



# Avances en calidad de carne bovina

---

Implicancias de la alimentación,  
la genética y el manejo

---

**Compilado de una década de estudios en INTA**

**Programa Carnes**

*Proyecto Integrado:*

*“Calidad e inocuidad 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 500 ejemplares

*Junio de 2013*



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

# prólogo

---

El presente trabajo es un compilado en dos volúmenes (I y II) de reportes de las investigaciones en el ámbito nacional del INTA sobre aspectos de la calidad de carnes producidas en diversos sistemas de producción y estrategias de manejo. El documento resume los resultados de trabajos generados por una red de investigadores de Estaciones Experimentales e Institutos de INTA, con la colaboración de Universidades del país, empresas privadas y plantas frigoríficas diversas. Muchos de estos trabajos han sido o están siendo publicados en revistas especializadas con referato en el ámbito nacional e internacional, como en revistas de divulgación, resúmenes de jornadas u otros eventos técnicos. También han sido presentados en foros nacionales e internacionales.

La investigación en INTA sobre aspectos de la calidad de las carnes producidas en el país tiene una historia reciente, de no más de una década, pero ha permitido posicionar a la Institución como un referente en Argentina. Se pretende que esta publicación permita visualizar en forma conjunta, con un formato similar entre productos y de fácil acceso, la naturaleza de los trabajos y la dimensión institucional de la experimentación en calidad de carnes y temas afines. Se pretendió que los reportes sean breves pero reflejen con buen detalle los problemas en estudio, sus hipótesis y objetivos de trabajo, las circunstancias y los procesos y las metodologías. Se pretendió además que el compilado generado haga visible los grupos de investigadores involucrados y sus vínculos.

Las investigaciones se centraron en caracteri-

zar productos cárneos de las cadenas bovina, ovina, caprina, porcina y aviar, en definir indicadores principales de la calidad de carnes generadas en diversos sistemas, en desarrollar estrategias para producir carnes con propiedades definidas y en dimensionar el impacto del estrés animal sobre la carne. También se avanzó en el estudio de mecanismos genéticos, metabólicos y ambientales para la expresión de atributos o características en las carnes.

La información generada en varios trabajos sobre carne bovina y ovina producida en sistemas pastoriles de alta eficiencia individual, o sistemas combinados de confinamiento y pastoreo resulta única en el mundo. La misma complementa también el conocimiento sobre estudios procesos fisiológicos y aporta elementos objetivos para la valorización de carne por origen. La generada en otros trabajos confirma para el ámbito local hallazgos reportados en otros ambientes y sistemas. Pero en todos los casos, los trabajos fueron instrumentos de construcción de una dinámica red de vínculos e interacciones donde se complementaron, construyeron y potenciaron capacidades, se identificaron debilidades y fortalezas y se discutieron temas, abordajes y metodologías.

**Dr. Anibal J. Pordomingo**

Coordinador Proyecto Integrado de INTA  
Calidad e Inocuidad de Carnes  
INTA Anguil, La Pampa

---



# agradecimientos

---

## **Desde los autores:**

*Ninguna de las investigaciones aquí resumidas habría sido posible sin el esfuerzo y compromiso del personal de las instituciones públicas y privadas involucradas. Debe destacarse sobremedida el esfuerzo de los técnicos y personal de apoyo del Instituto de Tecnología de Alimentos de INTA en Castelar, de las Estaciones Experimentales de INTA en Balcarce, Bariloche, Chubut, Manfredi, Marcos Juárez, Villegas, Pergamino, Valle Inferior, Santa Cruz, Concepción del Uruguay, Mercedes, San Luis, Colonia Benítez y Anguil.*

*Fue medular el apoyo del personal docente, auxiliares y estudiantes de las facultades de Ciencias Veterinarias de la UBA, de Ciencias Alimentación de la UN de Entre Ríos, de Ciencias Agrarias de la UN de Mar del Plata, Facultad de Agronomía y Agroalimentos de la UN de Morón, de los departamentos de Animal Sciences de Clemson University, SC, y de Davies, California, EEUU. También, fue definitorio en muchos estudios el apoyo del CONICET, del Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA), de los programas de Ley Ovina y de proyectos ganaderos provinciales, sin cuyos aportes los trabajos habrían sido inviables.*

*Debemos una especial mención de agradecimiento al personal de los frigoríficos y plantas de faena que hicieron posible la faena y posterior recolección de muestras de carnes con diversos fines experimentales. También merecen un reconocimiento particular las Asociaciones cooperadoras de INTA e INTeA SA por sus aportes en recursos físicos y económicos al desarrollo de las investigaciones en los predios de INTA, y los productores que pusieron a disposición sus recursos, personal y voluntades para desarrollar experiencias, de otra manera imposibles. Vaya nuestro*

*agradecimiento también a las Asociaciones de Angus, Bonasmara, Shorthorn y Hereford.*

*Expresamos en particular el agradecimiento al personal administrativo y gerencial de INTA por entender las complejidades de la investigación con animales y ayudarnos a concretar estas experiencias. Extendemos también un especial agradecimiento al Dr. Daniel Rearte, coordinador del Programa Carnes de INTA durante el período de desarrollo de esta experimentación, por su permanente motivación y convencimiento de la importancia de la temática de la calidad de las carnes en la mejora cualitativa de la investigación en INTA.*

## **Desde la Coordinación del Proyecto Integrado de INTA “Calidad e Inocuidad de Carnes”:**

*Deseo agradecer especialmente a todos los técnicos, personal de laboratorio y de campo involucrados por su esfuerzo y el privilegio de contar con ellos.*

*Quiero expresar también mi agradecimiento a todas las instancias gerenciales de INTA y de otras instituciones que apoyaron los objetivos del proyecto, pusieron recursos económicos y humanos y acompañaron pacientemente su desarrollo.*

*Finalmente, vaya mi agradecimiento a la Sra. Viviana Hernández, secretaria del Área de Producción Animal de la Estación Experimental “Guillermo Covas” de INTA Anguil, La Pampa, por su colaboración en la recopilación y ordenamiento de los trabajos reportados en esta publicación.*

### **Dr. Anibal J. Pordomingo**

Coordinador Proyecto Integrado de INTA  
Calidad e Inocuidad de Carnes  
INTA Anguil, La Pampa

---



# Contenidos

<b>Prólogo</b>	<b>3</b>
<b>Síntesis: ¿Qué hemos aprendido?</b>	<b>9</b>
<b>1.</b> Suplementación de novillos en terminación con diferentes niveles de semilla de algodón en la ración. Efecto de sobre la aceptabilidad de la carne. <i>Gallinger, M.; Balbuena, O.; Kucseva, C.D.; Mastandrea, O.R.; Gándara, F.R.</i>	<b>11</b>
<b>2.</b> Efecto de la suplementación invernal con diferentes niveles de semilla de algodón sobre la composición de la grasa en novillos. <i>Balbuena, O.; García, P.T.; Kucseva, C.D.; Stahringer, R.C.</i>	<b>14</b>
<b>3.</b> Efecto de la suplementación con lino sobre parámetros productivos y de calidad de carne, en animales en pastoreo. <i>Fanego, N.; Pouzo, L.B.; Dezcalzo, A.; Santini, F.; Pavan, E.</i>	<b>17</b>
<b>4.</b> Utilización de aceite de soja y pescado como estrategia para alterar el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular e novillos terminados a corral. <i>Kucseva, C.D.; Santini, F.; Depetris, G.; Gagliostro, G.; Villarreal, E.; Balbuena, O.; Grigioni, G.; García, P.; Lagman, L.</i>	<b>24</b>
<b>5.</b> Efecto de la dieta y del genotipo sobre indicadores de calidad de carne bovina producida en la Región Pampeana Argentina. <i>Latimoria, N.J.; Kloster, A.M.; García, P.T.; Carduza, F.J.; Grigioni, G.; Pensel, N.A.</i>	<b>30</b>
<b>6.</b> Características carniceras y perfil de ácidos grasos de novillos en pastoreo de maíz en planta durante el otoño. <i>Garcilazo, M.G.; Kugler, N.M.; Barbarossa, R.A.; García, P.T.</i>	<b>38</b>
<b>7.</b> Efecto de la suplementación con <i>Solanum glaucophyllum</i> sobre la terneza de la carne en animales en pastoreo. <i>Maglietti, C.; Pavan, E.; Santini, F.J.; Cseh, S.</i>	<b>42</b>
<b>8.</b> Microorganismos indicadores de calidad higiénica de carnes en novillos criados bajo distintos sistemas de producción. <i>Palladino, P.M.; Del Castillo, L.L.; Davies, P.; Ceconi, I.; Godaly, M.S.; Sancho, A.M.; Masana, M.O.</i>	<b>48</b>
<b>9.</b> Novillos Holando alimentados a corral con dietas completas con distintos niveles de aceite de soja. Respuesta productiva y de calidad de carne. <i>Pasinato, A.; Elizalde, J.; Sevilla, G.; Teira, G.; Perlo, F.; Bonato, P.; Tissoco</i>	<b>52</b>
<b>10.</b> Novillos Holando alimentados a corral con dietas completas isoenergéticas y distintos niveles de proteína bruta. Respuesta productiva y de calidad de carne. <i>Pasinato, A.; Elizalde, J.; Teira, G.; Perlo, F.; Bonato, P.; Tissoco</i>	<b>56</b>
<b>11.</b> Grasa bovina con un perfil de ácidos grasos mejorado: bajo contenido de grasas saturadas y alto de CLA cis-9, trans-1. <i>De La Torre, M.S.; Pouzo, L.E.; Duckett, S.; Pavan, E.</i>	<b>60</b>
<b>12.</b> Efecto del sexo y el peso de faena sobre el perfil de ácidos grasos en carne. <i>Pouzo L.B.; De la Torre, M.S.; Pavan, E.</i>	<b>64</b>
<b>13.</b> Producción de vaquillonas pesadas en condiciones de pastoreo y su impacto en la terneza de la carne. <i>Borja, L.; Pouzo, L.B.; Langman, L.; Carduza, F.; Corva, P.; Santini, F.J.; Pavan, E.</i>	<b>70</b>
<b>14.</b> Clasificación de músculo longissimus Dorsi en función de la terneza instrumental. <i>Paschetta, F.; Sancho, A.M.; Pazos, A.; Descalzo, A.; Grigioni, G.</i>	<b>76</b>
<b>15.</b> Grasa intramuscular y perfil de ácidos grasos de la carne de novillos con diferentes estrategias de recría o terminación. <i>Volpi Lagreca, G.; Pordomingo, A.J.; Alende, M.; García, P.T.</i>	<b>82</b>
<b>16.</b> Efecto de la inclusión de taninos, monensina y soja cruda en dietas basadas en grano de maíz entero sobre la composición lipídica y las características físicas de la carne. <i>Volpi Lagreca, G., Pordomingo, A.J., Alende, M., Pordomingo, A.B., Grigioni, G., Carduza, F. y García, P.T.</i>	<b>91</b>

- 17.** Efecto de diferentes tiempos de maduración en cortes vacunos procedentes de novillos sometidos a distintos tiempos de viaje y de espera prefaena I : *Longissimus dorsi*. Alende, M.; Volpi Lagreca, G.; Grigioni, G.; Pordomingo, A.J.; Pighín, D.; Carduza, F.; Pazos, A.; Babinec, F.; Sancho, A.M. **97**
- 18.** Efectos del cruzamiento de razas británicas con bonsmara sobre el aumento de peso, la terminación y los atributos de la carne de novillos. Pordomingo, A.J.; Grigioni, G.; Carduza, F.; García, P.T.; Pordomingo, A.B.; Pini, F.; Masgoret, S. **105**
- 19.** Productividad y características de la carne de vaquillonas F del cruzamiento de angus con Criollo, Hereford o Shorthorn en pasturas de alfalfa. Pordomingo, A.J.; Grigioni, G.; Carduza, F.; García, T.P.; Pordomingo, A.B.; Volpi Lagreca, G. **112**
- 20.** Agregado de taninos de quebracho en dietas con 50 o 70% de grano de maíz sobre la producción individual, características de la res y la carne de vaquillonas de engorde a corral. Pordomingo, A.J.; Volpi Lagreca, G.; García, P.T.; Grigioni, G. **125**
- 21.** Efecto de la alimentación sobre el crecimiento y las características organolépticas de la carne de novillitos. Pordomingo, A.J.; Grigioni, G.; Irurueta, M.; Carduza, F.; Pordomingo, A.B.; Volpi Lagreca, G. **140**
- 22.** Efectos del uso de cebada en dietas de engorde en confinamiento sobre la producción individual, y las características físicas, químicas y sensoriales de la carne de vaquillonas. Pordomingo, A.J.; García, P.T.; Grigioni, G.; Carduza, F.; Irurueta, M.; Volpi Lagreca, G.; Pordomingo, A.B. **143**
- 23.** La carne de terneros alimentados a corral con maíz entero o molido, con metionina y núcleo mineral enriquecido. Pordomingo, A.J.; Volpi Lagreca, G.; Grigioni, G.; Irurueta, M.; Carduza, F.; García, T.P. **147**
- 24. Finishing on small-grain winter annuals or alfalfa pasture: Effects on Animal performance, carcass traits, and quality of beef.** Terminación de novillos sobre verdeos de invierno o alfalfa pura: Producción individual, parámetros de la res y calidad la carne. Pordomingo, A.J.; Pordomingo, A.B.; Babinec, F.J.; Grigioni, G.; Carduza, F.; Pilar, G.T. **151**
- 25. Natural antioxidants incorporated into *Longissimus dorsi* muscles of pasture or grain-fed steers and their relation to gene expression.** Descalzo, A.M.; Nanni, M.; Gasparovic, A.; Rossetti, L.; Islas-Trejo, A.; Medrano, J.F.; Pordomingo, A.J. **158**
- 26. Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: I. Animal performance, carcass and meat quality.** Efecto de la la estrategia de alimentación durante la recría sobre las características de la carne de vaquillonas terminadas en pastoreo: I. Producción animal, caldiad de la res y de la carne. Pordomingo, A.J.; Grigioni, G.; Carduza, F.; Volpi Lagreca, G. **162**
- 27. Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: II. Longissimus muscle proximate composition, cholesterol and fatty acids.** Efecto de la la estrategia de alimentación durante la recría sobre las características de la carne de vaquillonas terminadas en pastoreo: II. Composición proximal, contenido de colesterol y perfil de ácidos grasos del músculo *longissimus dorsi*. Pordomingo, A.J.; García, T.P.; Volpi Lagreca, G. **176**

# Síntesis

## ¿Qué hemos aprendido? (Highlights)

---

### En bovinos para carne

- A similar edad de faena, las carcasas de vaquillonas faenadas a los 400 kg son más livianas y engrasadas que las de novillos. Sin embargo, la proporción de músculo y los atributos de calidad de la carne (resistencia al corte y color) no difieren.
- A similar peso de faena (380-390 kg PV) las vaquillonas presentan una menor relación AGPI/AGS en el músculo longissimus que los novillitos, pero no en el *gluteus medius*. La menor relación AGPI/AGS en el músculo *longissimus* de las vaquillonas estaría asociada a su mayor contenido de lípidos totales en este músculo. La menor proporción de AGPI en vaquillonas no es compensada por una mayor proporción de AGS, sino de AGMI.
- La relación  $n-6:n-3$  de la carne es menor en vaquillonas pesadas (380 kg) o que en novillitos pesados (390 kg), pero mayor que en vaquillonas livianas (300 kg)
- En animales terminados en pastoreo, el contenido de ácidos grasos totales y la relación  $n-6:n-3$  no estarían correlacionadas
- Un mayor contenido de lípidos totales en el músculo longissimus permite incrementar el contenido de C18:1 trans 11 y CLA *cis-9*, *trans-11* en el LM pero no sus proporciones respecto a la cantidad de los AG totales
- Las vaquillonas presentan una mayor actividad de la enzima stearoyl CoA desaturasa (SCD) que los novillos. Por lo cual si el objetivo es incrementar la proporción de CLA *cis-9*, *trans-11* en la grasa de rumiantes en pastoreo, las vaquillonas deberían ser la categoría de animales a utilizar.
- Existe gran variación de la actividad de la enzima (SCD) en los distintos tejidos adiposos, esto permitiría revalorizar los distintos tejidos adiposos de un animal según su composición lipídica con el objetivo de generar alimentos con mayor valor nutraceutico.
- En los trabajos realizados la utilización de *solanum glaucophyllum* (SG) como fuente natural de vitamina D permitió incrementar la calcemia a la faena, pero no se logró mejorar los niveles de resistencia al corte. Se debería seguir explorando niveles y momento de suplementación del SG
- La inclusión de aceite de soja y de pescado en la ración de novillos terminados a corral afectó negativamente el rendimiento de res pero no afectó otras características de la carcasa, ni la resistencia al corte o color del músculo *longissimus*.
- La suplementación con 0,5% del PV de silaje de maíz durante la recría de novillos no afecta las características de la carcasa, en tanto que la suplementación de terminación durante 60 d con 0, 1 y 2% del PV de grano de maíz a novillos incrementa linealmente el peso, el nivel de engrasamiento y el rendimiento de la res. La suplementación consilaje de maíz durante la recría no afectaría directamente las características de la carne, mientras que la suplementación con grano durante el periodo de terminación de los animales disminuiría cuadráticamente la proporción de CLA en el músculo longissimus e incrementa linealmente la relación  $n-6:n-3$ . La suplementación con grano de maíz no afectó las características físicas de calidad del músculo longissimus.
- Asociación entre la estimación ecográfica de características de carcasa y las determinaciones in situ: los valores ecográficos fueron superiores en promedio a los de la carcasa para el EGD, podría ser atribuido a un error sistemático en la medición ecográfica, o a la pérdida de grasa sub-

cutánea durante el cuereado. En el caso del AOB, la diferencia observada (menores valores en la determinación ecográfica) podría ser atribuida también a errores sistemáticos en la medición ecográfica, o a que durante la posfaena existieron movimientos de tejidos blandos que determinaron una mayor área.

- El pastoreo de leguminosas incrementa el porcentaje de CLA y la relación  $n-6$ :  $n-3$  en la grasa del el músculo longissimus respecto al pastoreo degramíneas. La proporción de CLA disminuye linealmente con el incremento del tiempo de suplementación (12, 28 y 42d) con grano de maíz, en tanto que la relación  $n-6$ :  $n-3$  aumenta.
- La terminación de bovinos sobre pasturas de calidad durante 120 días remueve antecedentes de diferentes estrategias nutricionales durante la recría, incluyendo la recría a corral, sobre los atributos físicos y sensoriales de la carne. Si embargo, se retienen efectos residuales sobre el perfil de ácidos grasos.
- La terminación a corral de bovinos sobre dietas de alto grano de animales tipo británico, jóvenes, livianos y de engrasamiento controlado a faena (menos de 4% de grasa intramuscular) tienen perfiles de ácidos grasos más saludables (relación omega 6: omega 3 inferior a 4) que las de animales de mayor engrasamiento y edad a la faena.
- La edad y el engrasamiento incrementan la relación omega 6/omega 3 del perfil de lípidos de la grasa intramuscular en bovinos y ovinos.
- La terminación pastoril de bovinos sobre verdes o pasturas de leguminosas genera las menores relaciones omega 6/omega 3 en el perfil de la grasa intramuscular. En animales jóvenes y de categorías livianas (vaquillonas y novillitos) la relación puede ser de 1:1.
- La terneza de la carne es poco dependiente del sistema de terminación en animales jóvenes. El ritmo de terminación (aumento de peso) tendría una influencia baja en la terneza superados ciertos umbrales propios del sistema y la categoría animal.

- El estrés del transporte y de espera previo a la faena tiene efectos mayores sobre la calidad de la res que sobre la calidad de la carne.
  - La terminación sobre leguminosas genera carne bovina de mejor perfil sensorial que la terminación sobre verdes de invierno.
  - La terminación a corral sobre dietas a base de grano de maíz, sorgo o cebada genera carne con características físicas, químicas y sensoriales similares.
  - La variabilidad en espesor de grasa de cobertura, rendimiento de res y tamaño de bife es mayor que la variabilidad en contenido de grasa intramuscular y características físicas, químicas y sensoriales de la carne bovina producida en Argentina.
  - La suplementación con granos hasta el 1% del peso vivo del animal, sobre pasturas de base de alfalfa permite mejorar y homogenizar el ritmo de engorde sin provocar cambios en las características físicas y sensoriales de la carne. Se afecta el perfil de ácidos grasos de músculo, incrementándose levemente la relación omega 6/omega 3
  - El estrés impuesto a novillos engordados a corral previo a su transporte a faena por el ruido de ladridos de perros tendría incrementar los niveles de cortisol y de creatinina. Sin embargo, no tendría efectos sobre los parámetros de calidad de carne. En cambio, la maduración reduce la fuerza de corte en la cizalla de WB y aumenta la capacidad de retención de agua. Se observaría también 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.
  - En condiciones ambientales templadas y moderadamente adversas, el estrés por calor no afectaría el engorde o el consumo de bovinos en confinamiento (Area de Gral. Villegas, Pcia. Buenos Aires).
-

Gallinger, M.M.<sup>2</sup>; Balbuena, O.<sup>1</sup>; Kucseva, C.D.<sup>1</sup>; Mastandrea, O.R.<sup>1</sup>; Gándara, F.R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Colonia Benitez;

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, CA INTA Castelar

## Suplementación de novillos en terminación con diferentes niveles de semilla de algodón en la ración. Efecto de sobre la aceptabilidad de la carne

### INTRODUCCIÓN

En la Región Chaqueña Argentina, la semilla de algodón (SA) es un recurso importante y de bajo costo para la suplementación de bovinos destinados a faena. La semilla de algodón contiene (en base seca) 96 % de total de nutrientes digestibles, 24 % de proteína bruta y 0,75 % de fósforo (Poore y Rogers, 1995). El valor nutritivo, el bajo costo y la disponibilidad local, hacen que la SA sea un recurso atractivo para suplementación de bovinos en recría y engorde en condiciones de pastoreo. Por otra parte, la venta de animales gordos presenta características estacionales zafreas, con picos de oferta en otoño y mínimos entre agosto y noviembre.

Resulta de utilidad para los productores y la industria frigorífica contar con tecnología que permita lograr animales terminados para faena en la época de mínima oferta. Por otro lado, la carne de animales engordados con “altos niveles” de SA presentaría problemas de aceptabilidad por parte del consumidor, ya que los compradores de hacienda pagan menos por aquellos animales en los que en sus comederos hay semilla de algodón.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto

de los diferentes niveles de semilla de algodón en la ración sobre la aceptabilidad de la de carne.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento sin repetición de potrero en el INTA de Colonia Benitez, utilizando cuatro potreros de dicantio (*Dichanthium caricosum*) reservado de otoño, a una carga de 1,36 novillos / ha. Se utilizaron 40 novillos cruza cebú, de 321± 23kg de PV, los que fueron asignados a cada uno de los tratamientos (Cuadro 1), balanceando por fenotipo y peso. Cada tratamiento permaneció en el mismo potrero durante todo el ensayo (113 días).

