la carne (pHf) de todas las canales identificadas utilizando peachímetro portátil de la marca Testo (modelo 230, Argentina) siguiendo la metodología propuesta por Garrido *et al.* (2005). Teniendo en cuenta los valores de pH, se seleccionaron 6 canales de cada uno de los lotes de la siguiente manera: se ordenaron las canales según sus valores de pH final, se constituyeron 3 grupos: el primero formado por el tercio del total de las canales con los menores valores de pH final. El segundo formado por el tercio del total de las canales con valores intermedios de pH final y el tercero, formado por el tercio del total de las canales con los mayores valores de pH final. De cada uno de los grupos formados se seleccionó, en forma aleatoria dos canales. De esta manera quedaron seleccionadas 60 canales, 6 de cada lote. Sobre las muestras de sangre se midió hematocrito (este indicador solamente fue valorado en los lotes 5 al 10).

Sobre el plasma se valoró la concentración de cortisol utilizando el kit Active Cortisol EIA de laboratorios Diagnostic Systems mediante ELISA, y la concentración de urea utilizando el kit UREA de Laboratorios Wiener, Rosario, Argentina, mediante colorimetría. Sobre las muestras de carne se midió el color instrumental, utilizando colorímetro Minolta (Modelo CR-400), siguiendo la metodología sugerida por Albertí *et al.* (2005). La capacidad de retención de agua (CRA) de la carne fue determinada a las 24 h post-faena siguiendo la metodología de jugo exprimible de carne cruda propuesta por Pla Torres (2005). A las 24 h post-faena la porción del músculo LTL ubicada entre la 5^ª y la 13^ª vértebras torácicas fue envasada al vacío y madurada refrigerada a 4°C durante 3 días en total. Luego la muestra fue congelada a -20°C hasta su análisis. Las muestras fueron descongeladas a 4°C durante 24 h, poste-

riormente cocinadas en parrilla eléctrica Philips (Argentina) hasta alcanzar 71°C medida en el centro de la muestra. Para la medición de resistencia al esfuerzo de corte se utilizó el método mecánico de corte o cizalla mediante célula de Warner-Bratzler siguiendo los lineamientos generales de AMSA (1995). Se realizó un análisis descriptivo de la información recolectada. Se utilizó el paquete estadístico SAS (versión 8, SAS Institute Inc., 2002, Cary, NC, EEUU) utilizando el procedimiento MEANS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración promedio de urea en plasma de los animales relevados en la planta de faena fue $0,26\text{ g/L}$ ($n=200$). Este valor es similar al reportado por Zimerman, *et al.* (2011) para chivitos no estresados. Cualquier proceso que aumente el catabolismo de la proteína, como puede ser el someter a los animales a un ayuno prolongado, tenderá a aumentar los niveles de urea en plasma (Kouakou *et al.*, 1999; Knowles y Warriss, 2000). El incremento en la concentración de urea en plasma como respuesta a un estrés nutricional ha sido reportado en cabras (Kannan *et al.*, 2000). La mayoría de los lotes relevados presentó valores de concentración de urea similar a excepción de los lotes 3 y 7 que presentaron concentraciones superiores a la reportada por Zimerman, *et al.* (2011) en chivitos ayunados 24 h ($0,29\text{ g/L}$).

Dichos lotes estuvieron sometidos a un tiempo de espera total de 66 y 38,5 h respectivamente. El lote 3 estuvo sometido además a una espera prolongada en el matadero: 38,5 h. Este período excede al establecido como máximo (24 h) en el decreto reglamentario del organismo fiscalizador nacional: SENASA. El prolongado tiempo de espera estaría asociado al ayuno y el elevado valor en la concentración de urea en los animales podría considerarse como el indicador del mismo. Una excepción se presenta con el lote 8, el cual fue sometido a una espera total de 64,5 h y una espera en matadero de 48 h, sin embargo el valor promedio de urea en plasma ($0,25\text{ g/L}$) fue similar a la presentada por chivitos no ayunados.

El valor medio de concentración de cortisol fue $12,82\text{ }\mu\text{g/dL}$ ($n=198$), similar al reportado por Zimerman *et al.* (2011) para chivitos sometidos a estrés por miedo causado por la presencia de pe-

ros ladrando durante 5 min. Sin embargo, al analizar cada lote por separado, 7 de los 10 lotes presentaron valores similares a los reportados por los mismos autores para chivitos no estresados. El lote 8 presentó una concentración de cortisol de 15,59 µg/dL, similar a la encontrada en los chivitos sometidos al estresor “miedo” del trabajo citado, mientras que los lotes 3 y 4 presentan valores muy superiores (27,18 y 16,87 µg/dL respectivamente). Estos resultados se asemejan a lo hallado por Pearson (1977), citado por Grandin (2000), quien encontró menor concentración de cortisol en ovinos sacrificados en mataderos experimentales que en aquellos faenados en mataderos comerciales. Los lotes 3 y 8 son los que mayores tiempos de espera total tuvieron que soportar antes de la faena (66 y 64,5 h respectivamente). Por lo tanto un prolongado tiempo de espera de los animales antes de la faena estuvo asociado a una alta concentración de cortisol en plasma.

Según Gallo (2010) tanto desde el punto de vista del bienestar animal, como desde la calidad de la carne, se deberían evitar extensos períodos de espera en corrales pre-faena ya que los mismos se asocian a mayores probabilidades de sufrir problemas como los ocasionados por restricciones prolongadas de alimento y/o agua o peleas entre animales. Se observó una importante variabilidad en los valores de esta hormona según la procedencia de los animales. Esta variación posiblemente se deba a las variadas condiciones de manejo a las que son sometidos los animales enviados a una planta de faena.

El valor medio de hematocrito fue 36,5 % (n=103). El mismo supera al reportado por Zimerman *et al.* (2011) en chivitos sometidos a diferentes estresores. El lote 8 presenta el valor más alto (43,2%). Como se mencionó, este lote tuvo que soportar un prolongado tiempo de espera total previo a la faena. El elevado valor de hematocrito hallado en este lote puede explicarse por dos razones: 1) La elevada concentración de cortisol se asocia a un aumento de la diuresis, lo que ocasionaría un aumento del hematocrito. A la vez se asocia a aumentos en la concentración de catecolaminas, las cuales producen contracción esplénica provocando también aumento del hematocrito. 2) El prolongado tiempo de espera al que fueron sometidos los animales podría aso-

ciarse a procesos de deshidratación ocasionados por no tomar agua de bebida durante su permanencia en los corrales dado por un desconocimiento de las instalaciones por parte de los animales. Conclusiones similares sobre el desconocimiento de las instalaciones por parte de los animales fueron presentadas por Jacob *et al.* (2006) y Knowles *et al.* (1993).

El valor promedio de pHf encontrado en la planta industrial de faena fue 6,06 (n=198). El valor de la mediana 6,03. Dichos valores superan a los reportados por Zimerman *et al.* (2011) en chivitos sometidos experimentalmente a diferentes estresores. El Comité de Comercio, Industria y Desarrollo Empresarial de las Naciones Unidas, en lo que se refiere a estándares para canales y cortes ovinos define un valor de pH final de 6,0 como el umbral por sobre el cual se obtendrían carnes oscuras, firmes y secas (Economic and Social Council-UN 2001). No se halló referencia bibliográfica sobre un estándar similar para carne caprina, y considerando dicho valor de pH como umbral, se destaca que el 54,5% de las canales relevadas se ubicaron por encima del mencionado valor. Todos los lotes relevados presentaron una proporción de canales con pHf superior a 6,0, destacándose los lotes 3, 4 y 10 en donde el 100% de las canales cumplió con esa condición. En la literatura existen muchos trabajos en los que se presentan con frecuencia elevados valores de pH final en la carne caprina (Chacon Lisboa, 2008; Kannan *et al.* 2001; Simela *et al.* 2004a; Simela *et al.* 2004b; Dhanda, *et al.*, 2003). Según algunos autores, los caprinos pueden ser altamente susceptibles al estrés y tienen una “naturaleza excitable” que los predispone a presentar valores más elevados de pH final en su carne (Casey y Webb, 2010; Webb *et al.*, 2005).

Los valores promedios de los parámetros del color de la carne (L^* , a^* y b^*) de las canales relevadas en la planta de faena fueron $L^*=39,4$, $a^*=15,72$ y $b^*=5,17$ (n=60). Dichos valores son inferiores a los hallados en chivitos no estresados y sacrificados en mataderos experimentales (Zimerman *et al.*, 2011). Una manera útil para comprobar si un cambio de color en una muestra de carne es perceptible por el ojo humano resulta de calcular la variación en el color (ΔE) tomando una muestra como referencia. Se tomó como referencia al color de la carne obtenida de chivitos no

estresados y sacrificados en un matadero experimental (Zimerman *et al.*, 2011). Un valor de ΔE entre 3 y 6 es detectable por el ojo humano (Abril *et al.*, 2001; Prändl, *et al.*, 1994). El valor de ΔE obtenido es de 5,4, lo que indicaría que las diferencias de color entre las muestras consideradas son perceptibles por el ojo humano. Entre los diferentes factores que afectan el color de la carne, el pH juega un rol relevante (Purchas, 1990; Watanabe, *et al.*, 1996; Page *et al.*, 2001; Abril *et al.*, 2001; Mancini y Hunt, 2005). Los menores valores de L^* , a^* y b^* hallados en las muestras de carne de los chivitos faenados en la planta de faena comparados con los obtenidos en las muestras de animales no estresados y sacrificados en mataderos experimentales se relacionan a la diferencia en los valores de pH final encontrados entre estos dos grupos de muestras.

El valor promedio de CRA obtenido en la población estudiada en la planta de faena fue 33% ($n=60$). Valores similares fueron reportados por Peña *et al.* (2009) y por Bonvillani *et al.* (2010) en cabritos criollos cordobeses, aunque inferiores fueron hallados por Zimerman *et al.* (2011) en chivitos sacrificados en un matadero experimental. La principal causa de variación en los valores de CRA son las variaciones del pH final (Díaz Chirón, 2001). De acuerdo a García-Belenguer *et al.* (2003), cuando la carne proviene de un animal estresado, el pHf es elevado, las proteínas musculares no alcanzan el punto isoeléctrico y la estructura que toman las cadenas proteicas es abierta con moléculas de agua fuertemente unida a ellas. (McDougall, 1982 y Seideman, 1984, ambos citados por Abril *et al.*, 2001 y Sañudo, 2007). Un mayor valor de CRA implica que el agua se encuentra fuertemente atrapada en el músculo por acción capilar (Villar, 2010).

El valor promedio de WBSF obtenido en la población estudiada fue 32,94 N ($N=60$). Valores similares fueron hallados por Zimerman *et al.* (2011) en chivitos de la misma categoría sacrificados en un matadero experimental. Los lotes 3 y 7 fueron los que presentaron los valores más elevados de WBSF. Particularmente el lote 3 (40,87 N) es el que a mayor tiempo de espera total pre-faena fue sometido, y presentó elevados valores de pHf y bajos valores de L^* . Los valores de terneza de la carne caprina normalmente se encuentran dentro de un rango aceptable, aunque los

mismos pueden variar considerablemente según el manejo pre-faena que reciban los animales o el manejo post-mortem de sus canales (Webb *et al.*, 2005). Según Bickerstaffe *et al.* (1996), la industria cárnica Australiana y Neocelandesa establece como límite aceptable de terneza en corderos un valor menor a 29 N medido con WBSF. El 57 % de las canales relevadas presentó valores de WBSF superiores al mencionado umbral. Los valores de terneza hallados en este trabajo son similares a los reportados por Kannan *et al.* (2003) en caprinos de la raza Alpina, por Dhanda *et al.* (2003) en varias razas de animales de la categoría Capretto y por Argüello *et al.* (1998) en cabritos de la raza Canaria variedad Majorera. Ricarte *et al.* (2009) reportaron valores un poco inferiores en muestras de chivitos de 2 meses de edad y valores superiores a los obtenidos en el presente trabajo fueron reportados por Swan *et al.* (1998) en tres razas neozelandesas de caprinos de la categoría Chevon, por Argüello *et al.* (2005) para caprinos de las razas Majorera, por Simela *et al.* (2004a) para caprinos Sud-Africanos y por Peña *et al.* (2009) y Bonvillani *et al.* (2010) para caprinos de la raza Criollo Cordobés.

CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos se observa que, en general, las condiciones a las que son sometidos los chivitos en esta planta industrial ocasionan más estrés, medido a través de los indicadores fisiológicos relativos al bienestar animal de lo que se alcanzó con los distintos estresores estudiados en pre faena en otros trabajos. En la planta de faena relevada el tiempo de espera total al que fueron sometidos los animales incidió en alguno de los tres indicadores fisiológicos analizados. La mitad de los lotes relevados estuvieron sometidos a un tiempo de espera en el matadero superior a las 24 h de duración, y en uno de los casos, alcanzó las 48 h. Los niveles de los indicadores fisiológicos relativos al bienestar animal más altos fueron hallados en los animales procedentes de los lotes que más tiempo de espera tuvieron que soportar en las instalaciones del matadero antes de su sacrificio.

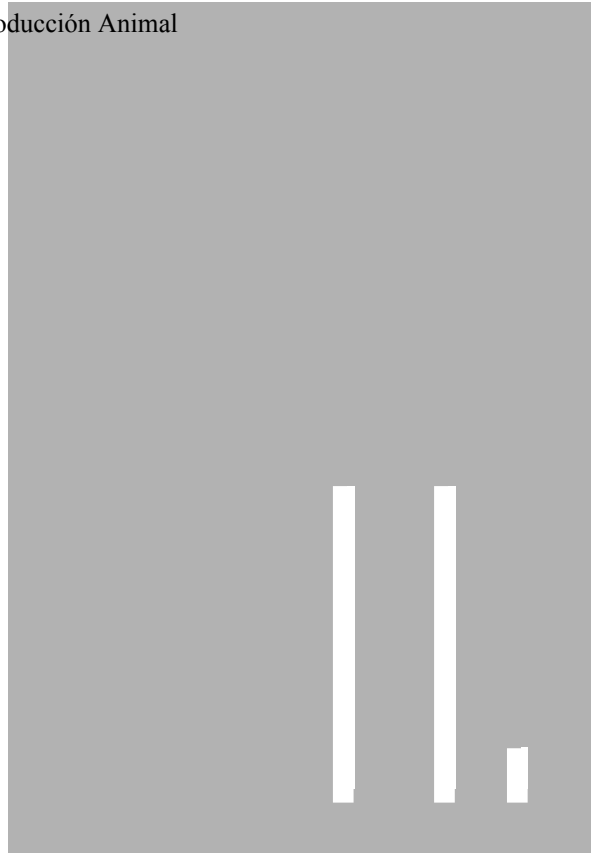
Con respecto a la calidad de la carne, llama la atención la elevada frecuencia (54,5%) de canales con valores de pHf superior a 6,0. También hubo

relación entre el tiempo de espera de los animales en los corrales y los valores de pHf de la carne, ya que los lotes que estuvieron sometidos a una mayor espera pre-faena son los que, en general, presentaron mayor frecuencia de canales con pH finales elevados. Con respecto a otros indicadores de calidad de carne, la obtenida de los animales sacrificados en la planta industrial fué más oscura (menor L*), con menor saturación de rojos y amarillos (menor a* y b), mayor capacidad de retención de agua, aunque similar nivel de terniza que la procedente de animales sacrificados bajo condiciones experimentales (Zimerman *et al.*, 2011).

BIBLIOGRAFÍA

- Abril, M., Campo, M. M., Onenc, A., Sañudo, C., Alberti, P. and Negueruela, A. L., 2001. Beef color evolution as a function of ultimate pH. *Meat Sci.*, 58(1), 69–78.
- Alberti, P., Panea, B., Ripoll, G., Sañudo, C., Olleta, J. L., Hegueruela, I., Campo, M. M. y Serra, X., 2005. Medición del color. En: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA, Madrid, España, Serie Ganadera No. 3, pp. 216–225.
- Argüello, A., Castro, N., Capote, J. and Solomon, M. (2005). Effects of diet and live weight at slaughter on kid meat quality. *Meat Sci.*, 70, 173–179.
- Argüello, A., Ginés, R., Capote, J. y López, J. L., 1998. Aproximación al estudio de las características físicas de la carne de cabrito de la Agrupación Caprina Canaria. *Producción Ovina y Caprina XXIII*, 141–144.
- Bickerstaffe, R., Morton, J. D., Daly, C. C. and Keeley, G. M., 1996. Interaction of preslaughter stress and low voltage electrical stimulation on muscle proteolytic enzymes and meat tenderness of lambs. In *Proceedings of the 42nd International Congress of Meat Science and Technology*. Lillehammer, Norway, pp. 420–421.
- Bonvillani, A., Peña, F., Domenech, V., Polvillo, O. García, P. T. and Casal, J. J., 2010. Meat quality of Criollo Cordobes goat kids produced under extensive feeding conditions. Effects of sex and age/weight at slaughter. *Spanish J. of Agric. Res.*, 8(1), 116–125.
- Casey, N. H. and Webb, E. C., 2010. Managing goat production for meat quality. *Small Rumin. Res.*, 89, 218–224.
- Chacon Lisboa, A. C., 2008. Características da Carcaça de Caprinos das Raças Canindé Moxotó Criados em Confinamento e Alimentados com Dietas Contendo Dois Níveis. Tesis de maestría. Univ. Federal da Paraíba. 87 p.
- Dhanda, J. S., Taylor, D. G., and Murray, P. J. (2003). Part 1. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter. *Small Rumin. Res.*, 50, 57–66.
- Domingo, E., 2005. Construcción del marco tecnológico y organizativo para la Denominación de Origen de la carne caprina neuquina. Informe de Avance No. 2. Proyecto SECYT-PID 449/03
- Fabregas, E., Velarde, A. y Diestre, A., 2001. El bienestar animal durante el transporte y sacrificio como criterio de calidad. *Producción Animal*. XVI (169): 84–94.
- Gallo, C., 2010. Bienestar animal y buenas prácticas de manejo animal relacionadas con la calidad de la carne. En: Bianchi, G. y Feed, O. D. (Eds.), *Introducción a la ciencia de la carne*. Porteras hacia fuera. Ed. Editorial Hemisferio sur, 455–494
- García-Belenguer, S. y Morméde, P., 1993. Nuevo concepto de estrés en ganadería: psicobiología y neurobiología de la adaptación. *Prod. Sanid. Anim.* 8 (2).
- Grandin, T., 2000. *Livestock handling and transport*. 2nd edition, Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing: Oxon, 459 p.
- Hogg, B. W., Mercer, G. J. K., Mortimer, B.J., Kirton, A.H. and Duganzich, D.M., 1992. Carcass and meat quality attributes of commercial goats in New Zealand. *Small Rumin. Res.* 8, 243–256. (Abstr.).
- Jacob, R. H., Pethick, D. W., Ponnampalam, E., Speijers, J. and Hopkins, D. L., 2006. The hydration status of lambs after lairage at 2 Australian abattoirs. *Aust. J. of Exp. Agric.*, 46, 909–912.
- Kannan, G., Koualou, B., Terrill, T.H. and Ge-laye, S., 2003. Endocrine, blood metabolite, and meat quality changes in goats as influenced by shortterm, preslaughter stress. *J. of An. Sci.* 81, 1499–1507.
- Kannan, G., Kouakou, B. and Gelaye, S., 2001. Colour changes reflecting myoglobin and lipid oxidation in chevon cuts during re-frigerated display. *Small Rumin. Res.* 42, 67– 75.
- Knowles, T. G. and Warriss, P. D., 2000. Stress physiology of animals during transport. En: Grandin, T. (Ed.), *Livestock, handling and transport*. 2º ed. CABI Publishing, Wallingford, 385–407.
- Knowles, T. G., Warriss, P. D., Brown, S. N., Kestin, S. C., Rhind, S. M., Edwards, J. E., Anil, M. H. and Dolan, S. K., 1993. Long distance transport of lamb and the time needed for subsequent recovery. *Veterinary Record* 133, 286–293.
- Kouakou, B., Gazal, O.S., Terrill, T.H., Kannan, G., Gelaye, S. and Amoah, E.A., 1999. Effects of plane of nutrition on blood metabolites and hormone concentration in goats. *J. Anim. Sci.* 77 (Suppl. 1), 267.
- Mancini, R.A. and Hunt, M.C., 2005. Current research in meat color. *Meat Sci.*, 71, 100– 121.

- Page, J. K., Wulf, D. M. and Schwotzer, T. R., 2001. A survey of beef muscle color and pH. *J. Anim. Sci.*, 79, 678-687
 - Peña, F., Bonvillani, A., Freire, B., Juárez, M., Perea, J. and Gómez, G., 2009. Effects of genotype and slaughter weight on the meat quality of Criollo Cordobes and Anglonubian kids produced under extensive feeding conditions. *Meat Sci.*, 83, 417– 422.
 - Pla Torres, M., 2005. Capacidad de retención de agua. En: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA, Madrid, España, Serie Ganadera No. 3, 243–250.
 - Prändl, O., Fischer, A., Schmidhofer, T. y Sinell, H. J., 1994. Fundamentos de la conservación de la carne en Tecnología e Higiene de la Carne. Editorial Acribia. Purchas, R. W., 1990. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. *Meat Sci.* 27, 129–140.
 - Ricarte, A., Vera, T., Domingo, E., Díaz, R., González, F., Quinteros, J., Carduza, F., Irurueta, M. y Grigioni, G., 2009. Características de la canal y de la carne de cabritos criollos y sus cruza x Boer, bajo pastoreo extensivo, en los llanos de la rioja, Argentina. Trabajo presentado y publicado en el VI congreso de ALE-PRyCS, XV Congreso nacional de la AMTEO y XXIV Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Queretaro, México, Septiembre 2009, 64-68.
 - Sañudo, C. (2007) Curso de post grado sobre Calidad de Carnes de Rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Prov. de Buenos Aires. Director:
 - Sañudo, C; Colaborador: González, C. 25 al 28 de abril de 2007.
 - Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA). Decreto Reglamentario (Decreto 4238/68). Garrido *et al.* (2005).
 - Simela, L., Webb, E.C. and Frylinck, L., 2004a. Effect of sex, age, and pre-slaughter conditioning on pH, temperature, tenderness properties and colour of indigenous South African goats. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 34 (1), 208–211.
 - Simela, L., Webb, E.C. and Frylinck, L., 2004b. Post-mortem metabolic status, pH and temperature of chevon from South African indigenous goats slaughtered under commercial conditions. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 34 (1), 204–207.
 - Soares de Lima, J.M. y Xavier, J. E., 1997. Al-gunos factores que afectan la variación del pH *post mortem* en la carne vacuna. Tesis de grado. Universidad de la República, Facultad de agronomía, 78p.
 - Swan, J. E., Esguerra, C. M. and Farouk, M. M., 1998. Some physical, hemical and sensory properties of chevon products from three New Zealand goat breeds. *Small Rumin. Res.*, 28, 273-280.
 - Villar, M.L., 2010. Producción de carne y lana de corderos pesados con suplementación invernal en Sierras y Mesetas Occidentales de Río Negro. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Mar del Plata. 76 p.
 - Watanabe, A., Daly, C. C. and Devine, C. E., 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Sci.*, 42, 67–78.
 - Webb, E. C., Casey, N. H. and Simela, L., 2005. Goat meat quality. *Small Rumin. Res.*, 60, 153-166.
 - Zimmerman, M., Grigioni, G., Taddeo, H., Domingo, E. (2011). Physiological stress responses and meat quality traits of kids subjected to different preslaughter stressors. *Small Rumin. Res.*, 100, 137-142.
-



porcinos y aves

Franco, R.³; Brunori, J.³; Basso, L.¹; Moisés, S.¹; Graziotti, G.²; Ríos, C.²; Bacci, R.¹; Campagna, D.⁴; Silva, P.⁴

¹ Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

² Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires

³ EEA INTA Marcos Juárez

⁴ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario

Efectos de diferentes sistemas productivos sobre características nutraceuticas de la carne de cerdo

INTRODUCCIÓN

Si bien la carne de cerdo es la proteína animal más consumida en el mundo (Tabla 1) hasta no hace mucho tiempo, en nuestro país, era visualizada como un alimento con exceso de grasa y poco digestible. A partir del año 1995, el Organismo Nacional de Control Comercial Agropecuario (ONCCA) comenzó a bonificar las reses con una base de magro (relación músculo grasa) del 44 %, estimulando la incorporación de animales con mayor mérito genético por parte de los productores, lo que produjo un fuerte cambio en las características cualitativas de la carne. No obstante a ello, el consumo de carne de cerdo no se ha desarrollado al ritmo del crecimiento mundial, ya que desde el año 1992 hasta la actualidad no se logró superar los 7 kg. por cabeza por año históricos.

El consumidor, ha visualizado un mayor interés en lo que se refiere a las características de calidad de los alimentos, originando una demanda cada vez más selectiva y una necesidad creciente de diferenciación de los mismos por parte de la agroindustria, (López y col, 2002) revalorizando el concepto de calidad de los alimentos y de las carnes rojas.

Este nuevo concepto de calidad que el consumidor advierte, exige a los actores de las diferentes cadenas agroalimentarias, incorporar al concepto de calidad del producto, una nueva categorización de los alimentos que define como 'Alimentos Funcionales' a aquellos que son capaces de aportar sustancias con funciones fisiológi-

cas definidas, brindando beneficios para la salud de quienes los consumen (Pariza y col., 2004).

Para que un alimento sea considerado Alimento Funcional debe demostrar que posee agentes bioquímicos nutraceuticos que le aportan al alimento un efecto benéfico para la salud y/o reduzca el riesgo de enfermedades, más allá de sus efectos nutricionales habituales (Zeisel y col., 1999).

Las carnes de origen animal contienen algunas de estas sustancias de alto valor nutraceutico y de carácter esencial para los humanos, entre los que se destacan algunas moléculas caracterizadas bioquímicamente como ácidos grasos, dentro de los cuales se encuentran la familia de los omega 3 (Ω_3), omega 6 (Ω_6) y el ácido linoleico conjugado (CLA).

Algunas acciones farmacológicas que la bibliografía describe (tabla 2) de los AG Ω_3 son considerados por sus diversos efectos sobre los sistemas inmunológico y metabólico como apoyo en el tratamiento del VIA (virus de inmunodeficiencia adquirida) (Razzini y col., 1993). Los efectos del CLA sobre el sistema inmune constituyen conocimientos más recientes, éstos se refieren principalmente en el estímulo que ejerce en la síntesis de IgA, IgG, IgM y a la disminución significativa de los niveles de IgE, por lo cual se presume que el ácido graso podría tener efectos favorables en la prevención y/o tratamiento de ciertas alergias alimentarias (Sugano y col., 1998).

Por tales motivos y debido a que en nuestro país existen sistemas productivos instalados sobre la base forrajera, una alternativa simple y

natural para generar cambios positivos en la composición bioquímica de la carne de cerdo, sin alterar las características organolépticas del producto final, podría basarse en el acceso al consuno de forraje rico en precursores de ácidos grasos beneficiosos durante el período de recría y terminación de los animales pudiendo considerar que los cerdos cuyo crecimiento y terminación se realiza a campo sobre praderas cultivadas, presentan una calidad de carne con características diferenciales, respecto de animales producidos en confinamiento ó al “aire libre” sin la inclusión de praderas, con mejores atributos nutracéuticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Marcos Juárez ubicada en el SE de la provincia de Córdoba. Se compararon tres sistemas productivos caracterizados por una recría y terminación (20 a 105 kg.) en confinamiento (T1), recría terminación al “aire libre” sin acceso a pastura (T2) y recría terminación al “aire libre” con acceso a pastura (T3).