Al inicio y al final del ensayo se registró el peso sin desbaste (peso lleno) y con desbaste de 14 a 16 hs, sin agua (peso vacío), la evaluación de la condición corporal (escala 1 a 9) y la altura a la cadera. Todos los animales suplementados fueron faenados en una Planta Frigorífica habilitada, el día 113 del ensayo. Luego de 24 horas de oreo, se tomaron muestras de bife angosto con hueso (block de la 9<sup>a</sup> a 13<sup>a</sup> costilla) de la media res izquierda y muestras de grasa subcutánea, identificadas por número de animal las que fueron transportadas refrigeradas al INTA Colonia

Item	Tratamiento			
	Cero	Bajo	Medio	Alto
Ración, kg/an/día				
Sorgo	4,5	3,1	1,7	0,35
Semilla de algodón	0	1,2	2,4	3,6
Mezcla con urea y minerales	0,18	0,18	0,18	0,18

Cuadro 1. Tratamientos, ingredientes de las raciones iso-nitrógenas e iso-energéticas por animal por día, en base fresca.

Tratamiento	Para n = 144		Para n = 85	
	Dimensión 1	Dimensión 2	Dimensión 1	Dimensión 2
T1	0,38	-0,22	0,43	0,24
T2	0,24	0,35	0,14	0,35
T3	-0,33	0,15	-0,43	0,20
T4	-0,39	0,11	-0,48	-0,09
T5	0,23	0,01	0,24	-0,09
T6	0,30	-0,64	0,33	-0,75
T7	0,17	0,55	0,19	0,38
T8	-0,61	-0,30	-0,41	-0,24

Cuadro 2. Valores del modelo Prefmap para los ocho tratamientos.

Benítez donde se extrajo el material (carne y grasa) necesario para llevar a cabo una prueba con consumidores.

Para la ejecución de este ensayo se elaboraron hamburguesas con 80 % de carne de bife angosto y 20 % de grasa subcutánea, sin ningún tipo de aderezos. La hamburguesas fueron cocinadas a la plancha en forma estándar y probada por 144 consumidores. Se empleó un diseño balanceado para 8 tratamientos en 18 bloques balanceados de 8 consumidores cada uno requerimiento importante para utilizar el modelo de mapa de preferencias interno (Greenhoff y MacFie, 1994). Los ocho tratamientos de degustación (Cuadro 2), consistieron en:

- T1: Hamburguesa de animales del nivel cero
- T2: Hamburguesa de animales del nivel bajo
- T3: Hamburguesa de animales del nivel medio
- T4: Hamburguesa de animales del nivel alto
- T5: Hamburguesa de carne de animales engordados a pasto, pero con grasa de animales del nivel alto
- T6: Hamburguesa de carne y grasa de animales engordados a pasto
- T7: Hamburguesa de animales del nivel cero
- T8: Hamburguesa de animales del nivel alto

Cada consumidor completó un formulario anónimo, donde constaba su edad, sexo, lugar de residencia, nivel de ingresos y de estudios. Los consumidores provinieron de las Ciudades de Resistencia y Corrientes y del área rural de Colonia Benítez y Margarita Belén (Chaco) Todos recibieron las 8 muestras y cada una debía ser calificada en una escala hedónica del 1 al 9 (me disgusta mucho a me gusta mucho respectivamente). El análisis de las respuestas (internal preference mapping and Anova, SAS) ha sido elaborado juntamente con personal del Institute of Food Research, Reading, Inglaterra.

Las variables respuesta relacionadas con la producción se analizaron mediante el procedimiento

GLM del programa SAS, tomándose al animal como unidad experimental. Se utilizó un modelo que incluía: tratamiento, tipo y su interacción.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ganancia de peso vivo (con desbaste) no fue afectada por los niveles de semilla de algodón en el suplemento (ganancia media  $656 \pm 116$  g / animal / día). El peso vivo final (sin desbaste) fue  $413 \pm 27$  kg y el peso medio de la res fue de  $218 \pm 17$  kg y no fue afectado por los tratamientos. La condición corporal final fue de  $6,9 \pm 0,4$  (escala de 1 a 9) y el grado de gordura fue 1,1, los que tampoco fueron afectados por los tratamientos. A la faena, los animales tenían 2 dientes (la mayoría cambió de dientes durante el ensayo). Estos resultados son similares a los obtenidos en otro ensayo con diseño similar con novillos de 4 dientes donde se utilizó maíz en lugar de sorgo (Balbuena y col., 1998).

Los resultados del estudio con los consumidores se agruparon en dos categorías, un modelo global y otro reducido. El modelo global (A) es el obtenido con todos los consumidores, a través de los cuales se obtiene una dimensión significativa con el 95% de confianza. (Figura 1). El modelo reducido (B) es el obtenido a través de 85 consumidores que tuvieron un valor de  $F > 1$ . Esto es debido a que como el tratamiento 7 y 8 son repeticiones del 1 y 4, fue posible realizar un ANOVA para cada consumidor. En este caso se obtuvieron dos dimensiones significativas en el modelo, al 95% de confianza (Figura 2). Los valores para cada tratamiento, según A o B se muestran en la Cuadro 1.

Considerando el modelo reducido los resultados indican que los consumidores separan las muestras en tres grupos: 1) T1, y T2 ; 2) T4 y T8 y 3) T6. Muchos de los consumidores favorecen aquellas muestras provenientes de animales sin o con bajo contenido de algodón en su alimenta-

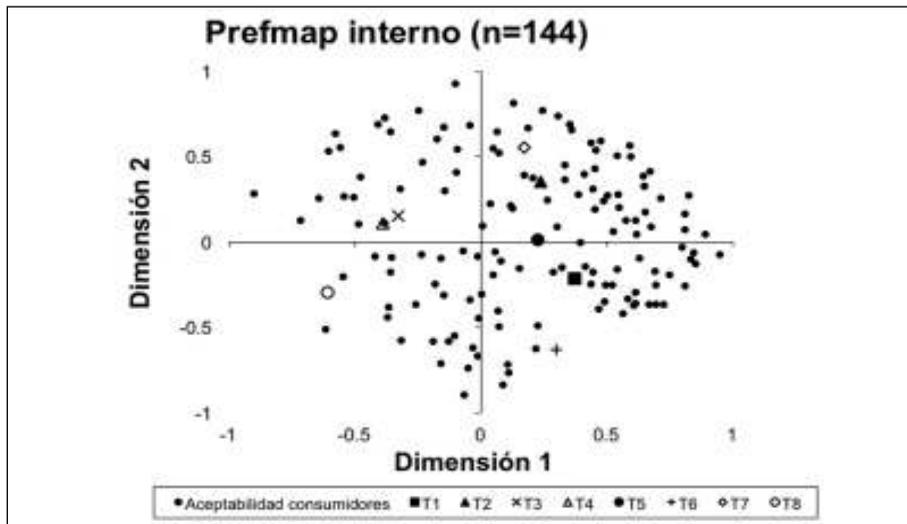


Grafico 1. Dimensiones significativas (95 % de confianza) obtenidas con 144 consumidores.

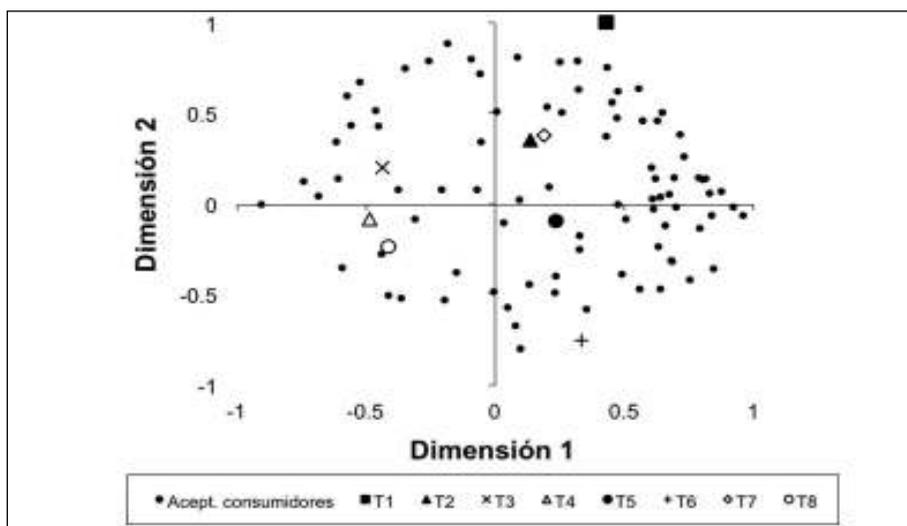


Grafico 2. Dimensiones significativas (95 % de confianza) obtenidas con 85 consumidores.

ción. Hay un subgrupo de 10/85 consumidores a los que les gustan las muestras con alto contenido de algodón (T4) y les disgustan las T6.

## CONCLUSIONES

Los consumidores son capaces de distinguir muestras provenientes de animales alimentados con distinto porcentaje de semilla de algodón.

Hay un agrupamiento de consumidores sobre aquellas muestras con bajo o ningún contenido de semilla de algodón, a las que les adjudican valores altos en la escala hedónica de calificación.

El estudio permite observar que también hay consumidores a los que les gusta la carne de animales alimentados con cantidades importantes de semilla de algodón, aunque este grupo es minoritario.

## BIBLIOGRAFÍA

- Balbuena, O., Arakaki, L. C., Stahringer, R.C., D'Agostini, A., Gándara, F.R., Kuceva, C.D. y Velazco, G.A. 1998. Valor alimenticio de la semilla de algodón comparada con maizurea en la suplementación invernal de novillos en pastoreo. Rev. Arg. Prod. Animal 18(Supl. 1):30-31 (Abstract).
- Greenhoff, K. y MacFie, H. 1994. Preference mapping in practice (Chapter 6). In: Measurement of Food Preference. Edited by H. MacFie y D. Thomson. Blackie Academic and Professional Press, England.
- Poore, M.H y Rogers, G. 1995. Feeding whole cottonseed and other cotton by-products to beef cattle. Veterinary Medicine (November): 1077-1087.

Balbuena, O.<sup>1</sup>; García, P.T.<sup>2</sup>; Kucseva, C.D.<sup>1</sup>; Stahringer, R.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Colonia Benitez;

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, CA INTA Castelar

## Efecto de la suplementación invernal con diferentes niveles de semilla de algodón sobre la composición de la grasa en novillos

### INTRODUCCIÓN

En la Región Chaqueña Argentina, la semilla de algodón (SA) es un recurso importante y de bajo costo para la suplementación de bovinos destinados a faena. La semilla de algodón contiene (en base seca) 96 % de total de nutrientes digestibles, 24 % de proteína bruta y 0,75 % de fósforo (Poore y Rogers, 1995). El valor nutritivo, el bajo costo y la disponibilidad local, hacen que la SA sea un recurso atractivo para suplementación de bovinos en recría y engorde en condiciones de pastoreo. Por otra parte, la venta de animales gordos presenta características estacionales zafreas, con picos de oferta en otoño y mínimos entre agosto y noviembre.

Resulta de utilidad para los productores y la industria frigorífica contar con tecnología que permita lograr animales terminados para faena en la época de mínima oferta. Por otro lado, la carne de animales engordados con “altos niveles” de SA presentaría problemas de aceptabilidad por parte del consumidor. La composición de la grasa puede alterarse en animales que reciben SA en la ración (Preston y col., 1989). Estos cambios podrían influenciar la aceptabilidad del producto y/o la salud del consumidor.

El objetivo de este trabajo fue comparar la composición de la grasa de novillos en terminación suplementados con maíz-urea y con niveles crecientes de SA.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron setenta novillos cruza cebú x británica con los siguientes datos iniciales (media y desvío estándar): 319± 26 kg de peso vivo con desbaste; 2,2± 0,84 dientes; 3,2± 0,4 de condición corporal (escala 1 a 9) y 132± 5 cm de altura a la cadera. Los suplementos incluyeron maíz molido, SA entera, urea, mezcla mineral y se formularon para aportar 11 Mcal EM y 0,52 kg PB/an/día. Los tratamientos fueron: suplementados sin SA (CERO), con 1 kg de SA (BAJO), con 2 kg de SA (MEDIO) y 3 kg de SA (ALTO). Los animales pastorearon potreros de dicantio (*Dichantium caricosum*) reservados de otoño a una carga de 1 nov. / ha. Todos los animales recibieron suplemento mineral a voluntad en bateas separadas (8 % P, 12 % Ca, y microelementos, vehiculizado en sal común). El nivel de suplementación en base seca fue en promedio equivalente al 0,9 % del peso vivo.

El ensayo se inició el 04-06-97, con acostumbramiento paulatino a la ración. Los animales se faenaron en el Frigorífico Friar S.A. en dos grupos: el 20-09-97 (Faena 1; 32 animales) y el 25-10-97 (Faena 2; 28 animales). Luego de la Faena 1, los animales remanentes recibieron el suplemento que se le administraba a los animales del tratamiento Cero. Los animales destinados a la Faena 1 alcanzaron como mínimo una condición corporal de 5,5. En cada faena, se tomaron muestras de grasa subcutánea a la altura del bife angosto, entre la 9ª y la 11ª costilla, y de la grasa de riñonada para análisis de ácidos grasos. Las muestras

de grasa fueron extraídas con cloroformo, los lípidos se purificaron por cromatografía en capa delgada y después de su conversión a metil ésteres fueron analizados por cromatografía gaseosa (García y col., 1986).

Los datos se analizaron utilizando el procedimiento GLM del programa SAS, con un modelo que incluyó el tratamiento, la faena, el tipo de animal y sus interacciones. El diseño experimental fue de parcelas divididas con dos repeticiones. La parcela principal fue la proporción de SA en el suplemento (tratamientos) y la subparcela fue la faena (antes y luego de suprimir la semilla de algodón en el suplemento). El tipo de animal fue definido fenotípicamente como cebú, británico y cruce. Se probaron efectos lineales, cuadráticos y cúbicos para el nivel de semilla en la ración.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se detectaron diferencias en las ganancias

de peso debido a tratamientos. Los animales de la Faena 1 tuvieron mayor tasa de ganancia de peso vivo que aquellos que quedaron para la Faena 2 (848 y 672 g/an/día). El peso a la faena y el grado de gordura fue similar en ambas faenas. Las ganancias de peso vivo de los novillos remanentes (ganancia entre Faena 1 y 2) no fueron afectadas por los tratamientos, pero se observó una menor ganancia que en el período anterior, cuando recibían las raciones con SA.

El retiro de la SA de la ración 35 días antes de la faena (Faena 2) no modificó los porcentajes de ácidos grasos individuales, pero incrementó la relación AGPI / AGS en la grasa subcutánea y de riñonada (Cuadro 1). Las interacciones observadas fueron en general en ácidos grasos de poca importancia cuantitativa y se debieron a cambios en el ranking de tratamientos en las dos faenas.

Los ácidos grasos saturados se incrementaron a medida que aumentó la cantidad de SA en la ración (efecto lineal, Cuadro 1). Este aumento se

Variable	Tratamientos				Faena	
	Alto	Medio	Bajo	Cero	1	2
<b>Grasa subcutánea:</b>						
C14:0	3,4	4,0	4,4	3,7	3,9	3,8
C15:0 <sup>c</sup>	0,6	1,4	1,1	2,1	1,1	1,5
C16:0	26,7	26,3	25,8	24,6	26,3	25,4
C16:1 <sup>a,d</sup>	3,6	4,1	4,8	5,0	4,2	4,6
C17:0 <sup>c</sup>	0,6	0,6	0,3	0,9	0,6	0,6
C17:1 <sup>c</sup>	0,7	0,7	0,4	0,8	0,5	0,8
C18:0 <sup>a,d</sup>	25,5	21,3	19,6	17,1	21,6	20,1
C18:1 <sup>a,d</sup>	38,7	41,8	43,6	45,5	41,7	43,0
C18:2 <sup>b</sup>	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
AGS <sup>a,d</sup>	55,6	51,6	49,7	45,3	51,8	49,3
AG deseables <sup>a,d</sup>	39,1	42,1	43,9	45,9	42,1	43,5
AG no deseables	30,1	30,3	30,2	28,3	30,2	29,2
AGPI / AGS <sup>b</sup>	0,007	0,007	0,006	0,01	0,006	0,009
<b>Grasa de riñonada:</b>						
C14:0	3,1	3,5	3,8	3,7	3,6	3,7
C15:0 <sup>c</sup>	0,8	0,5	0,7	0,6	0,7	0,6
C16:0 <sup>a,d</sup>	28,1	28,5	27,2	27,0	27,9	27,5
C16:1	0,8	0,7	0,9	0,9	0,8	0,8
C17:0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
C18:0	45,6	42,9	42,0	42,3	42,7	43,7
C18:1	20,5	22,6	23,5	24,4	22,9	22,5
C18:2 <sup>b</sup>	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
AGS <sup>a,d</sup>	76,8	74,9	72,9	72,9	74,2	74,5
AG deseables <sup>a,d</sup>	20,7	22,8	23,8	24,6	31,5	30,8
AG no deseables	31,2	32,0	30,9	30,6	23,1	22,8
AGPI / AGS <sup>b</sup>	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003	0,004

Cuadro 1. Perfil de ácidos grasos (%) y relaciones de interés nutricional, medias ajustadas de tratamientos y faenas.

### Referencias:

AGS, ácidos grasos saturados = 14:0+16:0+18:0.

AG deseables = 18:1+18:2

AG no deseables = 14:0+16:0

AGPI / AGS = 18:2 /

(14:0+16:0+18:0). Relación AG poli-insaturados / AGS.

<sup>a</sup> Efecto de tratamiento (P<0,05)

<sup>b</sup> Efecto de faena (P<0,05)

<sup>c</sup> Interacción tratamiento x faena (P<0,05).

<sup>d</sup> Efecto lineal (P<0,05).

debió fundamentalmente al incremento del ácido esteárico (C18:o). El incremento del ácido esteárico parece tener un efecto neutro o hipocolesterolemico en humanos (Bonanome y Grundy, 1988).

Preston y col. (1989) utilizaron dietas con 0; 5; 10; 15; 20 y 25 % de SA en dietas concentradas y observaron aumento de ácido esteárico en grasa subcutánea pero no en grasa perirrenal. Sin embargo, Huerta-Leidenz y col. (1991) no encontraron efecto de la inclusión de SA en dietas concentradas (0; 15 y 30 % de SA en la dieta) sobre el perfil de los ácidos grasos del tejido subcutáneo y perirrenal en novillos. Coppo y col. (1995/96) informaron el aumento de ácidos grasos saturados en novillos alimentados con 2 kg de SA / novillo / día, comparados con novillos en pastoreo de campo natural sin suplementación.

El contenido de la SA entera estaría disponible en el rumen a través de la ruptura de la cáscara durante el consumo y la rumia, y muy poca semilla entera escapa del rumen (Maman y col., 1989). Cuando 25,3 % de SA fue incluida en una dieta con 50 % de concentrado se observó que el consumo de los ácidos grasos 18:0; 18:1; 18:2 y 18:3 fue de 19; 106; 277 y 14 g / día, mientras que la cantidad que fluyó a través del duodeno fue de 257; 55; 16 y 0,7 g / día, respectivamente (Keele y col., 1989). Estos datos demuestran que los ácidos grasos no saturados de la SA entera no son protegidos de la biohidrogenación ruminal.

En grasa de riñonada, el porcentaje de C18:0 y C18:1 tendió ( $P=0,062$  y  $P=0,064$ , respectivamente) a ser afectadas por los tratamientos (efecto lineal). La grasa subcutánea fue más sensible que la grasa de riñonada a las cantidades crecientes de semilla de algodón.

## CONCLUSIONES

La inclusión de semilla de algodón en la ración invernal de novillos en terminación produce un

incremento de los ácidos grasos saturados en la res, debido al aumento del ácido esteárico. Esto podría ocasionar inconvenientes en la industrialización y en la aceptación de la carne, pero su consumo no produciría aumento del colesterol en el humano.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bonanome, A. y Grundy, S.M. 1988. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *N. Engl. J. Med.* 318:1244.
- Coppo, J.A., Guastalla, J.W., Scorza, S.H. y Mussart de Coppo, N. 1995/96. Composición de carne y grasa de novillos cruza cebú suplementados con semilla de algodón. *Revista Veterinaria. Corrientes (Argentina)*, 6/7(1/2): 29-32.
- García, P.T., Casal, J.J. y Parodi, J.J. 1986. Effect of breed type on the relationships between intramuscular and total body fat in steers. *Meat Sci.* 17: 283-291.
- Huerta-Leidenz, N.O., Cross, H.R., Lunt, D.K., Pelton, L.S., Savell, J.W. y Smith, S.B. 1991. Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. *J. Anim. Sci.* 69: 3665-3672.
- Keele, J.W.; Roffler, R.E. y Beyers, K.Z. 1989. Ruminant metabolism in non-lactating cows fed whole cottonseed or extruded soybeans. *J. Anim. Sci.* 67:1612-1622.
- Maman, A., Alio, A., Hale, W.H. y Swingle, R.S. 1989. Integrity of whole cotton-seed in the digestive tract of steers. *Proceedings, Western Section, American Soc. Animal Sci.* 40, 1989.
- Poore, M.H y Rogers, G. 1995. Feeding whole cottonseed and other cotton by-products to beef cattle. *Veterinary Medicine (November)*: 1077-1087.
- Preston, R.L., Bartle, S.J. y Rule, D.C. 1989. Effect of whole cottonseed in cattle finishing diets on growth, efficiency and body fat composition. *Asian-Austroasian J. Anim. Sci.* 2:505-506.

Fanego, N.<sup>1</sup>; Pouzo, L.B.<sup>2,3</sup>; Dezalco, A.<sup>4</sup>; Santini, F.J.<sup>3,5</sup>; Pavan, E.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires; <sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y

Técnicas; <sup>3</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata;

<sup>4</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA; <sup>5</sup> EEA INTA Balcarce

## Efecto de la suplementación con lino sobre parámetros productivos y de calidad de carne, en animales en pastoreo

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad Argentina necesita incrementar su producción de carne vacuna de forma tal que le permita lograr adecuados saldos exportables que se traduzcan en un mayor ingreso de divisas al sector. Los saldos de carne exportable en nuestro país son pocos como consecuencia del elevado consumo *per capita* (59 kg/hab. año<sup>-1</sup>, CICCRA, 2012) y de la caída en producción que se observó en los últimos años consecuencia de la convergencia de diversos factores. Entre estos factores se destaca el impacto que tuvo una gran sequía (2008-2009) que afectó a los sistemas ganaderos del país que se encontraban al límite de su capacidad de carga. Esto último como consecuencia de la presión que la agricultura generó sobre los sistemas ganaderos.

Es así que en la búsqueda de una mayor sustentabilidad los sistemas ganaderos se encuentran en un proceso de intensificación, que se da principalmente por un incremento en el uso de suplementaciones estratégicas, llegando incluso a encierres totales en determinados momentos del año. Estos cambios en los sistemas de producción, impactan sobre diversos aspectos que hacen a la calidad del producto final, la carne. Una de las características de la carne que es alterada por modificaciones de la dieta es la composición de ácidos grasos. Estos cambios que se producen por modificaciones en la dieta adquieren especial relevancia porque impactan directamente sobre la salud del consumidor y porque entre los consu-

midores existe una creciente preocupación al respecto (Schor et al, 2007).