Se utilizaron animales machos castrados provenientes de las progenies de los cruzamientos de cerdas madres híbridas del Programa Genético de INTA (MGC) inseminadas por una misma línea genética de padrillo terminal. El peso promedio de inicio fue de 30 kg. y la faena se realizó una vez logrados los 100 - 105 Kg. aproximadamente.

A todos los tratamientos se le administró la misma ración balanceada, a libre discreción, constituida por granos de maíz, como fuente energética, expellet de soja, como fuente proteica, más un suplemento comercial para el aporte de micro y macro minerales, y aminoácidos esenciales. Se utilizaron dos raciones, una de recría (30 a 60 kg.) y otra de terminación (60 kg. hasta 105 kg.)

Tabla 1. Consumo de carnes, promedio mundial.

Carnes	Producción (Millones ton)	Consumo (Kg por persona)
Cerdo	88,4	14,73
Pollo	63,7	10,62
Bovino	58,7	9,78
Otros	16,2	2,70
Total	227,0	37,83

Fuente: FAO 2003

Se tomaron muestras del alimento balanceado para medir el aporte de ácidos grasos. En las pasturas se realizaron muestreos semanales de forraje durante el transcurso de toda la experiencia con el mismo fin, la toma de muestra se realizó utilizando marcos de 0.25 m², a razón de tres cortes en cada unidad experimental del tratamiento, realizando un corte con una oz. a 4 cm. del suelo. Luego, con el total de la materia verde (MV) obtenida se midió, % Materia seca (MS) con una estufa a 90° C por 48 hs.

Para cuantificar los valores de ácidos grasos de la pastura efectivamente consumida, se realizó con una alícuota tomada de la muestra a través de la técnica de simulación, “Hand Plucking” (Meijs y col., 1982), que consistió en la observación minuciosa del material que el animal pastoreó, para el posterior corte manual de la pastura, tratando de simular lo más ajustadamente posible la forma, la cantidad de tallo y de hoja preferida por los animales en pastoreo directo.

La fracción seleccionada fue colocada en una estufa a 45° C. a 55° C por 24hs. para evitar la alteración química, una vez secada la muestra se molió y se guardó en bolsitas de nylon en freezer (Martínez, 2006) hasta remitirlas al laboratorio de la Universidad de Buenos Aires donde se efectuó el análisis químico correspondiente. Tanto en las muestras de pastura como la del alimento balanceado, fue medido el mismo perfil de ácidos grasos que en la grasa extraída de la carne.

Alcanzado el peso de faena, los animales fueron sacrificados y procesados en planta frigorífica donde se obtuvieron las muestras de tejidos para su posterior análisis bioquímico, estas se obtuvieron en el *longissimus dorsi* a nivel de la 10^a costilla, se identificaron y conservaron a -20° C. Se realizaron los perfiles de ácidos grasos con cromatografía de los ésteres metílicos, a partir de un extracto de grasa intramuscular obtenido por el método de Folch y col. (1957).

Se estudiaron los siguientes ácidos grasos: Mirístico (C14:0), Miristoleico (14:1), Pentadecanoico (15:0), Pentadecenoico (15:1), Palmítico (C16:0), Palmitoleico (C16:1), Heptadecanoico (C17:0), Heptadecenoico (C17:1), Esteárico (C18:0), Oleico (C18:1), Linoleico (C18:2), Linolénico (C18:3), Eicosenoico (C20:1), Eicosadienoico (20:2), Araquídico (20:0), Araquidónico (C20:4), Eicosapentanoico (C20:5),

Efectos de dos CLA en la salud humana

Efecto anticancerígeno

Mejora la función del sistema inmune

Reduce los efectos catabólicos asociados a la respuesta inmune

Reduce la inflamación

Reduce el asma

Reduce la arteriosclerosis

Mejora el crecimiento y conversión en roedores

Reduce engrasamiento

Aumenta la masa muscular

Reduce algunos síntomas de la diabetes

Reduce la hipertensión

Tabla 2. Principales efectos biológicos atribuidos al CLA.

Fuente: Pariza, 2004

Behenico (22:0), Decosahexanoico (C22:6), Docosadienoico (22:2) y los Ácidos Linoléicos Conjugados (CLA).

RESULTADOS

En la tabla 3 se observan los resultados obtenidos de las cantidades de ácidos grasos de mayor importancia que conforman el alimento balanceado y la pastura. Se manifiesta una mayor cantidad de ácidos grasos totales y una relación $\Omega 6/\Omega 3$ de mejor característica en la pastura, sin encontrar diferencias en la cantidad de CLA en ambos productos.

En la tabla 4 se observan los resultados obtenidos del perfil de ácidos grasos, en ésta se muestra una diferencia estadísticamente significativa de los ácidos grasos $\Omega 3$ y de CLA en aquellos ani-

males del T3. Para los ácidos grasos de la familia $\Omega 6$ no se ven diferencias significativas entre los tratamientos. Para el ácido linoléico se observa al T1 y al T3 con diferencias significativas, mientras que el tratamiento T2 presenta valores intermedios. En el ácido linoleico se muestra una diferencia a favor del T3. Con respecto al ácido araquidónico (AA) y al docosahexaenoico (DHA) no se detecta diferencias entre los tratamientos, mientras que para el eicosapentaenoico (EPA) se observa mayor cantidad de éste en el T3.

En la relación $\Omega 6/\Omega 3$ se manifiesta una diferencia a favor del T3 con respecto al resto de los tratamientos. Los ácidos grasos saturados totales (AGS), los polinsaturados y los monoinsaturados no mostraron diferencias significativas entre tratamientos.

Ácidos Grasos	Pastura (Grs./kg MS)	Alim. Balanceado (Grs./kg MS)
Ac. Grasos totales	44,38a	25,05a
Ac. Grasos no identificados	6,16a	0,9b
Ac. Grasos saturados totales	10,97a	4,72b
Ac. Grasos insaturados totales	28,78a	19,25b
Ac. Linoleico $\Omega 6$	7,29a	11,40b
Ac. Linoléico $\Omega 3$	18,84a	0,66b
Ac. Araquidónico (AA) $\Omega 6$	0,21a	0,07b
Eicosapentaenoico (EPA) $\Omega 3$	0,02a	0,01a
Docosahexaenoico (DHA) $\Omega 3$	0,01a	0,01a
Ac. Linoleico Conj. (CLA)	0,06a	0,06a
Omega 6	7,81a	11,72b
Omega 3	18,88a	0,67b
Relación $\Omega 6/\Omega 3$	0,41a	17,54b

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos obtenido de la pastura y el alimento balanceado.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos entre la pastura y el alimento balanceado muestran diferencias (tabla 3). Estos concuerdan con lo que algunos autores han manifestado, los ácidos grasos de la familia de los Ω_3 se encuentran en mayor medida en las pasturas frescas, ocurriendo de forma inversa en el alimento balanceado (C.M. Whiting y col., 2004).

La pastura mostró una relación Ω_6/Ω_3 cercana 0,5 mientras que en el alimento balanceado fue de 17,5 sugiriendo, que aún una pequeña participación de forraje en la dieta podría modificar favorablemente la ingesta total de precursores.

La presencia de ácidos linoléicos conjugados (CLA) no demostraron una diferencia entre el forraje y el alimento balanceado (tabla 3), y los niveles fueron bajos, en coincidencia con lo sugerido por otros trabajos (Chin y col., 1994, Sanhueza y col., 2002).

En cuanto a los productos finales de la desaturación y elongación de los Ω_6 y Ω_3 (AA, EPA y DHA), sólo existe diferencia en el AA con un mayor aporte por parte de la pastura, mientras que en los casos del EPA y DHA no se registró ninguna diferencia significativa entre ambos (tabla 3). Los resultados de los análisis químicos de la grasa intramuscular, muestran características favorables en los ácidos grasos implicados con la calidad diferencial ó nutracéutica del producto en el T3.

Aquellos animales bajo el sistema productivo que ofrece alimento balanceado ad libitum, y el

consumo voluntario de pasturas (T3) (Faner, 2000), da como resultado una dieta final con un perfil de ácidos grasos (tabla 9) más cercano a lo recomendado para lograr producir carne con características diferenciales, conociendo, que el cerdo deposita la grasa consumida con muy pocas modificaciones (De Vries y col., 1997)

Con dichos resultados llegamos a la conclusión, que la cantidad y el perfil de ácidos grasos consumidos es diferente en el T3 que en los T1 y T2, debido al efecto aditivo que presentó la inclusión de la pastura como fuente de alimento (tabla 5).

Estos resultados sugieren que las mejores condiciones ambientales prevalecientes en el T2 (sistema al aire libre sin pasturas) en relación al T1 (sistema en confinamiento) no son suficientes para generar modificaciones en las características bioquímicas de la carne producida. Esto despegaría cualquier factor extra nutricional en la explicación de las diferencias entre el producto obtenido en el T3 y el producto obtenido en el T1 y T2. En este sentido, los ácidos grasos implicados en la característica nutracéutica de la carne, no mostraron para el T1 y T2 diferencias significativas (tabla 8), lo que podría explicar que la discrepancia de los ácidos grasos acumulados en los tejidos del T3 con respecto al T1 y T2 se debería al aporte de la pastura.

En la tabla 4, se observa como los ácidos grasos de la familia Ω_3 se encuentran en mayor cantidad en aquellos animales que estuvieron bajo el sistema productivo con acceso a pasturas (T3),

Tabla 4. Perfil de ácidos grasos de la carne en los tratamientos.

ÁCIDOS GRASOS	T1	T2	T3
Ac. Grasos saturados totales	40,08 ± 3,22 a	39,44 ± 3,22 a	39,34 ± 3,22 a
Ac. Grasos polinsaturados totales	14,47 ± 4,37 a	15,21 ± 4,37 a	13,49 ± 4,37 a
Ac. Grasos monoinsaturados totales	45,45 ± 3,22 a	45,35 ± 3,22 a	47,16 ± 3,22 a
Ac. Linoleico Ω_6	10,63 ± 1,77 a	11,28 ± 1,77 ab	9,32 ± 1,77 b
Ac. Linolénico Ω_3	0,47 ± 0,09 a	0,50 ± 0,09 ab	0,57 ± 0,09 b
Ac. Araquidónico (AA) Ω_6	2,03 ± 0,53 a	2,23 ± 0,53 a	1,92 ± 0,53 a
Eicosapentaenoico (EPA) Ω_3	0,11 ± 0,05 a	0,09 ± 0,05 a	0,19 ± 0,05 b
Docosahexaenoico (DHA) Ω_3	0,04 ± 0,02 a	0,05 ± 0,02 a	0,06 ± 0,02 a
Ac. Linoleico Conj. (CLA)	0,11 ± 0,09 a	0,11 ± 0,09 a	0,29 ± 0,09 b
Omega 6	14,30 ± 2,18 a	15,00 ± 2,18 a	12,91 ± 2,18 a
Omega 3	0,74 ± 0,14 a	0,75 ± 0,14 a	0,95 ± 0,14 b
Relación Ω_6/Ω_3	19,87 ± 3,82 a	20,41 ± 3,82 a	14,03 ± 3,82 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

mientras que los ácidos grasos de la familia $\Omega 6$ no muestran diferencia de cantidad entre los tratamientos, ésto se podría explicar visualizando el aporte cuantitativo de las diferentes dietas propuestas para cada tratamiento.

La relación $\Omega 6/\Omega 3$ fue favorable en el tratamiento con inclusión de pasturas (T3) (tabla 4), esto fue producto de un incremento en la cantidad de los ácidos grasos $\Omega 3$ de la dieta propuesta en dicho tratamiento. A pesar de que la relación entre los ácidos grasos $\Omega 6$ y $\Omega 3$ obtenida en el T3 (14:1) es inferior al de los T1 y T2 (20:1), no se ha alcanzado a obtener la relación recomendada por la OMS (5:1), de todas formas el producto logrado bajo este sistema productivo nos acerca a dicho objetivo.

Los trabajos realizados hasta el momento para aumentar el CLA en cerdos obtuvieron resultados contradictorios (Gatlin y col., 2002; Thiel-Cooper y col., 2001; Joo y col., 2002), pero todos confirman una correlación positiva entre los aportes en el alimento y las concentraciones en el tejido animal (Ramsay y col., 2001; Joo y col., 2002).

En esta experiencia se detectó una mayor cantidad de CLA en la grasa intramuscular de los animales del T3, que no podría explicarse por concentraciones de éste en el alimento ofrecido. No obstante el aporte de las pasturas, tendría un efecto positivo en la actividad microbiana en el proceso de hidrogenación de los ácidos grasos, en el intestino grueso y el ciego, como se demuestra en trabajos realizados en conejos (Dugan y col., 2004; Gómez Conde y col., 2004). Esta mayor tasa de hidrogenación de los ácidos grasos favo-

recería la síntesis de CLA a partir de los precursores ingeridos.

Esta marcada diferencia del T3 respecto de los T1 y T2 (tabla 8), frente a los valores que posee la grasa láctea, que va desde 0,15%-0,22% (Jensen y col., 1998), hasta el 3% (Mir y col., 2004), y los valores que se alcanzan en la carne de los rumiantes de 0,4% a 0,65% (Fritsche y col., 1998) demuestra que en el T3 se logró una cantidad de CLA con valores cercanos a los productos de referencia.

Por otra parte, el T3 presentó una menor cantidad de ácido linoleico, precursor del ácido araquidónico (AA), y una mayor cantidad de ácido linolénico, precursor del ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), que en el T1 y T2 (tabla 4). Esta es una condición nutracéutica importante, ya que el consumidor estaría ingiriendo un producto con una menor cantidad de precursores de los ecosanoides de serie 2 y una mayor cantidad de precursores de ecosanoides de serie 3 con consecuencias en la salud anteriormente descriptas (tabla 2).

Otra característica nutracéutica favorable en el T3, es la mayor cantidad del ácido eicosapentaenoico (EPA), lo que demuestra una mayor cantidad y calidad de este grupo de ácidos grasos ($\Omega 3$) en el producto. Esta condición aumentaría en forma directa el consumo de la molécula activa (EPA), evitando que una proporción de los $\Omega 3$ ingeridos por el consumidor no lleguen a dicho fin en el metabolismo hepático (Kris-Etherton y col., 2000).

En razón de que la cantidad ofrecida en las dietas de ácido araquidónico (AA), ácido eicosapen-

Total de ácidos grasos consumidos por ciclo de engorde (30kg p.v. hasta 105kg p.v.)	Tratamientos	
	T1 y T2	T3
Ac. Grasos totales consumidos (kg.)	6,413	7,563
Ac. Grasos saturados totales (kg.)	1206,5	1484,8
Ac. Grasos insaturados totales (kg.)	4937	5675,2
Ac. Linoleico $\Omega 6$ (kg.)	2,918	3,105
Ac. Linolénico $\Omega 3$ (grs.)	168,9	729,4
Ac. Araquidónico (AA) $\Omega 6$ (grs.)	17,92	18,49
Eicosapentaenoico (EPA) $\Omega 3$ (grs.)	2,56	2,617
Docosahexaenoico (DHA) $\Omega 3$ (grs.)	2,56	2,845
Ac. Linolénico Conj. (CLA) (grs.)	15,36	15,55
Omega 6 (grs.)	3000	3019,95
Omega 3 (grs.)	171,52	219,97

Tabla 5. Consumo de ácidos grasos en los tratamientos.

taenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), no difieren, la expresión de una mayor cantidad de EPA en la grasa del cerdo se explicaría con los principios descriptos anteriormente, que demuestran que al ingerir una mayor cantidad de ácido linolénico (Ω_3) aumentaría la síntesis de EPA en el hígado del animal (Kris-Etherton y col., 2000).

Los resultados obtenidos mostraron diferencias estadísticamente significativas a favor de aquellos animales producidos al aire libre con acceso a pasturas, lo que permitió corroborar la hipótesis planteada.

Concluyendo, se observó que en aquellos esquemas productivos donde se incluye una pastura de calidad como un anexo en la alimentación de cerdos, independientemente que el consumo de ésta no haya sido elevado, bastó para lograr un cambio cualitativo en el producto, reflejándose con una mayor cantidad de CLA, de Ω_3 y una relación Ω_6/Ω_3 con beneficios extras para el consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

- Chin SF, Storkson JM, Karan WL, Albright J, and Pariza MW. (1994) Conjugated linoleic acid (9-11 and 10,12-octadecadienoic acid) is produced in conventional but not germ free rats fed linoleic acid. *J Nutr* 124: 694-710.
- De Vries JHM, Jansen A, Kromhout D, Van de Bovenkamp P, Van Staveren W, Mensink RP, Katan MB (1997) The fatty acids and sterol content of food composites of middle-aged men in seven countries. *J. Food Comp. Anal.* 10: 115-141.
- Dugan M.E.R., Aarhus J.L., Kramer KG. (2004) Conjugate linoleic acid pork research. *Am J Clin Nutr* 79: 1212S-6S.
- Faner, C., (2000). Evaluación de consumo de alfalfa por cerdos en crecimiento y terminación con pastoreo directo con distintos niveles de restricción. Tesis de Maestría en Producción y Salud Porcina; Universidad Nacional de Río Cuarto. Sin publicar. Consulta personal.
- FAO (2003). Consumo de carnes en el mundo <http://www.fao.gov>. Consulta diciembre 2005.
- FAO/OMS (1997) Grasas y aceites en la nutrición humana. Organización Mundial de la Salud. 168 pp.
- Fritsche J, and Steinhart H. (1998) Analysis, occurrence and physiological properties of trans fatty acids (TFA) with particular emphasis on conjugated linoleic acid isomers (CLA)- a review. *Fett. / Lipid* 100: 190-210.
- Gatlin, L.A., See, M.T., Larick, D.K., Lin, X., Odle, J. (2002) *Journal Of Animal Science* 132: 3105-3112.
- Gómez-Conde, S., Menoyo, D., Chamorro, S., López Bote, C., García-rebollar, P., De Blas, C. (2004) Conjugated Linoleic Acid Content In Caecotrophes, Suprarenal And Intramuscular Fat In Rabbits Fed Commercial Diets.
- Joo, S.T., Lee, J.I., Ha, Y.L., Park, G.B. (2002) *Journal Of Animal Science* 80: 108-112.
- Kris-Etherton PM, Shaffer TD, Yu-Poth S, Huth P, Moriarty K, Fishel V, Hargrove RL, Zhao G, Etherton TD (2000) Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *Am. J. Clin. Nutr.* 71: 179S-88S.
- López Bote. C. (2002). La carne de porcino: un producto sustentable. Efecto de la alimentación. *Anaporc* N° 224, 37-73.
- Martínez F. J. (2006) Comunicación personal. INTA (Instituto de Nacional de Tecnología Agropecuaria) Manfredi, Córdoba, Argentina.
- Pariza M.W, Ha YL. (1990) Conjugated dienoic derivatives of linoleic acid a new class of anticarcinogens. *Med Oncol Tumor Pharmacother* 7: 169-171.
- Pariza, M.W. (2004) Perspective on the safety and effectiveness of conjugate linoleic acid. *American Journal of Clinical Nutrition* 79: 1132S-1136S.
- Pariza, M.W., Azor, Sh, Chu Fs, Lund db (1979) *cancer lett.* 7: 63-69.
- Pariza, M.W., Hargrave, W.A. (1985) Carcinogenesis *American Journal of Clinical Nutrition* 6: 591-593
- Razzini E, Baronzio GF (1993) Omega-3 fatty acids as coadjuvant treatment in AIDS. *Medical Hypotheses* 41: 300-305.
- Simopoulos AP (1999) Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 70: 560S-569S
- Whiting, C. M. T. Mutsvangwa, J.P. Walton, J.P. Cant, B.W. McBride (2004) Effects of feeding either fresh alfalfa or alfalfa silage on milk fatty acid content in Holstein dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 113 :27-37.
- Zeisel SH. (1999). Regulation of "nutraceuticals." *Journal Of Animal Science* 285:1853-5.

Franco, R.³; Brunori, J.³; Spiner, N.³; Campagna, D.²; Basso, L.R.¹; Alleva, G.¹; Silva, P.²¹ Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario³ EEA INTA Marcos Juárez

Recría-terminación de cerdos al aire libre o en confinamiento: su influencia en el rendimiento de los cortes comerciales

INTRODUCCIÓN

En nuestro país la producción de cerdos se realiza bajo dos sistemas clásicos: en confinamiento ó al "aire libre". Ambas alternativas han demostrado, a lo largo de los años, diversas ventajas y limitaciones. No obstante, el 40% de la carne producida en nuestro país, proviene de rodeos porcinos en condiciones de producción al "aire libre" (Brunori, 2006) siendo ésta una característica que podría resultar beneficiosa para alcanzar un producto diferencial aplicables a nichos comerciales específicos.

Dentro de los sistemas al "aire libre" conocidos en nuestro país, podemos diferenciar entre aquellos que no utilizan ningún tipo de tapiz vegetal como protector del suelo, comúnmente llamado peladeros, los que utilizan un tapiz vegetal (generalmente gramíneas naturales) sólo para cubrir y proteger el suelo de las erosiones que se producen, y aquellos que utilizan un tapiz vegetal no sólo con un fin de conservación, sino también con fines de alimentación, aportando al cerdo algún anexo nutricional además del alimento balanceado utilizado (Caminotti y col., 1994). A pesar de esto, no son muchos los que han evaluado el empleo de praderas como fuente de alimentación en la etapa de recría-terminación de cerdos al "aire libre".

La comparación entre sistemas confinados y al "aire libre" en la producción porcina presenta resultados muy diversos, que resultan muchas veces contradictorios. Algunos investigadores

afirman que los cerdos terminados al "aire libre" tienen menor ganancia diaria de peso y una canal más magra que los alojados en confinamiento, existiendo una tendencia a un consumo inferior del alimento balanceado en aquellos animales con acceso a pasturas de calidad, ya que el consumo voluntario de éstas, tendría un efecto de sustitución del alimento entre un 9% y un 13% (Faner, 2001, Danielson y col., 1982).

Dentro de aquellas forrajeras que se utilizan como un aditivo al concentrado se encuentran las leguminosas, la alfalfa (*Medicago sativa*) y el trébol blanco (*Trifolium repens*), (Faner, 2000) en estado fenológico de bajo contenido de fibra. Esta combinación también nos aporta una producción de forraje estable durante todo el año, por el crecimiento estival de la alfalfa e invernal del trébol.

El ganado porcino tiene propiedades digestivas anatómica y químicamente diferentes a los rumiantes. Estas características hacen que no tenga la capacidad de digerir y aprovechar la fibra de los forrajes en su totalidad, ya que esta fermentación se realiza en la última parte del intestino grueso, el ciego, donde ya no hay superficie de absorción suficiente (Faner, 2001). Por otra parte esta limitada capacidad fermentativa, permite que algunas moléculas presentes en sus alimentos, sean absorbidas y depositadas como tales, en el tejido animal. Tal es el caso de algunos ácidos grasos (Larick y col., 1992).

Las investigaciones sobre los efectos de los sistemas alternativos de producción en la calidad de la canal y la carne porcina son muy escasas,

con resultados en algunos casos contradictorios, debido a que otros factores ejercen su influencia, tales como las condiciones ambientales, la dieta, el manejo o el material genético empleado (Gentry et al., 2002). Así, el ejercicio que realizan los cerdos al pastorear actúa directa e indirectamente sobre dicha calidad, a través de la reducción en la velocidad de crecimiento, el menor consumo de alimento suplementario, la modificación en las proporciones de los diferentes tipos de fibras musculares, los niveles de lactato y el estrés en el momento del sacrificio. También actuaría sobre la conformación y el porte de los animales, influyendo sobre los rendimientos de los cortes comerciales (Stoll, 1992; Basso, 2004). Por el contrario, las actuales explotaciones se caracterizan por el alojamiento confinado en galpones, donde el medio provisto y manejado por el hombre es socialmente diferente, territorialmente restringido y con modificaciones alimenticias (Lagrecia et al., 1999).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de los principales cortes comerciales de la canal porcina de cerdos cuya etapa de recría-terminación transcurre en sistemas a campo (con y sin disponibilidad de praderas) o en condiciones tradicionales de confinamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La prueba se realizó durante los meses de febrero a mayo, donde se utilizaron 54 animales (27 machos castrados y 27 hembras nulíparas) de genética INTA-MGC, con un peso promedio inicial de $26,4 \pm 0,7$ kg, que se distribuyeron aleatoriamente en tres tratamientos con tres repeticiones cada uno: T1: animales sobre lotes de 1,4 ha con pradera de alfalfa (*Medicago sativa*) y trébol blanco (*Trifolium repens*); T2: animales sobre lotes de 1,4 ha sin pradera implantada y con cobertura de cebadilla criolla (*Bromus unioloides*); T3: animales en confinamiento alojados en boxes con frente abierto y piso de cemento. En todos los tratamientos se suministraron dos dietas ad libitum en base a maíz, pellet de soja y premezcla comercial, que cubrían las necesidades nutricionales de los cerdos hasta que finalizaron la prueba, con un peso medio de faena de $111,6 \pm 7,09$ kg.

Luego del sacrificio se obtuvieron los cortes comerciales de la canal, siguiendo las prácticas habituales de la industria (JNC, 1978) y se registró el peso de cada uno de ellos, así como su participación porcentual en la canal. Las medias por mínimos cuadrados fueron comparadas usando el test de Tukey con un $\alpha=0,05$.

Cortes	Aire Libre		Confinado	RSD
	Pastura	Sin Pastura		
Peso vivo (kg)	111,19	114,44	109,24	7,09
Peso res (kg)	89,47	92,72	87,79	6,55
Rendimiento	80,43	81,05	80,37	2,70
Bondiola	7,16	7,06	6,87	0,63
Paleta	15,57	15,19	15,35	0,74
Pulpa de Paleta	9,24	8,91	8,89	0,62
Costillar	10,29	10,08	9,76	0,83
Jamón	26,96	26,93	27,29	0,94
Pulpa de Jamón	17,36	17,35	17,64	1,11
Solomillo	0,78	0,81	0,77	0,10
Panceta y Pechito	15,60	15,66	15,56	3,05
Tocino	6,63	7,61	7,65	1,46
Papada	3,43	3,45	3,64	0,34
Cabeza	5,49	5,37	5,40	0,34
Unto	0,82a	1,18b	1,09b	0,35
Riñón	1,72a	2,53b	2,50b	0,80

Tabla 1. Rendimiento en res y de los cortes comerciales (%) de la canal porcina para los diferentes tratamientos. Desviación estándar residual (RSD).

En caso de existir diferencias ($p<0,05$) se indican con letras distintas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se detallan los resultados para los tres tratamientos, no hallándose diferencias significativas en la proporción de los cortes magros (jamón, paleta, costillar y bondiola) y en los cortes grasos tocino, papada y panceta. Estos resultados difieren en parte con los reportados por Campagna et al. (2005), donde se halló un mayor porcentaje de costillar y pulpa de paleta, así como menor en tocino en los animales sobre praderas, respecto a los confinados. En cuanto a los cortes de unto y riñón, los resultados fueron coincidentes entre ambas experiencias, registrándose una menor proporción de los mismos en las reses de los cerdos que estuvieron sobre praderas, respecto a los alojados en confinamiento.

Es probable que en la experiencia anterior, el aporte nutricional (proteínas) de la pastura mejoró el equilibrio de los nutrientes de la dieta, hecho que se reflejó en un menor porcentaje de tocino y una mayor proporción de algunos cortes magros. Por el contrario, en el presente trabajo solo parece que el consumo de forraje de calidad influiría sobre la proporción de cortes de escaso valor.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de esta prueba se puede concluir que la recría-terminación bajo cualquiera de los sistemas evaluados (confinamiento y a campo con o sin pasturas), no arrojaría diferencias en el rendimiento de los principales cortes comerciales de la canal porcina.

BIBLIOGRAFÍA

• Basso, L. R. 2004. Influencia del sistema de producción sobre la calidad de la carne porcina. En: Producción de carne porcina y alimentación humana. Curso FANUS, Bolsa de

Cereales de Buenos Aires, 4 y 5 de noviembre 2004.-

- Brunori, J. (2006) Comunicación personal. INTA (Instituto de Nacional de Tecnología Agropecuaria) Marcos Juárez, Córdoba, Argentina-
- Caminotti, S.; Spiner, N.; Brunori, J. (1994). Las pasturas en la chacra porcina, su rotación con la agricultura y características de las instalaciones. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. Hoja Informativa N° 285. MEPROCER 19. 3 p.
- Campagna, D.; Basso, L.R.; Allea, G.; Silva, P.; Brunori, J.; Spinner, N.; Franco, R. 2005. Rendimiento de cortes comerciales de canales porcinas provenientes de distintos sistemas de producción. Revista Argentina de Producción Animal, 25 (Sup.1): TPP 21.-
- Danielson, D.M., Butcher, J.E. y Street, J.C. (1982) Estimation of alfalfa pasture in-take and nutrient utilization by grow-ing-finishing swine. Journal of Animal Science. 28:6.
- Faner, C., (2001). Utilización de la pastura en alimentación porcina. Memoria de Feriado EEA INTA Marcos Juárez, Pág. 2-7
- Gentry, J.G. ; Miller, M.F. ; Blanton, J.R. y McGlone, J.J. 2002. Environmental effects on pig performance, meat quality and muscle characteristics. ASAS Meet-ing, Texas Tech University, Lubbock.
- Junta Nacional de Carnes. 1978. Nomenclador de Cortes Porcinos.
- Lagreca, L; Marotta, E. y Muñoz Luna, A. 1999. El bienestar en la especie porcina.
- Larik, D.K. ;Turner,B.E. ; Schoenherr, M.T.; Coffey, M.T. y Pilkngton, D.H. (1992) J. Anim. Sci. 70 : 1397-1403. Comportamiento y Bienestar Porcino (II) – Porci-Aula Veterinaria N° 54, Ed. Luzans, España, 97 p.
- Stoll, P. 1992. Comparaison de différents mo-des d'en-graissement du porc. I. Revu e Suisse Agric. 24 (6):381-385.

capítulo 21

Marini, S.¹; Vanzetti, L.¹; Borelli, V.²; Villareal, A.³; Denegri, G.¹; Cottura, G.¹; Panichelli, D.¹; Silva, P.⁴; Campagna, D.⁴; Brunori, J.¹; Spiner, N.¹ y Franco, R.¹

¹ Laboratorio de Biotecnología, EEA INTA Marcos Juárez

² EEA INTA Las Breñas

³ EEA Leales

⁴ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario

Incidencia de carnes de cerdo PSE en Argentina: genética y ambiente

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los países del mundo, la producción porcina está creciendo particularmente, por el incremento de los índices de productividad y eficiencia de los productores de cerdos. Por tal motivo, es de especial importancia, prestar atención a la calidad de carnes, sabiendo que es un prerequisite para la satisfacción del consumidor, en las distintas partes del mundo.

La carne PSE (de sus siglas en inglés pale, soft, exudative) es un defecto mayor de calidad asociada con una tasa rápida de glicólisis post-mortem, la cual se caracteriza por una alta tasa de acidificación en la primera hora luego del sacrificio (Guardia y otros, 2004). El decrecimiento del pH combinado con la alta temperatura muscular causa desnaturalización de la proteína excediendo lo observado en el músculo normal conduciendo a la producción de carne PSE. Debido a esta desnaturalización de la proteína, existe un incremento en la pérdida de agua y palidez, razón por la cual la carne PSE es considerada por los consumidores como de inferior calidad, además de tener menor valor para procesos industriales por su pobre habilidad para ligar (Schilling y otros, 2004; Cassens, 2000).

El desencadenamiento en carnes PSE ocurre por dos grandes factores, el genético que se presenta como una de las principales causa debido una mutación puntual en el nucleótido 1843 del gen que codifica el receptor de liberación de calcio en el músculo esquelético denominado RYR1

anteriormente llamado Gen de Halotano (HAL) (Fujii y otros, 1991); y otro ambiental o de manejo cuando son sometidos a factores estresantes inmediatamente antes del sacrificio. Algunas de los factores que pueden estar involucradas en el origen del problema tanto en el manejo pre-sacrificio como en el manejo post-sacrificio, incluyen: ayuno, estación del año, tiempo de transporte, densidad, temperatura y humedad relativa, reposo, aturdimiento y sistema de frío para las canales, razón por la cual deben ser estudiadas en conjunto (Guardia y otros, 2004; Nanní y otros, 2002).

El objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia de carnes PSE en Argentina, ya que existen escasos reportes de la misma, y evaluar el grado de responsabilidad a la hora de producir carnes PSE, que presenta la genética y el ambiente, en este caso los kilómetros recorridos previas a la faena.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se utilizaron 403 cerdos híbridos producidos en diferentes criaderos comerciales distribuidos alrededor de 4 provincias de Argentina (Córdoba, Santa Fe, Chaco y Tucumán). Los animales fueron faenados en 4 frigoríficos distintos, cada uno perteneciente a una provincia. Estos animales fueron faenados con un peso de entre 100 y 110 kg.

El pH de la canal se midió en el músculo *longissimus dorsi* entre las costillas 9 y 11 con un

peachímetro para alimentos Testo 205.

La extracción de ADN genómico proveniente de músculo esquelético se realizó según el protocolo de Salting Out descrito por Aljanabi y Martínez (1997). Las reacciones de PCR fueron realizadas en un volumen final de 25 μ l conteniendo 200 μ M de cada dNTP, 6,5 μ l de 5X Buffer PCR (Promega) con una concentración final de $MgCl_2$ de 1,5 mM, 0,2 μ M de cada primers (Ryr1-F 5'-GTGCTGGATGTCCTG TGTTCCCT-3' y Ryr1-R 5'-CTGGTGA CATAGTTGATGAGGTTTG-3') (Brenig y Brem, 1992), 1 U de Taq polimerasa (Promega) y 100 ng de ADN genómico.

Los pasos de PCR fueron llevados a cabo en un termociclador Apolo ATC 201 con el siguiente programa de ciclado: desnaturalización inicial a 94°C por 5 min.; 38 ciclos de 94°C por 30 seg., 68°C por 30 seg. y 72°C por 30 seg., y una extensión final a 72°C por 7 min.

Luego de la amplificación, una alícuota de 10 μ l del producto de PCR fue digerido con 4 U de la enzima de restricción HhaI (Promega) por 2 hs a 37°C. El producto digerido fue sometido a electroforesis en gel de agarosa al 2% con 0,1 μ g/ml de Bromuro de Etidio, visualizado con Transiluminador UV y fotografiado usando una cámara digital Kodak EasyShare Z7590.

Las asociación entre las distintas variantes genotípicas del gen RYR1 y el pH a los 45 minutos post faena se realizaron mediante un ANAVA a través del test de comparaciones múltiples LSD Fisher utilizando el programa InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos para las 368 canales analizadas, 277 (75.30%) presentaron valores de pH₄₅ min superiores a 5.8 lo que indicaría carnes no PSE (Von Lengerken et al. 2002), mientras que 91 (24.70%) de las canales tuvieron pH₄₅ min menor ó igual a 5.8 indicando carnes PSE (Figura 1).

Al determinar los genotipos del gen RYR1 de

las 368 canales, 239 (64.94%) resultaron ser homocigotas normales CC, 113 (30.70%) resultaron heterocigotas CT y 16 (4.36%) homocigotas enfermos TT (Tabla 1). De las 239 canales que resultaron homocigotas normales CC, 35 (14.64%) mostró la presencia de carne PSE. De las 113 que resultaron heterocigota portador CT, 40 (35.40%) mostró PSE y de las 16 homocigotas enfermos TT, 13 (76.99%) mostró carne PSE (Tabla 1).

De las 91 canales que presentaron carne PSE, el 14.28% presentaba el genotipo homocigota enfermo TT (figura 2) lo cual justifica la presencia de dicho tipo de carne ya que según Von Lengerken y otros (2002), los animales con este genotipo además de ser susceptible al estrés, presentan valores de pH₄₅ min bajos (efecto genético). El 38.47% presentaron el genotipo homocigota normal CC (figura 2). Los animales con dicho genotipo presentan valores de pH₄₅ min altos (Von Lengerken y otros, 2002). Esto nos estaría indicando que estos animales han sufrido alguna situación estresante durante el manejo pre faena. Por otro lado, el 47.27% de las canales con carne PSE, presentaban el genotipo heterocigota portador CT (figura 2). De acuerdo a Von Lengerken y otros (2002), estos animales presentan valores de pH₄₅ min intermedios, lo cual en algunos casos produce carnes PSE y en otros casos no. Por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos, en los animales CT la presencia de carnes PSE se debe a tanto a la combinación del efecto genético con el manejo pre faena.

Cuando analizamos la presencia de carne PSE en función de la distancia recorrida desde el cria-



Figura 1: Porcentaje de carnes PSE y no PSE.

Genotipos RYR1	Carne PSE	Carne no PSE	Total
CC	35 (14.64%)	204 (85.36%)	239 (64.94%)
CT	43 (35.40%)	70 (64.60%)	113 (30.70%)
TT	13 (76.99%)	3 (23.01%)	16 (4.36%)
Total	91	277	368 (100%)

Tabla 1. Número de canales que presentaron carnes PSE y no PSE en cada uno de los tres genotipos del gen RYR1.

Km recorrido	Carne PSE	Carne no PSE	Total
0-50	25 (15.63%)	135 (84.38%)	160
51-100	3 (4.76%)	60 (95.24%)	63
101-150	4 (28.57%)	10 (71.43%)	14
>150	19 (52.78%)	17 (47.22%)	36
Total	51	222	273 (100%)

Tabla 2. Número de canales que presentaron carnes PSE y no PSE en cada uno de los intervalos de distancia recorrida.

dero hasta el frigorífico (n=273 animales), podemos ver que a medida que aumenta la distancia, aumenta el porcentaje de carne PSE (Tabla 2 y Figura 3). Si bien para el intervalo 101-150 Km el número de animales es chico (n=14), hay una asociación significativa entre la distancia y el porcentaje de carne PSE. Estos datos concuerdan con los reportados por Castrillón y otros 2007, quienes obtuvieron una asociación significativa entre el tiempo de viaje y el porcentaje de carne PSE.

La tasa normal de incidencia de PSE está reportada entre 10 y 30%, pero en algunos casos puede aumentar a 60% (O'Neill y otros, 2003). Sin embargo, estudios en Estados Unidos indican que los niveles de PSE fluctúan entre 6 y 33%, dependiendo de las condiciones de cada planta de sacrificio (Owen y otros, 2000). De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, el porcentaje de PSE está dentro de los valores normales. Por otro lado, podemos decir que en la condición PSE no solo está en juego el efecto genético, sino también hay un fuerte aporte del factor ambiente (manejo pre faena).

BIBLIOGRAFÍA

- Aljanabi, S.M. y Martinez, I. (1997). Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based

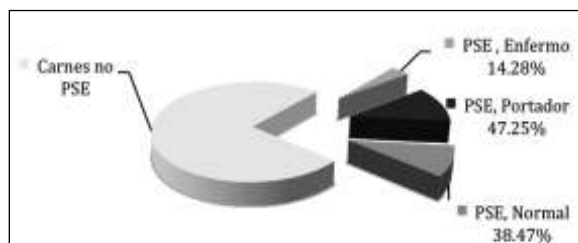


Figura 2: Porcentaje de los diferentes genotipos que presentaron PSE.

techniques. Nucleic Acids Research. 25 (22):4692-4693.

- Brenig, B. and Brem, G. (1992). Genomic organization and analysis of the 5' end of the porcine ryanodine receptor gene (ryr1). FEBS Letters. 298 (2,3): 277-279.
- Cassens RG. Historical perspectives and current aspects of pork meat quality in the USA. Food Chemistry. 69:357-363.
- Castrillón, W.E., Fernández, J.A. y Restrepo, L.F. (2007). Variables asociadas con la presentación de carne PSE (Pálida, Suave, Exudativa) en canales de cerdo. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 20:327-338.
- Fujii, J., Otsu, K., Zorzato, F., De Leon, S., Khanna, V.K., Weiler, J.E., O' Brien, P.J. y MacLennan, D.H. (1991). Identification of mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hiperthermia. Science. 253:448-451.
- Guárdia, M.D., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M.A., Gispert, M., y otros (2004). Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. Meat

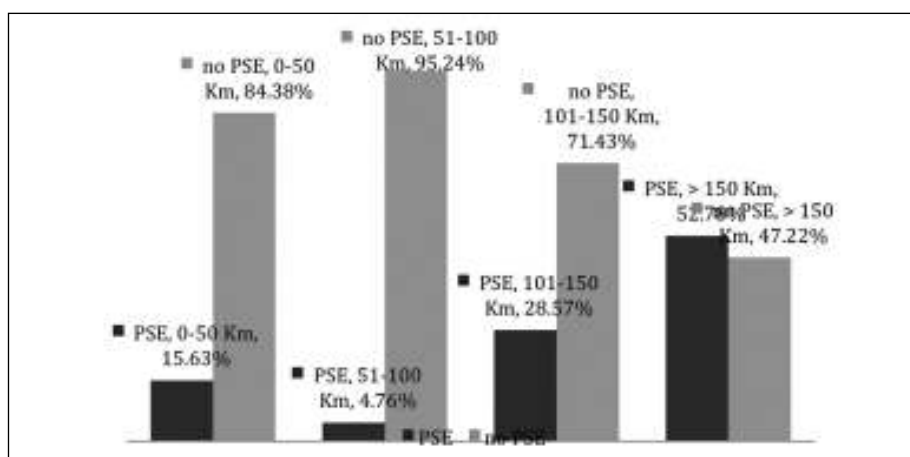


Figura 3: Porcentaje de carne PSE y no PSE en función de los kilómetros recorridos desde el criadero hasta el frigorífico.

Science. 67:471-478.

- Nanni, C.L., Lo Fiego, D.P., Dall'Olio, S., Davoli, R. y Russo, V. (2002). Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Science*. 61:41-47.
 - O'Neill, D.J., Lynch, P.B., Troy, D.J., Buckley, D.J. y Kerry, J.P. (2003). Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. *Meat Science*. 64:105-111.
 - Owen, B.L., Montgomery, J.L., Ramsey, C.B. y Miller, M.F. (2000). Preslaughter resting and hot-fat trimming effects on the incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork and ham processing characteristics. *Meat Science*. 54:221-229.
 - Schilling, M.W., Marriotta, N.G., Acton, J.C., Anderson-Cook, C., Alvarado, C.Z., y otros (2000). Utilization of response surface modeling to evaluate the effects of non-meat adjuncts and combinations of PSE and RFN pork on water holding capacity and cooked color in the production of boneless cured pork. *Meat Science* 2004; 66: 371-381.
 - Von Lengerken, G., Von Maack, S. y Wicke, M. (2002). Muscle metabolism and meat quality of pigs and poultry. *Veterinarija ir Zootechnika*. 20(42):82-86.
-

capítulo 22

Marini, S.¹; Vanzetti, L.¹; Borelli, V.²; Villareal, A.³; Denegri, G.¹; Cottura, G.¹; Panichelli, D.¹; Silva, P.⁴; Campagna, D.⁴; Brunori, J.¹; Spiner, N.¹ y Franco, R.¹

¹ Laboratorio de Biotecnología, EEA INTA Marcos Juárez

² EEA INTA Las Breñas

³ EEA Leales

⁴ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario

Efecto del gen MC4R sobre el espesor de grasa dorsal en cerdos híbridos de Argentina

INTRODUCCIÓN

El conocimiento sobre los componentes genéticos de la acumulación de tejido graso es muy importante en la producción ganadera. Existen características de la gordura en el mejoramiento de la producción de cerdos, tales como espesor de grasa dorsal, contenido de grasa intramuscular, porcentaje de grasa abdominal y composición de ácidos grasos. Todas estas, están relacionadas con la calidad de carne porcina (Fortin y otros, 2005).

La interacción entre melanocortinas y sus receptores en el hipotálamo es una de las principales vías neuroendocrinas de control del balance de energía (Wardlaw, 2001). Una de las moléculas más importantes de esta vía es el receptor de melanocortina-4 (MC4R), un receptor acoplado a proteína G, que es un importante mediador de los efectos de la leptina sobre la ingesta de alimentos y la homeostasis de la energía (Seeley y otros, 1997; Marsh y otros, 1999).

Una mutación sin sentido, en el gen MC4R, que resulta en la sustitución de un ácido aspártico (Asp) por una asparagina (Asn) en la posición 298 de la secuencia de aminoácidos de la proteína, en una región muy conservada del séptimo dominio transmembrana, ha demostrado estar asociado con la velocidad de crecimiento, consumo de alimento y espesor de grasa dorsal en cerdos (Kim y otros, 2000; Hernandez-Sanchez y otros, 2003; Houston y otros, 2004; Jokubka y otros, 2006). Un análisis funcional de esta mutación mostró una

defectuosa señalización de la proteína MC4R mutada (Asn298) a la adenilato ciclasa de la membrana de las células neuronales que se traduce en una reducción de los niveles intracelulares de AMPc tras la correcta unión del ligando al receptor (Kim y otros, 2004).

En el presente trabajo, analizamos el efecto que producen las diferentes variantes genotípicas del gen MC4R sobre el espesor de grasa dorsal en cerdos provenientes de diferentes provincias de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 403 cerdos híbridos producidos a partir de la cruce de hembras híbridas (principalmente Yorkshire x Landrace) con machos híbridos terminales compuestos por diferentes proporciones de las razas Pietrain, Duroc, Hampshire y Yorkshire, provenientes de 4 provincias de Argentina (Córdoba, Santa Fe, Chaco y Tucumán). Estos animales fueron faenados con un peso de entre 100 y 110 kg.

El espesor de grasa dorsal se midió en tres puntos diferentes: en la articulación del encuentro (P1), a la altura de la última costilla (P2) y en el músculo gluteus medium (P3).

La extracción de ADN genómico proveniente de músculo esquelético se realizó según el protocolo de Salting Out descrito por Aljanabi y Martinez (1997). La amplificación de los productos de PCR se realizó utilizando las condiciones y primers desarrollados por Kim y otros (2000).

Las frecuencia alélicas y genotípicas se obtuvieron mediante el programa InfoGen 2.0 y la asociación entre las distintas variantes genotípicas del gen MC4R y el espesor de grasa dorsal, se realizaron mediante un ANOVA a través del test de comparaciones múltiples LSD Fisher utilizando el programa InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 301 individuos analizados, 116 presentaron el genotipo homocigota GG para el marcador MC4R (Figura 1, Calles 2 y 3), 160 resultaron heterocigotas GA (Figura 1, calles 6 y 7) y 25 resultaron homocigotas AA (Figura 1, calles 4 y 5).

Al evaluar el efecto del gen MC4R, se observó una asociación significativa entre los diferentes genotipos y el espesor de grasa dorsal para los puntos de muestreo P2 y P3, no siendo significativo para P1. Los animales homocigotas GG presentaron los valores más bajos de espesor de grasa dorsal, los heterocigotas GA valores intermedios y los homocigotas AA, los valores más altos (Tabla 1).

La selección asistida por marcadores moleculares sería una herramienta útil para el mejoramiento genético animal, ya que permitiría seleccionar aquellos animales que posean menor contenido de grasa y por ende carne más magra, cualidades que forman parte de las exigencias del mercado consumidor.

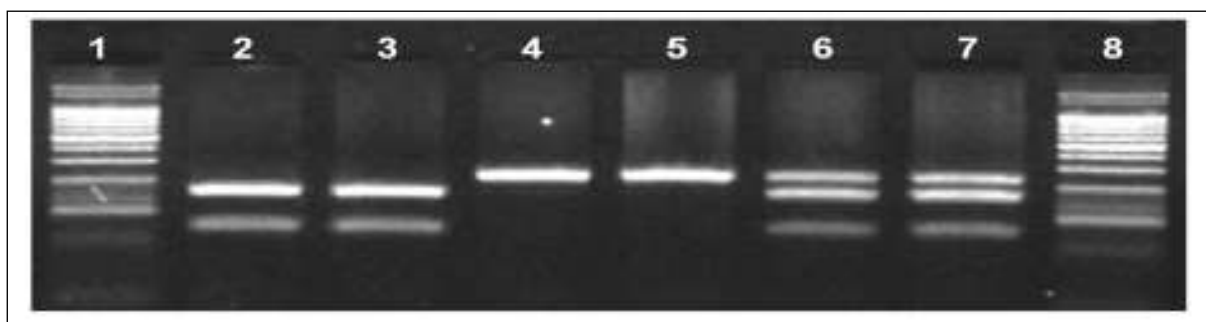


Figura 1: Perfil electroforético de productos de PCR digeridos con TaqI. Calles 2 y 3 individuos homocigotas GG, calles 6 y 7 individuos heterocigotas GA, calles 4 y 5 individuo homocigota AA, calles 1 y 8 marcador 100 pb (Biodynamics).

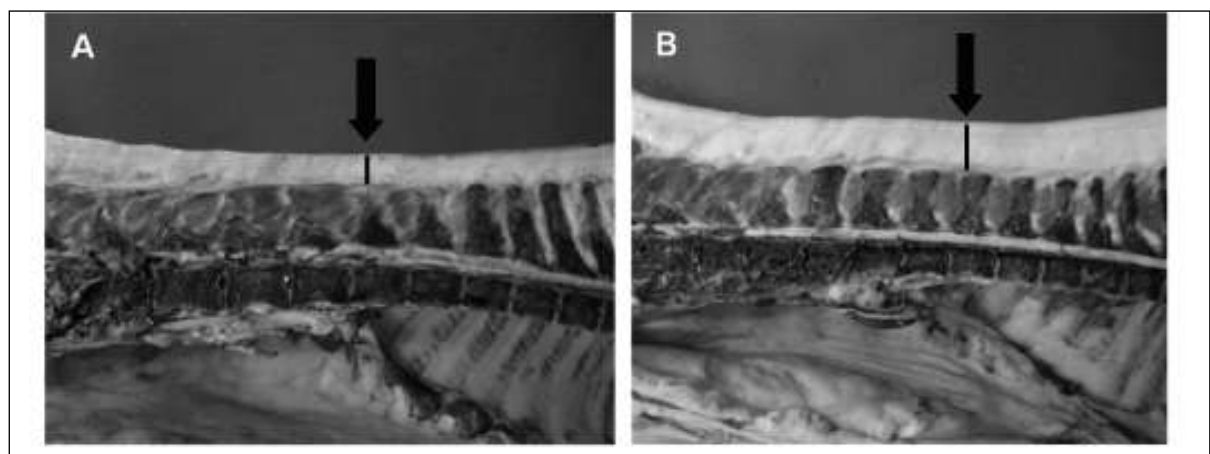


Figura 2: Imagen del espesor de grasa dorsal en la última costilla (P2). A: Genotipo homocigota GG. B: Genotipo homocigota AA.

Genotipos del MC4R	P1	P2	P3	n
GG	41.67 ± 0.85 ^a	27.19 ± 0.71 ^b	30.92 ± 0.85 ^a	116
GA	42.31 ± 0.66 ^a	28.92 ± 0.61 ^b	31.67 ± 0.67 ^a	160
AA	43.96 ± 1.52 ^a	32.91 ± 1.37 ^c	41.11 ± 1.54 ^b	25
p	0.3431	<0.0001	<0.0001	

Tabla 1. Valores medios de EGD (mm) en los tres puntos de muestreo (P1, P2 y P3) en función de los diferentes genotipos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aljanabi, S.M. y Martínez, I. (1997). Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic Acids Research*. 25 (22):4692–4693
 - Fortin, A., Robertson, W.M., Tong, A.K.W. (2005). The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat. *Meat Science*. 69:297–305.
 - Hernandez-Sanchez, J., Visscher, P., Plastow, G., Haley, C. (2003): Candidate gene analysis for quantitative traits using the transmission disequilibrium test: the example of the melanocortin-4 receptor in pigs. *Genetics*. 164:637–44.
 - Houston, R.D., Cameron, N.D., Rance, K.A. (2004): A melanocortin-4 receptor (MC4R) polymorphism is associated with performance traits in divergently selected large white pig populations. *Animal Genetics*. 35:386–390.
 - Jokubka, R., Maak, S., Kerziene, S., Swalve, H.H. (2006): Association of a melanocortin-4 receptor (MC4R) polymorphism with performance traits in Lithuanian White pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 123:12–22.
 - Kim, K.S., Larsen, N., Short, T., Plastow, G., Rothschild, M.F. (2000): A missense variant of the porcine melanocortin-4 receptor (MC4R) gene is associated with fatness, growth, and feed intake traits. *Mammalian Genome*. 11:131–5.
 - Kim, K.S., Reecy, J.M., Hsu, W.H., Anderson, L.L., Rothschild, M.F. (2004): Functional and phylogenetic analyses of a melanocortin-4 receptor mutation in domestic pigs. *Domestic Animal Endocrinology*. 26:75–86.
 - Marsh, D.J., Hollopeter, G., Huszar, D., Laufer, R., Yagaloff, K.A., Fisher, S.L., Burn, P., Palmiter, R.D. (1999). Response of melanocortin-4 receptor-deficient mice to anorectic and orexigenic peptides. *Nature Genetics*. 21(1):119–122.
 - Seeley, R.J., Yagaloff, K.A., Fisher, S.L., Burn, P., Thiele, T.E., van Dijk, G., Baskin, D.G., Schwartz, M.W. (1997). Melanocortin receptors in leptin effects. *Nature*. 390 (6658): 349.
 - Wardlaw, S. L. (2001). Obesity as a neuroendocrine disease: lessons to be learned from proopiomelanocortin and melanocortin receptor mutations in mice and men. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 86:1442–1446.
-

Marini, S.¹; Vanzetti, L.¹; Borelli, V.²; Villareal, A.³; Denegri, G.¹; Cottura, G.¹; Panichelli, D.¹; Silva, P.⁴; Campagna, D.⁴; Brunori, J.¹; Spiner, N.¹ y Franco, R.¹

¹ Laboratorio de Biotecnología, EEA INTA Marcos Juárez

² EEA INTA Las Breñas

³ EEA Leales

⁴ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario

Frecuencia alélica, variabilidad y efecto del gen RYR1 como causante del síndrome de estrés porcino en capones de Argentina

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el sector productor porcino, a nivel mundial, se ha esforzado en seleccionar cerdos magros. Sin embargo, a partir de la década de los sesenta, se observó que los resultados de selección iban unidos a una alta mortalidad por estrés (Calvo y otros, 1997). Se detectó que la selección de reproductores con mejores características magras y mayor desarrollo muscular (razas Pietrain, Poland China y Landrace) implicaba animales enfermos o portadores del Síndrome de Estrés Porcino (SEP) o Hipertermia Maligna (HM) la cual se ha descrito como una enfermedad hereditaria autosómica recesiva (Christian, 1972).

Los individuos que la padecen, frente al mínimo estrés presentan signos clínicos como taquipnea, rigidez muscular, manchas violáceas en la piel e incluso pueden llegar hasta la muerte, ocasionando importantes pérdidas en la producción primaria (Noguera y Piedrahita, 1992). Después del sacrificio del animal esta enfermedad causa un deterioro en la calidad de la carne porcina debido al rápido descenso del pH en la misma, dando lugar a una carne pálida, suave y exudativa (PSE), esto tiene como consecuencia grandes pérdidas industriales al obtener un producto con menor rendimiento en la cocción junto a colores y sabores alterados.