Entre los lineamientos que la Organización Mundial para la Salud (OMS, 2003) dió en su informe sobre el consumo de grasas, con el objetivo de reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares se destaca: (a) la necesidad de reducir el consumo total de grasas, en especial las saturadas, (b) incrementar el consumo de grasas poliinsaturadas (AGPI), (c) mantener la relación de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) *n-6:n-3* por debajo de 4. En base a estos lineamientos y los perfiles de ácidos grasos observados en carne vacuna proveniente de distintos sistemas de alimentación (Daley, 2010; Duckett et al., 2009<sup>a</sup>) la carne proveniente de sistemas pastoriles podría considerarse como un producto más saludable. A su vez, la carne de animales terminados a pasto presentaría una mayor proporción entre sus ácidos grasos del isómero *cis-9, trans-11* del ácido linolenico conjugado (CLA) y de su precursor, el *trans-11* ácido vaccenico (TVA); dos ácidos grasos con potencial anticancerígeno y con propiedades antiaterogénicas (Bhattacharya et al., 2006; Lee et al., 2005; Tricon et al., 2005).

En general, las alteraciones en el perfil de ácidos grasos que se generan con las estrategias de suplementación de terminación se tienden a reducir las proporciones de los ácidos grasos beneficiosos (TVA, CLA, y AGPI *n-3*) e incrementar la relación AGPI *n-6: n-3*. (Chicatún et al., 2006; Depetris et al., 2006a; Garcia et al., 2008; Pavan, 2006; Schor et al., 2008). Se hipotetiza que la adi-

ción de una fuente de aceites ricos en AGPI *n-3* al grano de maíz suplementado a animales en pastoreo puede contrarrestar los efectos adversos de la suplementación con grano sobre el perfil de ácidos grasos. Es así que en el presente trabajo se evalúa el efecto de la adición de semilla de lino como fuente de AGPI *n-3* al grano de maíz de novillos terminados en condiciones pastoriles a dos pesos de faena.

Por otra parte, dado que la suplementación con aceites puede afectar negativamente los procesos de fermentación ruminal (Jenkins, 1993) y la digestibilidad total in vivo de la fibra de animales en pastoreo (Pavan et al, 2006 y Pavan y Duckett, 2007) se evalúa el efecto de la adición de semilla de lino al grano de maíz suplementado sobre la respuesta productiva de los animales y las características de la carcasa.

Finalmente, dado que con la adición de semilla de lino se busca incrementar la proporción de AGPI *n-3* en los lípidos de la carne y que este tipo de ácidos grasos tiene una menor estabilidad oxidativa que ácidos grasos con un menor grado de insaturación se evalúa también el impacto de la adición de semilla de lino al grano de maíz suplementado sobre la oxidativa lipídica de la carne luego de distintos períodos de maduración de la misma en condiciones anaeróbicas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La aplicación de los tratamientos (suplementación) a las unidades experimentales (animales) se realizó en la Reserva Experimental n°7 de la EEA INTA Balcarce desde 03 de agosto y hasta el 19 de diciembre. Durante éste periodo los animales en suplementación pastorearon raigrás anual sembrado el 12 de mayo del 2011, con una densidad de 30 kg/ha y fertilizado a la siembra con PDA, y con 100 kg/ha de urea en octubre. Se utilizaron 48 novillos Angus de aproximadamente dos años de edad que fueron asignados al azar a una de las ocho combinaciones de tratamientos definidas por cuatro niveles de suplementación y dos pesos de inicio de la suplementación. Tres niveles de suplementación se definieron en base al nivel de lino tal cual, adicionada al 0,7% de grano de maíz suplementado: LINO-0, LINO-1 y LINO-2, sin adición de semilla de lino y con 0,125 y 0,25% PV de semilla de lino, respectivamente. El cuarto nivel

de suplementación correspondió a un control negativo (CNTRL) cuyos animales no fueron suplementados con grano ni con semilla de lino. Los pesos de inicio de la suplementación fueron 350 (P350) y 450 kg PV (P450).

Al inicio y fin de cada período de suplementación (70d) se determinó el peso vacío, con 14 horas de desbaste. A su vez, los animales se pesaron cada 21 d con el fin de ajustar los niveles de suplementación. Durante este periodo (70d), los animales pastorearon en conjunto bajo un sistema rotativo de franjas fijas (días de permanencia variable según disponibilidad) y la suplementación individual y diaria de los animales se realizó utilizando puertas de control de acceso al comedero. Además de la suplementación definida por los tratamientos todos los animales recibieron diariamente 0,5 g de afrechillo de trigo.

Durante la faena se registró el peso de la res caliente y al finalizar la misma se determinó en el frigorífico el pH y la temperatura de músculo *longissimus* (LM) entre la 12da y 13ma costillas, procedimiento que se repitió a las 24 h posmortem. Luego se extrajo la sección de bifes contando entre la 8va y 9na vertebra dorsal y la 3ra y 4ta lumbar de cada media res izquierda. Las secciones se llevaron refrigeradas al laboratorio de calidad de carnes de la EEA INTA Balcarce, donde cada sección se dividió en dos cortando entre la 12da y 13era vertebra dorsal y sobre la cara a craneal de dicho corte se determinó el espesor de grasa dorsal (EGD), el área de ojo de bife (AOB) y color de la grasa subcutánea y del LM. Hasta las 48 h posmortem las secciones se mantuvieron refrigeradas (0-2°C) para luego ser deshuesadas; el LM se cortó en bifes de 2,5 cm de espesor, que fueron envasados al vacío y asignados para la evaluación de distintos parámetros de calidad de la carne. El bife correspondiente a la 12da costilla se conservó inmediatamente a -20°C para la evaluación del contenido y perfil de ácidos grasos.

Seis (6) bifes de P450 fueron asignados al azar a 3 periodos de maduración en condiciones anaeróbicas 3, 14 y 56 d (2 bifes por período). Al finalizar cada período de maduración un bife se congeló y conservó hasta su posterior análisis a -20°C; el otro bife se lo colocó en una bandeja recubriéndolo con un film de policloruro de vinilo (PVC) permeable al oxígeno y se lo expuso a condiciones aeróbicas durante 5 d, después de lo cual se

envaso al vacío se conservó a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis de TBARS (...). De esta forma se generaron dos tratamientos de exposición aeróbica (EA, od y 5d).

Para la determinación del análisis proximal, de cada muestra se tomó una sub muestra y se determinó el contenido acuoso por secado en estufa. Mediante la utilización de un equipo soxhlet se determinó el contenido de lípidos intramusculares totales en muestras previamente liofilizadas y pulverizadas. Los ácidos grasos de los lípidos totales fueron *trans*-metilados directamente a partir de las muestras liofilizadas siguiendo el procedimiento de Park y Goins (1994). 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, USA), ejecutando dos corridas con diferente Split, con el fin de lograr por un lado una adecuada separación de los ácidos grasos que se encuentran en mayor concentración y por otro detectar aquellos que se encuentran en bajas concentraciones. Los distintos ácidos grasos de interés fueron identificados comparando los tiempos de retención obtenidos con los de los correspondientes estándares

Las variables productivas, de características de carcasa y composición de ácidos grasos se

analizaron bajo un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2 pesos x 4 tratamientos dietarios, considerando al animal como unidad experimental. En tanto que para la evaluación de la estabilidad oxidativa se consideró un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial, 4 tratamientos dietarios x 3 períodos de maduración x 2 exposiciones aeróbicas. En los modelos estadísticos además de los factores principales como efectos fijos se incluyó a las posibles interacciones. La evaluación del modelo se realizó utilizando procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS. Las medias mínimas cuadradas (Lsmeans) de los distintos tratamientos se separaron utilizando la opción pdiff de la sentencia Lsmeans, a excepción de las medias mínimas cuadradas de los tratamientos dietarios que fueron separadas utilizando los siguientes contrastes preplaneados: (1) CNTRL versus SUPLE (LINO-0 + LINO-1 + LINO-2), (2) Efecto lineal de adición de lino, y (3) efecto cuadrático de la adición de lino.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de engorde se observó una mayor ( $P < 0.001$ ) ganancia diaria de peso en P350 que en P450 (1.423 y 0.746 kg, respectivamente) y una tendencia ( $P = 0.062$ ) a una mayor ganancia diaria de peso vivo en SUPLE que en CNTRL (1.108

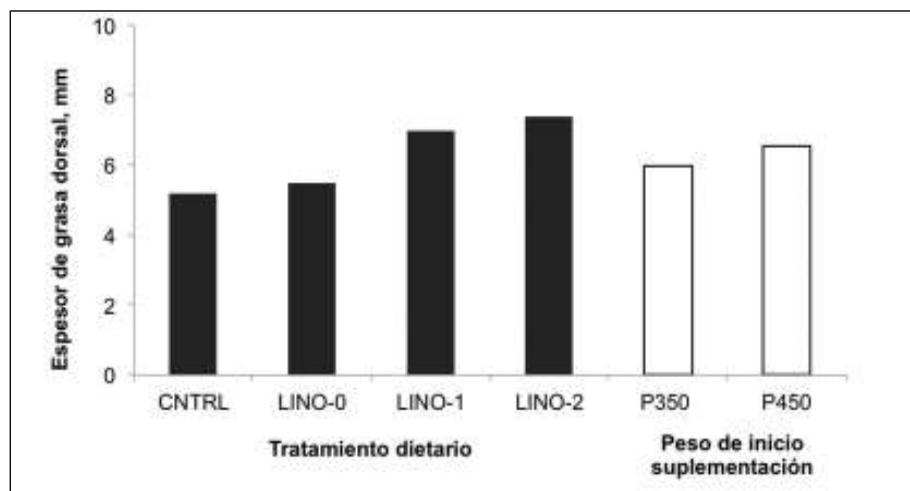


Figura 1. Espesor de grasa dorsal (mm) de novillos en pastoreo de raigrás anual no suplementados (CNTRL) o suplementados con 0,7% del peso vivo (PV) de grano de maíz y niveles crecientes de semilla de lino (LINO-0, LINO-1 y LINO-2, 0, 0,125 y 0,250% PV de semilla de lino, respectivamente) en dos pesos de inicio de la suplementación (P350: 350 kg y P450: 450 kg). Interacción Tratamiento dietario x PESO,  $P = 0,992$ ; PESO,  $P = 0,352$ ; Contrastes pre-planeados de los tratamientos dietarios: (1) CNTRL vs suplementados,  $P = 0,042$ , (2) efecto lineal,  $P = 0,033$ , (3) efecto cuadrático,  $P = 0,468$ . Error estándar = 4,127.

y 1.086 kg). El peso vivo a la faena y el peso de carcasa fueron  $33 \pm 11,9$  kg y  $20 \pm 7,0$  kg mayores en P450 que en P350 ( $P < 0,01$ ), en tanto que ninguna de estas dos variables fue afectada por el tratamiento dietario ( $P > 0,50$ ). Ninguno de los factores principales evaluados, ni su interacción afectó el rendimiento de la res ( $P > 0,34$ ) que en promedio fue de 55,2% del peso vivo a la faena.

El espesor de grasa dorsal no fue afectado por el peso al inicio de la suplementación ( $P = 0,352$ ; Figura 1). En cambio se observó que aumentó con el agregado de grano ( $P = 0,042$ ) y que la adición de semilla de lino generó un efecto lineal ( $P = 0,033$ ) del EGD: por cada incremento en el nivel de semilla de lino el espesor de grasa dorsal aumentó  $0,94 \pm 0,42$  mm. En cambio el efecto de los tratamientos dietarios sobre el contenido de lípidos totales en el músculo, si fue afectado por el peso de inicio de la suplementación ( $P = 0,025$ ; Figura 2). En ninguno de los dos grupos de suplementación se observó un efecto de la suplementación respecto al tratamiento no suplementado (CNTRL;  $P > 0,42$ ); en P350 tampoco se observó efecto del nivel de lino adicionado al grano de maíz suplementado, pero en P450 se observó que el contenido de lípidos en el músculo *longissimus* disminuyó a razón de  $0,75 \pm 0,32$  unidades porcentuales por cada nivel de semilla de lino adicio-

nada. A su vez, el contenido de lípidos totales fue mayor en P450 que en P350 (4,7 y 2,5 mg/100 mg de tejido fresco).

A pesar de las diferencias observadas en el peso vivo final y de carcasa asociado al peso de inicio de la suplementación, no se observaron diferencias en el área de ojo de bife debidas a este factor ( $P = 0,750$ ), como así tampoco debidas a la suplementación ( $P = 0,242$ ) o nivel de semilla de lino ( $P > 0,290$ ). Esto evidenciaría que el mayor peso de la res en P450 que en P350 no estuvo asociado a un incremento de la cantidad de tejido magro.

En cuanto a la composición de ácidos grasos de los lípidos del músculo *longissimus* no se observaron efectos ( $P > 0,10$ ) de los dos factores principales evaluados ni de su interacción para los ácidos grasos saturados (AGS) totales. Estos ácidos grasos representaron el  $40,7 \pm 0,27\%$  de los ácidos grasos totales en el músculo *longissimus*. La proporción de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) no fue afectada por el peso al inicio de la suplementación ( $P = 0,175$ ), tampoco se observaron diferencias entre los tratamientos de suplementación y CNTRL ( $P = 0,822$ ), pero si un efecto cuadrático de la adición de semilla de lino ( $P = 0,047$ ). La proporción de AGMI fue superior en LINO-1 (42,1%) que en LINO-0 y LINO-2 (41,3 y

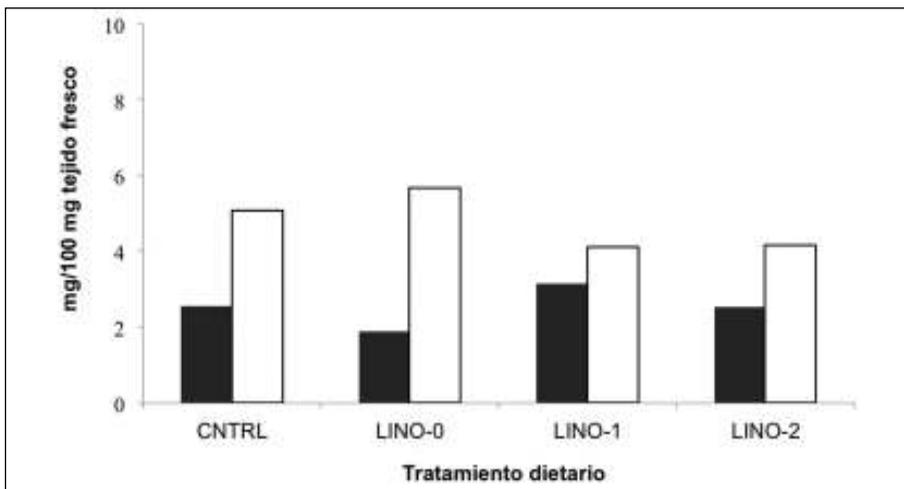


Figura 2. Contenido de lípidos totales en el músculo *longissimus* de novillos en pastoreo de raigrás anual no suplementados (CNTRL) o suplementados con 0,7% del peso vivo (PV) de grano de maíz y niveles crecientes de semilla de lino (LINO-0, LINO-1 y LINO-2, 0, 0,125 y 0,250% PV de semilla de lino, respectivamente) en dos pesos de inicio de la suplementación (P350: 350 kg, barras negras y P450: 450 kg, barras blancas). Interacción Tratamiento dietario x PESO,  $P = 0,025$ ; PESO,  $P < 0,001$ ; Contrastes pre-planeados de los tratamientos dietarios para cada PESO: P350, (1) CNTRL vs suplementados,  $P = 0,941$ , (2) efecto lineal,  $P = 0,349$ , (3) efecto cuadrático,  $P = 0,106$ ; P450, (1)  $P = 0,428$ , (2)  $P = 0,027$ , (3)  $P = 0,167$ . Error estándar = 1, 277.

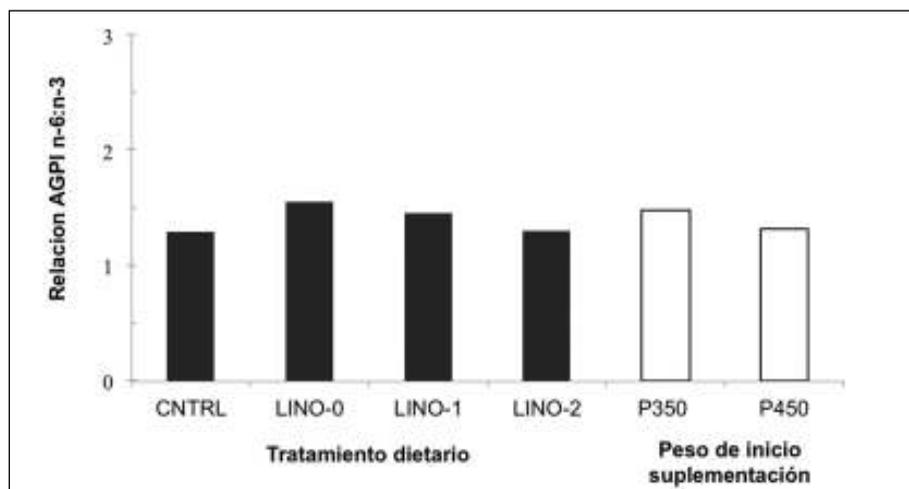


Figura 3. Relación de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) *n*-6: *n*-3 de novillos en pastoreo de raigrás anual no suplementados (CNTRL) o suplementados con 0,7% del peso vivo (PV) de grano de maíz y niveles crecientes de semilla de lino (LINO-0, LINO-1 y LINO-2, 0, 0,125 y 0,250% PV de semilla de lino, respectivamente) en dos pesos de inicio de la suplementación (P350: 350 kg y P450: 450 kg). Interacción Tratamiento dietario x PESO,  $P = 0,102$ ; PESO,  $P < 0,001$ ; Contrastes pre-planeados de los tratamientos dietarios: (1) CNTRL vs suplementados,  $P = 0,006$ , (2) efecto lineal,  $P < 0,001$ , (3) efecto cuadrático,  $P = 0,628$ . Error estándar = 0,026.

40,6%). Asociado con su mayor contenido de lípidos totales en el músculo *longissimus*, P450 presentó menores proporciones de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) que P350 (4,9 y 7,0;  $P < 0,001$ ). A su vez, la proporción de AGPI en el músculo *longissimus* de animales sin suplementar (CNTRL) fue inferior a la de los suplementados (5,2 y 6,2;  $P = 0,054$ ), no observándose efecto de la adición de semilla de lino ( $P > 0,40$ ). La relación de AGPI *n*-6: *n*-3 fue menor en P450 que en P350 (1,32 y 1,48;  $P < 0,001$ ). Tal como se esperaba la suplementación incrementó dicha relación respecto a CNTRL (1,43 y 1,29;  $P = 0,006$ ) y la adición de semilla de lino al grano de maíz disminuyó linealmente ( $P < 0,001$ ) dicha relación a razón de 0.13 unidades por incremento de semilla de lino, alcanzando con la máxima adición de semilla de lino (1,30) niveles similares a CNTRL. Es de destacar que las diferencias observadas para la relación AGPI *n*-6: *n*-3 son en general de poca magnitud, posiblemente por elevada proporción de AGPI *n*-3 en el forraje consumido por los animales no solo durante el período de suplementación evaluado sino también en su etapa de crecimiento anterior. De todas maneras los efectos observados en el presente trabajo permiten presuponer que los efectos observados se magnificarían de realizar un período de suplementación más pro-

longado. La suplementación disminuyó la proporción de CLA *cis*-9, *trans*-11 respecto de CNTRL ( $P = 0,006$ ), pero no la de TVA ( $P = 0,150$ ); las proporciones de estos dos ácidos grasos no fueron afectadas por la adición de semilla de lino al grano de maíz suplementado ( $P > 0,10$ ) ni por el peso vivo de los animales al inicio de la suplementación.

La oxidación lipídica del músculo *longissimus* de los animales de P450 dependió del periodo de maduración, de la exposición aeróbica considerada y del tratamiento dietario ( $P = 0,0142$ ; Figura 4). Cuando no hubo exposición aeróbica (AE od) no hubo efecto de la extensión del período de maduración al vacío ni del tratamiento dietario ( $P > 0,05$ ); en cambio, después de 5d de exposición aeróbica el nivel de oxidación lipídica incrementó con la extensión del período de maduración en distintas magnitudes dependiendo del tratamiento dietario. Así de los bifes madurados al vacío por 3d, LINO-1 y LINO-0 tuvieron los menores ( $P < 0,05$ ) niveles de oxidación lipídica, en tanto que CNTRL, LINO-0 y LINO-2 no se diferenciaron entre sí ( $P > 0,05$ ), ni de CNTRL con 14 d de maduración. El grado de oxidación de LINO-0 y LINO-1 con 14 d de maduración no se diferenció del grado de oxidación de CNTRL y LINO-2 con 3 d de maduración, ni de CNTRL y LINO-2 con 14d o

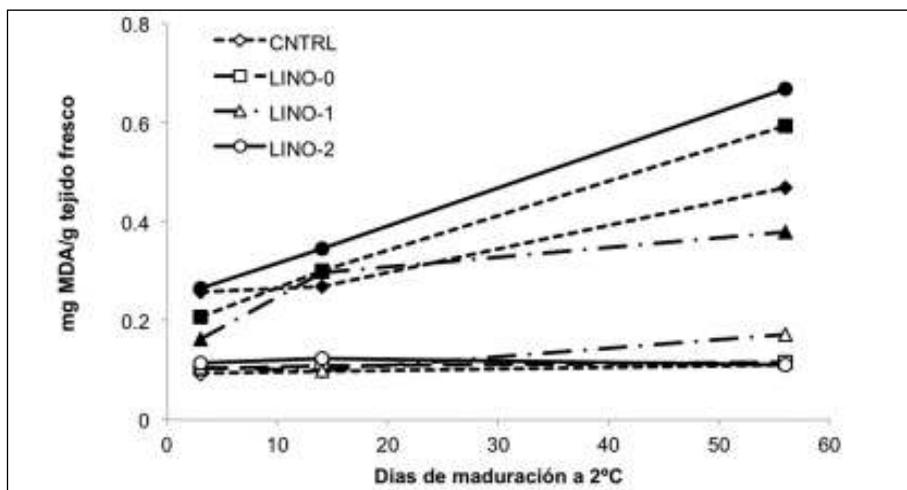


Figura 4. Efecto del período de maduración al vacío y posterior exposición aeróbica sobre la estabilidad oxidativa del músculo longissimus de novillos de 450 kg en pastoreo de raigrás anual no suplementados (CNTRL) o suplementados con 0,7% del peso vivo (PV) de grano de maíz y niveles crecientes de semilla de lino (LINO-0, LINO-1 y LINO-2, 0, 0,125 y 0,250% PV de semilla de lino, respectivamente). Símbolos vacíos corresponden a 0 d de exposición aeróbica y los símbolos llenos a 5 d de exposición aeróbica.

LINO-1 con 56 d; los niveles de oxidación de estas dos últimas combinaciones fueron similares al de CNTRL con 56 d de maduración; en tanto que los máximos valores de oxidación se observaron en bifés de LINO-0 y LINO-2 madurados durante 56 d. La exposición aeróbica por 5 d luego de 56 d de maduración al vacío generó un 48% más de oxidación lipídica en LINO-0 y LINO-2 que en CNTRL y LINO-1 y un 400% más que las muestras no expuestas a condiciones aeróbicas (0 d).

## CONCLUSIONES

La adición de semilla de lino al grano de maíz suplementado permite mantener la relación de AGPI  $n-6:n-3$ , sin generar efectos negativos sobre la respuesta productiva (GDPV y espesor de grasa dorsal). Dependiendo del peso vivo del animal (grado de madurez) o de las características de la pastura, la adición de semilla de lino disminuye el contenido de lípidos totales en el músculo *longissimus*. El tipo de suplementación que se realice durante los últimos 70 d del engorde modifica el nivel de oxidación lipídica de la carne ante su exposición aeróbica. La magnitud de este efecto se incrementa con el periodo de maduración.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bhattacharya A., J. Banu, M. Rahman, J. Causay, and G. Fernandes, 2006; Bio-logical effects of conjugated linoleic ac-ids in health and disease. J. Nutr. Bio-chem. "In Press"
- Chicatún A., F. J. Santini, G. J. Depetris, E. L. Vilarreal, and C. Faverin, 2006. Calidad de la carne de novillos producidos bajo distintas estrategias de suplementación. Rev. Arg. Prod. Anim. 26 (Supl. 1): 409-410.
- CICCRA, 2012. Informe de anual del mercado de carne argentino.
- Daley CA, Abbott A, Doyle PS, Nader GA, Larson S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef., differences in nutritional quality between grass-fed and grain-fed cattle. Nutr J. 2010 Mar 10;9:10.
- Depetris G. J., E. Pavan, F. J. Santini, and T. P. Garcia, 2006<sup>a</sup>Effect of the type of pasture and time of supplementation on meat quality traits of grazing beef heifers. J. Anim. Sci. 84 (Supl 1): 35.
- Duckett S. K. ;J. P. S. Neel, J. P. Fontenot, and W. M. Clapham, 2009<sup>a</sup> Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: li. Ninth tenth eleventh-rib composition, muscle color and palatability. J. Animal Sci. 85:2891-2698.
- García P. T., N. A. Pensel, A. M. Sancho, N. J. Latimori, A. M. Kloster, M. A. Amigone, and J. J. Casal, 2008. Beef lipids in rela-tion to animal breed and nutrition in Argentina. Meat

Sci. 66:259.

- Jenkins, T. C, 1993. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 76: 3851-3863.
- Lee K.K., H. J. Lee, H. Y. Cho, and Y J. Kim, 2005. Role of the conjugated linoleic acid in the prevention of cancer. *Critical reviews in Food Science and Nutrition* 45: 135-144.
- OMS 2003, Diet nutrition and the prevention of chronic diseases. 916, Who Technical Report Series Geneva.
- Pavan E. 2006, Enhancing beef conjugated linoleic acid content through oil supplementation to grazing steers. Dissertation, University of Georgia, Athens, GA. USA.
- Pavan E. and S. K. Duckett 2006. Corn oil or corn grain supplementation to farage finished steers.: Effects on longissimus pH, tenderness, and flavor. *J. Anim. Sci.* 84 (supl 1): 388
- Pavan E. and S. K. Duckett, 2007. Corn oil supplementation

to steers grazing endo-phyte-free tall fescue. Effects on longissimus muscle and subcutaneous adipose fatty acid composition and stearoyl-coa desaturase activity and expression. *J. An. Sci.* 85:1731-1740.

- Schor A., M. E. Cossu, A. Picallo, J. Martinez Ferrer, J. J. Grigera Naon, D. Colombatto, 2007. Nutritional and eating quality of Argentinean Beef: A review. *Meat Sci.* "In Press"
  - Schor A., M. E. Cossu, A. Picallo, J. M. Ferrer, J. J. G. Naón, and D. Colombatto., 2008. Nutritional and eating quality of argentinian beef; A review *Meat Science* 79:408.
  - Tricon, S. G., C. Burdge, C. M. Williams, P. C. Calder, and P. Yaqoob, 2005. The effects of conjugated linoleic acid on human health-related outcomes. *Proceedings of the Nutrition Society* 64: 171-182.
-

Kucseva, C.D.<sup>1</sup>; Santini, F.<sup>2</sup>; Depetris, G.<sup>2</sup>; Gagliostro, G.<sup>2</sup>; Villarreal, E.<sup>2</sup>; Balbuena, O.<sup>1</sup>; Grigioni, G.<sup>3</sup>; Garcia, P.<sup>3</sup>; Lagman, L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Colonia Benitez;

<sup>2</sup> EEA INTA Balcarce; <sup>3</sup> ITA Castelar

## Utilización de aceite de soja y pescado como estrategia para alterar el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular e novillos terminados a corral

### INTRODUCCIÓN

Los sistemas intensivos de producción bovina se basan en alto consumo de cereales, caracterizándose por producir carne con alta proporción de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega 6 ( $n-6$ ), disminuyendo la proporción de  $n-3$ , lo que genera un desbalance en la relación  $n-6:n-3$ . Además se observa una disminución del ácido linoléico conjugado (CLA) (De Latorre et al., 2006; Numberg, et al., 1988; Givens et al., 2006). La relación recomendada por diferentes autores entre los AG  $n-6:n-3$  se encuentra alrededor de 4 ó 5 a 1 (Blas. B., 2004, Jenkins, T. C. 1993, Wood et al., 2003, Spector, A., 2003 Raes et al., 2004b y Santini et al., 2002).

La utilización de aceite de soja aporta AG  $n-6$ , debido a que posee alrededor del 50% ácido linoléico, mientras que el aceite de pescado contribuye con AG  $n-3$  de cadena larga, principalmente por el aporte de un 18% de los AG eicosapentaenoico y docosahexaenoico, ambos componentes son escasamente hidrogenados permitiendo que se incremente la deposición de AG  $n-3$  en los tejidos, disminuyendo la relación  $n-6:n-3$ . Vatansever et al., (2000) describieron que la utilización de aceite de pescado incrementa la deposición de AG  $n-3$  y contribuye a incrementar en la concentración de CLA.

Diferentes trabajos realizados por Ponnampalam et al., (2001); Wachira et al., (2002); Demeriel, (2000); citado por Cooper et al., (2000) observaron que mediante la administración de

aceites en la dieta de rumiantes se modificó el perfil de AG en los depósitos de grasa intramuscular (IM) y subcutáneo (SC). Lo que permitió incrementar substancialmente los niveles de los AGPI  $n-3$ . Esas modificaciones se lograron sobre la composición de lípidos totales y neutros del tejido muscular (St John et al., 1987; West; Chrystall, 1989, citados por Ponnampalam et al., 2001a; Givens et al., 2006).

La importancia que tienen los AG  $n-3$  se debe a que su falta en la dieta de los humanos está asociada con enfermedades crónicas, como ser diabetes tipo II, obesidad, afecciones coronarias y cardiovasculares. Situación que se agudiza si se tiene en cuenta que estas enfermedades se presentan en las personas a edades cada vez más tempranas. Además, normalmente, esa situación es acompañada por un elevado consumo AG  $n-6$ , lo que incrementa la relación entre los AGPI  $n-6/n-3$  (Simopoulos, 2002). El consumo de AGPI  $n-3$  de cadena muy larga (mayores a 20 átomos de carbono) produce un efecto de protección en los consumidores, debido a que disminuye el riesgo de contraer enfermedades coronarias, la repetición de infartos y la disminución del nivel de las lipoproteínas de baja densidad (Givens et al., 2006).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la inclusión en la dieta de aceite de soja o aceite de soja más aceite de pescado, sobre los parámetros de las medias reses, perfil de ácidos grasos intramusculares y los caracteres organolépticos de la carne.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 45 novillos Angus con un peso inicial de  $245 \pm 15$  Kg, por 66 días. El experimento se realizó en los corrales ubicados en la Reserva 7, de la Unidad Integrada Balcarce (EEA INTA Balcarce-Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata).

Las dietas fueron isoproteicas, variando la cantidad de lípidos que aportaba cada una. Las mismas incluyeron: Monensina (Rumensin®), a razón de 35-40 mg/Kg de alimento (en base de la materia seca) y un complejo vitamínico mineral (SM Feedlot STD 7600®), 30 gr/animal/día; con la finalidad de cubrir los requerimientos estimados para bovinos de carne, según el NRC 1996 (Cuadro 1). Los tratamientos fueron CONTROL: silaje de maíz y sorgo, grano de maíz, harina de girasol con el agregado de urea, SOJA: idem a CONTROL con el agregado de un 5 % de aceite de soja, en relación con la materia seca consumida y SOJAPES: CONTROL con el agregado de un 5 % de aceite de soja <sup>(1)</sup> y un 1,5 % de aceite de pescado, en relación con la materia seca consumida.

Previo al embarque se registró su peso de salida de campo. Posteriormente, en frigorífico se tomaron los pesos de media res en caliente y peso de grasa de riñonada. Se llevó a cabo una

calcografía en filmina del músculo LD, para determinar el AOB, con un planímetro digital Placom modelo KP-92N. Además se midió el espesor de la GD con regla milimétrica a nivel del tercio distal del ojo de bife.

En las muestras del músculo, correspondientes a la 11ª y la 12ª costillas, se determinó el vetado o “marmoleado”, escala del USDA, merma por cocción y terneza objetiva con cizalla de Warner Bratzler. Para realizar las mediciones de color se utilizó un espectrofotómetro de reflectancia BYK-Gardner modelo 9000, utilizándose la escala de color CIE Lab ( $L^* a^*$  y  $b^*$ ).

Las determinaciones del perfil de AG, sobre el músculo *longissimus dorsi* para lo cual se realizaron en 5 muestras correspondientes al bife de la 12ª costilla. Se realizó la extracción por el método de Folch et al., (1957), mediante el uso del extracto de cloroformo para la separación y análisis de los ácidos grasos. Los AG metilésteres (Outen et al., 1976) fueron preparados de acuerdo con el método de Parizza et al. (2001) y fueron medidos con un equipo Chrompack CP 900. La separación de los metilésteres fue llevada a cabo usando N<sub>2</sub> como gas carrier. Los ácidos grasos individuales fueron identificados comparando el tiempo de retención relativo con estándares y expresados como porcentajes del total de ácidos grasos.

	Tratamientos			EE
	CONTROL	SOJA	SOJAPES	
Silo de Maiz y Sorgo	22,01	21,04	20,81	0,06
Grano de Maíz	61,99	59,02	57,86	0,12
Harina de Girasol	14,66	13,94	13,68	0,06
Urea	1,33	1,30	1,30	0,04
Aceite de Soja	0	4,70	4,84	0,08
Aceite de Pescado	0	0	1,52	0,03

C: control, A: Aceite S: Soja; SP: Sojapes

Cuadro 1. Composición de la dieta en porciento de la base seca.

Cuadro 2. Datos obtenidos a la faena de la media res y de bife.

Variable	Tratamientos			EE	Contrastes	
	CONTROL	SOJA	SOJAPES		C vs A	Soja vs SP
Peso embarque, kg	310	305	308	4,91	0,610	0,674
Peso res, kg	174	167	169	2,89	0,077	0,694
Rinde, %	56,3	54,9	54,8	0,41	0,005	0,911
pH de carne a 24 hs	5,81	5,79	5,81	0,08	0,976	0,887
AOB cm <sup>2</sup>	57,1	56,3	56,9	1,40	0,754	0,745
GD, mm	6,5	6,4	6,4	0,48	0,784	0,927
Grasa Riñonada, % PV	0,95	0,95	1,07	0,07	0,514	0,170

C: control, A: Aceite S: Soja; SP: Sojapes

Luego de separados los AG, se calculó los AGS, los AGMI, AGPI<sub>n-3</sub>, AGPI<sub>n-6</sub>, AGPI totales y la relación existente entre AGPI:AGS.

El diseño fue en bloques completos al azar. Se bloqueó por el peso inicial en chico, mediano y grande. Para los análisis estadísticos se utilizó el procedimiento Mixed (PROC MIXED) del paquete estadístico de SAS, versión 8 (1999). Las medias fueron separadas por contrastes preplaneados: a) CONTROL versus la suma de los efectos de los tratamientos que recibían aceite en la dieta; b) SOJA versus SOJAPES. Siendo consideradas diferencias estadísticamente significativas, cuando la posibilidad del error fue menor al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de embarque fue similar en los tres tratamientos ( $p > 0,05$ ), sin embargo, las reses en caliente de CONTROL tendieron a ser más pesadas ( $p = 0,077$ ) que aceites, sin ser diferentes entre ellos ( $p > 0,05$ ). La medición de GD SC realizada en frigorífico no fue afectada por los tratamientos ( $p > 0,05$ ). Este resultado coincide con los datos obtenidos por la medición ecográfica. En ensayos de corta duración es esperable una falta de respuesta en el rendimiento de carcasa. Así por ejemplo Engle et al., (2000), que utilizaron un 4% de aceite de soja durante 84 días, y Felton; Kerley (2004a), que emplearon cuatro niveles de grano de soja al 0, 8, 16 y 24 %, en dietas de terminación en confinamientos por 58 o 72 días, no detectaron efectos sobre el rendimiento de los animales. También resultados descriptos por Wistuba et al., (2006), quienes utilizaron 3% de aceite de pescado por 70 días, cuadro 2.

El pH a las 24 horas post mortem fue similar ( $p < 0,05$ ), para los tratamientos, cuadro 2. Resultados similares fueron observados por

Cooper et al., (2004) cuando utilizaron diferentes fuentes lipídicas con alto contenido de AGPI, para la alimentación de corderos.

Tanto las mediciones del AOB y la GD, como la estimación de la taza del engrasamiento no fueron diferentes ( $P > 0,05$ ), debido posiblemente al corto período experimental. En este sentido, Engle et al., (2000) describieron la falta de diferencias al adicionar 4% de aceite de soja a una dieta de terminación a corral. También Beaulieu et al., (2002) no encontraron diferencias, en vaquillas alimentadas en confinamiento con y sin el agregado del 5% de aceite de soja.

La terneza objetiva y la merma por cocción no se vieron afectadas por los tratamientos ( $P > 0,05$ ). Sin embargo, se observó una mejora no significativa en la terneza, a razón de 32 gramos menos por punto porcentual de aceite adicionado. Este resultado coincide con los descriptos por Clinquart. et al., (2005; citado por Gagliostro, 2004a), quienes no encontraron un efecto sobre la terneza de la carne. En el mismo sentido Andrae et al., (2001) describieron resultados al comparar dietas isoenergéticas en base a maíz convencional o alto aceite durante 83 días. EL veteado tendió a ser diferentes ( $p = 0,075$ ), CONTROL fue mayor que aceites cuadro 3.

Se describió la utilización de la GD como predictor del engrasamiento a nivel intramuscular (Fiems et al., 2000). De esta forma se puede relacionar la diferencia numérica en la GD, con la tendencia a mayor veteado intramuscular en CONTROL ( $p = 0,075$ ), respecto a las dietas con aceite, cuadro 3. Andrae et al., (2001), indican que la deposición de grasa intramuscular están relacionado con la densidad energética de la dieta y no con la fuente lipídica.

El color de la carne no fue diferente entre los tratamientos, cuadro 3. Clinquart, et al., 2005;

Variable	Tratamientos			EE	Contrastes	
	CONTROL	SOJA	SOJAPES		C vs A	Soja vs SP
WB, kg	3,28	3,09	3,00	0,14	0,163	0,643
Merma, %	29,59	29,46	28,21	1,13	0,577	0,392
Veteado <sup>1</sup>	1,90	1,63	1,67	0,12	0,075	0,892
<b>Color</b>						
L*	31,53	31,04	31,43	1,32	0,850	0,816
a*	17,67	16,88	16,18	0,84	0,259	0,511
b*	16,57	16,43	15,82	0,69	0,590	0,486

C: control, A: Aceite S: Soja; SP: Sojapes <sup>1</sup> (Veteado/Marbling por sistema del USDA)

Cuadro 3. Mediciones sobre el área de ojo de bife.

citado por Gagliostro, G. A. (2004a) la utilización de lípidos en dietas de terminación puede producir carnes ligeramente más clara.

Los aceites incrementaron la concentración de ácido vaccénico y CLA, respecto al tratamiento CONTROL ( $P < 0,05$ ); en SOJAPES el incremento fue mayor que en SOJA ( $P < 0,05$ ). Los C18:1 trans se incrementaron en un 114% y 393% y los CLA en un 11% y 78% en SOJA y SOJAPES respectivamente. En ambos el incremento se produce por el aporte de ácido linoléico realizado por el aceite de soja. En SOJAPES se incrementaría favorecido por la

disminución de la hidrogenación ruminal por la presencia del aceite de pescado, cuadro 4. En este sentido Givens et al., (2006) señalaron que al utilizar aceite de pescado en las dietas de rumiantes es posible incrementar la concentración de CLA en los depósitos grasos SC e IM. También Madron et al., (2002) detectaron un incremento significativo con la inclusión de soja extrusada de los C18:1 *trans*-6 y 8; C18:1 *trans*-9; C18:1 *trans*-10 y C18:1 *trans*-11. Engle et al., (2000) menciona un incremento del 35,5% para 18:1 trans y 49% en CLA. Ha quedado demostrado que la deposición

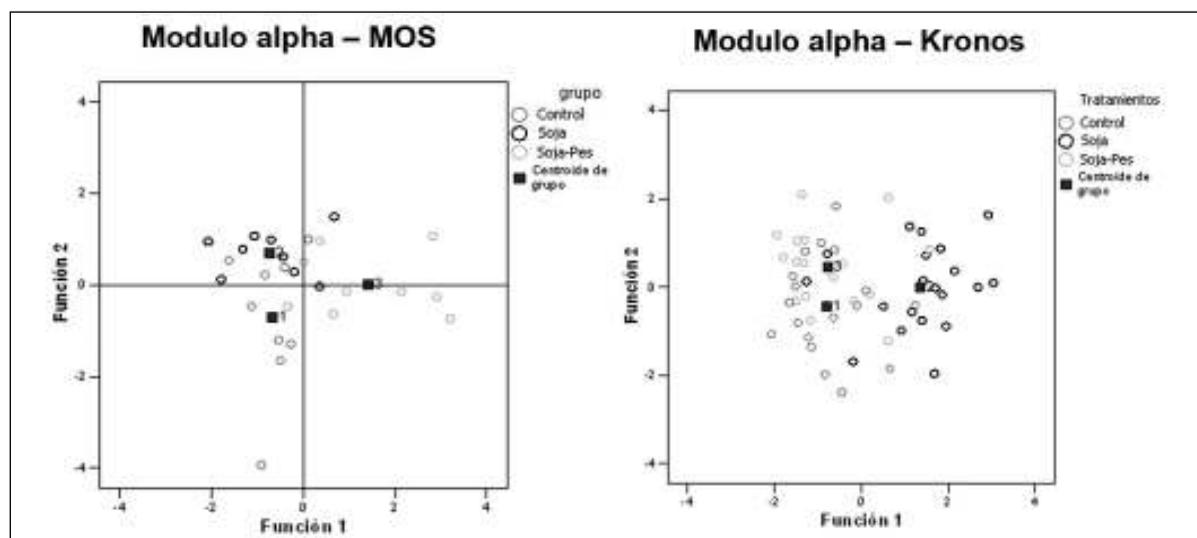


Figura 1. Medición de aroma por ambos métodos en Nariz electrónica.

Variable	Tratamientos			EE	Contrastes	
	CONTROL	SOJA	SOJAPES		C vs A	Soja vs SP
ÁG, %						
14:0	2,35	2,40	2,57	0,11	0,334	0,262
15:0	1,46	1,52	1,44	0,05	0,774	0,259
16:0	23,97	22,82	23,98	0,20	0,200	0,022
16:1	4,22	3,75	3,88	0,12	0,009	0,452
17:0	0,82	0,80	0,83	0,03	0,798	0,432
17:1	0,78	0,77	0,88	0,05	0,501	0,124
18:0	13,50	13,47	13,35	0,34	0,832	0,797
18:1 <i>trans</i>	0,97	2,08	3,81	0,12	0,001	0,001
18:1	36,30	34,55	32,09	0,83	0,001	0,030
18:2 n-6	4,79	5,79	5,88	0,35	0,017	0,845
18:3 n-3	0,48	0,50	0,60	0,02	0,011	0,001
CLA	0,28	0,31	0,50	0,02	0,001	0,001
20:3 n-6	0,59	0,51	0,52	0,05	0,265	0,929
20:4 n-3	2,15	2,16	1,69	0,23	0,412	0,128
22:4 n-6	0,82	0,97	1,00	0,28	0,626	0,936
22:5 n-6	0,70	0,62	0,70	0,08	0,648	0,418
22:5 n-3	0,14	0,13	0,39	0,03	0,001	0,001

C: control, A: Aceite S: Soja; SP: Sojapes

Cuadro 4. Perfil de AG en *Longissimus dorsi*.

Variable	Tratamientos			EE	Contrastes	
	CONTROL	SOJA	SOJAPES		C vs A	Soja vs SP
Proporción						
AGS	39,83	38,69	39,26	0,68	0,305	0,533
AGMI	40,52	38,30	35,96	0,88	0,003	0,005
AGPI	10,00	11,03	11,27	0,74	0,195	0,800
n-6	8,35	9,43	9,09	0,64	0,148	0,688
n-3	1,64	1,60	2,18	0,14	0,238	0,003
Relación						
AGPI:AGS	0,25	0,29	0,29	0,02	0,190	0,922
18:2:18:3	10,20	11,63	9,38	0,59	0,464	0,027
n-6:n-3	5,14	6,07	4,29	0,36	0,919	0,001
Índice						
Desaturasa	51,92	51,32	48,97	0,61	0,020	0,006
Desaturasa C16:1 + C18:1 <i>cis</i> / (C16:0 + C18:0 + C16:1 + C18:1 <i>cis</i> )*100.						
C: control, A: Aceite S: Soja; SP: Sojapes						

Cuadro 5. Proporción de AG en el *Longissimus dorsi*.

de CLA en los tejidos de depósito de los rumiantes se produce por absorción directa desde el rumen, como así también, por acción de la enzima  $\Delta 9D$  a partir de la desaturación del C18:1 *trans*-11 que proviene como producto intermedio de la biohidrogenación ruminal (Raes et al., 2004b).

La concentración de AGMI fue mayor ( $P < 0,05$ ) en CONTROL que con la adición de aceite; así mismo, SOJA presentó mayor proporción ( $P < 0,05$ ) que SOJAPES. Los AG *n*-3 se elevaron ( $P < 0,05$ ) en SOJAPES (36%). Este cambio es explicado por el aporte del aceite de pescado sumado al efecto que tiene este aceite sobre la hidrogenación ruminal del linoléico. Además se observó un incremento del C22:5 *n*-3 aportado directamente por el aceite de pescado coincidiendo con lo descrito por Schmid et al., (2006) en su revisión, donde refieren que con este aceite se incrementa la deposición intramuscular de EPA y DHA, cuadro 5.

La relación entre los AGPI/AGS no cambió ( $P > 0,05$ ) al adicionar aceite a la dieta, los tres tratamientos se encuentran dentro de las recomendaciones realizadas por (Wood et al., 1999, Scollan et al., 2001, Raes et al., 2004). Así mismo la relación existente entre los AG *n*-6:*n*-3 no varió entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ).

Diferentes autores recomiendan una relación de 4/5:1 como adecuada para el consumo de los humanos (Blas., 2004; Jenkins, 1993; Wood et al., 2002; Spector, 2003; Raes et al., 2004; Santini et al., 2002). En el presente trabajo esta relación fue de 5,14; 6,07 y 4,29 para CONTROL, SOJA y SOJAPES respectivamente, cuadro 4 y 5.