La principal causa de esta enfermedad es una mutación puntual en el nucleótido 1843 del gen

que codifica el receptor de liberación de calcio en el músculo esquelético denominado RYR1 anteriormente llamado Gen de Halotano (HAL) donde se presenta una sustitución de una citosina por una timina. Esta sustitución, provoca un defecto al cambiar una Arg por una Cys en la posición 615 de la proteína receptora del RYR1 que funciona como canal de calcio en el retículo sarcoplásmico, (Fujii y otros, 1991; Shen y otros, 1992). Esta enfermedad anteriormente se diagnostica mediante el uso del gas Halotano, logrando resultados en la detección de los individuos enfermos, no así en los individuos portadores (Eikelenboom y Minkema, 1974). En la actualidad con la aparición de la Biotecnología, como herramienta de mejoramiento genético, se logra detectar de forma más rápida y eficientes este tipo de enfermedades hereditarias.

En Argentina existe muy poca información acerca de la incidencia del alelo de susceptibilidad del gen RYR1, por eso, el objetivo de este trabajo fue determinar las frecuencias genotípicas y alélicas de dicho gen, y el efecto que produce la presencia de los diferentes genotipos en el pH de la carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar las frecuencias alélicas, frecuencias genotípicas y efecto del gen RYR1 en parámetros de calidad del canal, se utilizaron 403 cerdos híbridos producidos a partir de la cruce de

hembras híbridas (principalmente Yorkshire x Landrace) con machos híbridos terminales compuestos por diferentes proporciones de las razas Pietrain, Duroc, Hampshire y Yorkshire, provenientes de 4 provincias de Argentina (Córdoba, Santa Fe, Chaco y Tucumán). Estos animales fueron faenados con un peso de entre 100 y 110 kg.

El pH de la canal se midió en el músculo *longissimus dorsi* entre las costillas 9 y 11 con un peachímetro para alimentos Testo 205. La extracción de ADN genómico proveniente de músculo esquelético se realizó según el protocolo de Salting Out descrito por Aljanabi y Martinez (1997).

Las reacciones de PCR fueron realizadas en un volumen final de 25 μ l conteniendo 200 μ M de



Figura 1: Perfil electroforético de productos de PCR digeridos con HhaI. Calles 1, 6, 8, 9 y 10 individuos homocigotas CC resistentes al SEP, calles 2, 3, 5, 7 y 11 individuos heterocigotas CT y calle 4 individuo homocigota recesivo TT susceptible al SEP, calle 11 marcador de 100 pb (Biodynamics).

Tabla 1. Frecuencias (%) alélicas y genotípicas.

Frecuencias Genotípicas	n	%
CC	262	65.0
CT	124	30.8
TT	17	4.2
Frecuencias Alélicas		
T		19.6
C		80.4

Tabla 2. Valores medios de pH de la cerne en función de los diferentes genotipos.

Genotipos	pH	n
CC	6.27 $\pm$ 0.03 ^a	262
CT	5.94 $\pm$ 0.05 ^b	124
TT	5.65 $\pm$ 0.13 ^c	17

Medias con diferentes letras significativamente diferentes con una $p < 0.05$

cada dNTP, 6,5 μ l de 5X Buffer PCR (Promega) con una concentración final de MgCl₂ de 1,5 mM, 0,2 μ M de cada primers (Ryr1-F 5'-GTGCTGGATGTCCTGTGTTCCCT-3' y Ryr1-R 5'-CTGGTGACATAGTTGATGAGGTTTG-3') (Brenig y Brem, 1992), 1 U de Taq polimerasa (Promega) y 100 ng de ADN genómico.

Los pasos de PCR fueron llevados a cabo en un termociclador Apollo ATC 201 con el siguiente programa de ciclado: desnaturalización inicial a 94°C por 5 min.; 38 ciclos de 94°C por 30 seg., 68°C por 30 seg. y 72°C por 30 seg., y una extensión final a 72°C por 7 min.

Luego de la amplificación, una alícuota de 10 μ l del producto de PCR fue digerido con 4 U de la enzima de restricción HhaI (Promega) por 2 hs a 37°C. El producto digerido fue sometido a electroforesis en gel de agarosa al 2% con 0,1 μ g/ml de Bromuro de Etidio, visualizado con Transiluminador UV y fotografiado usando una cámara digital Kodak EasyShare Z7590.

Las frecuencia alélicas y genotípicas se obtuvieron mediante el programa InfoGen 2.0 y la asociación entre las distintas variantes genotípicas del gen RYR1 y el pH a los 45 minutos post faena se realizaron mediante un ANAVA a través del test de comparaciones múltiples LSD Fisher utilizando el programa InfoStat

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los 403 cerdos utilizados para este estudio se observó que el alelo "T" asociado a la susceptibilidad al Síndrome de Estrés Porcino (SEP) se encontró en una frecuencia de 19.6% mientras que el alelo "C" normal o resistente al SEP en una frecuencia de 80.4%. Las frecuencias genotípicas observadas fueron las siguientes 262 individuos (65.0%) fueron caracterizados como homocigotas normales o resistentes (CC) al SEP (Tabla 1, Fig. 1 calles 1, 6, 8, 9, 10), 124 individuos (30.8%) fueron caracterizados como heterocigotas o portadores (CT) de la mutación causante del SEP (Tabla 1, Fig. 1 calles 2, 3, 5, 7, 11) y 17 individuos (4.2%) fueron caracterizados como homocigotas susceptibles (TT) al SEP (Tabla 1, Fig. 1 calle 4).

Al evaluar el efecto de los diferentes genotipos del gen ryr1 en función del pH de la carne a los 45 min. post faena de 403 cerdos se observó un efecto altamente significativo ($p < 0.0001$). Los indivi-

duos homocigotas normales o resistentes (CC) mostraron los valores de pH post faena mas altos (6.27), los individuos heterocigotas o portadores (CT) presentaron valores intermedios de pH (5.94) y los individuos homocigotas recesivos o susceptibles (TT) mostraron los valores de pH mas bajos a (5.65) (Tabla 2).

La bibliografía propone que a pHs menores de 5,5-5,8 la carne se considera PSE. En base a los resultados obtenidos se observa que los individuos homocigotas susceptibles (TT) presentan valores medios de pH menores a 5,5-5,8 lo que estaría indicando que estos individuos presentarían carnes tipo PSE.

La alta incidencia del alelo susceptible del gen RYR1 al SEP en los cerdos híbridos podría deberse a una falta de conocimiento de la constitución alélica del gen RYR1 de los reproductores utilizados, así como la falta de planificación de los cruzamientos realizados. Una posible solución para este problema es aplicar en el mejoramiento genético, la selección asistida por marcadores moleculares, lo que permitiría disminuir la incidencia del alelo “n” causante del SEP y de carnes PSE mediante la selección de reproductores que no presenten el alelo de susceptibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aljanabi, S.M. and Martinez, I. (1997). Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic Acids Research*. 25 (22):4692-4693
 - Brenig, B. and Brem, G. (1992). Genomic organization and analysis of the 5´ end of the porcine ryanodine receptor gene (ryr1). *FEBS Lett*. 298 (2,3):277-279
 - Calvo, J. H., Osta, R., Garcia-Muro, E., Zaragoza, P. (1997). Síndrome de estrés porcino: aplicación y ventajas de la PCR para su diagnóstico. *Med. Vet*. 14 (2):110-113.
 - Christian, L.L. (1972). A review of the role of genetics in animal stress susceptibility and meat quality. *Proc Pork Qual Symp*, (Univ. of Wisconsin, Madison).91-115
 - Eikelenboom, G. and Minkema, D. (1974). Prediction of pale, soft, exudative muscle with a non-lethal test for the halothane-induced porcine malignant hyperthermia syndrome. *Neth. J. Vet. Sci*. 99:421-426.
 - Fujii, J., Otsu, K., Zorzato, F., De Leon, S., Khanna, V.K., Weiler, J.E., O’ Brien, P.J. and MacLennan, D.H. (1991). Identification of mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*. 253:448-451.
 - Noguera, J.L. and Piedrahita, J. (1992). *Porci* 7. 25.
 - Shen, H., Lahucky, R., Kovac, L. and O’ Brien, P.J. (1992). Comparison of Hal gene status with ³¹P NMR-determined muscle metabolites and with Ca sequestration activity of anoxia - challenged muscle from pigs homozygous and heterozygous for porcine stress syndrome. *Pig News and Information*. 13:105-109
-

capítulo 24

Gallinger, C.¹; Federico, F.¹; Azcona, J.²; Iglesias, B.²; Spotorno, V.³¹ INTA EEA Concepción del Uruguay, Entre Ríos² INTA EEA Pergamino³ INTA, ITA Castelar

Evaluación de isoflavonas de soja sobre la respuesta zootécnica y calidad de la carne de pollos

INTRODUCCIÓN

Las isoflavonas (ISF) son sustancias encontradas naturalmente en la soja que tienen efectos benéficos sobre la salud humana, debido en parte, a su actividad estrogénica. Dos de las principales ISF en la soja son la genisteína y la daidzeína, las cuales se unen a receptores estrogénicos ejerciendo sus efectos (Dixon, 2004). A su vez, se ha demostrado en aves un efecto positivo sobre los parámetros zootécnicos, la retención de agua en la canal y un efecto antioxidante en las carnes.

Estudios de Jiang et al. (2007) muestran que la adición de hasta 80 mg/kg de ISF sintéticas a una dieta basal elaborada con harina de pescado, gluten de maíz y proteína concentrada de soja permitió mejorar la respuesta zootécnica, incrementar el estatus antioxidante y mejorar la retención de agua de la canal. Por otro lado, trabajos realizados por Payne et al. (2001) muestran que la inclusión de ISF de soja a una dieta estándar a base de maíz-soja (T1: 346, T2: 693 y T3: 1733 mg/kg de ISF) no afectó el crecimiento de las aves.

En base a estos antecedentes el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de las ISF, determinando el efecto sobre el estatus oxidativo, la pérdida de agua de la carne por goteo y el nivel de incorporación de las mismas en carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 80 pollos parrilleros machos Ross, los cuales fueron alimentados desde el nacimiento hasta los 35 días con las dietas experimentales. Se establecieron cuatro dietas dife-

rentes isonutritivas, respondiendo a los requerimientos de la línea comercial. Las mismas presentaron diferentes niveles de ISF, T1: Control (maíz-soja), T2: Baja ISF (maíz, gluten, pescado, girasol, poroto soja extrusado), T3: ISF agregada=T1, T4: ISF agregada doble T1.

Para calcular las concentraciones de ISF a utilizar se procedió a analizar la concentración de cada ingrediente en particular (Cuadro 1) y para alcanzar las concentraciones estipuladas en las otras dos raciones se utilizó un producto comercial concentrado de ISF con 17 % de isoflavonas (Droguería Saporiti). Las concentraciones alcanzadas se pueden encontrar en el Cuadro 2. La determinación de ISF en materias primas, alimentos y carne de pollo se realizó por HPLC con detección de UV a 260 nm, columna de C18 y gradiente de acetonitrilo y ácido acético al 10 %. Los alimentos utilizados durante la crianza se dividieron de la siguiente manera: Iniciador (1-7 días); Crecimiento (8-21 días); Terminador (22-35 días). En el Cuadro 3 se pueden observar las dietas experimentales utilizadas, cuya forma de presentación fue en harina.

Durante la crianza de las aves se monitorearon parámetros zootécnicos (peso, consumo y conversión) de manera semanal, a la vez que fue registrada la mortalidad. A los 35 días de edad todas las aves fueron sacrificadas manualmente mediante corte en la vena yugular, dejando desangrar el ave en su totalidad por el lapso de aproximadamente 5 minutos, escaldadas en agua a temperatura de 53 °C durante y posteriormente desplumadas manualmente. Luego se enfriaron las carcasas (chiller) en agua refrigerada a 4 °C

durante el lapso de 2 horas. Finalizada esta etapa se procedió a cortar un trozo de aproximadamente 4 cm² del músculo Pectoralis major para medir la capacidad de retención de agua. Paralelamente se separaron pata-muslos y pechugas de 10 aves por tratamiento para determinar el contenido de ISF y capacidad antioxidante mediante la técnica de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico TBARS en pechuga.

El estatus oxidativo se evaluó por duplicado mediante la técnica de TBARS según el método de extracción ácida (Descalzo et al., 2005). Alícuotas de 2,5g de carne picada se procesaron en un homogeneizador Stomacher Lab Blender 400 (Seward Medical - Londres, UK) durante 3 min en bolsas que contenían 12,5 ml de una solución de TCA (10% p/v), luego se filtró por papel Whatman n°2. Iguales cantidades de sobrenadante y solución de TBA 0.02 M se mezclaron y se dejaron incubar durante toda la noche hasta el desarrollo de un color rosado. Se determinó la absorbancia a 530 nm en un espectrofotómetro UV-Visible Lambda Bio-20 (Perkin Elmer Corp. - Norwalk, CT, USA) y los valores se compararon con los de una curva estándar realizada con TEP. Los resultados fueron expresados en mg de MDA/kg de carne fresca.

La pérdida de agua o “drip loss” se evaluó según la metodología de Honikel y Hamm (Morón-Fuenmayor y Zamorano-García, 2003) con leves modificaciones. Se procedió a cortar 38 g (± 8 g) de músculos pectoral torácico y supracoracoideo. Posteriormente de pesado el mismo se le introdujo un clip de metal para conformar un gancho, se cubrió con bolsa de plástico evitando que la misma toque la muestra y se cerró a la altura del extremo del gancho con una banda elástica. Inmediatamente todas las muestras fueron suspendidas por el gancho en heladera y se pesaron cada 24 horas por un lapso de 3 días. Las pérdidas de agua fueron expresadas en porcentaje de peso inicial. Todos los resultados obtenidos fue-

ron analizados estadísticamente mediante InfoStat (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 4, 5 y 6 se presentan los resultados de respuesta productiva de los cuatro lotes de animales. Como se puede observar existe una tendencia a que niveles muy altos o muy bajos de ISF afecten negativamente el desempeño de las aves. Esta conclusión surge del análisis individual de tan solo 20 animales, ya que no fue el objetivo primordial de este trabajo la evaluación de los parámetros productivos. Se deben realizar futuras investigaciones para corroborar esta tendencia.

En el cuadro 7 se figuran los resultados de pérdida de agua (“drip loss”) en la carne de pollo. No se observaron diferencias significativas entre los mismos, a diferencia de lo encontrado por Jian et al. (2007) quienes alimentando aves con una ración a la que le adicionaron 40 mg de ISF sintética (gliciteína) evidenciaron una mejora en la retención de agua de aproximadamente un 17 % con metodología basada en prensado con filtro de papel.

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en el status oxidativo de las canales, medido como contenido de malondialdehído en carne. Los tratamientos T1 y T3 cuyos contenidos de ISF son los habituales en dietas prácticas presentaron valores más bajos en TBA comparado con T2 (dieta con bajo contenido de ISF) y

Cuadro 2. Concentraciones de Isoflavonas totales (mg/g) promedio de las raciones de las tres etapas para cada uno de los tratamientos determinadas analíticamente.

Tratamientos	Isoflavonas totales
T1	0,082
T2	0,060
T3	0,112
T4	0,331

Materias Primas	Daidzeína		Genisteína		Total
	mg/g	(+/-)	mg/g	(+/-)	
Harina de soja	0,178	0,077	0,118	0,053	0,296
Poroto de soja	0,057	0,006	0,050	0,038	0,108
Maiz	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Harina de girasol	0,107	0,019	0,000	0,000	0,107
Gluten	0,064	0,003	0,000	0,000	0,064
Aceite de soja	0	0	0	0	0

Cuadro 1. Concentración de Daidzeína y Genisteína (mg/g) en las diferentes materias primas utilizadas.

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales (%).

Ingredientes	1- 7 días		8-21 días		22-35 días	
	BASAL BAJA ISF	CONTROL MAIZ SOJA	BASAL BAJA ISF	CONTROL MAIZ SOJA	BASAL BAJA ISF	CONTROL MAIZ SOJA
Maíz	57,417	59,279	61,193	62,098	56,605	65,829
Harina de girasol	20,799		17,711		24,147	
Poroto Soja Extr.	5,000	8,614	5,000	17,014	5,000	20,000
H. Soja 40		23,557		12,581		5,806
Gluten Meal	5,000		5,000			
H. Pescado	5,000	2,000	1,650	2,000	2,000	2,000
H. Carne 45	4,042	5,211	5,629	5,034	5,058	4,658
Aceite Soja	1,250		2,234		5,829	0,384
Lisina	0,438	0,043	0,523	0,072	0,431	0,151
Sal	0,379	0,360	0,266	0,288	0,251	0,271
Conchilla	0,274	0,430	0,302	0,409	0,202	0,399
Premix	0,200	0,200	0,200	0,200	0,150	0,150
Metionina	0,058	0,206	0,111	0,204	0,159	0,228
Treonina			0,056		0,071	0,044
Triptófano	0,043		0,025		0,017	
Coccidiostato	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Colina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,030	0,030
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nutrientes calculados						
EMV (cal/g)	3288	3288	3383	3383	3476	3476
Proteína (%)	21,41	21,00	19,49	19,50	18,00	18,00
Lisina (%)	1,200	1,200	1,100	1,100	1,050	1,050
Lisina Dig (%)	1,062	1,093	0,986	0,984	0,920	0,942
Met+Cis (%)	0,890	0,890	0,840	0,840	0,820	0,820
Met + Cis Dig (%)	0,806	0,827	0,762	0,768	0,741	0,751
Tre (%)	0,790	0,817	0,740	0,744	0,720	0,720
Tre Dig (%)	0,683	0,714	0,645	0,642	0,626	0,621
Isoflavonas (mg/G)	0,0373	0,0901	0,0340	0,0776	0,0377	0,0646

Cada kg de núcleo aportó: vitamina A, 5300000UI; vitamina D3, 1560000UI; vitamina E, 15000mg; vitamina B1 (tiamina), 1000mg; vitamina B2 (riboflavina), 4000mg; vitamina B3 (niacina), 26000mg; vitamina B5 (ácido pantoténico), 6500mg; vitamina B6 (piridoxina), 2000mg; vitamina B8 (biotina), 50mg; vitamina B9 (ácido fólico), 600mg; vitamina B12 (cianocobalamina), 10mg; vitamina K3 (menadiona), 1700mg; Colina, 60000mg; Cu, 4000mg; Fe, 30000mg; I, 400mg; Mn, 50000mg; Se, 140mg; Zn, 40000mg; exp. csp 1000g (ROVIMIX Parrilleros). Valores de isoflavonas estimados de acuerdo a los análisis realizados en las materias primas.

Recomendaciones : 0,2 g/100 kg de ración.

Cuadro 4. Peso de las aves desde 1 día a los 35 días de edad (20 aves por lote).

Tratamientos	1 día	21 días	35 días
T1	45,61	835,2	2170,2
T2	45,59	780,6	2060,4
T3	45,72	822,2	2138,2
T4	45,51	802,0	2076,5
CV (%)	7,85	13,79	12,07

Cuadro 5. Consumo Acumulado (g) (promedio de un lote de 20 animales).

Tratamiento	0-7 d	0-21 d	0-35 d
T1	103,4	1383,5	3644,3
T2	87,5	1239,7	3515,7
T3	64,8	1280,1	3519,2
T4	50,8	1303,1	3463,7

Cuadro 6. Conversión (promedio de un lote de 20 animales).

Tratamiento	0-7 d	0-21 d	0-35 d
T1	0,734	1,657	1,679
T2	0,648	1,588	1,706
T3	0,465	1,557	1,646
T4	0,365	1,624	1,667

Cuadro 7. Pérdida de agua o drip loss (%).

Tratamiento	Pérdida de agua		
	24 hs	48 hs	72 hs
T1	0,61 a	0,91 a	1,32 a
T2	0,62 a	0,96 a	1,29 a
T3	0,68 a	0,97 a	1,32 a
T4	0,69 a	1,03 a	1,39 a
CV (%)	17	15	15

Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas $P < 0,05$

con T4 (dieta con alto contenido de ISF). Jiang et al (2007) evidencian mejoras en la capacidad antioxidante al evaluar el contenido de MDA en carcasas de aves. Se debe destacar que los autores no aclaran el contenido de ISF de la dieta sin suplementar, por lo tanto se desconocen las concentraciones finales de ISF.

Hasta el momento no se reportaron estudios que evidencien un aumento de las concentraciones de ISF en carne de pollos alimentados con estas sustancias. En el presente estudio, también se observó que la inclusión de diferentes niveles de ISF en la dieta no afectó de manera significativa el contenido de ISF en los cortes estudiados.

Con estos resultados, se confirmaría que las aves no depositan altos niveles de estas sustancias en la carne. En consecuencia, la carne de pollo no aportaría ISF a la dieta del consumidor como lo hacen fuentes de origen vegetal como la soja.

CONCLUSIONES

En este estudio no se demostró una mejora de la calidad de carne de pollos parrilleros al alimentarlos con diferentes concentraciones de ISF en el alimento. Con las concentraciones extremas de ISF evaluadas se afectó negativamente el estatus oxidativo de la carne. Independientemente del contenido de ISF en la dieta, no se observó un

Cuadro 8. Contenido de MDA (mg/kg de carne) en pechuga.

Tratamiento	MDA
1	0,3704 b
2	0,5805 a
3	0,3262 b
4	0,5763 a

Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas $P < 0,05$

Cuadro 9: Contenido de Isoflavonas en Diferentes cortes ($\mu\text{g/g}$).

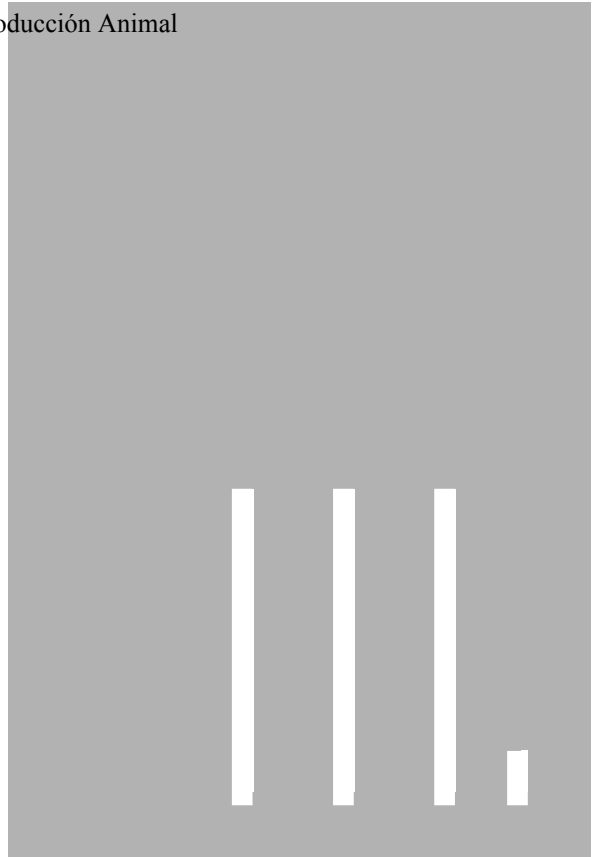
Isoflavonas	Muslo	Pechuga	CV
Daidzeína	0,0252 a	0,0251 a	10,34
Genisteína	0,0263 a	0,0266 a	14,7
Tratamiento	Daidzeína	Genisteína	
1	0,0246 a	0,027 a	
2	0,0245 a	0,026 a	
3	0,0253 a	0,025 a	
4	0,0264 a	0,026 a	

Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas $P < 0,05$

aumento de estas sustancias en la carne.

BIBLIOGRAFÍA

- Descalzo, A., Insani, E., Biolatto, A., Sancho, A.M., García P.T., Pensel N.A. 2005. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science* 70:35-44.
- Dixon, R.A. 2004. Phytoestrogen. Annual Re-view. *Plant Biology* 55:225-261.
- InfoStat versión 2012. Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Jiang, Z.Y., Jiang, S.Q., Lin, Y.C., Xi, P.B., Yu, D.Q. and Wu, T.X. 2007. Effects of soybean isoflavone on growth performance, meat quality and antioxidant in male broilers. *Poultry Science* 86:1356-1362.
- Morón-Fuenmayor O.E. & Zamorano-García L. 2003. Pérdida por goteo en diferentes carnes crudas. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal* 11:125-127.
- Payne, R.L., Bidner, T.D., Southner, L.L. and Mc Millin K.W. 2001. Dietary effects of soy isoflavones on growth and carcass traits of commercial broilers. *Poultry Science* 80:1201-1207.



bienestar animal

Ceballos, D.¹; Villa, M.¹; Zimmerman, M.²; Opazo, W.¹; Tracaman, J.¹¹ INTA EEA Esquel² INTA EEA Bariloche

Evaluación de canales e indicadores fisiológicos de estrés en ovejas Merino de refugio faenadas a diferente tiempo post esquila

RESUMEN

Se evaluó algunos indicadores sanguíneos de estrés, pH de la carne y porcentaje de la superficie de las canales dañadas (DC) en ovejas Merino de refugio engordadas en condiciones de confinamiento y sacrificadas a diferentes días post esquila. Similarmente se determinó el efecto de la esquila sobre la concentración de cortisol (CO), creatín quinasa (CK), urea (U), proteínas totales (PT) y albúminas (AL). Por efecto de la esquila, el nivel de CO de las ovejas se elevó post esquila (1.72 vs 5.59 µg/dL; $p<0.001$), similarmente los niveles de CK aumentaron después de la esquila (224.6 vs 2335.9 UI/l; $p<0.001$). No se encontró efecto significativo de la esquila sobre U, PT y AL. En referencia a los días post esquila los niveles de CO del día 0 fueron ($p<0.05$) mayores en comparación con el día 12.

No obstante, este último, se comportó de forma similar al día 6 y 19. La actividad de la CK en los días 0 y 6 fue mayor ($p<0.05$) que en los días 12 y 19. La concentración de U en plasma fue similar entre días post esquila. La concentración PT del día 19 fue mayor ($p<0.05$) a la hallada en los días 0 y 6, sin presentara diferencia a la del día 12. La AL se comportó similar a las PT, la concentración en el día 0 fue mayor ($p<0.05$) que la de los días 12 y 19, sin presentar diferencia con la del día 6. En relación a las canales, las sacrificadas el día 19 presentaron un menor ($p<0.05$) pH que las sacrificadas el día 0. Si bien no se encontraron diferencias significativas entre las faenadas los días 6 y 12 en comparación con las de días 19,

estas últimas tendieron ($p=0.07$) a mostrar un menor pH. Las canales faenadas a los 12 y 19 días post-esquila presentaron ($p<0.05$) menores DC que las sacrificadas a 0 y 6 días.

INTRODUCCIÓN

Los engordes de ovejas de refugio en condiciones de confinamiento comienzan a tener importancias en los sistemas ovinos de Patagonia (Ceballos et al., 2011). Por lo general en estos sistemas los animales son esquilados 20-30 días antes de la fecha probable de faena, pero no hay información a nivel local del momento adecuado de faena post esquila y su efecto sobre algunos indicadores sanguíneos de estrés, pH y porcentaje de daño sobre las canales. En general se recomienda dicho período con el objetivo de aumentar el consumo y acortar el tiempo de engorde. Por otro lado, el animal tiene mayor tiempo para cicatrizar debido a los cortes que pueden ser ocasionados durante la esquila (Bianchi 2011, comunicación personal).