El índice de actividad enzimática  $\Delta 9D$ , cuadro 5 fue menor en SOJA y SOJAPES, comparándola con CONTROL ( $P < 0,05$ ). Así mismo, SOJAPES demostró tener una menor actividad que SOJA ( $P < 0,05$ ).

La adición de aceite no modificó las variables de carcasa, sin embargo provocó modificaciones significativas en los AGPI *n*-3 y CLA. Estos últimos no adquirieron niveles de concentración para promover cambios importantes en el aporte al consumo humano; sin embargo, produjeron gran cantidad de C18:1 *trans* lo que permite aportar CLA de forma indirecta. Las relaciones entre AGPI *n*-6:AGPI *n*-3 no resultaron inadecuadas para la salud del consumidor, pero el uso de aceite de pescado la mejoró sensiblemente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrae, J. G.; Duckett, S. K.; Hunt, C. W.; Pritchard, G. T. ; Owens, F. N. 2001. Effect feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. *J. Anim. Sci.* 79: 582-588.
- Beaulieu, A. D.; Drakley, J. K. ; Merchen, N. R. 2002. Concentration of conjugated linoleic acid (*cis*-9, *trans*-11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high concentrate diet supplemented with soybean oil). *J. Anim. Sci.* 80: 847 - 861.
- Blas, C. 2004. Cambios en el perfil de ácidos grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. Importancia del ácido linoleico conjugado. 1. rumiantes. 20º Curso de Especialización FEDNA. Pp 79-100.
- Cooper, S. L.; Sinclair, L. A.; Wilkinson, R. G.; Hallet, K. G.;

- Enser, M ; Wood, J. D. 2004. Manipulation of the *n-3* polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs.. J. Anim. Sci. 82: 1461-1470.
- De Latorre, A.; Gruffat, D.; Durand, D.; Micol, D.; Peyron, A.; Scilowski, V. ; Bauchart, D. 2006. Factors influencing and composition of CLA in beef. Meat Sci. 73: 258-268
  - Engle, T. E.; Spears, J. W.; Fellner, V. ; Odle. 2000. Effects of soybean oil and dietary copper on ruminal tissue lipid metabolism in finishing steers. J. Anim. Sci. 78: 2713-2721.
  - Felton, E. E. D. ; Kerley, M. S. 2004b. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. J. Anim. Sci. 82: 1794-1805.
  - Fiems, L. O.; De Campeneere, S.; DE Smet, S.; Van de Voorde, G.; Vanacker, J. M. ; Boucque, C. H. V. 2000. Relationship between fat depots in carcass of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. Meat Science 56: 41-47.
  - Gagliostro, G. A. 2004a. Principios de nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo. Unidad Integrada Balcarce EEA-INTA/FCA-UNMDP. Área de Producción Animal. Grupo Nutrición y Metabolismo, Balcarce, Argentina. 100 p.
  - Givens, D. I., Kliem, K. E. ; Gibbs, E. A. 2006. The role of meat as a source of *n-3* polyunsaturated fatty acids in human diet. Meat Science. 74 : 209-218.
  - Jenkins, T. C. 1993. Symposium: Advances in ruminant lipid metabolism. Journal Dairy Science. 76: 3851 - 3863.
  - Madron, M. S.; Peterson, D. G.; Dwyer, D. A.; Corl, B. A.; Baumgard, D. H.; Beermann, D. H. Bauman, D. E. 2002. Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular, and subcutaneous fat in beef steers. J. Anim. Sci. 80: 1135-1143.
  - Nurnberg, K.; Wegner, J. ; Ender, K. 1998. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animal. Livestock Production Science. 56:145-156.
  - Outen, G.E.; Beever, D.E. ; Fenlon, J.S. 1976. Direct methylation of long-chain fatty acids in feeds, digesta and faeces without prior extraction. J. Sci. Food Agric. 27:419-425.
  - Pinnampalam, E. N.; Sinclair, A. J.; Egan, A. R.; Blakeley, S. J.; Li, D. ; Leury, B. J. 2001a. Effect of dietary modification of muscle long chain *n-3* fatty acid on plasma insulin and lipid metabolites, carcass traits, and fat deposition in lambs. J. Anim. Sci. 79: 895-903.
  - Ponnampalam, E. N.; Sinclair, A. J.; Egan, A. R.; Blakeley, S. J. ; Leury, B. J. 2001b. Effect of diet containing *n-3* fatty acid on muscle long-chain *n-3* fatty acid content in lambs fed low and medium -quality roughage diets. J. Anim. Sci. 79: 698-706.
  - Raes, K.; Haak, L.; Balcaen, A.; Caléis, E.; Demeyer, D. ; De Semet, S. 2004a. Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscle Belgian Blue young bulls. Meat Science 66: 307-315.
  - Raes, K.; De Semet, S. and Demeyer, D. 2004b. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. Animal Feed Science and Technology. 113: 199-221.
  - Santini, F. J.; Villarreal, E.; Paván, E.; Grigera, J. M. y Grigera Naon, J. J. 2002 Importancia de los CLA en las carnes bovinas. [ En línea] <www.intabalarce.org/divulgtec/nutricion/cla.htm Consulta 24 de agosto de 2005.
  - SAS Institute Inc. 1999 SAS / STATM Guide for Personal Computers, Versión 8.
  - Schmid, A.; Collimb, M.; Sieber, R. ; Bee, G. 2006. Conjugated linoleic acid in meat products: A review. Meat Science 73: 29-41.
  - Scollan, N. D.; Choi, N.; Kurt, E.; Fisher, A. V.; Enser, M. ; Wood, J. D. 2001. Manipulation the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. British Journal of Nutrition. 85: 115-124.
  - Simopoulos, A. P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomed Pharmacother. 56(8): 365-379.
  - Spectoctor, A. A. 1999. Essentiality of fatty acids. Lipids. 34 Suppl: S1-3.
  - Theodorou, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; MC ALLAN, A. B. ; FRANCE, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim. Feed. Sci. Technol. 48: 185-197.
  - Vatansever, L.; Kurt, E.; Enser, M.; Scollan, N. D.; Wood, J. D. ; Richardson, R. I. 2000. Shelf life and eating quality of beef from cattle of different breeds given diets differing in *n-3* polyunsaturated fatty acid composition. British Society of Animal Science. 71: 471-482.
  - Wachira, A. M.; Sinclair, L. A.; Wilkinson, R. G.; Enser, M.; Wood, J. D.; Fisher, A. V. 2002. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, *n-3* polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. Br. J. Nutr., 88: 697-709.
  - WISTUBA, T. J.; KEGLEY, E. B. ; APPLE, J. K. 2006. Influence of fish oil in finishing diets on growth performance, carcass characteristics, and sensory evaluation of cattle. J. Anim. Sci. 84: 902-909.
  - Wood, J. D.; Richardson, R. I.; Nute, G. R.; Fisher, A. V.; Campo, M. M.; Kasapidou, E.; Sheard, P. R.; Enser, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Science. 66 : 21-32.
  - Wood, J. D.; Enser, M.; Fisher, A. V.; Nute, G. R.; Richardson, R. I. ; Sheard, P. R. 1999. Animal nutrition and metabolism group symposium on " Improving meat production for future needs". Manipulation meat quality and composition. Proceedings of nutrition Society 58: 363-370

Latimori, N.J.<sup>1</sup>; Kloster, A.M.<sup>1</sup>; García, P.T.<sup>2</sup>; Carduza, F.J.<sup>2</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup>; Pensel, N.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Marcos Juárez

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, CA INTA Castelar

## Efecto de la dieta y del genotipo sobre indicadores de calidad de carne bovina producida en la Región Pampeana Argentina

### INTRODUCCIÓN

Los bovinos en Argentina son tradicionalmente alimentados sobre pasturas. Sin embargo, la necesidad de aumentar la productividad de las empresas ganaderas de la región pampeana ha llevado a desarrollar sistemas de producción de carne caracterizados por un uso más intensivo de los recursos forrajeros, especialmente, con incorporación de suplementos energéticos durante algunos meses del año. Algunos de esos sistemas de producción han demostrado resultados productivos y económicos interesantes (Kloster, Latimori, Amigone y Ghida Daza, 2003) y consecuentemente fueron difundidos y adoptados por los productores en los últimos años. Por otra parte, no siempre el uso de suplementos como silajes y granos responde a criterios estrictamente nutricionales. Frecuentemente, e aquellas empresas que se han transformado en productores agrícolas, los suplementos fueron incorporados a las dietas como respuesta a la necesidad de mantener sus rodeos en superficies más pequeñas, liberando lotes para uso agrícola. Hoy se acepta que el uso de suplementos energéticos en bovinos se ha incrementado significativamente tanto en empresas que destinan sus productos al mercado interno como a la exportación.

Esta situación genera algunos interrogantes respecto a las potenciales consecuencias que estos sistemas de alimentación podrían tener sobre la calidad del producto generado, en comparación con la obtenida en sistemas exclusivamente pastoriles.

Considerando estos cambios, se hace necesario detectar eventuales efectos de este tipo de dietas o de las razas utilizadas sobre los atributos sensoriales de la carne. Pero al mismo tiempo y muy especialmente, el interés se focaliza en el perfil de los ácidos grasos que componen la grasa intramuscular (GI) obtenido con sistemas de alimentación de alta energía, debido a sus potenciales consecuencias sobre la salud de los consumidores.

La presencia en la dieta de humanos de isómeros geométricos y posicionales del ácido linoleico conjugado (CLA), especialmente isómeros 9 cis, 11 trans (Parodi, 1999), contribuyen a mejorar la salud en base a sus propiedades anti cancerígenas y anti esclerosantes (Ip et al. 1999; Lee, Kritchevsky and Pariza, 1994). Los alimentos de origen animal son también reconocidos como fuente de ácidos grasos esenciales, particularmente del grupo omega 3 y omega 6. Los ácidos grasos omega 3 de cadena larga están vinculados al desarrollo y funcionalidad del sistema nervioso y la (Valenzuela y Nieto, 2003) y también a funciones cardioprotectivas (Williams, 2000; Hu, Manson and Willett, 2001). Al mismo tiempo que se reconoce a los ácidos grasos omega 6 como precursores de moléculas muy importantes, se recomienda una relación omega6/omega 3 inferior a 4 en las dietas humanas. Se sugiere que cocientes superiores pueden asociarse con el desarrollo de tumores o enfermedades cardiovasculares, inflamatorias, autoinmunes y neurodegenerativas (Simopoulos, 2004).

Se ha demostrado que la cantidad y composición de los ácidos grasos presente en alimentos

de origen animal está relacionado con la presencia de algunos de sus precursores en la dieta, debido a que una parte importante de los ácidos grasos dietarios escapan al proceso de biohidrogenación ruminal y son absorbidos sin modificaciones (French et al., 2000; Wood et al., 2003). En efecto, las dietas con pasturas permite mejorar el perfil de ácidos grasos de la carne bovina, debido a su alto contenido de precursores de CLA en comparación con dietas basadas en granos (Mandell, Buchanan-Smith and Campbell, 1998; Raes, De Smet and Demeyer, 2004). Existe alguna información que sugiere que la carne de novillos desarrollados en sistemas pastoriles tienen un contenido de ácidos grasos mas apropiados para el consumo humano, que la carne proveniente de novillos engordados en feedlots (Latimori, Kloster y Amigone, 2003; García, Pensel, Margaria, Rosso y Casal, 2003; García, Pensel, Latimori, Kloster, Amigone and Casal, 2005). Por esta razón existe un interés estratégico en conocer si la suplementación con granos afecta negativamente el valor nutricional de la carne.

Algunos autores encontraron que la raza afecta el veteado de la carne y el espesor de la grasa subcutánea (Michal, Zhang, Gaskins & Jiang, 2006), o la composición de los ácidos grasos (Choi, Enser, Wood & Scollan, 2000). Sin embargo, existe poca información disponible acerca de la existencia de alguna correlación entre el genotipo animal y dietas contrastantes en su relación fibra/granos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de cuatro sistemas de alimentación sobre algunos atributos de la calidad de la carne obtenida, con tres diferentes genotipos de novillos. Los sistemas de alimentación que aquí se describen, representan modelos productivos difundidos en la región pampeana argentina, yendo desde la forma exclusivamente pastoril a al sistema de feedlot. Las razas británicas o sus cruzamientos, los cuales son el principal componente del consumo interno, fueron representados por novillos Aberdeen Angus. Los novillos Charolais x Aberdeen Angus representan uno de los mas recomendables cruzamientos para la producción de novillos pesados para el mercado exportador y los novillos Holando Argentino son potencialmente adecuados para un doble propósito comercial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo fue desarrollado en la Estación Experimental del INTA Marcos Juárez durante los ciclos anuales 2001/02 y 2002/03. La Estación está ubicada en el su este de la provincia de Córdoba, Argentina a los 32,5<sup>o</sup> latitud Sur y 62<sup>o</sup> longitud Oeste aproximadamente, sobre un suelo Argiudol típico profundo y bien drenado. El clima es templado con una temperatura media de 17<sup>o</sup> C y precipitaciones anuales de 885 mm (INTA-SEAG Córdoba, 1978).

En el experimento se utilizaron 125 novillos de tres genotipos, sometidos a cuatro sistemas de alimentación. Los genotipos evaluados fueron Aberdeen Angus (AA), Charolais x Aberdeen Angus (ChxAA) y Holando Argentino (HA). Los cuatro sistemas de alimentación fueron:

**S1:** dieta exclusivamente pastoril durante todo el ciclo de invernada.

**S2:** igual base pastoril que S1 más suplementación diaria con niveles del 0,7% del peso vivo (p.v.) animal/día con grano de maíz quebrado, desde ingreso a terminación, con interrupción del suministro de suplemento entre el 15 de noviembre y 15 de febrero.

**S3:** igual base pastoril que S1 más suplementación diaria con niveles del 1,0% del peso vivo (p.v.) animal/día con grano de maíz quebrado, desde ingreso a terminación, sin interrupción del suministro de suplemento.

**S4:** invernada a corral con dieta de grano de maíz quebrado, heno de alfalfa, expeller de soja y núcleo vitamínico mineral.

El diseño de tres genotipos y cuatro sistemas de alimentación fue repetido durante dos ciclos, siendo analizados como repeticiones temporales. Se asignaron diez novillos por tratamiento y por año, que ingresaron con 5-7 meses de edad y un peso promedio de 185,4 kg. La base forrajera de S1, S2 y S3 fue una pastura consociada de alfalfa (*Medicago sativa*) y festuca alta (*Festuca arundinacea Schreb*) pastoreada con un sistema rotativo de seis parcelas con siete días de permanencia en cada una. El suplemento en S2 y S3 fue grano de maíz quebrado suministrado una vez al día y las cantidades se ajustaron mensualmente, según la evolución del peso vivo de los animales. Durante

el invierno se incorporó heno proveniente de la misma pastura en S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub>. El heno se suministró entre el 15 de julio y el 30 de septiembre de cada año a razón de 2,4 kg promedio animal/día.

La asignación de forraje (g MS/kg p.v.) se estimó cada dos semanas previo al cambio de parcela. Regularmente se tomaron muestras de forraje para determinar su contenido de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y materia seca (MS). En S<sub>4</sub> se determinó el consumo medio diario por diferencia entre el alimento ofrecido y el sobrante. Todos los animales se pesaron cada 28 días, después de 15 a 17 horas de desbaste.

Los novillos se faenaron en un frigorífico comercial a un similar grado de terminación y engrasamiento determinado visualmente. De cada tratamiento se tomaron seis de ellos al azar y, 48 horas después del sacrificio, las medias reses izquierdas fueron procesadas. Se tomaron muestras del músculo *longissimus dorsi* a nivel de las costillas 11<sup>o</sup> y 13<sup>o</sup>, las cuales se congelaron y almacenaron a -20<sup>o</sup> C hasta su análisis. En estas muestras se realizaron determinaciones de resistencia al corte con cizalla de Warner Bratzler, veteado, color del músculo, pH y contenido y composición de la grasa intramuscular.

### **Terneza y veteado**

Para estimar la terneza, se midió la resistencia al corte utilizando la cizalla Warner Brazler. Se tomaron bifés de 2,5 cm a la altura de la 13<sup>o</sup> costilla, los cuales fueron pesados y colocados en un horno eléctrico Philips, hasta que alcanzaron una temperatura interna final de 71 °C (AMSA, 1995). Las muestras cocidas se pesaron y enfriaron a <10°C. Ocho tarugos de 1,3 cm de diámetro se obtuvieron de cada bife, paralelos a las fibras musculares y se cortaron al medio usando una cizalla Warner Bratzler modelo 3000 (G-R Manufacturing CO., Manhattan, Kansas, USA). La fuerza de la cuchilla se expresó en Newton (N).

Para determinar veteado, se tomaron muestras de *longissimus dorsi* (ojo de bife) a nivel de la 11<sup>o</sup> costilla, utilizando la escala de USDA.

### **Color del músculo y pH**

Las determinaciones de color se realizaron utilizando un ByK Gardner Colour View Spectrophotometer (modelo 9000, USA) siguiendo el procedi-

miento recomendado por AMSA (1991). Las mediciones se hicieron sobre bifés de 2,5 cm de espesor obtenidos a nivel de la 13 costilla. El sistema CIE Lab provee los valores de tres componentes del color: L\* (luminosidad, componente negro-blanco), y las coordenadas cromáticas, a\* (componente +rojo a -verde) y b\* (componente +amarillo a -azul). Las condiciones del instrumental fueron: amplia apertura de área (5 cm de diámetro), D65-artificial y ángulo de observación estándar de 10°. El área de medición fue cubierta con una placa de cristal (ByK Gardner Inc., USA) y el equipo se calibró contrastando con una placa blanca. Cada muestra fue expuesta al aire 45 minutos antes de la primera medición y se promediaron cuatro imágenes de cada bife para el análisis estadístico.

Las determinaciones de pH se realizaron con un pHmetro (Thermo Orion modelo 420, USA) con una combinación de electrodos estandarizada las cuales fueron insertos en el músculo *longissimus dorsi* (buffers 4,0 y 7,0).

### **Contenido de grasa intramuscular (GI) y su composición**

La GI se midió en *longissimus dorsi* a nivel de la 12<sup>o</sup> costilla con determinación de ácidos grasos saturados (AGS) (14:0 + 16:0 + 18:0), ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) (16:1 + 18:1) y poliinsaturados (AGPI) (*n-3+n-6*). También se determinó el contenido de ácidos grasos omega-6 (18:2+18:3+20:3+20:4+22:4), omega-3 (18:3+20:5+22:5+22:6), cociente omega-6/omega-3 y ácido linoleico conjugado (CLA). Se utilizaron alícuotas de 10 g de cada muestra, libres de grasa externa, las cuales fueron picadas, secadas y procesadas en un equipo Tekator apparatus utilizando exano como solvente para la extracción grasas, de acuerdo con el método oficial (AOAC, 1992) para la determinación de GI total. Otra alícuota de 5 g de cada muestra fue procesada siguiendo el método de Folch, Lees and Stanley (1957). Los metil ésteres de los ácidos grasos se obtuvieron por el procedimiento propuesto por Pariza, Park and Cook (2001) y analizados por GLC (García & Casal, 1993) utilizando un equipo Chrompack CP 900 con columna capilar CP-Sil 88. Los ácidos grasos fueron identificados individualmente por comparación de los tiempos de retención relativos obtenidos con ácidos gra-

Los estándares (PUFA-2 Animal Source. Supelco). Los resultados analíticos se expresaron como porcentaje de los ácidos grasos totales. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando procedimientos GLM (SAS, 1999) y las medias se compararon con el test de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Cuadro 1 se muestra la disponibilidad de forraje de cada tratamiento durante los dos años de evaluación. Los indicadores de calidad de forraje analizados tales como PB, FDN y FDA (cuyos promedios fueron 23,97%, 42,44% y 27,43% respectivamente) no presentaron diferencias entre tratamientos dentro de cada estación ( $p > 0,05$ ). Estos resultados sugieren una adecuada homogeneización tanto de los volúmenes de forraje asignado como de su calidad entre los tratamientos S1, S2 y S3. Debe remarcar los valores de asignación de forraje expuestos, surgen del promedio de los tres tratamientos pastoriles. En S4, la misma dieta fue utilizada por los tres genotipos, algunas de cuyas características se mues-

tran en la Cuadro 2.

Las estimaciones de consumo de alimento de los novillos en feedlot fueron similares en los tres genotipos y oscilaron alrededor del 2,9% del peso vivo. En la Cuadro 3 se presenta el análisis del aumento medio diario (AMD) de todos los tratamientos.

Los aumentos medios diarios fueron concordantes con la concentración de energía de las dietas (Cuadro 3). Cuando los AMD se compararon entre genotipos dentro de cada dieta, también se evidenciaron diferencias entre los grupos étnicos, ordenándose según el peso adulto potencial de cada genotipo (Webster, 1989). Como es de esperar, estas diferencias en AMD entre tratamientos, generaron diferencias en la duración del período de invernada (días desde el ingreso a la faena). Aunque este no fue considerado como una de las variables analizadas por lo que solo se menciona con criterio descriptivo que, la duración del período de engorde en S1, promediando los tres genotipos, fue de 379 días, 359 días en S2, 333 días en S3 y sólo 171 días en S4.

Genotipo	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Media anual
AA	25.35 (6.06) <sup>b</sup>	13.55 (2.11)	17.36 (1.86)	20.29 (5.28)	18.57 <sup>b</sup> (5.57)
ChxAA	29.93 (4.98)	18.19 (4.60)	19.13 (5.04)	19.73 (7.78)	21.00 <sup>a</sup> (6.92)
AH	28.73 (5.06)	14.28 (3.75)	19.83 (6.52)	19.49 (8.58)	19.84 <sup>b</sup> (7.65)

Cuadro 1. Asignación media de forraje (g MS/kg p.v.) a cada genotipo.

Dentro de columnas, medias con letras diferentes difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

<sup>b</sup> El desvío estándar de cada valor promedio se presenta entre paréntesis ( $n=10$ )

Componente	(% de MS)	EM (Mcal/kgMS)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Grano de maíz	82.5	3.25	9.2	-	-
Expeller de soja	8.4	2.90	48.6	23.3	11.4
Heno de alfalfa	8.6	2.30	23.5	41.8	24.6
Vitaminas y minerales	0.5	-	-	-	-
Total	100	3.15	13.7	5.6	3.1

Cuadro 2. Composición de la dieta en S4.

Genotipo	S1 (pastura)	S2 (supl. 0,7%)	S3 (supl. 1,0%)	S4 (feedlot)
AA	546±71 <sup>cC</sup>	675±123 <sup>cD</sup>	808±88 <sup>bD</sup>	1055±107 <sup>aAB</sup>
ChxAA	707±102 <sup>bcABC</sup>	787±73 <sup>bcBC</sup>	871±99 <sup>bBC</sup>	1222±190 <sup>aA</sup>
AH	800±83 <sup>cAB</sup>	875±111 <sup>cAB</sup>	983±86 <sup>bAB</sup>	1093±202 <sup>abAB</sup>

Cuadro 3. Aumento medio diario (g/día) según dieta y genotipo ( $n=10$ ).