Las situaciones que implican el manejo de animales, tales como esquila, están dentro del grupo de interacciones animal-hombre, reconocidas como uno de los factores de estrés en la ganadería. Como consecuencia del estrés se producen cambios fisiológicos que pueden ser criterios de diagnóstico en los animales estresados (Piedrafita y Manteca 2002). El estrés, causado por la esquila, podría causar una disminución en la concentración de glucógeno muscular, dada por una glucólisis antes del sacrificio, afectando

la transformación de musculo en carne y dando origen a las carnes denominadas DFD (Dark, Firm, Dry) (Briskey, 1964).

Este tipo de carnes son oscuras, firmes y secas. Por otro lado, el principal defecto es el elevado pH, por la cual son muy susceptibles al deterioro microbiano, comprometiendo su conservación en cámaras de frío o paquetes de almacenaje (Monin 1988). En este contexto se planteó un trabajo experimental con el objetivo de evaluar algunos indicadores sanguíneos de estrés, pH de la carne y porcentaje de la superficie de las canales dañadas en ovejas Merino de refugio engordadas en condiciones de confinamiento y sacrificadas con diferentes períodos de recuperación post esquila.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Lugar de la experiencia y manejo de los animales utilizados

La experiencia se realizó en el Campo Experimental de INTA Esquel ubicado a 10 km de la localidad de Trevelin a 43° 7' 20,8'' latitud sur y 71° 32' 53,95'' longitud oeste. Se utilizaron 48 ovejas Merino de refugio que fueron acostumbradas a la dieta durante 15 días. Finalizado dicho período las ovejas se distribuyeron en 6 corrales (n=4/corral) bajo galpón (G) y 6 al aire libre (A), utilizando dos balanceados (D1=14% y D2=17% PB de 2.5 Mcal/KgMS) y heno de mallín ad libitum. Todos los animales fueron esquilados según el método Tally-Hi con esquila mecánica a 98 días de estar alimentados en condiciones de confinamiento.

2. Parámetros evaluados

2.1. Parámetros sanguíneos o indicadores fisiológicos

Inmediatamente antes y después de finalizada la esquila se tomaron muestras de sangre de un conjunto de animales (n=40). Finalizada la esquila los animales fueron asignados aleatoriamente a 4 momentos diferentes de faena: 0, 6, 12 y 19 días post esquila. Inmediatamente antes de sacrificados los animales se recolectó otra muestra de sangre de cada animal. Los parámetros sanguíneos que se midieron fueron:

Concentración de cortisol (CO) [$\mu\text{g/dL}$]: fue determinada por quimioluminiscencia utilizando el kit comercial Immulite de la marca Siemens Healthcare Diagnostics Products Ltd., United Kingdom.

Actividad de creatín quinasa (CK) [UI/L]: fue determinada por prueba líquida de creatin quinasa activada por NAC, utilizando el kit comercial CK-NAC UV AA, Wiener, Argentina.

Concentración de Urea (U) [g/L]: fue determinada por colorimetría por método enzimático utilizando el kit comercial UREMIA, Wiener, Argentina.

Concentración de Proteínas totales (PT) [g/dL]: fue determinada por colorimetría utilizando el kit comercial PROT12, Wiener, Argentina.

Concentración de Albúmina (Al) [g/dL]: fue determinada por colorimetría por colorimetría utilizando el kit comercial UREMIA, Wiener, Argentina.

Para la determinación de cortisol el equipo utilizado fue Immulite® 1000 systems. Para los demás indicadores se utilizó espectrofotómetro Metrolab 2300 Plus V3 (EEUU). Dichos análisis fueron realizados en el laboratorio de análisis clínicos DiBio (Diagnóstico Integral Bioquímico).

2.2. Parámetros de la canal

La faena de los animales se realizó en un matadero experimental ubicado en el campo de INTA y luego las canales fueron oreadas y luego refrigeradas a 4 °C durante 24 h. Finalizado dicho período se midió el pH de la carne y el porcentaje de daño de las reses.

El pH de la carne se determinó a las 24 h post-faena sobre el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* entre la 4ª y la 5ª vértebra lumbar utilizando peachímetro portátil de la marca Testo (modelo 230, Argentina) con electrodo de penetración y sonda de temperatura adosada, siguiendo la metodología propuesta por Garrido et al. (2005). Los valores registrados corresponden al promedio de dichas mediciones.

El porcentaje de daño de la canal se estimó mediante fotografía escalada de la misma, usando el programa UTHSCSA ImageTool versión 3.0 (Donald Wilcox et al., 2002).

2.3. Diseño y análisis estadístico de los parámetros evaluados

Las variables evaluadas fueron analizadas utilizando un diseño en bloque (peso vivo y condición corporal) con arreglo factorial 4 x 2 x 2 (días post-esquila, dieta y ambiente como efectos fijos). Para dicho análisis se utilizó el proc GLM del Paquete estadístico de SAS (V.8.0). La varia-

Cuadro 1. Análisis del efecto de la esquila sobre algunos indicadores sanguíneos. Medias y error estándar.

Indicadores sanguíneos	Antes de la esquila	Después de la esquila	P > F				
			E	D	A	B	A*D
CO (µg/dl)	1.72 ± 0.27 a	5.59 ± 0.28 b	<0.001	ns	ns	ns	ns
CK (UI/l)	224.6 ± 242.7 a	2335.9 ± 251.7 b	<0.001	ns	ns	ns	ns
U (g/l)	0.56 ± 0.015	0.54 ± 0.016	ns	0.001	ns	ns	0.001
PT (g/dl)	7.5 ± 0.19	7.5 ± 0.19	ns	ns	ns	ns	ns
AL (g/dl)	3.4 ± 0.05	3.4 ± 0.05	ns	ns	ns	ns	ns

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

E: efecto fijo de la esquila.

D: efecto fijo de la dieta.

A: efecto fijo del ambiente de confinamiento.

B: efecto fijo del peso vivo al inicio del confinamiento.

D*A: interacción.

ble creatín quinasa fue transformada con log₁₀ y estandarizada como una variable normal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se pueden observar los efectos de la esquila sobre los parámetros sanguíneos evaluados antes y después de la esquila. Los niveles de cortisol y creatín quinasa aumentaron significativamente post-esquila. El cortisol es una hormona que juega un rol importante en la mediación de la respuesta fisiología al estrés (Brousset Hernández-Jáuregui, 2005; Werner Becker, 2006). Este actúa sobre el metabolismo de la glucosa, activando la gluconeogénesis hepática, inhibiendo la síntesis de proteína y favoreciendo la proteólisis. En este trabajo, por efecto de la esquila, el nivel de cortisol de las ovejas se elevó en un 70% post esquila.

En relación a la creatín quinasa, es una enzima cuya concentración en plasma es un buen indicador de la actividad física y/o daño muscular (Wilson, 1990 citado por Kannan et al., 2002). Lesiones físicas, tales como el desgarrar de las fibras musculares, pueden causar un aumento de su concentración en sangre (Gregory, 1998 citado por Kannan et al., 2002). Como se puede observar en el cuadro 1, los niveles de esta enzima aumentaron significativamente después de la esquila, posiblemente explicado por los cortes que podrían haberse ocasionado durante la misma.

El nivel de urea en sangre es un buen indicador del estado nutricional del animal. Cualquier proceso que aumente el catabolismo de la proteína, como por ejemplo el ayuno prolongado, tenderá a

aumentar los niveles de urea en plasma (Ward et al., 1992; Gregory, 1998, citado por Kannan et al., 2002; Kouakou et al., 1999; Knowles y Warriss, 2000). En el presente trabajo no se hallaron diferencias entre los niveles de urea de los animales antes y después de la esquila ya que los animales no estuvieron sometidos a ayunos prolongados. No obstante si se halló un efecto significativo de la dieta, donde las ovejas alimentadas con alto nivel de proteína presentaron una mayor concentración de urea (0.60 g/l) que las ovejas alimentadas con bajo nivel de proteína en la dieta (0.52 g/l). Esta variable no se comportó independientemente del ambiente (animales bajo techo y al aire libre).

En referencia a las proteínas totales y albúminas, un aumento en la concentración de las mismas pueden ser ocasionados por una deshidratación de los animales durante un corto período (De la Fuente et al., 2005; Stull y Rodiek, 2002; Broom y Fraser, 2007; Ferguson y Warner, 2008). En el presente trabajo no se halló efecto de la esquila sobre estas variables debido a que los animales antes y después de la esquila estuvieron provistos de agua *ad libitum*.

En el cuadro 2 se puede observar el efecto de los días post esquila sobre algunos indicadores sanguíneos evaluados. Los niveles de cortisol del día 0 fueron significativamente mayores en comparación con el día 12. No obstante, este último, se comportó de forma similar al día 6 y 19. En general se observa que los niveles de cortisol disminuyen con el aumento de los días post esquila, pero el día 19 aumentan, posiblemente explicado por un estrés de los animales al quedar alojados en forma individual en los corrales experimentales de engorde, ya que la faena escalonada produjo una reducción de animales por corral.

La actividad de la enzima creatín quinasa en los días 0 y 6 fue significativamente mayor que en los días 12 y 19. En promedio los días 0 y 6 representó 892,2 UI/l, mientras que los días 12 y 19 fue

Cuadro 2. Efecto del tiempo post esquila sobre algunos indicadores sanguíneos.

Días post-esquila	N	CO (µg/dl)	CK (log UI/l) ¹	U (g/l)	PT (g/dl)	AI (g/dl)
0	38	5.6 ± 0.39 a	3.2 ± 0.7 a	0.55 ± 0.02	7.5 ± 0.28 a	3.4 ± 0.07 a
6	12	5.3 ± 0.68 ab	2.3 ± 0.13 a	0.53 ± 0.03	7.2 ± 0.49 a	3.2 ± 0.12 ab
12	12	3.5 ± 0.68 b	1.5 ± 0.13 b	0.49 ± 0.03	7.8 ± 0.49 ab	2.9 ± 0.12 b
19	7	5.1 ± 0.92 ab	1.6 ± 0.17 b	0.48 ± 0.05	9.5 ± 0.65 b	2.3 ± 0.16 c

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre medias.

¹ variable transformada log₍₁₀₎

de 35,7 UI/l. Como se explicó anteriormente, el aumento de esta enzima posiblemente se deba al corte y daño de los animales, causado por la esquila.

En relación a la concentración de urea en plasma, no se encontró efecto significativo del momento de faena post-esquila, pero como se mencionó anteriormente, en las ovejas alimentadas con alto nivel de proteína, el nivel de urea fue 17% superior que en las alimentadas con una dieta con bajo nivel de proteína.

La concentración plasmática de proteínas totales fue incrementando con el tiempo post esquila, aunque solamente en el día 19 fue significativamente mayor a la hallada en los días 0 y 6. La concentración en el día 12 no presentó diferencias significativas con la hallada en los días 0, 6 y 19. La concentración de albúminas se comportó similar a la concentración de proteínas totales. Aumentaron con el tiempo post esquila. La concentración en el día 0 fue significativamente mayor que la de los días 12 y 19.

En el cuadro 3 se pueden observar los valores de pH de la carne y porcentaje de daño evaluado en las canales faenadas a diferente tiempo post-esquila. Las ovejas sacrificadas el día 19 presentaron un menor pH que las sacrificadas el día 0. Si bien no se encontraron diferencias significativas entre las faenadas los días 6 y 12 en comparación

con las de días 19, estas últimas tendieron ($p=0.07$) a mostrar un menor pH. Si bien, aunque las diferencias halladas fueron estadísticamente significativas, es importante destacar que para ninguno de los tratamientos estudiados (días de faena post-esquila) se hallaron valores indeseables de pH final de la carne. Según Martínez-Cerezo et al., (2005) los valores de referencia de pH de la carne en pequeños rumiantes con canales de 30-32 kg varían entre 5.50 y 5.58 respectivamente. Por otro lado Vergara et al., (1999) propone valores de 5.84 y 5.78 en canales de 21.7 y 27.8 kg respectivamente. El Comité de Comercio, Industria y Desarrollo Empresarial de las Naciones Unidas, en lo que se refiere a estándares para canales y cortes ovinos (Economic and Social Council-UN, 2001) define un valor de pH final de 6.0 como el umbral (medido en el músculo *longissimus dorsi* de acuerdo a las reglas ISO 2917:1974), por sobre el cual se obtendrían carnes oscuras, firmes y secas (Economic and Social Council-UN 2001)

En general, el porcentaje de la superficie de la canal dañada disminuyó con el tiempo post esquila. Las canales faenadas a los 12 y 19 días post-esquila presentaron significativamente menores daños que las sacrificadas a 0 y 6 días. Estos valores se comportaron similarmente a los niveles de creatín quinasa, enzima muy relacionada con los daños musculares, explicada anteriormente.

Es importante mencionar que no se halló efecto de dietas y condiciones ambientales estudia-

Días post esquila	N*	pH	T (°C)	Daño en la canal (%)
0	12	5.73 ± 0.05 a	4.6	3.8 ± 0.53 a
6	12	5.65 ± 0.05 ab	4.5	3.3 ± 0.53 a
12	12	5.64 ± 0.05 ab	4.6	1.7 ± 0.53 b
19	8	5.49 ± 0.06 b	4.1	1.6 ± 0.65 b

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre medias.

Cuadro 3. Media y error estándar del pH de la carne y porcentaje de la superficie de las canales dañada en ovejas faenadas a diferentes días post-esquila.

das sobre el pH de la carne como tampoco sobre el porcentaje de daño de las canales evaluadas a los diferentes momentos post esquila.

CONCLUSIONES

Bajo estas condiciones experimentales, se puede concluir que en ovejas Merino de refugio engordadas a corral la faena puede realizarse a partir de los 12 días post esquila, para obtener canales con adecuado valor de pH de la carne, menor porcentaje de daño o lesiones sobre la canal y bajos niveles de cortisol y actividad de creatín quinasa en plasma.

BIBLIOGRAFÍA

- Briskey E. J., 1964. Etiological status and associated studies of pale, soft and exudative porcine musculature. *Adv Food Res* 13, 89-93.
- Broom, D. M. and Fraser, A. F. 2007. *Domestic Animal Behaviour and Welfare*, 4th ed. CAB International, Wallingford, UK, 540 p.
- Brousset Hernández-Jáuregui, D. M., Galindo Maldonado, F., Valdez Pérez, R. A., Romano Pardo, M. y Schuneman de Aluja, A. 2005. Cortisol en saliva, orina y heces: Evaluación no invasiva en mamíferos silvestres. *Vet. Méx.*, 36 (3), 325-337.
- Ceballos, D., Villa, M., Opazo, W., Tracaman, J. 2011. Confinamiento de ovejas refugio con diferentes condiciones ambientales y dietas. 34 Congreso Argentino de Producción Animal 1st Joint Meeting ASAS-AAPA. Mar del plata, octubre 2011. En CD.
- De la Fuente, J., Díaz, M. T., Álvarez, I., Lauzuriza, S., Pérez, C., Cañeque, V. 2005. Comportamiento y bienestar animal. En: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*. Monografías INIA, Madrid, España, Serie Ganadera No. 3, pp. 47-60.
- Donald Wilcox, C., Brent Dove, S., Doss McDavid, W., y David Greer, B. 2002. UTHSCSA ImageTool versión 3.0. Department of Dental Diagnostic Science at The University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas.
- Economic and Social Council. 2001. Draft UN/ECE Standard for ovine carcasses and cuts. *TRADE/WP.7/GE.11/2001/6*. Acceso: 05/04/2011. España, Serie Ganadera No. 3, pp 206-215.
- 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.
- Garrido, M. D., Bañón, S. y Álvarez, D. 2005. Medida del pH. En: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*. Monografías INIA, Madrid, goats. *Journal of Animal Science* 77 (Suppl. 1), 267.
- Gregory, N. G., 1998. *Animal Welfare and Meat Science*. CABI Publishing. 287p.
- Kannan, G., Terrill, T. H., Kouakou, B., Ge-laye, S. and Amoah, E. A. 2002. Simulated preslaughter holding and isolation effects on stress responses and live weight shrinkage in meat goats. *Journal of Animal Science*, 80: 1771-1780.
- Knowles, T. G. and Warris, P. D. 2000. Stress physiology of animals during transport. En: Grandin, T. (Ed.), *Livestock, handling and transport*. 2ª ed. CABI Publishing, Wallingford, 385-407.
- Kouakou, B., Gazal, O. S., Terrill, T. H., Kannan, G., Gelaye, S. and Amoah, E. A. 1999. Effects of plane of nutrition on blood metabolites and hormone concentration in goats. *Journal of Animal Science*. 77 (Suppl. 1), 267.
- Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Panea, B., Mendel, I., Defar, R., Sierra, I., Beltrán, J. A., Cepero, R., Olleta, J. I. 2005. Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. *Meat Sci* 69, 325-333.
- Monin G. 1988. Stress d'abatage et qualités de la viande. *Rec Med Vet* 164: 835-842.
- Piedráfita, J. y Manteca, X. 2002. Mejora genética del comportamiento y del bienestar del ganado rumiante. *Revista ITEA*.
- SAS. 2002. *SAS/STAT User's guides*. SAS inst. Inc., Cary, NC.
- Stull, C. L. and Rodiek, A. V. 2000. Physiological responses of horses to 24 hours of transportation using a commercial van during summer conditions. *Journal of Animal Science*, 78, 1458-1466.
- Vergara, H., Molina, A. and Gallego, L. 1999. Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive Systems. *Meat Sci.*, 52, 221-226.
- Ward, J. R., Henricks, D. M., Jenkins, T. C. and Bridges, W. C. 1992. Serum hormone and metabolite concentrations in fasted young bulls and steers. *Domest. Anim. Endocrinol.* 9, 97-103.
- Werner becker, M. P. 2006. Efectos del transporte y manejo pre-sacrificio sobre las concentraciones de algunos constituyentes sanguíneos relacionados con estrés en quinos. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, 204 p.
- Wilson, B. W., Nieberg, P. S., Buhr, R. J., Kelly, B. J. and Shultz, F. T. 1990. Turkey muscle growth and focal myopathy. *Poult. Sci.*, 69, 1553-1562.

capítulo 26

Alende, M.¹; Volpi Lagreca, G.¹; Pordomingo, A.J.¹¹ INTA EEA Anguil

El bienestar animal en el transporte de bovinos para faena

INTRODUCCIÓN

El transporte es el evento estresante más intenso en la vida de los bovinos (23, 50). Por tratarse de un proceso visible para los consumidores, todo esfuerzo por mejorar las condiciones en que se realiza mejora la imagen del producto generado (42, 50). El ayuno (23), los movimientos y maltratos durante la carga y la descarga (7), la mezcla de animales de diferentes orígenes (1,74), sumados al miedo y agotamiento físico que inevitablemente implica el transporte, son responsables de importantes pérdidas económicas debidas a pérdidas de peso (20), decomisos por hematomas (74), perjuicio en las características físicas y sensoriales de la carne obtenida (21, 52, 80) y muerte de los animales transportados (8). Un manejo pobre de los animales durante algunas horas puede dilapidar el esfuerzo realizado durante meses o años por un productor ganadero (25, 27).

El impacto del transporte sobre el bienestar animal, puede ser evaluado tanto a partir de respuestas conductuales y/o fisiológicas de los animales, como a partir de la cuantificación de pérdidas en cantidad y calidad de carne (74). El hecho de que la calidad de la carne resulte afectada, es evidencia de un sufrimiento significativo por parte de los animales. Sin embargo, puede darse la ausencia de bienestar sin que se vean efectos sobre la carne (50).

La importancia del bienestar animal en la producción pecuaria es creciente. Actualmente, el nexo entre salud animal y bienestar animal se considera tan estrecho, que la OIE ha sido reconocida como organismo de referencia en aspectos relativos al bienestar animal, indicando la preocupación internacional por la temática (78).

MATERIALES Y MÉTODOS

• El transporte como evento estresante

Cuando la intensidad y/o duración del estrés superan cierto umbral, pueden observarse consecuencias negativas sobre la calidad de la carne (17,18). Los mecanismos fisiológicos del estrés son complejos e incluyen múltiples mediadores e interacciones nerviosas y endocrinas. El eje neuroendocrino hipotálamo-hipófisis-glándulas adrenales media las respuestas más importantes, reconociéndose a las hormonas adrenales -glucocorticoides (fundamentalmente cortisol) y catecolaminas (adrenalina y noradrenalina)- como los mediadores principales de la respuesta (53).

Indicadores de ausencia de bienestar durante el transporte

La ausencia de bienestar puede ser medida y detectada (6) a partir de indicadores comportamentales, fisiológicos y/o de calidad de producto (7,8). Los parámetros más sensibles son determinadas variables fisiológicas (11), como frecuencia cardíaca (15,59), frecuencia respiratoria (41) y, en algunos casos, la temperatura corporal (9, 41, 77), los cuales pueden ser monitoreados con relativa facilidad (10,18, 56). En segunda instancia, se ven cambios comportamentales. Incluye saltos, detenciones en la marcha, huidas, vocalizaciones, cese de conductas exploratorias (75) y conductas agonísticas (8). En tercera instancia, se detectan cambios en parámetros plasmáticos y/o en la concentración de hormonas y metabolitos (51). Esto incluye a las catecolaminas (49) y al cortisol (73,83) También se han detectado cambios en la concentración de insulina (23). Otro parámetro considerado es la concentración de ciertos metabolitos plasmáticos como glucosa (12, 61, 73) y

lactato (42,83), que suelen aparecer elevados en plasma debido a un efecto glucogenolítico mediado por catecolaminas (56, 73). Un parámetro ampliamente utilizado es el hematocrito (12,73), el cual se puede ver aumentado tanto como producto de la deshidratación como por contracción esplénica mediada por catecolaminas, estados que se diferencian teniendo en cuenta otros indicadores de deshidratación como las proteínas plasmáticas totales y las osmolaridad del plasma (58, 60, 83). Paralelamente, hay evidencias de que el estrés del transporte disminuiría el pH sanguíneo y aumentaría la concentración de hemoglobina y la cloremia (65). Un aumento prolongado de la cortisolemia puede producir inmunodepresión, con disminución en la cantidad y actividad de linfocitos (70) y aumento en el recuento de neutrófilos (65).

En viajes largos se inducen procesos catabólicos, producto de los cuales pueden verse aumentados los niveles plasmáticos de ácidos grasos libres y urea (43, 72, 83), fundamentalmente como producto del ayuno prolongado (42). La glucemia puede verse reducida si el ayuno es suficientemente prolongado como para afectar las reservas hepáticas de glucógeno (65). Paralelamente, el peso del hígado puede verse reducido (40).

Una medida utilizada para estimar el daño muscular producido por el esfuerzo, es la concentración plasmática de creatin fosfoquinasa (29, 47, 76, 89). Otro parámetro relacionado con el estrés es la concentración plasmática de proteínas de fase aguda, como la haptoglobina (4, 45) y la proteína C reactiva (44). Es importante tener en cuenta que, siempre que se usen indicadores plasmáticos, es necesario contar con valores basales de referencia para poder extraer conclusiones (5).

Efecto del estrés sobre la calidad de carne

Inmediatamente después del sacrificio del animal, se detiene la respiración aeróbica (82). Los miocitos consumen las reservas de glucógeno en forma anaeróbica y se acumula ácido láctico, con descenso del pH intracelular (35). El pH final (pHf) de la carne es inversamente proporcional a la concentración de ácido láctico, que depende de la concentración inicial de glucógeno (82). La relación entre concentración de glucógeno y pHf no

es lineal, ya que por debajo de cierto pH (<5,4) la glucólisis anaeróbica se detiene, sin importar la concentración de glucógeno residual (34). Si la concentración de glucógeno es limitante (menor a 8 mg/g de músculo), la acumulación de ácido láctico se detendrá por falta de sustrato (82) impidiendo alcanzar un pHf bajo (35). El estrés prefaena puede afectar la concentración intramuscular de glucógeno: las catecolaminas producen glucogenólisis muscular (82) y disminuyen los niveles intramusculares de glucógeno (35, 84), pudiendo afectar de esta manera el pHf de la carne.

El pHf de la carne se relaciona con ciertos parámetros de calidad, como la terneza (13, 67, 84), el color (30,62), la capacidad de retención de agua y la jugosidad (28, 30). Diferencias en calidad asociadas al pHf son también detectables por paneles sensoriales (80). Un pHf alto se relaciona directamente con incidencia de carnes duras, secas y oscuras (en inglés: dark, firm and dry, DFD) (35, 82), entendiéndose como tales aquellas con un pHf superior a 5,8-6,0 (82). Cuando el pH desciende normalmente, las proteínas musculares se desnaturalizan y los miofilamentos alcanzan su punto isoeléctrico. Esto reduce su capacidad de ligar agua.

Además, estos cambios en las proteínas afectan las propiedades de dispersión de luz en la carne, volviéndola más clara y opaca. En las carnes DFD esto no ocurre, por lo que la carne retiene fuertemente el agua y es más oscura (3, 82). Además, los pHf altos afectan la funcionalidad de algunas enzimas proteolíticas relacionadas con la terneza (67, 84). Paralelamente, las carnes DFD tienen mayor riesgo de contaminación bacteriana (67) y menor vida útil (26). Además, hay alguna evidencia de que la concentración residual de glucógeno, luego de estabilizado el pH y detenida la respiración anaeróbica, influiría en la CRA, en el color y en la terneza. (36)

La magnitud del estrés y el efecto final de este sobre la calidad del producto pueden estar condicionados por factores genéticos en los animales así como por las experiencias previas de los animales respecto al trato con seres humanos, (7, 9, 48). Smith y Grandin (1999) concluyeron que al menos el 80% de los aspectos que contribuyen con la incidencia de DFD ocurren antes de que los animales lleguen al frigorífico. Entre las principales causas, está la mezcla de animales no familia-

rizados entre sí previo a la faena. La aparición de conductas agonistas en busca de reestablecer jerarquías incluye montas, empujones y peleas, lo cual genera ejercicio físico intenso y estrés. Mezclar animales de diferentes procedencias en el mismo camión conlleva un mayor riesgo de DFD (1, 74).

Golpes y contusiones

Las contusiones en las reses, causantes de hematomas, son para algunos autores la causa principal de pérdidas económicas por falta de bienestar durante el transporte (14, 40). En Reino Unido, se encontró que el 75% del ganado faenado tenía algún tipo de contusión (75). Mc Nally y Warriss (1996) encontraron una correlación positiva entre la incidencia de hematomas, el pHf de la carne y la incidencia de carnes DFD. La gravedad de las lesiones depende de su profundidad. Se clasifican como de grado 1 a aquellas que afectan el tejido subcutáneo, de grado 2 aquellas que llegan a afectar el tejido muscular y de grado 3 aquellas que afectan el tejido subcutáneo, el muscular y la base ósea (25, 63).

El tiempo de viaje (22, 76) y la densidad de carga (76) afectan el número y la gravedad de lesiones. A su vez, los animales que llegan a faena provenientes de mercados concentradores tienen mayor incidencia de lesiones que aquellos procedentes directamente de los establecimientos agropecuarios (55). La presencia de animales astados incrementa notoriamente el porcentaje de lesiones (86).

• Selección de los animales a transportar, manejo previo y carga del camión

Los animales deben llegar al día de la carga con una abundante provisión de agua de bebida (7). El viaje implica un período variable de privación de agua, por lo cual los animales que no tengan un buen nivel de hidratación son proclives a deshidratarse (18). Con respecto a la alimentación, la suplementación con dietas de alta energía antes del embarque aumentaría las reservas de glucógeno y mejoraría los pHf obtenidos (35). Si los animales han realizado una marcha larga y fatigosa – en especial si son animales engordados a corral, poco acostumbrados a marchar y con un alto grado de engrasamiento – es fundamental darles un descanso de unas horas antes de iniciar el viaje (7).

Algunos estudios han arribado a la conclusión de que la carga y la descarga del camión son los eventos más estresantes del transporte (32). De hecho, el ascenso de los animales por la rampa genera un importante aumento de la frecuencia cardíaca (38). Van der Water et al. (2003) encontraron que en el momento de la carga, la frecuencia cardíaca estaba aumentada en un 80% respecto al valor basal, mientras que durante el viaje el aumento sobre el valor basal era del 38%. También registraron un pico de frecuencia cardíaca durante la descarga (+72%). Los problemas más frecuentes durante la carga son resbalones, caídas (79) y resistencia de los animales a avanzar (8).

El problema se agrava cuando hay sobrecarga de animales en el camión, lo que hace que los últimos animales sean más difíciles de subir, dando lugar a maltratos, como golpes y toques de picaña (8, 74). Las rampas de carga y descarga deben tener una pendiente suave [no mayor a 20° (27)]. Es conveniente que el último tramo del embarcadero sea horizontal. El piso del embarcadero debe poseer listones transversales antideslizantes, separados por una distancia de 20 cm, que eviten resbalones y faciliten el avance. Las paredes laterales deben ser ciegas, ya que de esta forma se evitan distracciones y filtraciones de luz (8). El embarcadero no debe moverse cuando los animales suben a él, por lo que los embarcaderos con base de concreto son los más adecuados (27).

• Respuesta comportamental de los animales durante el transporte

Cuando los animales se encuentran dentro de un camión en movimiento se inhiben los comportamientos sociales, como montas y peleas, y se intensifican los comportamientos solitarios como olfateo y exploración (15, 38, 39, 75). Además, aumenta la frecuencia de micciones (38) y se inhibe la rumia (29), lo cual se asocia con el miedo. La movilidad de los animales es mayor cuanto mayor es la disponibilidad de espacio (14, 15, 29). La agitación del animal se mide según los cambios de posición del animal dentro del camión (74). Estos movimientos se acentúan con el camión detenido, pero decaen cuando se pone en movimiento (28, 29). Los animales prefieren ubicarse perpendiculares o paralelos al sentido de avance del camión, siendo raras las posiciones diagonales. (15, 20, 22, 38, 39). Estas posiciones garantizarán

an un mayor equilibrio para compensar el movimiento del vehículo (20). En general, los animales permanecen de pie y no tienden a echarse en un camión en movimiento (29, 82), aunque superadas las 24 horas puede haber animales que se echen como producto del cansancio (15, 38, 39, 40). Hay evidencia experimental de que aquellos animales que viajan echados tienen mayores concentraciones de cortisol en sangre que aquellos que viajan parados (43).

• Importancia del tiempo de viaje y la distancia recorrida

La recomendación general es realizar la faena lo más cerca posible del establecimiento donde se llevó adelante la terminación de los animales (8, 50), ya que existe una relación directa entre duración del viaje y costo biológico del mismo (27). Sin embargo, cierta evidencia indica que las etapas más estresantes del viaje serían las iniciales y que, transcurrido cierto tiempo, el animal lograría una adaptación al entorno del camión en movimiento. Warriss et al. (1995) encontraron que en las primeras 5 horas de viaje la concentración plasmática de cortisol era del 200% con respecto a la basal, mientras que a las 15 horas solo era 42 % superior al basal. Por otro lado, Parker et al. (2009) encontraron que el pico en la cortisolemia se producía en la primera hora de viaje (500 % respecto del basal) y luego comenzaba a caer. Sartorelli et al. (1992) y Tadich et al. (2003) realizaron hallazgos similares. En igual sentido, Eldridge et al. (1988) encontraron que, una vez alcanzada la aclimatación, la frecuencia cardíaca de animales en transporte está aumentada sólo un 15% con respecto a la basal. Parece evidente que a medida que el viaje progresa, el ambiente interno del camión se vuelve menos novedoso y estresante, lo cual no contradice el hecho de que la sumatoria total de estrés y fatiga sea mayor en los viajes largos, a pesar de que el animal alcance un nivel más estable en sus parámetros fisiológicos. Se considera que viajes de menos de 4 horas, siempre que se realicen sin traumas excesivos, no afectan la calidad de la carne (27, 75). Grigor et al. (2004) compararon animales transportados durante 3 horas previo a la faena con animales faenados en la misma granja y no hallaron diferencias en pHf, color, fuerza de corte y CRA ni en la evaluación sensorial.

Diferentes estudios han mostrado el efecto del tiempo de viaje sobre las pérdidas registradas y la calidad de la carne obtenida: a medida que aumenta el tiempo de viaje, aumenta la incidencia de hematomas en las reses y disminuye el peso de la carcasa (21, 22, 87, 88). Gallo et al. (2003) encontraron que con viajes más largos, aumenta el pHf de la carne y la incidencia de carnes DFD, con descensos detectables en la luminosidad. Fernández et al. (1996) evaluaron dos tiempos de viaje contrastantes (1 vs 11 horas) y no encontraron efecto sobre el pHf, color y pérdidas por cocción, aunque si encontraron diferencias en terneza, resistencia miofibrilar, pH a las 4 horas y jugosidad.

María et al. (2003) evaluaron tres tiempos de viaje (36, 211 y 386 minutos) y no encontraron efecto sobre pHf ni terneza, aunque si encontraron un efecto leve sobre CRA y color. Los autores concluyeron que 6 horas de viaje no eran suficientes para afectar significativamente las características físicas de la carne. Esto difiere de los hallazgos de Jones et al. (1988), que encontraron, para las mismas distancias recorridas, efectos significativos en terneza. Por otro lado, Batista de Deus et al. (1999), trabajando con novillos pesados terminados en pastoreo, encontraron diferencias en pHf con tiempos de viaje similares a los de María et al. (2003).

A medida que aumenta el tiempo de viaje, el bienestar de los animales se ve más comprometido. Es importante recalcar que no solo deben tenerse en cuenta los efectos sobre la calidad de la carne, ya que estos dependen a su vez de variables como los niveles previos de glucógeno o las condiciones mismas en las que se realiza el viaje (50, 82). Por ejemplo, Knowles et al. (1999b), comparando viajes de 14, 21, 26 y 31 horas, encontraron solo un leve descenso en la concentración de glucógeno muscular y no encontraron efectos sobre pHf de la carne, a pesar de que los indicadores fisiológicos y comportamentales mostraban diferencias importantes entre tratamientos.

• Densidad de carga

Algunos autores consideran que la utilización de densidades de carga -en kilogramos por unidad de superficie- superiores a la óptima es el problema más importante asociado al transporte de bovinos (50). La decisión acerca de la densidad

de carga debe contemplar el tamaño y peso de los animales, aunque otros aspectos, como condiciones ambientales –temperatura y humedad-, presencia de cuernos (27) y distancia a recorrer, pueden determinar la necesidad de aumentar el espacio asignado a cada animal (8).

Debe recalcar que la presencia de ganado astado aumenta la probabilidad de lesiones en la tropa (66), por lo que la disponibilidad de espacio debería aumentarse (27). La disponibilidad también se debe aumentar en el caso hembra preñadas (16)

Existen diferentes recomendaciones con respecto a la densidad de carga a utilizar. El Farm Animal Welfare Council (FAWC, 1991) recomienda un máximo de 360 kg/m². Eldridge y Winfield (1988) recomendaron un rango de 1,05-1,27 m² por animal, para animales de 350-400 kg (275-380 kg/ m²). Broom (2008) propone una fórmula sencilla para definir la superficie a asignar por animal, teniendo en cuenta el peso metabólico de los mismos:

Superficie/animal (m²)= 0,021 x PV^{0,67} (donde PV es el peso vivo)

De manera similar, Grandin (2000) propone tener en cuenta el PV, pero también considera la presencia de animales astados, los cuales pueden dañar a compañeros de tropa, haciendo necesario aumentar el espacio disponible.

Las altas densidades de carga limitan la libertad de movimiento y dificultan la búsqueda de equilibrio por parte de los animales, aumentando el riesgo de caídas (29, 74, 75), en especial ante eventos como frenadas, curvas y cambios de velocidad (75,76). Además, algunos trabajos indican que a mayor densidad de carga hay un incremento en la incidencia de montas, empujones (15, 75) y caídas (14, 75), así como un mayor estrés, reflejado en frecuencias cardíacas más altas (15) y en mayores concentraciones plasmáticas de cortisol y glucosa. Además, aumenta el daño muscular, evidenciado por un aumento en los niveles plasmáticos de creatin fosfoquinasa y en el porcentaje de pérdidas por contusiones y hematomas, (75, 76). También aumenta la pérdida de peso de los animales durante el viaje (14). Por otro lado, cuando las temperaturas son altas, se dificulta la termorregulación y se pueden agravar los problemas

de estrés térmico (24).

Eldridge y Winfield (1988) evaluaron el efecto de tres densidades de carga (0,89, 1,16 y 1,39 m²/ animal) en novillos de 400 kg y encontraron que con densidades bajas o altas aumentaba el número y gravedad de lesiones en las reses. Esto se relaciona con el hecho de que a bajas densidades también se afecta el equilibrio y aumenta la incidencia de golpes, ya que los animales no encuentran soporte en sus compañeros de tropa, como si ocurre con densidades intermedias.

Grigor et al. (2004) no encontraron efecto sobre parámetros de calidad de la carne -pHf, ternura, jugosidad, flavor y hematomas- cuando compararon dos densidades (0,3 v 0,4 m²/ 100 kg PV) para terneros de 234 kg. Cabe aclarar que dicho estudio se realizó con densidades que pueden considerarse cercanas a las adecuadas de acuerdo con las consideraciones de Gallo y Tadich (2005). Estos autores recomiendan una disponibilidad de espacio de 0,58 m²/ 100 kg PV en animales de 50 kg, 0,46 m² /100 kg PV en animales de 100 kg y 0,36 m² / 100 kg PV en animales de 200 kg. Esto se justifica en el hecho de que los terneros, a diferencia de los animales adultos, tienen mayor preferencia por viajar echados.

• Aspectos relativos al vehículo y a las condiciones de manejo

Naturalmente, el diseño del vehículo utilizado en el transporte es determinante para el bienestar de los animales (8). Existen camiones cuyo uso exclusivo es el transporte de hacienda y camiones de uso no exclusivo (i.e., cerealeros) que tienen falencias en su diseño para el transporte de animales. Esto es un factor que aumenta considerablemente el riesgo de lesiones (25). Es fundamental la presencia de piso antideslizante (74), generalmente enrejillado. Estas rejillas deben controlarse y mantenerse, ya que corren el riesgo de romperse y generar salientes agudas que pueden lesionar las pezuñas de los animales (46). Las subdivisiones mejoran el sustento y reducen el estrés (15, 24). Los rodillos internos y externos, en la puerta y en cada subdivisión, disminuyen la incidencia y gravedad de los golpes (25). La suspensión y la presión de aire en los neumáticos influyen en el nivel de vibración del camión (68, 71), aunque este último factor no parece ser determinante en el nivel de estrés de los animales

ni en la calidad de la carne de los mismos (33).

Un buen estado de rutas y un manejo prudente parecen ser más importantes en términos de bienestar animal que la distancia recorrida o el tiempo total de viaje (8, 22, 74). Eldridge et al. (1988) mostraron que las frecuencias cardíacas eran más bajas en caminos en buena condición y con marcha estable, que cuando recorrían caminos en mal estado, con frenadas frecuentes. Coincidentemente, Hall et al. (1998) encontraron mayores niveles de cortisol en viajes por rutas sinuosas respecto de rutas predominantemente rectas. A su vez, hay evidencia de que los eventos de manejo más fuertemente asociados a pérdidas de equilibrio y caídas por parte de los animales son: curvas, frenadas, traqueteos durante la marcha, cambios de marcha y arranques (75). De hecho, el 80% de las pérdidas de balance se dan por frenadas bruscas, al cambiar de marcha y en las curvas. A densidades altas, las curvas son las causas más comunes, mientras que las frenadas lo son a densidades más bajas (76).

Un aspecto fundamental e imprescindible es que los conductores realicen una inspección periódica de la carga, para detectar la presencia de animales caídos y proceder en consecuencia ayudándolos a levantarse (74). Estas inspecciones se complican en camiones de doble piso (7). El conductor es el responsable del bienestar de los animales durante el transporte y, por lo tanto, debería recibir un adecuado entrenamiento y concientización acerca de las consecuencias de un manejo inadecuado, así como de los daños generados por la falta de inspección de los animales durante el viaje, el uso de picanas eléctricas y los golpes (7, 55).

• Estrés térmico durante el transporte

Las temperaturas extremas afectan fuertemente el bienestar de los animales durante el transporte (8). Con el camión en movimiento, las corrientes de aire ayudan a disipar el calor, pero la temperatura aumenta fuertemente con el camión detenido, por lo que toda detención –en particular en verano– puede ocasionar un aumento de temperatura que afecte el bienestar de los animales (74). La ventilación podría ser peor en vehículos de doble piso (8). Tanto a muy altas (35) como a muy bajas temperaturas (81) hay una mayor depleción de glucógeno, mayor pHf de las

carnes y aumento en la incidencia de carnes DFD. Por otro lado, Eldridge y Winfield (1988) hallaron mayor incidencia y profundidad de lesiones en las reses cuando el clima se volvía más frío y húmedo.

CONCLUSIONES

El transporte es un evento estresante inevitable, cuyas consecuencias deben ser minimizadas. Es importante comprender que la ausencia de pérdidas económicas no es garantía de bienestar, por lo cual las líneas de investigación futuras en la temática deberían centrarse en la identificación de las manifestaciones fisiológicas y comportamentales que anteceden a la aparición de los efectos del estrés sobre la calidad de la carne. Por otro lado, es necesario brindar capacitación al personal involucrado en el transporte de bovinos acerca del impacto del maltrato de los animales y sobre las prácticas recomendables para reducirlo. La posibilidad de utilizar un sistema de recompensas y castigos podría ayudar a mejorar la situación y a reducir pérdidas. Las reglamentaciones respecto al transporte de animales vivos, deberían basarse en evidencia científicamente constatada, preferentemente generada en el mismo medio en el que serán aplicadas.

La serie de eventos que preceden al transporte y el transporte en sí mismo deben entenderse como uno de las principales fuentes de estrés perifaena. Todas las acciones que apunten a mitigar los efectos estresante durante el encierre previo a la carga (nutrición e hidratación adecuada, reducción del estrés, selección de los animales), durante la carga del camión, durante el viaje y durante la descarga, contribuyen a mejorar la calidad y la imagen del producto generado. La responsabilidad atraviesa a varios actores: por un lado, el propietario de la hacienda es el que decide las densidades de carga y el tiempo de viaje, por lo que debería ser conciente del riesgo que implican la sobrecarga del camión y los viajes largos. Viajes de menos de 4 horas realizados en buenas condiciones, no afectarían la calidad ni producirían pérdidas en cantidad de carne. Por otro lado, el personal de campo es responsable del manejo de los animales antes y durante la carga. Es necesario capacitarlo y explicarle claramente los efectos de un manejo inadecuado. Una gran responsabilidad le cabe también al conductor, ya que las condiciones

de manejo son fundamentales en la incidencia de caídas. Un manejo prudente y un control periódico de la carga –como máximo cada 2 horas- disminuyen el riesgo de animales caídos. Las detenciones deberían ser evitadas o reducidas, en especial en época estival.

Desde el punto de la investigación, es necesario contar con información experimentalmente validada y con datos de relevamientos de la situación local. Desde el punto de la extensión y la difusión, es necesario llegar con el concepto de bienestar animal, reducción de estrés y reducción de pérdidas, a todos los actores involucrados en la cadena de producción y comercialización de ganado vacuno.

BIBLIOGRAFÍA

- Bartos, L., Franc, C., Rehák, D. Y Stípková, M. 1993. A practical method to prevent dark-cutting (DFD) in beef. *Meat Sci.* 34: 275–282.
- Batista De Deus, J.C., Silva, W.P. Y Soares, G.J.D. 1999. Efeito da distância de trans-porte de bovinos no metabolismo post-mortem. *Rev. Brasileira Agroc.* 5: 152–156.
- Bendall, J.R. Y Swatland, H.J. 1988. A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.* 24: 85–126.
- Brito, M.L., Gallo, C., Manriquez, P., Raty, P. Y Tadich, N. 2006. Efecto del destete y de un transporte marítimo y terrestre sobre las concentraciones sanguíneas de cortisol y haptoglobina en corderos. XXXI Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Inia Quilamapu, Chillán, Chile.
- Broom, D.M. 2000. Welfare assessment and problem areas during handling and transport. In Grandin, T. ed. *Livestock Handling and Transport*. CAB International, Wallingford, UK. pp. 43–61.
- Broom, D.M. 2004. Bienestar animal. In Galindo Maldonado, F. y Orihuela Trujillo, A. ed. *Etología Aplicada*. U.N.A.M., Mexico City. pp. 51–87.
- Broom, D.M. 2005. The effects of land transport on animal welfare. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 24: 683–691.
- Broom, D.M. 2008. The welfare of livestock during road transport. In Appleby, M.C. and others ed. *Long distance transport and welfare of farm animals*. CAB International, Oxfordshire, UK. pp. 157–181.
- Burdick, N.C., Carroll, J.A., Hulbert, L.E., Dai-ley, J.W., Willard, S.T., Vann, R.C., Welsh, T.H. Y Randel, R.D. 2010. Relationships between temperament and transportation with rectal temperature and serum concentrations of cortisol and epinephrine in bulls. *Livestock Sci.* 129: 166–172.
- Carcagno, A.R. 1995. Corteza Adrenal. In García Sacristán, A. y otros ed. *Fisiología Veterinaria*. Mc Graw-Hill – Interamericana, Madrid, España. pp. 767–780.
- Chacón, G., García-Belenguer, S., Villarroel, M. Y María, G.A. 2005. Effect of transport stress on physiological responses of male bovines. *German J. Vet. Med.* 112: 465–469.
- Davies, P., Pighín, D., Ceconi, I., Pazos, A., Méndez, D., Buffarini, M., Irurueta, M. Y Grigioni, G. 2009. Efecto del temperamento y manejo prefaena sobre parámetros bioquímicos y calidad carne en bovinos. Primer encuentro de Investigadores en Bienestar Animal. Valdivia, Chile. Nov. 2–4.
- Devine, C.E., Graafhuis, A., Muir, P.D. Y Chrystall, B.B. 1993. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Sci.* 35: 63–77.
- Eldridge, G.A. Y Winfield, C.G. 1988. The behaviour and bruising of cattle during transport at different space allowances. *Australian J. Exp. Agr.* 28: 695 – 698
- Eldridge, G.A., Winfield, C.G. Y Cahill, D.J. 1988. Responses of cattle to different space allowances, pen sizes and road conditions during transport. *Australian J. Exp. Agr.* 28: 155–159
- Fawc, 1991. Report on the European Commission Proposals on the transport of animals. London, Ministry of Agriculture, fisheries and food publications.
- Ferguson, D.M., Bruce, H.L., Thompson, J.M., Egan, A.F., Perry, D. Y Shorthose, W.R. 2001. Factors affecting beef palatability – Farmgate to chilled carcass. *Australian J. Exp. Agr.* 41: 879–891.
- Ferguson, D.M. Y Warner, R.D. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci.* 80: 12–19.
- Fernández, X., Monin, G., Culioli, J., Legrand, I. Y Quilichini, Y. 1996. Effect of duration of feed withdrawal and transportation time on muscle characteristics and quality in Friesian-Holstein calves. *J. Anim. Sci.* 74: 1576–1583.
- Gallo, C.; Espinoza, M.A. Y Gasic, J. 2001. Efectos del transporte por camión durante 36 horas con y sin período de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne en bovinos. *Arch. Med. Vet.* 33: 43–53.
- Gallo, C., Lizondo, T. Y Knowles, T.G. 2003. Effects of journey and lairage time on stress transported to slaughter in Chile. *Vet. Record.* 152: 361–364.
- Gallo, C., Perez, V.S., Sanhueza, V.C. Y GASIC, J. 2000. Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al faenamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. *Arch. Med. Vet.* 32: 157–170.
- Gallo, C. Y Tadich, N. 2005. Transporte terrestre de bovinos: efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la

carne. *Agro-Ciencia*. 21: 37-49.

- Gallo, C., Warriss, P., Knowles, T., Negrón, R., Valdés, A. Y Mencarini, I. 2005 Densidades de carga utilizadas para el transporte de bovinos destinados a matadero en Chile. *Arch. Med. Vet.* 37: 155-159.
- Ghezzi, M.D., Acerbi, R., Ballerio, M., Rebagliatti, J.E., Díaz, M.D., Bergonzelli, P., Civit, D., Rodríguez, E.M., Passucci, J.A., Cepeda, R., Sañudo, M.E., Copello, M., Scorziello, J., Caló, M., Camussi, E., Bertoli, J. Y Aba, M.A. 2008. Evaluación de las prácticas relacionadas con el transporte terrestre de hacienda que causan perjuicios económicos en la cadena de ganados y carnes. IPCVA, Buenos Aires, Argentina. Cuadernillo Técnico Número 5. 28 p.
- Gill, C.O. Y Newton, K.G. 1981. Microbiology of DFD beef. The problem of dark cutting in beef. Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers. pp. 305-321.
- Grandin, T. 2000. El transporte de ganado: guía para las plantas de faena. Traducción: Jiménez Zapiola, M. <<http://www.grandin.com/spanish/transporte.genado.htm>> [Consulta 29/1/09].
- Gregory, N.G. 2008. Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat Sci.* 80: 2-11.
- Grigor, P.N., Cockram, M.S., Steele, W.B., McIntyre, J., Williams, C.L., Leushuis, I.E. Y Van Reenen, C.G. 2004. A comparison of the welfare and meat quality of veal calves slaughtered on the farm with those subjected to transportation and lairage. *Livestock Prod. Sci.* 91: 219-228.
- Guignot, F., Touraille, C., Ouali, A., Renner, M. Y Monin, G. 1994. Relationships between post-mortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. *Meat Sci.* 37: 315-325.
- Hall, S.J.G. Y Bradshaw, R.H. 1998. Welfare aspects of transport by road of sheep and pigs. *J. Appl. Anim. Welfare Sci.* 1: 235-254.
- Hall, S.J.G., Kirkpatrick, S.M., Lloyd, D.M. Y Broom, D.M. 1998 Noise and vehicular motion as potential stressors during the transport of sheep. *Anim. Sci.* 67: 467-473.
- Honkavaara, M., Helynranta, E., Ylönen, J. Y Pudas, T. 2005. Effect of chasis vibration during road transport on cattle welfare and meat quality. Proceedings of the 51st congress of meat science and technology, Baltimore, EEUU, Agosto 7-12, p 1-5
- Immonen, K. Y Puolanne, E. 2000. Variation of residual glycogen-glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. *Meat Sci.* 55: 279-283.
- Immonen, K., Ruusunen, M., Hissa, K. Y Puolanne, E. 2000a. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Sci.* 55: 25-31.
- Immonen, K., Ruusunen, M. Y Puolanne, E. 2000b. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Sci.* 55: 33-38.
- Jones, S.D.M., Schaefer, A.L., Tong, A.K.W. Y Vincent, B.C. 1988 The effects of fasting and transportation on beef cattle. 2. Body component changes, carcass composition and meat quality. *Livestock Prod. Sci.* 20: 25-35.
- Kenny, J.F. Y Tarrant, P.V. 1987a. The physiological and behavioural responses of crossbred Friesian steers to short-haul transport by road. *Livestock Prod. Sci.* 17: 63-75.
- Kenny, J.F. Y Tarrant, P.V. 1987b. The reaction of young bulls to short-haul road transport. *Appl. Anim. Behaviour Sci.* 17: 209-227.
- Knowles, T.G. 1999. A review of the road transport of cattle. *Vet. Record* 144: 197-201.
- Knowles, T.G., Brown, S.N., Edwards, J.E., Phillips, A.J. Y Warriss, P.D. 1999a. Effect on young calves of a one-hour feeding stop during a 19-hour road journey. *Vet. Record* 144: 687-692.
- Knowles, T.G. Y Warriss, P.D. 2000. Stress physiology of animals during transport. In: Grandin, T. ed. *Livestock Handling and Transport*. CAB International, Wallingford, UK. pp. 385-407.
- Knowles, T.G., Warriss, P.D., Brown, S.N. Y Edwards, J.E. 1999b. Effects on cattle of transportation by road for up to 31 hours. *Vet. Record* 145: 575-582.
- Kolacz, R., Bodak, E.Z. Y Grudnik, T. 2002. C-reactive protein in blood serum of pigs exposed to transportation stress. *Folia Veterinaria Univ of Vet. Med. Kosice*, 46(2): 20-21. (original no consultado; citado en: Kolacz, R., Grudnik, T., Stefaniak T., Bodak, E. 2003. Haptoglobin in the blood serum of pigs exposed to transportation stress Proceedings of the XI International Congress ISAH 2003, Méjico).
- Kolacz, R., Grudnik, T., Stefaniak, T. Y Bodak, E. 2003. Haptoglobin in the blood serum of pigs exposed to transportation stress Proceedings of the XI International Congress ISAH 2003, Méjico.
- Lapworth, J.W. 2008. Engineering and design of vehicles for long distance road transport of livestock: the example of cattle transport of Northern Australia. *Vet. Italiana*. 44: 215-222.
- Lefebvre, H.P., Laroute, V., Braun, J.P., Lassourd, V. Y Toutain, P.L. 1996. Non-invasive and quantitative evaluation of post-injection muscle damage by pharmacokinetic analysis of creatine kinase release. *Vet. Res.* 27: 343-361.
- Lensink, B.J., Fernandez, X., Cozzi, G., Florand, L. Y Veissier, I. 2001. The influence of farmers' behaviour on calves' reaction to transport and quality of veal meat. *J. Anim. Sci.* 79:642-652.
- Lowe, T.E., Devine, C.E., Wells, R.W. Y Lynch, L.L. 2004. The relationship between post-mortem urinary catecholamines, meat ultimate pH, and shear force in bulls and cows. *Meat Sci.* 67:251-260.