Dentro de filas y de columnas, medias con letras diferentes difieren significativamente entre sí (Duncan,  $p < 0,05$ ).

## Terneza y veteado

Las estimaciones de terneza medidas como resistencia al corte con la cizalla de Warner Bratzler se muestran en la Cuadro 4. Esta variable no presentó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre dietas ni entre genotipos, calificando todas como carnes “tiernas”.

Las muestras de *longissimus dorsi* (ojo de bife) obtenidas a la altura de la 11<sup>o</sup> costilla se compararon utilizando la escala de veteado establecida por la USDA (Cuadro 5). Los sistemas de alimentación no generaron diferencias en el veteado. considerando a los genotipos como fuente de variación se observó que los novillos AA tuvieron una infiltración grasa significativamente superior a ChxAA y HA.

## Color del músculo y pH

Los parámetros de color y los valores de pH se presentan en la Cuadro 6.

El parámetro L\* (luminosidad) mostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre dietas, resultando más brillosas las muestras provenientes de S4. Aún cuando no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en los otros parámetros, las muestras de S4 tendieron a ser menos rojas. No se observaron diferencias entre genotipos ( $p > 0,05$ ). Las muestras provenientes de ChxAA tendieron a ser más brillosas y más amarillas. Los valores de pH se ubicaron dentro del rango esperado para carnes frescas.

## Ácidos grasos

Los resultados obtenidos del análisis bioquí-

Cuadro 4. Resistencia al corte de la cizalla Warner Bratzler según dieta y genotipo.

Genotipo	S1 (pastura)	S2 (sup. 0,7%)	S3 (sup. 1,0%)	S4 (feedlot)	Media genotipos
AA	32.38±4.36	29.76±4.89	33.72±55.6	30.51±7.52	31.58±7.92 <sup>A</sup>
ChxAA	33.14±6.27	30.78±2.53	32.07±5.83	31.36±4.89	31.84±4.98 <sup>A</sup>
AH	29.58±5.69	29.45±3.38	29.54±4.40	32.07±7.87	30.16±5.51 <sup>A</sup>
Media dieta	31.71±5.56 <sup>n</sup>	29.98±3.65 <sup>n</sup>	31.76±8.32 <sup>n</sup>	31.31±6.72 <sup>n</sup>	

Dentro de filas y de columnas, medias con letras diferentes difieren significativamente entre sí (Duncan,  $p < 0,05$ ).

Cuadro 5. Veteado en *Longissimus dorsi* según dieta y genotipo ( $n=10$ ).

Genotipo	S1 (pastura)	S2 (sup. 0,7%)	S3 (sup. 1,0%)	S4 (feedlot)	Media genotipos
AA	2.00 ±0.43	1.96±0.26	2.04 ±0.40	2.04 ±0.54	2.01 ±0.41 <sup>A</sup>
ChxAA	1.63 ±0.64	1.63±0.48	1.71 ±0.40	1.96 ±0.62	1.73 ±0.55 <sup>B</sup>
AH	1.54 ±0.45	1.46±0.33	1.67 ±0.33	1.83 ±0.54	1.63 ±0.43 <sup>B</sup>
Media dieta	1.72 ±0.54 <sup>n</sup>	1.68 ±0.42 <sup>n</sup>	1.81 ±0.40 <sup>n</sup>	1.94 ±0.56 <sup>n</sup>	

Dentro de filas y de columnas, medias con letras diferentes difieren significativamente entre sí (Duncan,  $p < 0,05$ ).

Dieta	L	a	b	pH
S 1 (pastura)	33.93±3.34 a	19.12±2.23 a	17.07±1.87 a	5.69±0.14 a
S 2 (S 0,7%)	34.57±3.86 a	19.76±2.51 a	18.06±2.01 a	5.70±0.15 a
S 3 (S 1,0%)	33.26±5.20 a	20.50±3.07 a	18.30±2.53 a	5.73±0.20 a
S 4 (feedlot)	37.17±5.03 b	18.99±2.82 a	18.28±2.38 a	5.65±0.16 a
Genotipo				
AA	33.90±5.13 a	20.16±2.22 a	17.63±2.30 a	5.73±0.20 a
ChxAA	36.34±4.50 a	19.14±2.67 a	18.27±2.04 a	5.65±0.15 a
AH	33.97±3.87 a	19.53±3.17 a	17.95±2.40 a	5.70±0.14 a

Cuadro 6. Parámetros de color y pH según dieta y genotipo ( $n=10$ ).

Dentro de filas y de columnas, medias con letras diferentes difieren significativamente entre sí (Duncan,  $p < 0,05$ ).

Cuadro 7. Grasa intramuscular (g/100 g de tejido); ácidos grasos saturados (AGS); ácido grasos monoinsaturados (AGMI); y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en músculo Longissimus dorsi entre 9<sup>o</sup> y 11<sup>o</sup> costilla según dieta y genotipo.

Grasa intramuscular (%)					
Genotipo	S1 (pastura)	S2 (sup. 0,7%)	S3 (sup. 1,0%)	S4 (feedlot)	Media genotipos
AA	2.91±0.91	3.54±1.14	3.74±1.66	4.12±1.05	3.57±1.26 <sup>A</sup>
ChxAA	2.93±1.00	3.98±1.82	4.33±1.30	3.95±1.39	3.80±1.46 <sup>A</sup>
AH	2.82±0.73	3.22±0.91	4.68±2.21	3.66±0.99	3.59±1.48 <sup>A</sup>
Media dieta	2.89±0.86 <sup>D</sup>	3.58±1.35 <sup>B</sup>	4.25±1.76 <sup>C</sup>	3.91±1.40 <sup>B</sup>	
AGS					
AA	41.1±4.1	41.1±2.9	39.2±3.4	37.3±4.4	39.7±4.0 <sup>A</sup>
ChxAA	39.7±2.8	39.6±1.1	38.9±2.7	37.9±3.0	39.0±2.5 <sup>A</sup>
AH	36.6±1.4	36.4±1.8	38.4±3.5	37.1±3.2	37.1±2.7 <sup>B</sup>
Media dieta	39.2±3.5 <sup>D</sup>	39.0±2.8 <sup>D</sup>	38.8±3.2 <sup>D</sup>	37.4±3.5 <sup>D</sup>	
AGMI					
AA	35.5±2.0	39.1±3.2	38.5±2.4	39.9±4.0	38.2±3.4 <sup>B</sup>
ChxAA	39.0±3.0	39.9±4.5	41.5±2.5	39.4±3.0	40.0±3.4 <sup>B</sup>
AH	40.2±2.2	42.0±2.8	43.5±2.4	42.3±2.2	42.0±2.6 <sup>A</sup>
Media dieta	38.2±3.1 <sup>B</sup>	40.3±3.7 <sup>AB</sup>	41.2±3.2 <sup>A</sup>	40.5±3.3 <sup>AB</sup>	
AGPI					
AA	9.6±2.1	7.8±1.8	8.9±1.7	9.3±2.5	8.9±2.1 <sup>A</sup>
ChxAA	8.1±2.0	8.0±3.3	8.4±1.1	9.2±2.3	8.4±2.3 <sup>A</sup>
AH	9.2±1.9	8.6±2.5	7.6±2.4	9.1±1.4	8.6±2.1 <sup>A</sup>
Media dieta	9.0±2.1 <sup>B</sup>	8.1±2.5 <sup>B</sup>	8.3±1.9 <sup>B</sup>	9.2±2.1 <sup>B</sup>	

Dentro de filas y de columnas, medias con letras diferentes difieren significativamente entre sí (Duncan, p< 0.05).

AGS=14:0 + 16:0 + 18:0; AGMI= 16:1 + 18:1; AGPI= n-3+n-6, (n=10).

mico de los ácidos grasos de las muestras de carne se presentan en los Cuadros 7 y 8. Los resultados que se presentan en el Cuadro 7 muestran que las carnes provenientes del sistema exclusivamente pastoril (S1) poseen un porcentaje significativamente menor (p<0,05) de grasa intramuscular que las producidas en los otros sistemas, mientras que no se encontraron diferencias atribuibles a los genotipos (p>0,05). En contraste, el genotipo afectó el porcentaje de ácidos grasos saturados. Las muestras provenientes de HA presentaron los menores niveles (p<0,05) de AGS, mientras que éstos no fueron afectados por el sistema de alimentación. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos (p>0,05). Ni los AGMI ni los AGPI evidenciaron ser modulados por la dieta o por el genotipo, excepto los cortes obtenidos de HA que tuvieron niveles menores a los otros genotipos.

La Cuadro 8 muestra los contenidos de ácidos grasos omega-3, omega-6 y CLA. Estos componentes son muy importantes en la nutrición humana en razón de sus propiedades anti esclerosantes y anti cancerígenas (Ip et al. 1999; Lee, Kritchevsky & Pariza, 1994). Además, ellos son considerados como atos nutracéuticos. El porcentaje de omega-3 fue mayor a medida que la participación del forraje fresco se incrementó en la dieta (p<0,05), mientras que los niveles de omega-6 fueron similares en los tres tratamientos que incluyeron forraje fresco, pero fueron menores que en las dietas de feedlot (p<0,05). Excepto por los menores niveles de omega-3 observados en HA, parecería haber diferencias biológicamente importantes entre genotipos. La relación omega-6/omega-3 permanece dentro de los niveles recomendados para el consumo humano (<4) en S1 y S2, mientras que la carne producida en

Cuadro 8. Contenido de ácidos grasos omega-3, omega-6, relación omega-6/omega-3 y CLA en músculo Longissimus dorsi entre 9<sup>o</sup> y 11<sup>o</sup> costilla según dieta y genotipo.

omega-3 (%)					
Genotipo	S1 (pastura)	S2 (sup. 0,7%)	S3 (sup. 1,0%)	S4 (feedlot)	Media genotipos
AA	3,1±0,7	1,9±0,6	1,9±0,5	0,9±0,4	1,9±1,0 <sup>A</sup>
ChxAA	2,7±0,8	1,7±0,5	1,4±0,3	0,9±0,5	1,7±0,8 <sup>AB</sup>
AH	2,8±0,8	1,7±0,4	1,2±0,3	0,8±0,4	1,6±0,9 <sup>B</sup>
Media dieta	2,9±0,8 <sup>B</sup>	1,8±0,5 <sup>B</sup>	1,5±0,5 <sup>B</sup>	0,8±0,4 <sup>C</sup>	
omega-6 (%)					
AA	6,2±1,6	5,5±1,1	6,6±1,3	8,0±2,2	6,6±1,8 <sup>A</sup>
ChxAA	5,1±1,3	5,9±3,2	6,6±1,0	8,1±2,3	6,4±2,3 <sup>A</sup>
AH	6,0±1,4	6,1±2,0	5,6±1,6	8,2±1,3	6,5±1,9 <sup>A</sup>
Media dieta	5,8±1,5 <sup>B</sup>	5,9±2,2 <sup>B</sup>	6,3±1,4 <sup>B</sup>	8,1±1,9 <sup>A</sup>	
Relación omega-6/ omega-3					
AA	2,1±0,9	3,2±0,9	3,7±1,4	12,6±9,5	5,4±6,3 <sup>A</sup>
ChxAA	2,0±0,3	3,4±1,2	4,8±1,3	13,9±12,2	6,0±7,6 <sup>A</sup>
AH	2,2±0,7	3,9±1,6	4,9±1,3	16,1±10,6	6,8±7,6 <sup>A</sup>
Media dieta	2,1±0,6 <sup>B</sup>	3,5±1,2 <sup>B</sup>	4,5±1,4 <sup>B</sup>	14,2±10,6 <sup>A</sup>	
CLA (%)					
AA	0,61±0,12	0,59±0,09	0,51±0,08	0,30±0,08	0,50±0,15 <sup>B</sup>
ChxAA	0,69±0,14	0,63±0,10	0,57±0,09	0,29±0,10	0,54±0,19 <sup>AB</sup>
AH	0,73±0,11	0,71±0,15	0,58±0,07	0,26±0,04	0,57±0,21 <sup>A</sup>
Media dieta	0,67±0,13 <sup>A</sup>	0,64±0,12 <sup>A</sup>	0,55±0,08 <sup>B</sup>	0,28±0,08 <sup>C</sup>	

Dentro de filas y de columnas, medias con letras diferentes difieren significativamente entre sí (Duncan,  $p < 0,05$ ).

Omega-3 = 18:3+20:5+22:5+22:6; omega-6 = 18:2+18:3+20:3+20:4+22:4; n=10.

feedlot (S<sub>4</sub>) mostró los mayores valores y S<sub>3</sub>, intermedios. No hubo evidencia de diferencias entre genotipos ( $p > 0,05$ ).

Los mayores niveles de CLA en carne se obtuvieron en el sistema exclusivamente pastoril (S<sub>1</sub>) y en la dieta con pasturas y bajos niveles de suplementación (S<sub>2</sub>). Los menores niveles fueron producidos en el sistema de engorde a corral (S<sub>4</sub>) y niveles intermedios en el sistema pastoril con alta suplementación (S<sub>3</sub>). Por otra parte, Los novillos AA generaron niveles de CLA estadísticamente inferiores que los otros genotipos (Cuadro 8).

La importancia de los factores genéticos y nutricionales en relación a la composición de los ácidos grasos en la carne ha sido ampliamente estudiada y se que los factores genéticos explican menores diferencias que los factores dietarios. Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con estas observaciones (ver revisión de

DeSmet, Raes, y Demeyer, 2004). No obstante, tal como sugieren estos autores, las razas muestran diferencias en la expresión de genes subyacentes o enzimas involucradas en la síntesis de ácidos grasos. Esta podría ser la explicación de las diferencias encontradas en los novillos AA para la producción de CLA

## CONCLUSIONES

Los sistema exclusivamente pastoril o con bajos niveles de suplementación con granos, generaron carne con mejores propiedades nutricionales que las otras alternativas productivas, sin clara evidencia de efectos significativos sobre las características físicas estudiadas. No se encontraron diferencias significativas entre razas bajo las condiciones productivas evaluadas, sugiriendo que los sistemas productivos intensifica-

dos aquí analizados aseguran ciclos destete – terminación inferiores a los 12 – 14 meses, por lo que podrían enmascarar diferencias genéticas potenciales en características como terneza, color y veteado, entre los grupos raciales estudiados.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMSA, 1995. Research guidelines for cook-ery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of meat. Chicago, IL. American Meat Science Association.
- AOAC Official methods of analysis 15th edition 3er supplement 1992. 139-140.
- Choi N., Enser M., Wood J.D. y Scollan N. D. 2000. Effect of breed on the deposition in beef muscle and adipose tissue of dietary *n-3* polyunsaturated fatty acids. *Animal Science* 71:509-519.
- De Smet, S., Raes, K., y Demeyer, D. 2004. Meat fatty acid composition as affected by genetic factors. *Animal Research* 53: 81-88.
- Folch J., Lees M. y Stanley G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- French P., Stanton C., Lawless F., O’Riordan E.G., Monahan F.J., Caffrey P.J. y Moloney A.P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science* 78: 2849-2855.
- García P.T. y Casal J.J. 1993. Argentine beef lipids. *Fleischwirtschaft* 73:755-758.
- García P.T., Pensel N.A., Margaría C.A., Rosso O. y Casal J.J. 2003. Steer serum fatty acids as indicators of grass or grain based diets. *Fleischwirtschaft International* 2: 42-43.
- García P.T., Pensel N.A., Latimori N.J., Kloster A.M., Amigone M.A. y Casal J.J. 2005. Intramuscular lipids in steers under different grass and grain regimen. *Fleischwirtschaft* 1: 27-31.
- Hu F.B., Manson J.E. y Willett W.C. 2001. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *J. Am. Coll. Nutr.*, 20: 5-19.
- INTA-SEAG Córdoba. 1978. Carta de suelos de la República Argentina; Hoja 3363-17 Marcos Juárez. Buenos Aires, INTA. 96 pp.
- Ip C., Banni S., Angioni E., Carta G., McGinley J., Thompson H., Barbano D. y Bauman D. 1999. Conjugated linoleic acid enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. *Journal of Nutrition*, 129, 2135-2142.
- Kloster A.M., Latimori N.J., Amigone M.A. y Ghida Daza C. 2003. Invernada de alta producción sobre pasturas base alfalfa con suplementación estratégica. Cap.VII. Pag. 226-247. En: Invernada bovina en zonas mixtas. N.J.Latimori y A.M.Kloster (eds.) Agro2 de Córdoba. INTA C.R. Córdoba. Argentina. ISSN: 0329-0077. (Segunda edición ampliada).
- Lee K., Kritchevsky D. y Pariza M. 1994. Conjugated linoleic acid and athero-sclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 108, 19-25.
- Latimori N.J., Kloster A.M. y Amigone M.A. 2003. Efecto de la dieta y del biotipo sobre indicadores de calidad de carne bovina. *Revista Argentina de Producción Animal* 23(1), 352-353.
- Mandell I.B., Buchanan-Smith J.G. y Campbell C.P. 1998. Effects of forage vs. grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *Journal of Animal Science*, 76, 2619-2630.
- Michal J.J., Zhang Z.W., Gaskins C.T. y Jiang Z. 2006. The bovine fatty acid binding protein 4 gene is significantly associated with marbling and subcutaneous fat depth in Wagyu x Limousin F2 crosses. *Animal Genetics*, 37, 400-402.
- Pariza M. W., Park Y. y Cook M. E. 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress in Lipid Research*, 40, 283-298.
- Parodi P.W. 1999. Conjugated linoleic acid and other carcinogenic agents of bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*, 82, 1339-1349.
- Raes K., De Smet S. y Demeyer D. 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lambs, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 113, 199-221
- SAS, 1999. SAS User’s Guide: Statistics (Versión 8). SAS Inst. Inc. Cary, NC.
- Simopoulos A.P. 2004. Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International*, 20, 77-90.
- Valenzuela B.A. y Nieto K.S. 2003. Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Revista Chilena de Pediatría*, 74(2), 149-157.
- Webster A.J.F. 1989. Bioenergetics, bioengineering and growth. *Animal Production*, 48, 249-269.
- Williams C.M. 2000. Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie*. 49, 165-180.
- Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R. y Enser M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66, 21-32.

Garcilazo, M.G.<sup>1</sup>; Kugler, N.M.<sup>1</sup>; Barbarossa, R.A.<sup>1</sup>; Garcia, P.T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA Valle Inferior Convenio INTA-Pcia. Río Negro

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, CA INTA Castelar

## Características carniceras y perfil de ácidos grasos de novillos en pastoreo de maíz en planta durante el otoño

### INTRODUCCIÓN

La composición química de la carne, particularmente el tipo y cantidad de ácidos grasos presentes, son de destacada importancia debido a su influencia en el consumo y salud humana. Actualmente se conoce que ciertos componentes como los isómeros conjugados del ácido linoleico (CLA) tienen propiedades anticancerígenas y actúan sobre el sistema inmunológico. El balance de ácidos grasos omega 6 (*n-6*) y omega 3 (*n-3*) también tendría efecto sobre la respuesta inmunológica y prevención de enfermedades cardiovasculares. El tipo de dieta del rumiante, mayoritariamente grano o pasto, condiciona la composición de la carne. La alimentación afecta principalmente la cantidad de lípidos o grasa intramuscular, la composición en ácidos grasos y en forma relativa la cantidad de colesterol.

Los rumiantes hidrogenan los lípidos altamente instaurados de la dieta, ácido linolénico en el caso de los pastos o ácido linoleico en el caso de los granos. Si bien el proceso de biohidrogenación o sea de conversión a ácido esteárico es muy eficiente, parte de esos precursores emergen inalterados del rumen y son utilizados por el animal. Ello determina una mayor presencia de ácidos linolénico y metabolitos de *n-3* en los tejidos del animal sobre pasturas respecto del animal estabulado. De esta manera los animales que tienen acceso solo a pasto tienen un perfil de ácidos grasos más saludables. Se hipotetiza que la inclusión de grano de maíz, en proporciones menores al 50% de la dietas de novillos sobre pasturas de alfalfa y gramíneas en

otoño, no afectan el perfil de ácidos grasos respecto de una dieta 100% pastoril.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En la E.E.A. Valle Inferior del Río Negro se realizaron dos experiencias consecutivas de alimentación basada en el pastoreo de alfalfa y gramíneas incorporando el cultivo en pie de maíz como fuente de grano. El primer año se trabajó con tres tratamientos: Testigo (A1S1) pastura de alfalfa y gramíneas, (A1S2) pastura + pastoreo de maíz en planta (3hs por la mañana) y (A1S3) pastoreo de maíz en planta (24hs). El segundo año se repitieron los tratamientos S2 (A2S2) y S3 (A2S3) El maíz fue pastoreado por surcos, cada 1 o 2 días se permitió el acceso a nuevos surcos mediante la utilización de hilo eléctrico. La superficie asignada diariamente fue de 5 m<sup>2</sup>/cabeza/día para (A1S2) y (A2S2) y de 9 y 8,2 m<sup>2</sup>/cabeza/día para (A1S3) y (A2S3) respectivamente. Se estimó la disponibilidad y el remanente: en la pastura con 10 muestras al azar de 1/8 m<sup>2</sup> y en el maíz: tomando 5 m lineales al azar. Para determinar el momento de cambio de potrero se fijó una eficiencia de utilización del 70% en ambos forrajes.

Se estimó el consumo de grano mediante muestreos en el cultivo, cuantificándose la oferta de grano en 5 m lineales al azar previo al pastoreo. Se utilizaron 120 novillos Hereford (285,8±25kg año 1 y 302,2±19kg año 2), asignándose a cada tratamiento dos repeticiones con 10 y 15 animales por repetición en años 1 y 2 respectivamente. Se pesaron cada 14 días, sin agua 16

horas antes. En los dos años el período de evaluación comenzó cuando el maíz se encontraba en estado de grano lechoso y concluyó en madurez fisiológica. Al final de sendos ensayos se tomaron 4 animales al azar por repetición para ser faenados. Se tomó peso de faena y de medias reses. Después de 24 hs de oreo se tomaron muestras del músculo *longissimus dorsi* entre la 11<sup>o</sup>y 12<sup>o</sup> costilla. Se midieron el espesor de grasa dorsal (EGD) y el área de ojo de bife (AOB). Luego fueron congeladas para la posterior determinación del perfil de ácidos grasos. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres o dos tratamientos y dos repeticiones. Los datos fueron analizados mediante un Proc. ANOVA de SAS, las medias se compararon con Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el año 1 no se detectaron diferencias significativas, entre tratamientos, en la producción del cultivo de maíz y de la pastura, en el año 2 fue diferente la producción del cultivo de maíz entre

tratamientos. Ambos años el consumo total no difirió entre tratamientos; pero si difirió el consumo de forraje y grano. (Cuadro1). Numerosos autores coinciden en que las ganancias de peso (GDP) sobre pasturas de alfalfa y gramíneas en otoño disminuyen respecto de las GDP obtenidas durante primavera y verano, debido a los cambios en la calidad nutritiva de las pasturas (Elizalde y Santini, 1992; Ustarroz et al., 1998; Kloster et al., 2004). Las diferencias en las ganancias de peso entre tratamientos resultaron significativas en el año 1 (Cuadro 2), similares resultados habían sido obtenidos localmente cuando se suplementó con granos de cereales sobre este tipo de pasturas (Garcilazo et al., 2000, 2001 y 2003). En el año 2 no hubo diferencias en GDP, este año solo se evaluaron los tratamientos con adición de grano y se obtuvieron resultados similares a los del 1<sup>o</sup> año. Ambos años se observó que el aumento en el consumo de grano entre los tratamientos S2 y S3, no se reflejó en un aumento significativo de la GDP. Se asume que el pastoreo de maíz en planta contribuye a mejorar las GDP proporcionadas por las

Cuadro 1. Producción total de forraje del cultivo de maíz, producción promedio de la pastura, consumo de maíz en planta, de grano y de pastura y consumo total.

	A1S1	A1S2	A1S3	A2S2	A2S3
Maíz (kgMS/ha)	0	15020 a ±3874	14554 a ±4898	12859 b ±4074	16513 a ±4818
Pastura (kgMS/ha)	2549 a ±928	2707 a ±1241	0	2557 ±1191	0
Consumo maíz planta (kg/cab/día)	0	4,40 b ±1,57	7,61 a ±3,51	5,69 b ±1,96	10,17 a ±3,15
Consumo grano+mario (kg/cab/día)	0	3,51 b ±1,40	6,20 a ±3,54	3,89 b ±1,83	7,33 a ±2,89
Consumo pastura (kg/cab/día)	5,75 a ±1,56	2,65 b ±1,40	0	2,56 ±0,68	0
Consumo total (% peso vivo)	2,18 a ±0,45	2,28 a ±0,68	2,42 a ±1,10	2,48 a ±1,19	3,07 a ±0,96

En filas distintas letras indican diferencias significativas, dentro del año.

Cuadro 2. Ganancias diarias de peso (GDP), peso final (PF), rendimiento carnicero (%), espesor de grasa dorsal (EGD) y área de ojo de bife (AOB).

	A1S1	A1S2	A1S3	A2S2	A2S3
GDP (kg/cab/día)	0,437 b ±0,277	0,619 a ±0,321	0,504 ab ±0,332	0,554 a ±0,217	0,585 a ±0,228
PF (kg)	320,5 ±24,3	337,1 ±26	328,8 ±26,2	364,8a ±21	358,4a ±20
Rinde %	52,1 ± 1,52	54,8 ± 1,12	53,1 ± 1,78	55,69 ± 1,77	55,80 ± 1,43
EGD (mm)	2,83 ± 0,57	4,01 ± 1,30	4,28 ± 1,33	6,69 ± 3,01	8,06 ± 2,48
AOB (cm2)	45,1 ± 3,98	46,2 ± 3,56	45,5 ± 5,72	49,99 ± 3,46	50,73 ± 3,46

En filas distintas letras indican diferencias significativas, dentro del año.

pasturas base alfalfa en otoño. Se destaca, además que el empleo de maíz en planta en un sistema de avance frontal resultó práctico.

Los animales se adaptaron sin inconvenientes al manejo y al consumo, a pesar del alto contenido de fibra. El peso final no difirió entre tratamientos, ya que se llevaron a faena solo los animales que exteriormente presentaban estado de terminación. Los parámetros carniceros evaluados no presentaron diferencias significativas, en ambos ensayos. El primer año, tanto rendimiento carnicero (%) como espesor de grasa dorsal (EGD) tuvieron tendencia a ser menores en A1S1, pero no fueron descriptos por el análisis posiblemente debido a que la cantidad de animales faenados fue menor (50%) a la de los otros tratamientos. El resto de los animales de A1S1 no fue aceptado por la industria frigorífica por no presentar exteriormente buena terminación. Los animales remanentes fueron faenados 4 meses después, luego de haber permanecido en pasturas de alfalfa en primavera y haber alcanzado buenas características de faena (EGD 7mm y rinde 54,95).

En el segundo año se observó un mayor grado de engrasamiento, el rendimiento carnicero superó el mínimo requerido para el peso de medias reses alcanzado (101 kg en promedio). La conformación y terminación de las medias reses fueron calificadas como muy buena por los tipificadores de la empresa frigorífica. En el segundo año no se detectaron diferencias en AOB y EGD. Otros autores encontraron efecto del nivel de inclusión de

grano en la dieta sobre un mayor EGD a la faena (Fumagalli, et al.,2005). No se encontraron diferencias entre tratamientos en los valores de grasa intramuscular (GI), colesterol y ácidos grasos saturados (AGS) (Cuadro 3) dichos valores se corresponden con los hallados por Latimori et al. (2003), estos autores encontraron valores de GI inferiores en animales sin suplementación vs animales con suplementación o engorde a corral, sin embargo los resultados obtenidos en esta experiencia con pastoreo de maíz en planta se asemejan a los citados para animales en pastoreo solamente. Tampoco Volpi Lagreca et al. (2008) encontraron diferencias en GI entre animales terminados en pastoreo o con alto porcentaje de grano de maíz en la ración. No ocurre lo mismo con el valor citado para colesterol, en este ensayo el segundo año se obtuvieron resultados aún mayores que los citados para engorde a corral. La proporción de AGS no fue afectada por el contenido de grano en las dietas pastoriles (Latimori et al.,2003).

Se encontraron diferencias significativas en el aporte de los ácidos grasos mono y polinsaturados. La relación *n-6/n-3* evidenció diferencias entre tratamientos siendo mayor en la carne proveniente de la dieta con mayor proporción de grano, si bien se refleja una diferencia entre ambas dietas con grano, si se compara con el año siguiente, los resultados mantienen la misma diferencia estadística. *n-6%* aumenta con el aumento de grano en la dieta y *n-3%* se comporta

Cuadro 3. Composición lipídica de la carne.

	A1S1	A1S2	A1S3	A2S2	A2S3
GI%	2.19±0.85 a	1.99±0.64 a	1.92±0.55 a	1.86±0.38 a	1.68±0.30 a
Col mg/100g	44±7.56 a	47±2.84 a	47±6.46 a	54.32±4.45 a	51.87±3.44 a
AGS %	42.5±1.47 a	41.32±2.56 a	41.32±2.56 a	36.60±1.19 a	38.05±0.92 a
AGMI%	33.88±1.63 a	36.8±2.48 b	38.0±2.39 b	34.06±0.67 a	36.13±0.52 a
<i>n-6%</i>	6.32±1.07 a	7.06±2.02 ab	8.45±2.08 b	8.04±0.63 a	7.94±0.49 a
<i>n-3%</i>	4.39±0.44 a	3.46±1.12 b	2.90±0.50 b	3.68±0.36 a	2.84±0.28 a
<i>n-6/n-3</i>	1.43±0.14 a	2.09±0.35 b	2.87±0.24 c	2.19±0.35 a	2.91±0.27 a
18:2 <i>n-6%</i>	4.36±0.71 a	4.82±1.20 a	5.24±1.37 a	4.44±0.26 a	4.73±0.20 a
18:3 <i>n-3%</i>	1.78±0.25 a	1.07±0.22 b	0.81±0.16 c	1.10±0.13 a	1.01±0.10 a
18:2/18:3	2.44±0.09 a	4.49±0.60 b	6.57±1.28 c	4.06±0.65 a	4.95±0.50 a
CLA%	0.62±0.20 a	0.42±0.07 b	0.43±0.09 b	0.48±0.06 a	0.40±0.05 a

Ácidos grasos saturados(AGS) 14:0+16:0+18:0. Ácidos grasos monoinsaturados(AGMI) 16:1+18:1. *n-6* 18:2+18:3+20:3+ 20:4+22:4. *n-3* 18:3+20:5+22:5+22:6. GI Grasa intramuscular %. En filas distintas letras indican diferencias significativas, dentro del año.

de manera opuesta. La relación entre ambos parámetros manifiesta la predominancia de uno u otro. La fracción 18:2 *n*-6% aumenta en dietas con alto contenido de grano (Volpi Lagreca et al. 2008), esto solo se vio reflejado en el año 1 en la dieta S3. Duckett et al. (2008) no encontró diferencias entre dietas con o sin grano para este último parámetro, posiblemente el nivel de inclusión de grano condicione fuertemente este valor, si observó que la concentración de 18:2 *n*-3% fue mayor en dietas con forraje al igual que lo observado en este trabajo. Todos los tratamientos se mantienen en los valores recomendados para el consumo humano. El contenido de CLA fue mayor en la dieta pastoril S1 y menor en S2 y S3; estos valores están de acuerdo con lo hallado por Latimori et al. (2003), Volpi Lagreca et al. (2008) y Duckett et al. (2008) quienes indican valores superiores en animales sobre pasturas respecto de los suplementados con grano o a corral.

Se concluye que el consumo de grano disminuye significativamente, la concentración de los ácidos grasos polinsaturados *n*-3 y de los CLA, así como desmejora la relación *n*-6/ *n*-3 sin afectar los % de grasa intramuscular, de ácidos grasos saturados y de colesterol. La carne producida bajo este sistema mantiene características saludables para el consumo humano. Por lo tanto el pastoreo de maíz en planta permite la terminación de novillos con buenas características carniceras.

## BIBLIOGRAFIA

- Duckett, S.K., Fontenot, J.P. and Clapham, W.M. 2011. Forage or concentrate finishing: impact on beef quality. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 31 (1): 100-101.
- Elizalde J.C. y F.J. Santini. 1992. Algunos factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño-invierno. *Bol. Técnico* 104. INTA EEA Balcarce. 27 pp.
- Fumagalli, A.E., Orellana, C.R., Cornacchione, M.V., Salgado, J.M., Gonzalez Perez, M.A. y Oneto, C. 2005. Ganancia de peso y características de res de novillos en pastoreo suplementados con maíz. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 25 (1):375-376.
- García, P. T., Casal, J.J. Lipids in argentine beef. *Fleischwirtsch* 1993; 73: 755-756.
- Garcia, P.T., Casal, J.J., Pensel, N. A., Margarita, C. A. Lipids in lean beef. *Proceedings 41st. International Congress Meat Science & Technology*, 1995: pp 58-59.

- García, P.T., Castro Almeyra, A. Lipids in argentine beef cuts. *Proceedings 38 th International Congress Meat Science & Technology*, 1992; 2: 65-68.
- García, P.T., Pencil, N. A., Margarita, C. A. Intramuscular fat and cholesterol in beef and poultry meats. *Proceedings 40 th International Congress Meat Science & Technology*, 1994: W-1.05.
- Garcilazo, M.G., Kugler, N.M., Barbarossa, R.A. y Elizalde, J.C. 2003. Suplementación de novillos en pastoreo en otoño con grano de avena y de maíz. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23 (1):84-85.
- Garcilazo, M.G.; Kugler, N.M. ; Barbarossa, R.A.; Elizalde, J.C. 2001. Suplementación de novillos en pastoreo de alfalfa con granos de maíz: consumo, ganancia de peso y rendimiento en res. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 21 (1):64-65.
- Garcilazo, M.G., Kugler, N.M. Barbarossa, R.A. y Lorient, G. 2005. Pastoreo de maíz en planta de novillos en terminación: 1. Consumo y ganancia de peso. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 25 (1): 81-82
- Garcilazo, M.G., Kugler, N.M. y Barbarossa, R.A. 2007. Características carniceras y perfil lipídico de novillos en pastoreo de maíz en planta. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 27 (1): 379-380.
- Garcilazo, G.; Kugler, N. y Barbarossa, R. 2000. Efecto de la suplementación con grano de maíz sobre la ganancia de peso y rendimiento carnicero de novillos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20 (1):101-102.
- Kloster, A.M.; Latimori, N.J.; Amigone, M.A. 2004. Suplementación de novillitos con dos fuentes energéticas en una pastura de alfalfa y gramíneas a baja asignación de forraje. *RIA*, 33 (1): 101-116.
- Kugler, N. M., Garcilazo, M. G., Barbarossa, R. A., García, P.T. y Lorient, G. 2005. Pastoreo de maíz en planta de novillos en terminación: 2. Características carniceras y perfil de ácidos grasos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 25 (1): 368-369.
- Latimori, N.J., Kloster, A.M., Amigone, M.A., García, P.T., Carduza, F.J. y Pensel, N.A. 2003. Efecto de la dieta y del biotipo sobre indicadores de calidad de carne bovina. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23 (1): 352-353.
- Ustarroz, E.; Brunetti, M.A, Gonzalez Palau, C.; Garcia Estrada, A.; Faya, F.; Ramos, C. y Torrent, M. 1998. Efecto de la suplementación con grano de maíz y la oferta forrajera sobre la ganancia de peso vivo individual y por hectárea de novillos en pastoreo de alfalfa. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 18 (1): 58-59.
- Volpi Lagreca, G. Pordomingo, A.J., Di Marco, O.N., Santini, F.J., Gagliostro, G.A. y Garcia, P.T. Perfil lipídico y productividad de novillos en pastoreo o confinamiento durante la recría o terminación. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 28 (1): 218-220.

## Efecto de la suplementación con *Solanum glaucophyllum* sobre la terneza de la carne en animales en pastoreo

### INTRODUCCIÓN

La terneza ha sido considerada durante décadas como el atributo de calidad más importante de la carne (Ouali et al., 2006). El proceso durante el cual la terneza va aumentando (resuelto el rigor mortis) en función del tiempo es denominado como “maduración”. En este, la estructura de la carne sufre la degradación de la estructura miofibrilar. El proceso involucra al Calcio (Ca), que en forma directa o indirecta produce la proteólisis de los principales componentes del músculo provocando una disminución en la resistencia al corte (aumento de la terneza).

Una de las características de la terneza de la carne es su variabilidad, que se transforma en el mayor defecto en lo que a calidad de carnes se refiere (Morgan et al., 1991). A causa de la variabilidad de la terneza, durante las últimas décadas se han estudiado un gran número de estrategias para lograr reducir la misma y así lograr un producto de calidad constante. La estimulación eléctrica sobre la res (White et al., 2006) y la inyección de sales de Ca (Lansdel et al., 1995; Scanga et al., 2000) forman parte de los tratamientos post-mortem analizados hasta el momento. También se han llevado adelante experimentos evaluando distintas estrategias de suplementación in vivo con Vitamina D o sus metabolitos como una forma de incrementar los niveles de calcio muscular libre a través de un aumento de la absorción de calcio a nivel intestinal (Montgomery et al., 2004; Lawrence et al., 2006; Tipton et al., 2007). Sin embargo el suministro de vitamina D presenta el problema de su acu-

mulación en los tejidos con el consecuente riesgo en la salud de los consumidores.

El Duraznillo Blanco pertenece a la familia de las plantas calcinogénicas. Estas se caracterizan por contener metabolitos de vitamina D que producen un aumento en la absorción de Ca y posterior depósito en los tejidos que produce la enfermedad denominada como “enteque seco” (Napoli et al., 1977; Puche y Bingley, 1991; Tokarnia, 2000; Mello, 2003). Para que se desarrolle esta patología y se produzca el cuadro clínico de la enfermedad, los animales deben consumir las hojas durante un tiempo prolongado.

A partir de los antecedentes mencionados, el presente trabajo tuvo como objetivo general aumentar la terneza de la carne vacuna y lograr un producto de calidad constante en animales en pastoreo a través de la suplementación con hojas de Duraznillo Blanco (*Solanum glaucophyllum*; SG) como una fuente natural de vitamina D.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Sitio y período experimental

En un primer experimento (Experimento I) se evaluó el efecto de la suplementación de tres dosis de SG (0, 50, y 100 g de hojas molidas de SG) sobre la calcemia en el tiempo con el fin de seleccionar la dosis con la cual se obtiene el mayor nivel de calcemia y determinar el tiempo previo a la faena en que se debe administrar el tratamiento en el siguiente ensayo. El criterio utilizado para seleccionar el momento del sacrificio de los animales se basó en el nivel máximo de cal-

cio en sangre. De esta manera se programó realizar la faena 24 horas posteriores al pico de calcemia. Fueron utilizados nueve (9) novillos asignados al azar a los distintos tratamientos (n=3). Estos fueron: SSG: sin SG, BSG: 50 gr de SG y ASG: 100 gr SG. Cada animal recibió el suplemento de forma individual, registrándose diariamente la cantidad de alimento ingerida, y los rechazos. Todos los animales recibieron durante 2 días y en dos entregas diarias (mañana y tarde) 1,2 Kg de grano de maíz molido y 100 g de heno molido de alfalfa. Los animales en BSG en la entrega de la mañana recibieron además, la correspondiente dosis de SG, mientras que los animales en ASG recibieron la dosis diaria de SG tanto en la mañana como en la tarde. La calcemia, expresada como porcentaje, fue determinada en forma diaria (durante 8 días, durante y posteriores a la entrega de SG) por medio de espectrofotometría de absorción atómica en el laboratorio de minerales de la EEA INTA Balcarce según el protocolo para análisis bioquímicos para suero y plasma Perkin Elmer® (Perkin Elmer, 1982).

El segundo experimento (Experimento II) utilizó la dosis y momento de la suplementación previo a la faena seleccionados a partir del Experimento I con el objetivo de poder evaluar su efecto sobre la resistencia al corte y contenido de calcio del músculo *longissimus dorsi* de animales terminados sobre pasturas vs un tratamiento control. Se utilizaron 20 novillos provenientes de un mismo rodeo. Estos permanecieron juntos duran-

Cuadro 1. Experimento I. Efecto del nivel de *Solanum glaucophyllum* suplementado sobre la concentración de calcio en sangre (%).

Dia	Tratamiento		
	SSG	BSG	ASG
D0	8,3 <sup>i</sup>	8,7 <sup>defghi</sup>	8,6 <sup>eghi</sup>
D1	7,3 <sup>h</sup>	9,4 <sup>bcdefgh</sup>	9,4 <sup>bcdefgh</sup>
D2	8,8 <sup>defghi</sup>	9,2 <sup>bcdefghi</sup>	10,7 <sup>a</sup>
D3	8,6 <sup>ghij</sup>	8,6 <sup>ghij</sup>	9,2 <sup>bcdefghi</sup>
D4	8,4 <sup>hi</sup>	9,5 <sup>bcdefgh</sup>	9,6 <sup>abcd</sup>
D6	8,5 <sup>ghi</sup>	9,6 <sup>bcdefg</sup>	9,7 <sup>abcd</sup>
D7	8,5 <sup>hi</sup>	9,5 <sup>bcdefgh</sup>	9,9 <sup>abc</sup>
D8	8,2 <sup>k</sup>	9,0 <sup>defghi</sup>	10,2 <sup>ab</sup>

Error Estándar de la Media: 0,3729.

<sup>a-i</sup> Letras distintas en filas y columnas indican diferencias significativas  $p < 0,05$ .

te todo el periodo de pastoreo (458 días) en un sistema de pastoreo rotativo. Al momento de aplicar el tratamiento, se seleccionó el nivel en función del resultado del experimento I. Para esta experiencia se utilizó un diseño completamente aleatorizado, quedando conformados dos tratamientos con diez animales cada uno (SSG, sin *Solanum glaucophyllum* y BSG o ASG según los resultados del experimento I). El suplemento fue suministrado a los animales con el mismo protocolo utilizado en el Experimento I (maíz+alfalfa), seleccionando la dosis y faenando los novillos en función al resultado obtenido sobre la calcemia (24 horas posteriores al pico máximo). Se analizaron a la faena, la calcemia al momento del sacrificio, descenso de pH y temperatura de la res, y en el músculo longissimus el índice de fragmentación miofibrilar (Hopkins et al. 2004), resistencia al corte (American Meat Science Association, 1995), calcio muscular libre (Hwang et al., 2004), calcio total (Lawrence et al., 2006).

La experiencia a nivel de campo se llevó a cabo en la reserva 7 de la Unidad Integrada INTA Balcarce desde febrero de 2008 hasta abril de 2009 sobre un potrero de *Festuca arundinacea*. La superficie total destinada al pastoreo fue de 20 ha, utilizándose un sistema de pastoreo rotativo. La rotación fue realizada según la disponibilidad de forraje.

Diseño y análisis estadístico. Los datos del Experimento I se analizaron bajo un diseño completamente aleatorizado con medidas repetidas en el tiempo (días). Las variables evaluadas en el Experimento II se analizaron bajo un diseño completamente aleatorizado. En el caso del descenso del pH y de la temperatura muscular se incorporó al modelo el efecto del horario de muestreo pos-mortem como medición repetida en el tiempo; y en el de IFM y resistencia al corte el efecto del período de maduración.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Calcemia. Experimento I.** La variación de la concentración de calcio en sangre debida a los tratamientos fue altamente influenciada por el momento de determinación ( $P < 0,01$ ; Cuadro 1). Previo a la administración de las hojas de duraznillo los animales no se diferenciaron en la calcemia (D0), esto permitió que los novillos iniciaran el experimento como un grupo homogéneo. El máxi-

mo nivel de calcio en sangre se alcanzó en ASG al segundo día de suplementación (D2). Si bien, este nivel se diferenció de los niveles observados en SSG y BSG, y del D0 y D3 en ASG, no se diferenció de los observados en D4, D6, D7 y D8. A las 24 h de haber suplementado (D1) los animales, BSG y ASG no arrojaron diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto a SSG.

A partir de estos resultados se seleccionó el nivel de SG utilizado en ASG y el D3 como el momento a sacrificar los novillos en el siguiente experimento. Se consideró que en D3 el exceso de calcio producto del pico de calcemia que se registró en D2 fue metabolizado hacia los distintos tejidos, entre ellos el músculo. En base a esto, en el Experimento II quedaron definidos dos tratamientos: CONTROL (0 g de SG) y ASG (100 g de SG). A su vez, los animales de ambos tratamientos recibieron 1,2 kg grano maíz y 0,100 kg de heno de alfalfa, que se utilizó como vehículo del SG. El momento de faena quedó definido como el día 3 desde el inicio de la suplementación.

A diferencia de lo que ocurre con la suplementación con vitamina D, donde la transformación al principio activo demora hasta 5 días, SG ya contiene la forma activa, por lo que la calcemia aumentó rápidamente (Roux et al., 1979; Tokarnia, 2000). El hecho de faenar los animales 24 h después del pico de calcemia, se debió a que es necesario permitir un alto nivel de calcio en sangre por un periodo de tiempo para lograr afectar el contenido de calcio en músculo. A una conclusión similar llega Foote et al. (2004) al utilizar 1-25(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub>.

*Experimento II. Calcemia y características de la res a la faena.* Tal como se esperaba, no se observaron diferencias en el peso de la res, grasa de riñonada, área de ojo de bife y espesor de grasa dorsal ( $P > 0,1$ . Cuadro 2). Si, en cambio, la calcemia fue más alta en ASG que en SSG ( $P = 0,001$ ). El efecto del consumo de hojas de SG sobre la calcemia concuerda con lo descrito en la bibliografía (Roux et al., 1979; Puche y Bingley, 1995; Tokarnia, 2000).

En general, la suplementación con vitamina D durante varios días previo a la faena (5 a 9 d) ha demostrado incrementar la calcemia de los animales (Karges et al., 2001; Montgomery et al., 2002; Cho et al., 2006; Tipton et al., 2007). Al utilizar metabolitos de la vitamina D el resultado es dispar; con 25 (OH) D<sub>3</sub> Lawrence et al (2006) no

encontraron diferencias y Cho et al. (2006) solo lo hicieron al combinar el tratamiento con una dieta aniónica. Estos resultados probablemente estén relacionados con las dosis utilizadas en los respectivos experimentos o por los esquemas de suplementación.

Curva de descenso de pH y temperatura de la res. Los tratamientos no afectaron el descenso de pH y temperatura muscular (Interacción hora\*tratamiento;  $P > 0,10$ ). Los similares ritmos de descenso del pH y de la temperatura entre los tratamientos se corresponden con las similares características de carcasa (espesor de grasa dorsal y AOB). Un menor espesor de grasa dorsal (grasa de cobertura), aceleraría el descenso de la temperatura muscular, pudiendo tener un efecto negativo sobre proteólisis muscular durante la maduración (Muir et al., 1998).

El pH alcanzó 5,47 a la hora 6 sin cambios a partir de este momento. El pH final a la hora 24 fue de 5,46; pH al cual se obtendrían las menores resistencias al corte (Wulf y Page, 2000). La temperatura de la res continuó su descenso hasta la hora 24 cuando se alcanzó 0,6°C. Tanto los valores de temperatura como de pH registrados en el presente ensayo se encuentran dentro de los

Cuadro 2. Experimento II. Peso de la media res, grasa de riñonada, espesor de grasa dorsal, calcemia a la faena, área ojo de bife.

	SSG	ASG	EEM
Peso de la res, kg	256	250	5,64
Grasa riñonada, kg	6,5	6,9	0,59
EGD, mm	7,6	7,6	0,82
AOB, cm <sup>2</sup>	50,8	55,7	2,17
Calcemia a la faena (%)	7,9	8,7	0,15

Cuadro 3 Experimento II. Efecto de la suplementación con SG sobre el Índice de Fragmentación Miofibrilar (IFM) en función de los días de maduración.

Día	IFM (absorbancia x 150)	E.E.M
2	36,8 <sup>a</sup>	2,23
4	39,3 <sup>ab</sup>	1,74
7	40,6 <sup>ab</sup>	1,80
14	41,5 <sup>ab</sup>	1,33
28	43,7 <sup>b</sup>	1,79

<sup>abc</sup> Letras distintas indican diferencias significativas ( $P > 0,05$ ).

parámetros normales.

*Calcio muscular libre y total e Índice de Fragmentación Miofibrilar.* No se encontraron diferencias ( $P > 0,1$ ) en el contenido de calcio libre ( $118 \mu\text{M}$ , EEM = 6,2) y total ( $533 \mu\text{g/g}$  de tejido fresco; EEM = 18,9) en el músculo *longissimus dorsi* al día 2 de maduración. Lawrence et al. (2006) tampoco encontraron diferencias en el contenido de calcio total del músculo *longissimus dorsi* al suplementar con  $25(\text{OH})\text{D}_3$ . Montgomery et al. (2002) encontraron diferencias en el contenido de calcio total solo cuando suplementaron con 1 millón o más UI de vitamina D; encontrando concentraciones de calcio total en el rango de 480 a  $570 \mu\text{g/g}$  de tejido fresco.

La suplementación con hojas de SG y el tiempo de maduración de la carne incrementaron ( $P < 0,05$ ) de forma independiente (Interacción  $P > 0,10$ ) el índice de fragmentación miofibrilar (Cuadro 3 y Figura 1). Así, contrariamente a lo propuesto por Ji y Takahashi (2006), la fragmentación miofibrilar en ASG no estuvo asociado a una mayor concentración de calcio libre en el músculo.

En este punto, y debido a que para la determinación del IFM por razones operativas no pudie-

Cuadro 4. Experimento II. Efecto de los días de maduración sobre la resistencia al corte (kg).

Día de Maduración	Resistencia al corte $\pm$ E.E.M.
D2	$4,28 \pm 0,21^a$
D4	$3,94 \pm 0,27^{ab}$
D7	$3,49 \pm 0,13^{bc}$
D14	$3,19 \pm 0,12^c$
D28	$2,77 \pm 0,12^d$

<sup>abc</sup> Letras distintas indican diferencias significativas ( $P > 0,05$ ).

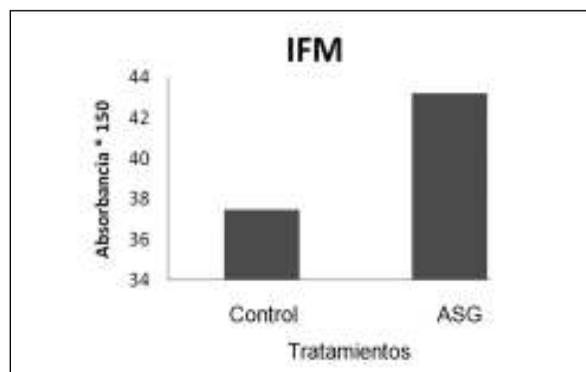


Figura 1. Experimento II. Índice de fragmentación miofibrilar (IFM; absorbancia x 150; EEM, 1,1)

ron tomarse muestras inmediatamente después de la faena, ni al d 1 de maduración, se podría asumir que a partir de la faena y durante las primeras 24 horas habrían existido diferencias entre los tratamientos en el nivel de calcio libre, lo que habría generado las diferencias observadas en el IFM. Posiblemente a los 2 d postmortem las membranas se habrían “desnaturalizado” y permitiendo la filtración del calcio al sarcoplasma.

Lawrence et al. (2006) y Wertz et al. (2004) al suplementar con  $25(\text{OH})\text{D}_3$  no encontraron diferencias en el contenido de calcio plasmático ni muscular (total). Un antecedente similar se encuentra en el trabajo de Foote et al. (2004), en el que suministrando  $1-25(\text{OH})_2\text{D}_3$  el contenido de calcio total no fue afectado. Por otro lado Carnagey et al. (2006) al suplementar vacas con  $25(\text{OH})\text{D}_3$  lograron incrementar el contenido de calcio muscular, detectándose una fuerte correlación entre la concentración de calcio en el músculo y la degradación de proteínas después de 3 y 7 días de maduración

*Resistencia al Corte.* La resistencia al corte del músculo *longissimus* no fue afectada por el tratamiento, ni por la interacción tratamiento x día de maduración ( $P > 0,1$ ) pero si por la extensión del período de maduración ( $P < 0,01$ ). La resistencia al corte a los 2 días de maduración fue similar a la obtenida al día 4, pero superior a la registrada con 7 o más días. La resistencia al corte obtenida con 7 d de maduración fue similar a la encontrada con mayores periodos de maduración (Cuadro 4).

Si bien el consumo de SG permitió elevar la calcemia y el IFM, esto no se reflejó en cambios en la resistencia al corte. En concordancia con este trabajo, Lawrence et al. 2006 no encontró efecto de la suplementación con  $25(\text{OH})\text{D}_3$  sobre la resistencia al corte ( $P > 0,05$ ). En tanto que Foote et al. (2004) al evaluar la suplementación con  $1-25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ,  $25(\text{OH})\text{D}_3$ , y vitamina  $\text{D}_3$  observaron menores resistencias al corte y mayor degradación de troponina T con  $25(\text{OH})\text{D}_3$  y vitamina  $\text{D}_3$ , comparados con el tratamiento control, pero no dio el mismo resultado al utilizar  $1-25(\text{OH})_2\text{D}_3$ . En este último trabajo, que es uno de los pocos donde se comparan varios metabolitos de vitamina D, los autores concluyen que probablemente, la diferencia con la suplementación con vitamina D (cuando se compara con la administración de metabolitos), es el tiempo de hipercalcemia previo

a la faena alcanzado (9 días de hipercalcemia con vit. D vs 2 a 3 días con 1-25(OH)2D3). Un protocolo similar podría adoptarse en este caso, para prolongar la cantidad de días con niveles altos de calcemia. Sin embargo la explicación para estos protocolos prolongados (en suplementación con vitamina D) se debe a que la vitamina requiere 4 a 5 días para su transformación al principio activo.

## CONCLUSIÓN

A pesar de que la suplementación con SG incrementó la calcemia a la faena y el IFM, esto no fue suficiente para modificar la resistencia al corte a ningún día de maduración, ni el contenido de calcio muscular libre y total.

Más investigaciones deben ser realizadas con el objetivo de poder determinar la dosis necesaria de 1-25(OH)2D3 a suministrar así como el tiempo de hipercalcemia requerido para poder modificar el contenido de calcio muscular libre y la resistencia al corte.

## Implicancias

Si bien la resistencia al corte no fue afectada por el tratamiento, los antecedentes hacen pensar que los metabolitos de la vitamina D podrían ser un medio eficaz para evitar la acumulación de residuos en la carne. Este hecho, en conjunto con los resultados obtenidos para el IFM indican que más trabajos deben llevarse a cabo con el objetivo de evaluar diferentes dosis y protocolos (días previos a la faena) de administración de hojas de SG con el objetivo de disminuir la resistencia al corte.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMSA. 1995. Research guidelines for cook-ery, sensory evaluation, and tenderness measurements of fresh meat. Am. Meat Sci. Assoc., Chicago, IL. s.p.
- Cho, Y. M.;Choi, H.;Hwang, I. H.;Kim, Y. K., y Myung, K. H. 2006. Effects of 25-hydroxyvitamin d3 and manipulated dietary cation-anion difference on the tenderness of beef from cull native ko-rean cows. J. Anim. Sci. 84: 1481-1488.
- Eilers, J. D.;Tatum, J. D.;Morgan, J. B., y Smith, G. C. 1996. Modification of early-postmortem muscle ph and use of postmortem aging to improve beef tenderness. J. Anim. Sci. 74: 790-798.
- Foote, M. R., Horst, R. L., Huff-lonergan, E., Trenkle, A., Parrish jr., F. C., y Beitz, D. C. 2004. The use of

- vitamin d3 and its metabolites to improve beef tenderness. J. Anim. Sci. 82: 242-249.
- Hopkins, D. L., Martin, L., y Gilmour, A. R. 2004. The impact of homogenizer type and speed on the determination of myofibrillar fragmentation. Meat Sci. 67: 705-710.
- Hwang, I. H., Park, B. Y., Cho, S. H., y Lee, J. M. 2004. Effects of muscle shortening and proteolysis on warner-bratzler shear force in beef longissimus and semitendinosus. Meat Sci. 68: 497-505.
- Ilian, M. A.;Morton, J. D.;Kent, M. P.;Le Couteur, C. E.;Hickford, J.;Cowley, R., y Bickerstaffe, R. 2001. Intermuscular variation in tenderness: Association with the ubiquitous and muscle-specific calpains. J. Anim. Sci. 79: 122-132.
- Ji, J.-R., y Takahashi, K. 2006. Changes in concentration of sarcoplasmic free calcium during post-mortem ageing of meat. Meat Science 73: 395-403.
- Karges, K.;Brooks, J. C.;Gill, D. R.;Breazile, J. E.;Owens, F. N., y Morgan, J. B. 2001. Effects of supplemental vitamin d3 on feed intake, carcass characteristics, tenderness, and muscle properties of beef steers. J. Anim. Sci. 79: 2844-2850.
- King, D. A.;Dikeman, M. E.;Wheeler, T. L.;Kastner, C. L., y Koohmaraie, M. 2003. Chilling and cooking rate effects on some myofibrillar determinants of tenderness of beef. J. Anim. Sci. 81: 1473-1481.
- Lansdel, J. L.;Miller, M. F.;Wheeler, T. L.;Koohmaraie, M., y Ramsey, C. B. 1995. Postmortem injection of calcium chloride effects on beef quality traits. J. Anim. Sci. 73: 1735-1740.
- Lawrence, R. W.;Doyle, J.;Elliott, R.;Loxton, I.;McMeniman, J. P.;Norton, B. W.;Reid, D. J., y Tume, R. W. 2006. The efficacy of a vitamin d3 metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from bos indicus cattle. Meat Science 72: 69-78.
- Mello, J. R. B. 2003. Calcinosis-calcinogenic plants. Toxicon 41: 1-12.
- Montgomery, J. L.;Carr, M. A.;Kerth, C. R.;Hilton, G. G.;Price, B. P.;Galyean, M. L.;Horst, R. L., y Miller, M. F. 2002. Effect of vitamin d3 supplementation level on the postmortem tenderization of beef from steers. J. Anim. Sci. 80: 971-981.
- Montgomery, J. L.;King, M. B.;Gentry, J. G.;Barham, A. R.;Barham, B. L.;Hilton, G. G.;Blanton, J. R.;Horst, R. L.;Galyean, M. L.;Morrow, J., K. J.;Wester, D. B., y Miller, M. F. 2004. Supplemental vitamin d3 concentration and biological type of steers ii. Tenderness quality and residues of beef. J. Anim. Sci. 82: 2092-2104.
- Morgan, J. B.;Savell, J. W.;Hale, D. S.;Miller, R. K.;Griffin, D. B.;Cross, H. R., y Shackelford, S. D. 1991. National beef tenderness survey. J. Anim. Sci. 69: 3274-3283.
- Muir, P. D.;Deaker, J. M., y D., B. M. 1998. Effects of forage-

and grain-based feeding systems on beef quality: A re-view. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 41: 623-635.

- Napoli, L. J.;Reeve, E. L.;Schones, K. H., y DeLuca, F. H. 1977. *Solanum glaucophyllum* as source of 1,25-dihydroxy-vitamin d<sub>3</sub>. *The Journal of Biological Chemistry* 252: 2580-2583.
- Ouali, A.;Herrera-Mendez, C. H.;Coulis, G.;Becila, S.;Boudjellal, A.;Aubry, L., y Sentandreu, M. A. 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science* 74: 44-58.
- Puche, R. C., y Bingley, J. B. (Editors). 1991. *Calcinosis of cattle in argentina*. First english edition, universidad nacional de rosario editora, isbn no. 950-673-112-8.
- Roux, R.;Davicco, M. J.;Carrillo, J., y Barlet, J. 1979. *Solanum glaucophyllum* in pregnant cows. Effect on calostrum mineral composition and plasma calcium and phosphorus levels in dams and newborn calves. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* 19: 91-101.
- Scanga, J. A.;Delmore Jr, R. J.;Ames, R. P.;Belk, K. E.;Tatum, J. D., y Smith, G. C. 2000. Palatability of beef steaks marinated with solutions of calcium chloride, phosphate, and (or) beef flavoring. *Meat Science* 55: 397-401.
- Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Science* 62: 295-308.

- Tipton, N. C.;King, D. A.;Paschal, J. C.;Hale, D. S., y Savell, J. W. 2007. Effects of oral vitamin d<sub>3</sub> supplementation and supplement withdrawal on the accumulation of magnesium, calcium, and vitamin d in the serum, liver, and muscle tissue and subsequent carcass and meat quality of bos indicus influenced cattle. *Meat Science* 75: 150-158.
  - Tokarnia, C. H. (Editor), 2000. *Plantas tóxicas do brasil*.
  - Wertz, A. E., Knight, T. J., Trenkle, A., So-non, R. L., Horst, R., Huff-lonergan, e., y Beitz, D. C. 2004. Feeding 25-hydroxy-vitamin d<sub>3</sub> to improve beef tenderness *J. Anim. Sci.* 82: 1410-1418.
  - Whipple, G.;Koochmarai, M.;Dikeman, M. E.;Crouse, J. D.;Hunt, M. C., y Klemm, R. D. 1990. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in bos taurus and bos indicus cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 2716-2728.
  - White, A., O'Sullivan, A., Troy, D. J., y O'Neill, E. E. 2006. Effects of electrical stimulation, chilling temperature and hot-boning on the tenderness of bovine muscles. *Meat Sci.* 73: 196-203.
  - Wulf, D. M., y Page, J. K. 2000. Using measurements of muscle color, ph, and electrical impedance to augment the current usda beef quality grading standards and improve the accuracy and precision of sorting carcasses into palatability groups. *J. Anim. Sci.* 78: 2595-2607.
-

Palladino, P.M.<sup>1</sup>; Del Castillo, L.<sup>1</sup>; Davies, P.<sup>2</sup>; Ceconi, I.<sup>2</sup>; Godaly, M.S.<sup>3</sup>; Sancho, A.M.<sup>1</sup>; Masana, M.O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, CA INTA Castelar

<sup>2</sup> EEA INTA Villegas

<sup>3</sup> Cátedra de Tecnología, Fac. Cs. Veterinarias, UBA

## Microorganismos indicadores de calidad higiénica de carnes en novillos criados bajo distintos sistemas de producción

### INTRODUCCIÓN

La producción bovina está experimentando un proceso de intensificación muy importante en los principales países productores de carne bovina a nivel mundial. La Argentina no es ajena a esta realidad. En las últimas dos décadas se ha producido un proceso de intensificación de las producciones agropecuarias. La agricultura, a través de la incorporación de la siembra directa y de la mayor rentabilidad de su producción principalmente por soja, ocupó la mayor proporción de tierras productivas y las de mejor calidad, obligando a la ganadería a desplazarse a zonas antes consideradas marginales y a adoptar un esquema de producción intensivo para ser competitiva en esas circunstancias.

Dicha intensificación obliga a modificar la dieta del bovino tradicionalmente de base pastoreo (pasturas, henos, etc) por otra que tiene por base la incorporación de granos de cereales (maíz y sorgo, principalmente), silajes (de maíz y sorgo también en su gran mayoría), concentrados proteicos y suplementos vitamínico-minerales adicionales con promotores del crecimiento (generalmente ionóforos, siendo la monensina el más utilizado). Estas prácticas de engorde, al modificar la dieta y por lo tanto la población microbiana del tracto gastrointestinal del rumiante, pueden afectar la calidad y la inocuidad de la carne producida. El objetivo de este trabajo, realizado paralelamente con otro estudio para la búsqueda de fuentes de contaminación con patógenos, fue estudiar

la contaminación con microorganismos indicadores de riesgo sanitario y alteradores, presentes en materia fecal (MF), cueros (CU) y carcasas (CA) de bovinos bajo distintas condiciones de producción y en la faena.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Animales, dietas y faena

24 novillos Angus de la EEA-INTA Villegas (34° 55' S – 62° 44' O, 117 msnm) fueron asignados a una de tres dietas: pasto (PA; n=8), pasto suplementado con grano (PS; n=8) y corral (CO; n=8) durante un período de 47 días desde el 24/06/2010 hasta el 09/08/10.

Las dietas tuvieron la siguiente composición:

**1. PA (pastura):** pastoreo de triticale, Triticosecale Wittmack, en estado vegetativo con una asignación de forraje equivalente al 2,5% del peso vivo. El lote de animales tenía una edad promedio de 30 meses, un peso inicial promedio de 465,2 ± 21,6 kg y un peso final promedio con desbaste de 509,7 ± 26,5 kg.

**2. PS (pastura + suplemento):** pastoreo de triticale en estado vegetativo y suplementación con grano de maíz quebrado en una cantidad equivalente al 1% del peso vivo; la asignación total fue equivalente al 2,5% del peso vivo y se estimó una sustitución por grano de aproximadamente el 70% (consumo estimado de triticale equivalente al 1,8% del peso vivo). El lote de animales tenía una edad promedio de 25 meses, un peso inicial promedio de 431,9 ± 21,3 kg y un peso final pro-

medio con desbaste de  $486,1 \pm 15,8$  kg.

**3. CO (corral):** alimentación a corral con una dieta compuesta por 39% de silaje de maíz (con 37% de grano), 59% de grano entero de maíz y 2% de núcleo mineral con monensina. El lote de animales tenía una edad promedio de 18 meses, un peso inicial promedio de  $418,8 \pm 17,5$  kg y un peso final promedio sin desbaste de  $461,9 \pm 22,1$  kg.

El día previo a la faena los animales fueron conducidos hasta la planta faenadora, distante 300 km, tras haber sido encerrados durante 16 hs sin acceso a alimentos ni agua. Allí permanecieron en descanso con acceso a agua hasta la faena, que se realizó el día 10/8/2010.

### Toma de muestras

Cada animal se muestreó tres veces a campo (días 47, 34 y 19 previos a la faena) y en la faena.

Las muestras de MF (20 g aprox.) fueron recolectadas por tacto rectal en el campo y por expulsión del recto en la bandeja de vísceras verdes en el frigorífico (Masana y col., 2010). Las muestras de CU se obtuvieron por esponjado de aproximadamente 1000 cm<sup>2</sup> de la zona de las paletas (Arthur y col., 2007) con esponja de poliuretano estéril (Nasco, Fort Atkinson, Wis., USA) humedecida en 25 ml de agua de peptona 0.1% (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Engl.); el mismo fue realizado, en el campo, desde el cepo con los animales encerrados y en el frigorífico en la línea de sacrificio antes del desollado. Las muestras de CA fueron tomadas con esponja de poliuretano estéril (Nasco, Fort Atkinson, Wis., USA) humedecida en 25 ml de agua de peptona 0.1% estéril de los cuartos delanteros y traseros de la media res (8000 cm<sup>2</sup>) en cámara de acuerdo a la técnica del USDA para investigación de incidentes (USDA, 2005). Todas las muestras fueron mantenidas en refrigeración y transportadas al laboratorio para su análisis al día siguiente.

### Recuentos bacterianos

Para los recuentos en MF se realizaron diluciones decimales sucesivas en agua de peptona 0.1% estéril a partir de una dilución inicial en caldo GN Hajna (Difco, Becton Dickinson, Sparks, MD). Para los recuentos en CU y CA se realizaron diluciones decimales a partir del agua de peptona original del esponjado. Se realizaron los siguientes análisis microbiológicos:

- Recuento de Enterobacterias (RE) en agar VRBD (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Engl.) a 37°C 24 h en MF (n=96), CU (n=96) y CA (n=24).
- Recuento de Brochothrix thermosphacta (RBt) en agar STAA (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Engl.) 25°C 48-72 h, en CU (n=96) y CA (n=24).
- Recuento de Aerobios Mesófilos (RM) en agar PCA (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Engl.) a 37°C 24-48 h en CA (n=24).

### Análisis estadístico

Los datos totales fueron transformados a log UFC/g o log UFC/cm<sup>2</sup> según correspondiera. A los fines estadísticos, los valores experimentales inferiores al límite de detección, para cada técnica específica, se reemplazaron por dicho valor. Los recuentos de faena fueron analizados por ANOVA o Kruskal-Wallis según correspondiera para el efecto principal de dieta. Cuando el análisis de varianza detectó efectos significativos ( $p < 0.05$ ), las comparaciones de promedios se realizaron por el test de Tukey. Todos los análisis estadísticos se realizaron con InfoStat v.8 (Di Rienzo y col., 2008).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los RE promedio en MF de los tres muestreos previos a la faena fueron para CO:  $6.0 \pm 0.7$  log UFC/g, para PA:  $5.87 \pm 0.8$  log UFC/g y para PS:

Recuentos de Enterobacterias en Materia Fecal (log UFC/g)*			
Muestreo	Corral	Pasto	Pasto Suplementado
1	$5.90 \pm 0.77$	$5.48 \pm 1.10$	$5.30 \pm 1.06$
2	$6.25 \pm 0.42$	$6.06 \pm 0.63$	$5.79 \pm 0.96$
3	$5.83 \pm 0.87$	$6.38 \pm 0.71$	$6.57 \pm 0.99$
Faena	$7.66 \pm 0.27$	$7.80 \pm 0.65$	$8.03 \pm 0.24$

\*promedios y desviación estándar de 8 muestras

Cuadro 1. Evolución del recuento de Enterobacterias en materia fecal a campo y en faena según el tipo de dieta.

5.89 ± 1.1 log UFC/g. La evolución en el tiempo de los mismos, incluida la faena, se muestra en la Cuadro 1.

Por otro lado, los RE promedio en CU de los