- María, G.A. 2008. Meat quality. In: Appleby, M.C and others ed. Long distance transport and welfare of farm animals. CAB International. Oxfordshire, UK.
- María, G.A., 2009. Consecuencias de la intensificación sobre el bienestar animal en corderos. Primer encuentro de Investigadores en Bienestar Animal. Valdivia, Chile. Nov. 2-4.
- María, G.A., Villarroel, M., Sañudo, C., Olleta, J.L. Y Gebresenbet, G. 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Sci* 65: 1335-1340.
- Matteri, R.L., Carroll, J.A. Y Dyer, C.J. 2000. Neuroendocrine responses to stress. In: Moberg, G.P. y Mench, J.A. ed. The biology of animal stress - Basic principles and implications for animal welfare. CABI Publishing, Oxon, UK. pp. 43-77.
- McNally, P.W. Y Warriss, P.D. 1996 Recent bruising in cattle at abattoirs. *Vet. Record*. 138: 126-128.
- McNally, P.W. Y Warriss, P.D. 1997 Prevalence of carcass bruising and stick-marking in cattle bought from different auction markets. *Vet. Record*. 140: 231-232.
- Moberg, G.P. 2000. Biological response to stress implications to animal welfare. In: Moberg, G.P. y Mench, J.A. ed. The biology of animal stress – Basic principles and implications for animal welfare CABI Publishing Oxon, UK. pp. 1-22.
- Parker, A.J., Coleman, C.J. Y Fitzpatrick, L.A. 2009. A technique for sampling blood from cattle during transportation. *Animal Prod. Sci.* 49: 1068-1070.
- Parker, A.J., Hamlin, G.P., Coleman, C.J. Y Fitzpatrick, L.A. 2003. Quantitative analysis of acid-base balance in *Bos indicus* steers subjected to transportation of long duration. *J. Anim. Sci.* 81, 1434-1439.
- Parrott, R.F., Hall, S.J.G. Y Lloyd, D.M. 1998. Heart rate and stress hormone responses of sheep to road transport following two different loading responses. *Anim. Welfare*. 7: 257-267.
- Phillips, W.A., Juniewicz, P.E. Y Vontungeln, D.L. 1991. The effect of fasting, transit plus fasting, and administration of adrenocorticotrophic hormone on the source and amount of weight lost by feeder steers of different ages. *J. Anim. Sci.* 69: 2342-2348.
- Pighin, D., Davies, P., Ceballos, N., Buffarini, M., Ceconi, I. Y Gonzalez, C. 2009. Estudio de variables fisiológicas en bovinos de raza británica con temperamentos contrastantes. Primer encuentro de Investigadores en Bienestar Animal, América. Valdivia, Chile. Nov. 2-4.
- Purchas, R.W., Yan, X. Y Hartley, D.G. 1999. The influence of a period of ageing on the relationship between ultimate pH and shear values of beef *m. longissimus thoracis*. *Meat Sci.* 54:155-162.
- Rebagliatti, J.E., Ballerio, M., Acerbi, R., Díaz, M., Alvarez, M. De Los M., Bigatti, F., Cruz, J.A., Mascitelli, L., Bergonzelli, P., González, C., Civit, D. y GHEZZI, M.D. 2007. Evaluación de las prácticas ganaderas en bovinos que causan perjuicios económicos en plantas frigoríficas de la república argentina (año 2005). IPCVA, Buenos Aires, Argentina. Cuadernillo Técnico Número 3. 35 p.
- Sartorelli, P., Dominoni, S. Y Agnès, F., 1992. Influence of duration of simulated transport on plasma stress markers in the calf. *J. Med. Vet.* 39: 401-403.
- Schaefer, A.L., Jones, S. D. Y Stanley, R. W. 1997. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress *J Anim. Sci.* 75: 258-265.
- Shaw, F.D., Baxter, R.I. Y Ramsey, W.R. 1976. The contribution of horned cattle to carcass bruising. *Vet. Record*. 98: 255-257.
- Silva, J.A.; Patarata, L. Y Martins, C. 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Sci.* 52: 453-459.
- Singh, S.P. 1991. Vibration levels in commercial truck shipments. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, Michigan.
- Smith, G.C. Y Grandin, T. 1999. The relationship between good handling/stunning and meat quality. American Meat Institute Foundation, Animal Handling and Stunning Conference, Kansas City, Missouri. pp. 1-22.
- Stanger, K.J., Ketheesan, N., Parker, A.J., Coleman, C.J., Lazzaroni, S.M. Y Fitzpatrick, L.A. 2005 The effect of transportation on the immune status of *Bos indicus* steers. *J Anim. Sci.* 83: 2632-2636.
- Stevens, D.G. Y Camp, T.H. 1979. Vibration in a livestock vehicle. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, Michigan.
- Tadich, N., Gallo, C., Bustamante, H., Schwerter, M. Y Van Schaik, G. 2005. Effect of transport and lairage time on some blood constituents of Fresian-cross steers in Chile. *Livestock Prod. Sci.* 93:223-233.
- Tadich, N., Gallo, C. Echeverría, R. Y Van Schaik, G. 2003. Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos. *Arc. Med. Vet.* 35: 171-185.
- Tarrant, P.V. Y Grandin, T. 2000. Cattle transport. In: Grandin, T. ed. *Livestock handling and transport*. CAB International, Oxfordshire, UK.
- Tarrant, P.V., Kenny, F.J. Y Harrington, D. 1988. The effect of stocking density during 4 hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in fresian steers. *Meat Sci.* 24: 209-222.
- Tarrant, P.V., Kenny, F.J., Harrington, D. Y Murphy, M. 1992. Long distance transportation of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology, behavior and carcass quality. *Livestock Prod. Sci* 30:223-238.
- Trunkfield, H.R., Broom, D.M., Maatje, K., Wierenga, H.K.,

- Lambooi, E. Y Kooijman, J. 1991 Effects of housing on responses of veal calves to handling and transport. In: Metz, J.H.M. and Groenestein, C.M. ed. *New Trends in Veal Calf Production*. Wageningen Publications, Wageningen, The Netherlands. pp. 40-43.
- Vallat, B. 2004. The OIE: historical and scientific background and prospects for the future. *Proceedings of the global conference on Animal Welfare: An OIE Initiative*. World Organisation for Animal Health, Paris, France. pp. 5-6.
 - Van De Water, G., Verjans, F. Y Geers, R. 2003. The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal *Livestock Prod. Sci.* 82: 171-179.
 - Villarroel, M., María, G.A., Sañudo, C., Olleta, J.L. Y Gebresenbet, G. 2003. Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality. *Meat Sci.* 63: 353-357.
 - Warner, R.D., Eldridge, G.A., Barnett, J.L. Hal-pin, C.G. Y Cahill, D.J. 1986. The effects of fasting and cold stress on dark cutting and bruising in cattle. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 16:383-386.
 - Warriss, P.D. 2000. *Meat Science: an introductory text*. CAB International, Wallingford, UK. 320 p.
 - Warriss, P.D., Brown, S.N., Knowles, T.G., Kes-tin, S.C., Edwards, J.E. Dolan, S.K. Y Phillips, A.J. 1995. Effects on cattle of transport by road for up to 15 hours. *Vet. Record.* 136:319-323.
 - Watanabe, A., Daly, C.C. Y Devine, C.E. 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Sci.* 42: 67-78.
 - Weeks, C.A., McNally, P.W. Y Warriss, P.D. 2002. Influence of the design of facilities at auction markets and the animal handling procedures on bruising in cattle. *Vet. Re-cord.* 150: 743-748.
 - Wythes, J.R. 1979. Effects of tipped horns on cattle bruising. *Vet. Record.* 104: 390-392.
 - Wythes, J.R., Arthur, R.J., Thompson, P.J.M., Williams, G.E. Y Bond, J.H. 1981. Effect of transporting cows various distances on liveweight, carcass traits and muscle pH. *Australian J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 21:557-561.
 - Yeh, E., Anderson, B., Jones, P. Y Shaw, F. 1978. Bruising in cattle transported over long distances. *Vet. Record.* 103:117-119.
 - 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.
-

capítulo 27

Pighin, D.G.^{1 2 3}¹ Instituto Tecnología de Alimentos, CIA INTA² CONICET³ Universidad de Morón

Importancia del estudio del bienestar animal como agregado de valor en carnes

INTRODUCCIÓN

Se sabe que la carne (vacuna) constituye la principal fuente de proteínas animales en la dieta argentina, hecho que ubica al país al frente de los principales países consumidores de carne vacuna, junto a Uruguay y Brasil. Este fuerte consumo interno deja un pequeño margen exportable. Si bien este último ha sido incrementado en los últimos años por gestión del MERCOSUR, se ha estabilizado como consecuencia de diversos factores, entre ellos, la disparidad de precios entre productos agrícolas y ganaderos.

En su conjunto, la ganadería se ha venido intensificando en los últimos años, y desplazando a regiones de menor aptitud agrícola. Actualmente, se observan evidencias de que se habría alcanzado un límite a la expansión de la frontera ganadera en Argentina. Por tal motivo, la capacidad del país de incrementar su saldo exportable a través de un incremento de su nivel de producción sería limitada en el corto y mediano plazo.

Por lo antes expuesto, resulta necesario que el país incremente su participación en el mercado mundial de carnes, no a través de un incremento en los volúmenes de carne exportada sino mediante un incremento en el valor de la misma.

ASPECTO RELEVANTES

En la actualidad no existen dudas acerca de la necesidad de considerar aquellos aspectos inherentes al bienestar animal en la valorización de la producción de carne. Son crecientes las evidencias acerca de la relación entre el estrés animal y

la alteración de la calidad de la carne (fresca y/o madurada) mediante diversos mecanismos, algunos de ellos aún no suficientemente explorados.

Se entiende por estrés pre-faena a aquel derivado u originado por la manipulación de los animales de producción durante las diversas etapas involucradas desde que los mismos son retirados del establecimiento hasta que, ya en las instalaciones frigoríficas, ingresan al cajón de noqueo y son insensibilizados. Se incluyen, por lo tanto, procedimientos de carga al medio de transporte, transporte propiamente dicho, descarga, espera en frigorífico y movilización hacia el cajón de noqueo (Ferguson y Warner, 2008).

Se sabe que, en su conjunto, la calidad de la carne depende de diversos procesos bioquímicos que tienen lugar en el músculo tanto *in vivo* como *post mortem*. El descenso del pH y la temperatura muscular (T) durante las primeras horas *post mortem* representan elementos críticos a tener en cuenta (curva de pH/T), pudiendo llegar a afectar la adecuada conversión del músculo en carne, como así también su posterior calidad de maduración (Dransfield, 1992; Thornberg, 1996). En este sentido, numerosos trabajos han demostrado por un lado que diversas condiciones estresantes peri-faena llegan a disminuir considerablemente las reservas musculares de glucógeno, llegando a generar carnes DFD (Tarrant, 1988; Tarrant y Grandin, 2000; María, 2008). Por otra parte, el estrés agudo experimentado por los animales en las mismas instalaciones del frigorífico también podría llegar a constituir un importante factor a tener en cuenta en cuanto a la adecuada conversión del músculo en carne.

En los últimos años, creciente evidencia vincula a las hormonas de estrés (catecolaminas y glucocorticoides) con modificaciones bioquímicas en el músculo que podrían llegar a afectar la calidad de la carne mediante mecanismos independientes del contenido muscular de glucógeno y del consecuente pH final (Ferguson y Warner, 2008). De este modo, por ejemplo, se ha demostrado que la presencia de elevadas concentraciones de catecolaminas y/o cortisol en el músculo podrían llegar a interferir con el proceso de proteólisis, pudiendo llegar a afectar de este modo la capacidad de retención de agua, la terneza y/o el flavor desarrollados durante la maduración (Warner y col., 2007; Ferguson y Warner, 2008). En este sentido, estudios recientes llevados a cabo por investigadores del Instituto Tecnología de Alimentos (ITA-CIA-INTA) y de EEA INTA General Villegas han demostrado una alterada capacidad de retención de agua en el músculo *longissimus dorsi* (LD - bife) como producto del estrés agudo peri-faena aplicado a bovinos de raza británica provenientes de sistemas contrastantes de producción (extensivo vs. intensivo) (datos sin publicar aún).

Por otra parte, la maduración de cortes de carne se presenta como una interesante propuesta que permitiría valorizar la carne producida. Se sabe que la misma permite mejorar las condiciones de terneza y aceptabilidad de la carne vacuna. La bibliografía internacional coincide en sus efectos benéficos sobre aspectos sensoriales. De este modo, el desposte y envasado realizado en el frigorífico permitiría asignar a cada corte el tiempo de maduración necesario para alcanzar su punto óptimo de calidad, sin necesidad de destinar la mediares al proceso. De esta forma, los cortes de mayor calidad podrían ser comercializados con menores tiempos de maduración, mientras que aquellos de menor calidad podrían permanecer algún tiempo adicional estipulado en la cámara de maduración, a fin de mejorar su aceptabilidad. En los últimos años se ha postulado también que elevados niveles de hormonas de estrés en el momento de la faena podrían llegar a ejercer algún efecto sobre la adecuada maduración de la carne. No obstante, los resultados obtenidos al respecto son ambiguos, requiriendo aún mayor estudio.

En este contexto, Warner y col. (2007) han encontrado que el estrés por ejercicio pre-faena fue capaz de reducir la concentración de aminoácidos

libres durante el proceso de maduración de la carne, hecho a su vez relacionado con el desarrollo de flavour de la misma. Por otra parte, resultados obtenidos por investigadores de la EEA Anguil y del ITA-CIA-INTA, en convenio con el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina – IPCVA (Informe de Convenio Técnico INTA-IPCVA, 2012) han demostrado la alteración de indicadores de calidad de carne (fresca y madurada) en el músculo *longissimus dorsi* de bovinos británicos sometidos a diferentes niveles de estrés en tiempo de transporte y de descanso (espera) en las instalaciones frigoríficas. En la Tabla 1 puede observarse una modificación significativa de la capacidad de retención de agua asociada al estrés del transporte y de la falta de descanso (e hidratación). Cabe remarcar que dichas alteraciones fueron observadas en presencia de valores de pH normales registrados a las 24 hs. *post mortem*.

En dicho estudio pudo constataarse, además, una interesante interacción entre los tratamientos de tiempo de transporte y de descanso con la maduración de dicho músculo (Tablas 2 y 3).

Estos resultados aportan evidencias acerca del efecto del estrés pre-faena sobre aspectos de calidad, los cuales ocurren evidentemente mediante mecanismos independientes del pH 24 hs.

Por otra parte, estudios llevados a cabo por investigadores del ITA-CIA-INTA y EEA INTA General Villegas (Pighin y col., 2011a) han demostrado que un mayor nivel de estrés agudo peri-faena (en las instalaciones del frigorífico) conduce a una alteración de la curva pH/T muscular observada durante las primeras 24 hs. *post mortem* (Figura 1), sugiriéndose una mayor velocidad de glucólisis anaeróbica como producto de un mayor nivel de estrés.

En los últimos años, el posible efecto e interacción de la dieta se ha incorporado al estudio de la bioquímica del estrés animal y su relación con la calidad de la carne. En este contexto, diversos trabajos han propuesto que dietas con elevada densidad energética (sistemas intensivos) podrían conducir a alteraciones metabólicas relacionadas a una alterada sensibilidad insulínica, hecho que a su vez podría modificar la respuesta fisiológica a eventos estresores, incrementar más aún la velocidad de glucólisis *post mortem* (Hersom y col., 2004; Gaughan y Mader, 2009) y modificar la

Tabla 1. Capacidad de retención de agua en LD fresco y congelado/descongelado de animales sometidos a dos tiempos de viaje y dos tiempos de espera contrastantes previo a la faena.

	Viaje		Espera		EE	p	
	C	L	B	P		Viaje	Espera
CRA (%) carne fresca	45,04 b	40,63 a	41,53 a	44,14 b	0,925	0,001	0,05
CRA (%) carne cong.	36,40	34,70	34,93	36,18	0,725	NS	NS

Viaje: C: corto, L: largo; Espera: B: Breve, P: Prolongada. EE: Error estándar, NS: no significativo. $p < 0,05$ indica significancia estadística, $p < 0,10$ y $> 0,05$ indica tendencia estadística. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias. Informe de Convenio Técnico INTA-IPCVA (2012)

Tabla 2. Resultados del análisis de varianza factorial (factores principales e interacciones) para el músculo LD.

	FACTORES			INTERACCIONES			
	Viaje	Espera	Maduración	V x E	V x M	E x M	V x E x M
pH	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Color músculo							
L*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
a*	NS	NS	0,007	NS	NS	NS	0,008
b*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Color grasa							
L*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
a*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
b*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
WB (N)	NS	NS	0,009	NS	NS	NS	NS
Merms (%)	NS	NS	0,032	NS	NS	NS	NS
CRA (%)	NS	NS	NS	NS	0,0076	0,0015	NS
TPA							
fuerza	NS	NS	0,029	NS	NS	NS	NS
dureza	NS	NS	0,030	NS	NS	NS	NS
elasticidad	NS	0,04	0,004	NS	NS	NS	NS
adhesividad	NS	0,013	<0,0001	0,032	<0,0001	0,0001	0,001
cohesividad	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
gomosidad	NS	NS	0,045	NS	NS	NS	NS
masticabilidad	NS	0,035	NS	NS	NS	NS	NS
resiliencia	NS	NS	NS	NS	NS	0,003	NS
PANEL							
Olor	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Flavor	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Terneza inicial	NS	0,004	0,0015	NS	NS	NS	NS
Terneza sostenida	NS	0,0007	0,0009	NS	NS	NS	NS
Jugosidad	NS	0,03	0,02	NS	NS	NS	NS
Conectivo	NS	NS	0,002	NS	NS	NS	NS

V x E: viaje x espera; V x M: viaje x maduración; E x M: espera x maduración; V x E x M: viaje x espera x maduración; NS: no significativo. $p < 0,05$ indica significancia estadística, $p < 0,10$ y $> 0,05$ indica tendencia estadística. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias. Informe de Convenio Técnico INTA-IPCVA (2012)

curva de descenso muscular pH/T.

Al respecto, resultados obtenidos en conjunto entre investigadores del ITA-CIA-INTA y del DPI-Australia (Department of Primary Industries, Australia) han demostrado una utilización *post mortem* diferencial del glucógeno muscular en animales alimentados durante 12 meses con dietas contrastantes en cuanto a su composición energética (Figura 2).

Este hallazgo coincide con elevados niveles de insulinemia observado en aquellos animales que

fueron alimentados con la dieta de elevada densidad energética durante 300 o 150 días (Pighin y col., 2011b).

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Considerando lo antes expuesto, se considera que el estudio del estrés animal, y su posible interacción con las dietas correspondientes a los diferentes sistemas de producción, contribuiría a la optimización de la calidad de la carne, no sólo

Tabla 3. Características físicas de la carne correspondiente al músculo LD de animales sometidos a diferentes tiempos de viaje y de espera prefaena, luego de cuatro tiempos de maduración.

	VIAJE		ESPERA		EE	MADURACIÓN (días)				EE
	C	L	B	P		4	6	8	15	
pH	5,52	5,5	5,53	5,50	0,014	5,49	5,50	5,51	5,54	0,016
Color músculo										
L*	33,33	33,97	33,52	33,77	0,579	34,25	32,65	33,43	34,26	0,718
a*	12,79	12,91	12,64	13,05	0,221	12,15b	13,39a	12,50b	13,35a	0,299
b*	12,11	12,67	12,16	12,62	0,246	12,45	12,43	11,99	12,68	0,293
Color grasa										
L*	69,45	69,72	69,79	69,39	0,688	69,51	69,75	69,40	69,67	0,941
a*	3,20	3,15	3,49	2,86	0,351	2,60	3,43	3,55	3,12	0,477
b*	16,71	15,95	16,69	15,97	0,339	16,65	16,50	16,42	15,75	0,423
WB (N)	34,04	33,31	32,71	34,63	0,979	34,32a	33,88a	36,4a	30,10b	1,301
Memas (%)	32,32	32,24	32,26	32,31	0,270	31,81b	32,99a	31,81b	32,52ab	0,340
CRA (%)	31,77	31,84	32,26	31,34	0,395	31,96	31,40	31,21	32,64	0,558

Viaje: C: corto, L: largo; Espera: B: Breve, P: Prolongada. EE: Error estándar, NS: no significativo. $p < 0,05$ indica significancia estadística, $p < 0,10$ y $p > 0,05$ indica tendencia estadística. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias. Informe de Convenio Técnico INTA-IPCVA (2012)

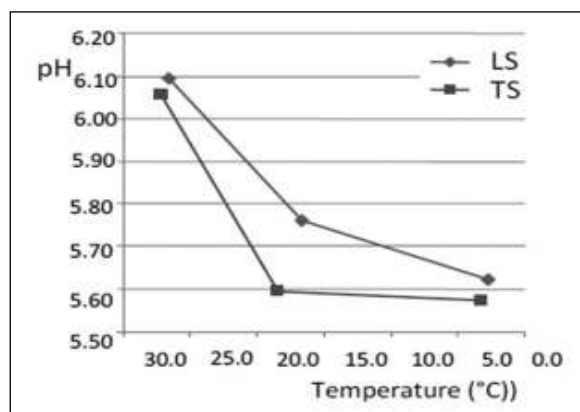


Figura 1. Curva descenso pH/T del músculo LD de bovinos británicos sometidos a dos niveles de estrés agudo pre-faena (LS: condiciones de estrés minimizado; TS: condiciones de estrés tradicional).

Pighin y col., 2011a

fresca, sino también madurada. Contribuiría, además, a la homogeneidad de dicha calidad, actualmente no siempre detectada mediante la medición del pH 24 hs. *post mortem* realizada en los frigoríficos.

Asimismo, las condiciones en frigorífico durante las primeras 24 hs. *post mortem*, como así también, las condiciones de maduración podrían llegar a adaptarse en función de las condiciones de estrés a las que hubieran sido sometidos los animales previo a la faena. Dicha adecuación permitiría, por un lado, el aseguramiento de la calidad, y por el otro, efectivizar la utilización de los recur-

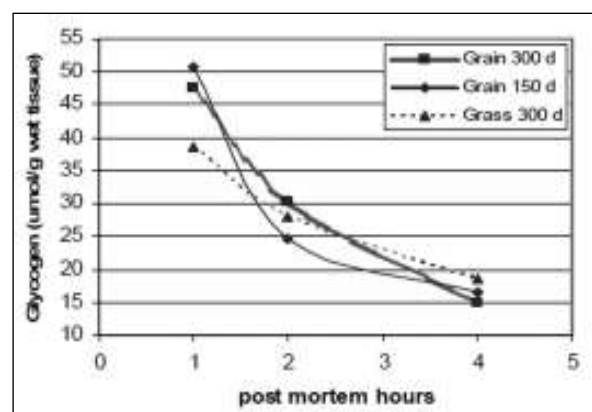


Figura 2. Curva de descenso de glucógeno del músculo *Longissimus thoracis* de bovinos británicos sometidos a tres sistemas de alimentación diferentes durante 300 días (Grain 300 d: dieta a base de grano; Grain 150 d: dieta a base de pastura 150 días y a base de grano los siguientes 150 días; Grass 300 d: dieta a base de pastura) Pighin y col., 2011b

sos requeridos y disponibles.

Ante toda esta situación de contexto planteada, la competitividad del sector dependerá de su habilidad para incorporar los conocimientos generados en esta temática y sus factores relacionados. Sin lugar a dudas, esto permitirá no sólo incrementar la calidad del producto ofrecido, sino además realizarlo de manera consistente y económica, lo que a su vez representaría un valor agregado en la conquista, incluso, de nuevos mercados.

AGRADECIMIENTOS

Parte de los resultados expuestos corresponden a actividades de investigación llevadas a cabo en el marco de dos Proyectos INTA (PNCAR 012211: "Calidad de Carne Bovina" y AETA 282811: "Bases bioquímicas y sensoriales para preservar y mejorar la calidad de los agroalimentos"), un Convenio Técnico INTA-IPCVA y un PID-Universidad de Morón (PID 06-004/10), instituciones a las que se agradece su financiación.

BIBLIOGRAFÍA

- Convenio de Asistencia Técnica. INTA-IPCVA. (2012). Efecto de diferentes tiempos de maduración en cortes vacunos envasados al vacío procedentes de animales sometidos a distintos tiempos de viaje y de espera prefaena. En prensa.
- Dransfield, E. (1992). Modelling *post mortem* tenderization-III: Role of calpain I in conditioning. *Meat Science*, 31, 85-94.
- Ferguson, D. M., y Warner, R. D. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80, 12-19.
- Gaughan, J. B., y Mader, T. L. (2009). Effects of sodium chloride and fat supplementation on finishing steers exposed to hot and cold conditions. *Journal of Animal Science*, 87, 612-621.
- Hersom, M. J., Wettemann, R. P., Krehbiel, C. R., Horn, G. W., y Keisler, D. H. (2004). Effect of live weight gain of steers during winter grazing: III. Blood metabolites and hormones during feedlot finishing. *Journal of Animal Science*, 82, 2059-68.
- María, G.A. 2008. Meat quality. En: Long distance transport and welfare of farm animals. Appleby, M.C., Cussen, V.A., Garcés, I., Lambert, I.A. y Turner, J. Eds. CAB International ISBN 978-1-84593-403-3. Oxfordshire, UK.
- Pighin D.G., Davies P., Pazos A.A., Ceconi, I., Cunzolo S.A., Mendez D., Buffarini M., y Grigioni G. (2011a). Effect of diet and pre-slaughter stress of beef cattle on bio-chemical profile and physicochemical parameters. *Proceedings of 57th International Congress of Meat Science and Technology*. Ghent. Bélgica.
- Pighin, D.G., Warner, R., Jacob, R., Beatty, D., Naththarampatha, A., y Ferguson, D. (2011b). The impact of long term grain feeding on glycolytic metabolism of cattle. *Proceedings of 57th International Congress of Meat Science and Technology*. Ghent. Bélgica.
- Tarrant, P.V. 1988. Animal behaviour and environment in the dark cutting condition. En: Febiansson, S.U., Shorthose, W.R. y Warner, R.D. Eds. *Darkcutting in Cattle and Sheep*. *Proceedings of an Australian Workshop*. AMLRDC, Sydney, Australia, pp.8-18.
- Tarrant, V. y Grandin, T. 2000. Cattle transport. En: *Livestock handling and transport*. Grandin, T. Ed. CAB International, ISBN 0 85199 409 1, Wallingford, UK.
- Thornberg, E. (1996). Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*, 43, S175-S191.
- Warner, R. D., Ferguson, D. M., Cottrell, J. J., y Knee, B. (2007). Acute stress induced by the use of electric prodders pre-slaughter causes tougher beef meat. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47, 782-788

Alende, M.¹; Volpi Lagreca, G.¹; Grigioni, G.^{2 3 5}; Pordomingo, A.J.^{1 4}; Pighín, D.^{2 3 5}; Carduza, F.¹; Babinec, F.¹

¹ INTA EEA Anguil; ² INTA ITA Castelar

³ Universidad Nacional de Morón

⁴ Universidad Nacional de La Pampa; ⁵ CONICET

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

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. La habilidad de los perros para el arreo de ganado se basa en su conducta predatoria natural (Coppinger y Coppinger, 2000). Por otro lado, los bovinos posibilitan el arreo, ya que tienden a reunirse y a escapar en grupo ante las amenazas (Grandin, 1997).

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). Beausoleil et al. (2005) observaron que la presencia de perros ampliaba la distancia de fuga, reducía las conductas exploratorias y aumentaba las conductas amenazantes en ovinos. Komesaroff et al. (1998) midieron 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

Animales y tratamientos de estrés

Se utilizaron 48 vaquillonas de biotipo británico (15 meses de edad, un peso vivo 284 ±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 altavoces (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.

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.

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 bifes ($n=81$) 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.

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). Resistencia al corte se determinó empleando cizalla de Warner Bratzler (WB) sobre carne cocinadas 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, Munktel) entre dos placas de metacrilato de $5,5 \times 11,5\text{ cm}$ 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 determinaron con espectrocolorímetro de reflectancia BYK-Gardner spectro-guide

45/o gloss, determinándose los parámetros L* (luminosidad); a* (coordenada verde – rojo) y b* (coordenada azul – amarillo).

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

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 LG y P demostraría una respuesta relacionada con el temor. Durante el arreo del tratamiento C, los animales avanzaron en una marcha lenta, la mayoría del tiempo al paso, deteniéndose 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 muestra de una respuesta antipredatoria (Rushen, 2000, Grandin, 1997).

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 deshidratación en los animales pertenecientes a los trata-

mientos 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.

Calidad de carne

El pH medido a las 24 horas 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 a las 24 horas 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 TPA (cuadro 2), sólo la resiliencia resultó afectada por el estrés. 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 (Warriss, 2000). 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, permitiendo cierta recuperación de las reservas musculares de glucógeno (Mounier et al., 2006).

La fuerza de corte 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 fuerza de corte en *longissimus dorsi* del 47% en 14 días de maduración. Sin embargo, tales resultados fueron obtenidos en animales Holstein-Friesian 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 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

	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 ($\text{g}/100 \text{ ml}$)	4,56	4,61	4,61	0,120	NS	NS

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

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

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

	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: Warner Bratzler (fuerza de corte); ⁴CRA: capacidad de retención de agua; ⁵Color: L*: claridad; a*: coordenada verde-rojo y b*: coordenada azul-amarillo; EE: error estándar; NS: p>0,05.

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 período 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 WB 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 fuerza de corte en la cizalla de 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. y 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., y 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 y Coppinger, R. 2000. Dogs for herding and guarding livestock. pp 235-253. En: *Livestock handling and transport*. Grandin, T. (Ed.), Wallingford, UK, CAB International, 449 pp.
- Ferguson, D.M., 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. y 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.; Boudjel-lalb, A. y Ouali, A. 2006. Meat ageing: Reconsideration of the current concept. *Trends in Food Sci. and Tech.*, 17: 394-405.
- Huff-Lonerger, E. y 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., y 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., Fuller-ton, M.J. y 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. y 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. y Dyer, C.J. 2000. Neuroendocrine responses to stress. pp: 43-76 En: *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. y 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., 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., Villar-real, E.L., Mezzadra, C.A., Soria, L., Corva, P., Motter, M.M., Schor, A y Miquel, M.C. 2010. Effecto 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 speciali-

zed products. pp 306-318.

- En: Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V.W. (Eds.) Harper's Bio-chemistry, Connecticut, USA. Appleton y Lange.
- Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Blázquez, B., 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. En: *The biology of animal stress*. Moberg, G.P. y 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. y Warkup, C.C. 1998 Differences in the calpain enzyme system in tough and tender samples of porcine *longissimus dorsi*. *Proc British Soc. of Anim. Sci.*, Scarborough, UK.
- Silva, J.A.; Patarata, L. y 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. y Van Schaik, G. 2005. Effect of transport and lairage time on some blood constituents of Fresian-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 En: *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. y 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., 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 latino-americana*, 102: 30-36.
- Zimmerman, M., Grigioni, G., Domingo, E., Taddeo, H. 2009. Factores experimentales de estrés prefaena en "chivito criollo neuquino". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 29 (supl. 1): 158-159.

capítulo 29

Pighin, D.G.^{1 3 4}; Davies, P.²; Pazos, A.^{1 4}; Ceconi, I.²; Cunzolo, S.^{3 4}; Mendez, D.²; Buffarini, M.²; Grigioni, G.^{1 3 4}

¹ Instituto Tecnología de Alimentos, INTA, De Los Reseros y Las Cabañas

² EEA INTA Gral. Villegas

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas - CONICET

⁴ Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Morón

Efecto de la dieta y del estrés agudo pre-faena sobre parámetros bioquímicos y físico-químicos en novillos británicos

INTRODUCCIÓN

Se sabe que el pH y la temperatura muscular son capaces de interactuar durante el desarrollo del rigor mortis, siendo capaces de impactar sobre diferentes eventos que tienen lugar en las primeras horas *post mortem*, como el acortamiento miofibrilar y la actividad proteolítica endógena (Thornberg, 1996; Dransfield, 1992).

La curva de descenso pH/T depende de varios factores. Entre ellos, la estimulación eléctrica y la velocidad de enfriamiento constituyen dos de los principales factores extrínsecos involucrados. Los niveles de glucógeno muscular, la temperatura inicial de las carcasas, y el tipo de músculo son tres de los principales factores intrínsecos involucrados en el desarrollo y evolución de dicha curva.

En los últimos años, se ha propuesto que las dietas de elevada densidad energética en bovinos conducen a diversas modificaciones metabólicas relacionadas con una alterada sensibilidad a la insulina, pudiendo afectar la glucólisis muscular (Gaughan and Mader, 2009; Hersom et al., 2004).

Considerando que tanto la dieta como el nivel de estrés pre-faena parecen estar relacionados a la velocidad de glucólisis *post mortem* y a la curva de descenso pH/T, el objetivo del presente estudio consistió en evaluar el efecto de dos dietas contrastantes (a base de grano vs. pasturas) y dos niveles diferentes de estrés agudo pre-faena sobre aspectos bioquímicos y físico-químicos como posibles predictores de calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. Animales

El experimento se llevó a cabo en la EEA INTA General Villegas (Buenos Aires, Argentina). Se utilizaron cuarenta novillos de raza Angus. Los animales fueron alimentados con dos dietas contrastantes:

- dieta a base de grano (39% grano de silo, 59% grano entero, 2% mezcla minerales con monensina). El peso final medio fue de 461.9 ± 22.1 kg.
- dieta a base de pasturas (triticale, triticosecale, en estado de crecimiento vegetativo, al 2,5% del peso vivo). El peso final medio fue de 509.7 ± 26.5 kg.

Alcanzado el grado de terminación, ambos grupos de animales fueron transportados al frigorífico, distante a 300 km, bajo las mismas condiciones. En las instalaciones frigoríficas, ambos grupos fueron divididos en dos sub-grupos, de acuerdo al nivel de estrés pre-faena a aplicar:

- manejo con estrés minimizado (LS), los animales fueron faenados en primer orden, para evitar olores y sonidos característicos de la faena. Fueron trasladados con un descanso de 20 minutos previo al ingreso al cajón de noqueo. El proceso de traslado fue realizado en silencio, sin gritos ni golpes usualmente utilizados. Las zonas oscuras fueron estratégicamente iluminadas para evitar sombras.
- manejo con estrés tradicional (RS), este grupo fue faenado en segundo lugar, sin descanso y

siguiendo los procedimientos usualmente llevados a cabo para tal fin.

B. Muestras

Se tomaron muestras de sangre en el momento de sangrado en la faena, en tubos con y sin anticoagulante (EDTA). Los mismos fueron colocados inmediatamente en hielo. Se separó plasma y suero, los cuales fueron almacenados a -20 ± 1 °C hasta su procesamiento para las medición de las concentraciones de glucosa, ácido láctico e insulina.

Dentro de las 2 h *post mortem*, se tomaron muestras del músculo *longissimus dorsi* (LD) para la medición de la Capacidad de Retención de Agua (CRA). Las mismas fueron procesadas inmediatamente. El análisis espectrocolorimétrico del tejido adiposo fue realizado también dentro del periodo de 2 h *post mortem*, bajo condiciones controladas de temperatura.

C. Métodos

El hematocrito (CPV) fue medido inmediatamente en muestras de sangre anticoagulada mediante el método de micro-hematocrito. Las concentraciones plasmáticas de glucosa y ácido láctico fueron medidas utilizando kits enzimáticos comerciales (Wiener, Rosario, Argentina y Randox Labs Ltd., UK, respectivamente). Los niveles de insulina sérica fueron medidos utilizando kit comercial provisto por DiaSource (INS-EASIA, DiaSource S.A., Bélgica).

El pH muscular fue medido en el músculo *longissimus dorsi* (LD) a nivel de la 12° costilla a las 3, 6 y 24 h utilizando pHmetro portátil (Thermo Orion modelo 420, USA) con la combinación de un electrodo estandarizado. Simultáneamente, y en el mismo músculo, se midió la temperatura (T) a 2 cm del lugar de medición del pH, utilizando *loggers* de temperatura (Maxim, CA, USA) programados para registrar la temperatura cada minuto.

Los resultados representando el pH y la T a las 3, 6 y 24 h *post mortem* fueron calculados y expresados como promedio $\pm$ desviación estándar.

El color de la grasa perirrenal fue medido utilizando un espectrofotómetro de reflectancia (BYK Spectro guide 4570gloss, UK) de acuerdo a la escala CIELab y luz artificial D65. Las mediciones fueron realizadas a 4 ± 1 °C.

La capacidad de retención de agua (CRA) fue

determinada de acuerdo al método de comprensión descrito por Pla Torres (2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El hematocrito sanguíneo y las concentraciones de glucosa, ácido láctico e insulina pueden observarse en la Tabla 1. Los valores de CPV demostraron una interacción significativa entre el sistema de producción y el nivel de estrés pre-faena. En términos generales, los animales alimentados a pasturas mostraron mayores niveles de CPV en comparación con los animales alimentados a base de granos. Este hallazgo podría ser explicado debido a un mayor estrés experimentado por los primeros en las instalaciones frigoríficas, posiblemente debido a un menor acostumbramiento al contacto con seres humanos. Más aún, dentro de este grupo de animales, aquellos pertenecientes al nivel de estrés TS demostraron mayores niveles de CPV. Por otra parte, inesperadamente, los animales alimentados con base de granos y pertenecientes al nivel de estrés tradicional, presentaron los valores más bajos de CPV. Una posible explicación sería que diferencias en el nivel de estrés pre-faena aplicado a este grupo de animales no sería suficiente para producir modificaciones en el nivel de CPV en éstos, los cuales se supone, presentarían mayor acostumbramiento al contacto y manejo por parte de los seres humanos.

Como puede verse en la Tabla 1, todos los animales presentaron hiperglucemia al momento de la faena. Los animales pertenecientes al tratamiento TS de ambos grupos dietarios presentaron los mayores niveles de glucosa plasmática. Los niveles de ácido láctico en plasma demostraron un comportamiento similar a los de la glucosa. En su conjunto, estos resultados contribuyen a la idea de que el manejo pre-faena TS resultó efectivamente más estresante que el LS, independientemente del sistema de producción.

Con respecto a los niveles de insulina sérica, no se observó diferencia significativa asociada al nivel de estrés pre-faena. Interesantemente, los niveles de insulinemia fueron mayores en los animales alimentados a base de pasturas, que en aquellos alimentados a base de granos. Teniendo en cuenta que las dietas de elevada densidad energética (ej.: dietas a base de granos) son más

	Pastura		Grano		Efecto	Significancia
	LS	RS	LS	RS		
CPV (%)	43.6 a	45.3 a	41.1 a,b	38.0 b	dieta x estres	0.013
Glucosa (mM)	5.31 b	6.15 a	5.76 b	6.17 a	estres	0.020
Lactato (mg%)	60.0 b	66.8 a	61.7 b	65.5 a	estres	0.031
Insulina (μ UI/mL)	42.2 a	42.8 a	28.9 b	32.8 b	dieta	0.009

Tabla 1. Hematocrito, niveles plasmáticos de glucosa y ácido láctico y niveles séricos de insulina de animales pertenecientes a diferentes sistemas de producción y niveles de estrés pre-faena.

Valores expresados como promedio

	Pastura		Grano		Efecto	Significancia
	LS	RS	LS	RS		
CRA (%)	51.8	54.2	50.9	52.3	NS	p>0.05
L*	74.00 b	73.92 b	75.18 a	80.54 a	dieta	0.016
a*	5.19 a	4.30 b	5.46 a	2.22 b	estrés	0.003
b*	21.47 a	20.55 a	17.26 b	16.83 b	dieta	p>0.001

Tabla 2. Capacidad de retención de agua del músculo LD y parámetros de color de tejido adiposo perirrenal de animales pertenecientes a diferentes sistemas de producción y niveles de estrés pre-faena.

Valores expresados como promedio; NS: diferencia no significativa.

	Pastura		Grano		Efecto	Signif.
	LS	RS	LS	RS		
pH 3h	5.97 b	5.81 b	6.13 a	6.11 a	dieta	0.005
T (°C) 3h	27.42 a	27.92 a	26.49 b	26.31 b	dieta	0.035
pH 24h	5.57 b	5.49 b	5.67 a	5.64 a	dieta	0.002
T (°C) 24h	3.08 a	3.32 a	2.44 b	2.72 b	dieta	0.006

Tabla 3. Pendiente pH/T en las 3-6 hs post mortem y valores de pH y T a las 3 y 24 hs post mortem en el músculo LD de animales pertenecientes a diferentes sistemas de producción y niveles de estrés pre-faena.

Valores expresados como promedio; NS: diferencia no significativa.

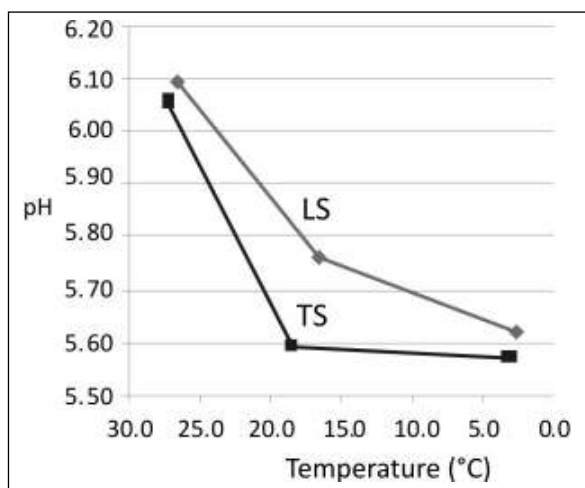


Figura. 1. Curva pH-T medida en músculo LD de animales pertenecientes a dos sistemas de producción y dos niveles de estrés pre-faena.

propensas a inducir incrementos en los niveles de insulina circulante, podría considerarse que este hallazgo se relaciona más a la edad y peso de los

animales que a la dieta que recibieron (Lorenz, 2000; McCann et al., 1986).

La capacidad de retención de agua del músculo LD medida en el frigorífico no se encontró afectada ni por las dietas de los sistemas de producción, ni por el nivel de estrés agudo pre-faena (Tabla 2). Se sabe que el tejido adiposo de los animales alimentados a base de pasturas suele presentar elevados niveles de β -carotenos, los cuales incrementan la coloración amarilla y producen una menor intensidad de reflectancia promedio. En el presente estudio, estas características fueron reflejadas en un mayor valor del parámetro b* y menor valor del parámetro L*, en comparación de aquellos animales alimentados a base de granos. Resulta interesante remarcar que el parámetro a* del tejido adiposo demostró un efecto significativo por parte de nivel de estrés pre-faena aplicado. Este efecto podría estar relacionado con un desangrado incompleto por parte de los capi-

lares del tejido adiposo (Swatland, 1995). Mayores estudios serán necesarios con relación a este tema.

La curva de descenso pH-T puede ser observada en la Figura 1. No pudo observarse ninguna interacción entre dieta y nivel de estrés. No obstante, pudo observarse que los animales manejados con el nivel de estrés TS presentaron una pendiente más pronunciada entre las 3-6 hs *post mortem* que aquellos animales manejados de acuerdo al nivel de estrés LS.

Los valores de pH y T registrados a las 3 h y 24 h pueden observarse en la Tabla 3. Claramente se observa un efecto del sistema de producción, en el cual los animales alimentados a base de pasturas mostraron mayor T y menor pH del músculo LD a las 3 h y 24 h *post mortem*. Pese a que en el presente estudio no se cuantificó la T corporal, el incremento de la T muscular podría deberse a un efecto de estrés en estos animales. Dicho efecto estimularía la circulación sanguínea y el metabolismo muscular llevando a un incremento de la glucólisis anaeróbica y consecuente acentuada caída del pH observada en estos animales.

En este sentido, sería posible pensar que un incremento en la temperatura muscular conduciría a una mayor actividad de las enzimas glucolíticas. Más aún, teniendo en cuenta que los animales alimentados a base de pasturas presentaron una incrementada insulinemia, sería posible también considerar un incrementado efecto de la insulina sobre la velocidad de la glucólisis muscular *post mortem*. Como puede observarse, en el presente estudio, tanto la dieta asociada a los sistemas de producción como el nivel de estrés pre-faena impactaron en diversos parámetros bioquímicos y físico-químicos en novillos británicos. La dieta se reflejó en los niveles de insulinemia, el color del tejido adiposo y condiciones de la curva pH/T del músculo LD. Por otra parte, el nivel de estrés pre-faena impactó sobre los niveles plasmáticos de glucosa y ácido láctico, el parámetro a^* del tejido adiposo y la velocidad de glucólisis anaeróbica muscular, reflejada en modificaciones de la curva pH-T. El hematocrito sanguíneo presentó un comportamiento interesante como interacción de ambos tratamientos. La capacidad de retención de agua del músculo LD no se vio afectada como resultado de los tratamientos aplicados.

CONCLUSIONES

Los diferentes sistemas de producción y el estrés agudo pre-faena estuvieron involucrados en modificaciones tanto en el metabolismo in vivo, como en la glucólisis anaeróbica *post mortem* del músculo LD. Bajo las condiciones experimentales utilizadas, no se observaron consecuencias en la calidad de la carne fresca, evaluada mediante medición de pH.

En el futuro, sería interesante estudiar las consecuencias de estas modificaciones metabólicas sobre la calidad de la maduración de la carne.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por INTA, con colaboración de la Universidad de Morón. Los autores agradecen a MSc. Angeles Fischer por su colaboración en el análisis estadístico y a Cecilia Barreto y Marta Signorelli por su colaboración técnica.

BIBLIOGRAFÍA

- Dransfield E (1992) Modelling *post mortem* tenderization-III: Role of calpain I in conditioning. Meat Sci 31: 85-94.
- Gaughan JB and Mader TL (2009) Effects of sodium chloride and fat supplementation on finishing steers exposed to hot and cold conditions. J Anim Sci 87: 612-621.
- Hersom MJ, Wettemann RP, Krehbiel CR, Horn GW, Keisler DH (2004) Effect of live weight gain of steers during winter grazing: III. Blood metabolites and hormones during feedlot finishing. J Anim Sci 82, 2059-68.
- Lorenz I (2000) Retrospective study of serum glucose concentration in cattle with mu-cosal disease. J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med 47, 489-93.
- McCann JP, Ullmann MB, Temple MR, Reimers TJ, Bergman EN (1986) Insulin and glucose responses to glucose injection in fed and fasted obese and lean sheep. J Nutr 116, 1287-97.
- Pla Torres M (2005) Capacidad de retención de agua. En: Cañeque, V., Sañudo, C. (Eds.), Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA: Madrid, España. Serie Ganadera Nº 3, pp. 243-250.
- Swatland H J (1995) On Line evaluation of meat. Ed. Technomic Publishing CO. INC. EEUU.
- Thornberg E (1996). Biophysical aspects of meat tenderness. Meat Sci 43, S175-S191.

capítulo 30

Davies, P.¹; Méndez, D.¹; Pighin, D.²¹ EEA INTA Gral. Villegas² ITA - CNIA INTA

Efecto de la disponibilidad de sombra en verano sobre la ganancia de peso de novillos en engorde a corral en el noroeste bonaerense

INTRODUCCIÓN

Existen numerosos antecedentes en cuanto al efecto de la temperatura ambiente sobre la productividad de bovinos para carne de origen británico o continental, cuando esta excede los límites de la zona de confort, que se encuentra entre 10 °C y 27 °C. Por otra parte, se considera que un valor de ITH (índice de temperatura y humedad) igual a 72 para este tipo de animales, corresponde al límite a partir del cual los animales sufrirían inconvenientes en relación con el confort y podrían verse afectadas sus funciones productivas. Otros factores también inciden en la ocurrencia de estrés por calor; Brown Brandl y otros (2006) encontraron, en animales en engorde a corral, que a temperaturas superiores a 25 °C los animales con mayor pigmentación de la piel eran 25% más susceptibles al estrés por calor que aquéllos de piel clara y también establecieron asociaciones con antecedentes sanitarios, nivel de engrasamiento y temperamento de animales y especularon con la aditividad de dichos efectos. Según Arias y otros (2008) en sistemas intensivos de producción, como los feedlots, los animales tienen mecanismos fisiológicos más restringidos para hacer frente al exceso de calor proveniente de la combinación de dietas de alta densidad energética (granos), veranos con altas temperaturas y alta humedad relativa. En situaciones de estrés por calor, las razas *Bos indicus* y sus cruces tienen mejor capacidad de acomodación al calor que las razas *Bos taurus*, debido a diferencias en el metabolismo, el con-

sumo de alimento y agua, la tasa de sudoración y las características de la capa y de color (Blackshaw y Blackshaw, 1994). Las condiciones climáticas habituales en la época estival en la región del noroeste bonaerense, particularmente las que se registran entre los meses de diciembre y febrero, permiten suponer la ocurrencia de estrés por calor en bovinos para carne y, por lo tanto, es importante verificarlo dada la prevalencia de algunas de las características predisponentes mencionadas y el incremento de los sistemas de engorde a corral. Para este fin se llevó a cabo un experimento en la EEA Gral. Villegas cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la disponibilidad de sombra artificial sobre el desempeño productivo de novillos en engorde a corral durante el verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar: Campo experimental de la EEA Gral. Villegas, (34° 55' S, 62° 44' O; alt. 117 m.s.n.m.).

Tratamientos: 1) Sol: sin provisión de sombra, 2) Sombra: con provisión de sombra artificial.

Se utilizaron corrales de 400 m² provistos de agua y, en el caso de Sombra, con sombreaderos rectangulares de 50 m² con media sombra (80% de cobertura) de nylon con una altura promedio de 3,25 m.

Duración de la prueba: 29 días, desde 3/2/2011 hasta el 4/3/2011. Animales: Se utilizaron 20 novillos Angus de 350,6 ± 20,5 kg p.v. promedio que se asignaron al azar a cuatro corrales con 5 animales cada uno, dos de los cuales estaban provistos de sombra.

	Sol	Sombra	EEM	p
ADPV (kg/d)	1,294	1,362	0,18	0,72
CMS (kg MS/d)	10,27	10,33	0,44	0,42
Conv (kg MS/kg ADPV)	7,6	7,5	0,85	0,20

ADPV: aumento diario de peso vivo; CMS: consumo de materia seca; C: conversión

Cuadro 1. Performance de novillos en engorde con y sin provisión de sombra artificial.

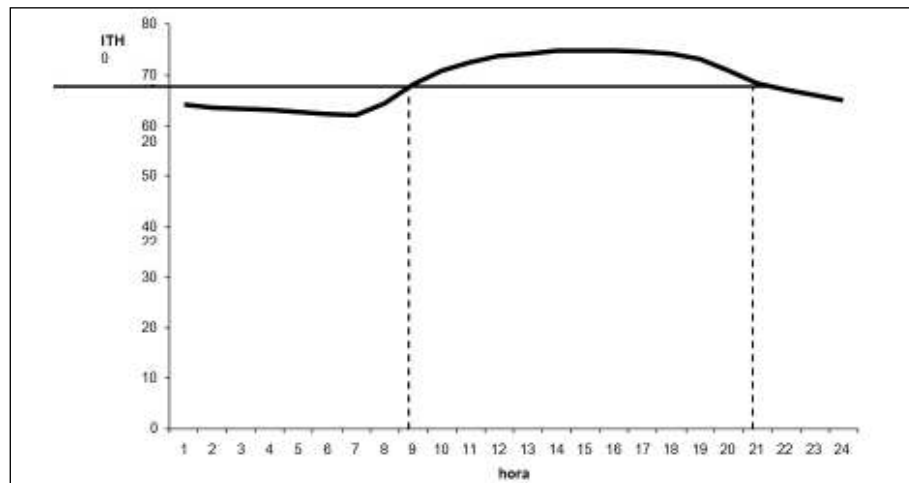


Figura 1. ITH promedio diario.

Alimentación: Se realizó un período de acostumbramiento de 14 días con cantidades crecientes de la ración final, desde 1.8% del p.v. e incrementos de 0.1% diarios que se suministró mediante un mixer, en dos comidas diarias (a las 09:00 y a las 14:00). La ración estaba compuesta por 48% de grano de maíz entero, 32% de silaje de planta entera de maíz, 18% de expeller de girasol y 2% de núcleo mineral con monensina, en base seca; la cantidad fue ajustada al 100% del consumo voluntario de cada grupo por medición de rechazo de alimento a un nivel aproximado al 5% de lo suministrado, en base seca.

Mediciones: ITH: los datos meteorológicos para el cálculo del ITH ($ITH = (1.8 T + 32) - (0.55 - 0.55 Hr) \times (1.8 T - 26)$; T: temperatura media horaria; Hr= humedad relativa media horaria) provenían de la estación meteorológica de la EEA.

Consumo y aumento diario de peso vivo (ADPV): Se realizaron estimaciones de consumo mediante recolección de rechazos durante dos días consecutivos (martes y miércoles) de cada semana. El consumo de materia seca (CMS) por corral se estimó como la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado, en base seca.

Medición del peso vivo y estimación del ADPV: Los animales se pesaron individualmente en dos días consecutivos (jueves y viernes) cada 14 días,

sin encierre previo y antes de recibir la comida de la mañana. Estos datos, junto con las estimaciones de CMS, se utilizaron para realizar un ajuste semanal de oferta de alimento, los días viernes. El ADPV se estimó por regresión lineal.

Registro de eventos de comportamiento: En las dos semanas intermedias entre las de pesajes se realizaron observaciones de comportamiento de los animales, a partir del suministro de la segunda comida diaria y por un lapso de 2 horas, para establecer la frecuencia de animales que comían, bebían o descansaban.

Análisis estadístico: El experimento se realizó con un diseño completamente aleatorizado con dos repeticiones (corrales) y los datos fueron analizados con ANOVA; los promedios se compararon con el test de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura media mensual fue 22,5 °C, 1 °C por encima de la media histórica; la temperatura máxima media fue 23,1 °C y la mínima media fue 21,8 °C, mientras que la humedad relativa media fue 71,2%. La temperatura máxima superó los 27 °C el 79,3% de los días y el ITH fue superior a 72 ($74,02 \pm 0,81$) en el 73,2% de los días, entre las 09:00 y las 21:00 (Fig. 1); lo anterior implicaría

que durante la mayor parte del período evaluado predominaron condiciones climáticas que podrían alterar el confort de los animales. Sin embargo, tales condiciones no afectaron el ADPV, el CMS, ni la eficiencia de conversión (EC) de los animales en ambos tratamientos (Cuadro 1) y, además, el ADPV fue acorde al estimado al formular la dieta ofrecida (NRC, 2000) por lo que no se encontró evidencia de alteración en los mecanismos homeotérmicos de los animales aunque, de haber existido, es posible que no haya sido relevante en cuanto a la performance ya que los animales podrían compensar los efectos de períodos moderadamente adversos al mejorar las condiciones ambientales (Arias y otros, 2008).

Los antecedentes climáticos de la región permiten suponer que podrían existir condiciones más severas que las observadas en este experimento cuyos efectos sobre los animales deberían ser evaluados. Con relación al comportamiento, en ambos períodos de observación los animales con sombra tuvieron una menor frecuencia de individuos que comían (18% y 15%) con respecto a los que no tenían sombra (25% y 19%) y en general fue evidente en ambos tratamientos la baja preferencia por consumir el alimento en las horas de mayor temperatura, mientras que en los corrales con sombra todos los animales en descanso permanecían bajo la misma.

CONCLUSIÓN

Los resultados indican que en condiciones ambientales moderadamente adversas, como las observadas en el período evaluado, el estrés por calor no afectaría la performance esperada; además, en este experimento, la provisión de sombra artificial no mejoró el ADPV, CMS y EC.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, R.A., Mader, T.L., Escobar, P.C. 2008. Arch. Med. Vet. 40, 7-22.
 - Brown Brandl, T.M., Eigenberg, R.A., Nienaber, J.A. 2006. Heat stress risk factors of feedlot heifers. Livestock Science 105:57-68.
 - Blackshaw, J.K. and A.W. Blackshaw. 1994. Heat stress in cattle and effect of shade on production and behaviour: a review. Aust. J. Exp. Agr. 34:285-295.
 - NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. Washington, DC. The National Academies Press
-

Esta publicación compila la mayoría de la investigación sobre la calidad de carne de rumiantes menores y monogástricos producida en los proyectos de INTA, en el marco del Proyecto Integrado de Calidad de Carnes. La información generada permite visualizar efectos de la alimentación, los sistemas de producción, el biotipo animal, el estrés y el manejo sobre las características de la carne y atributos diferenciales. Esta información permite elaborar protocolos para la producción de carne con propiedades definidas, entender las implicancias de la alimentación y los sistemas sobre la calidad de la carne y contener las oportunidades de la carnes de ovinos, caprinos, aves y cerdos en Argentina, a partir de sus propiedades intrínsecas. El compilado incorpora también aportes a la ciencia básica de la carne y del efecto del estrés sobre indicadores de bienestar animal, de productividad y de calidad de carne.



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación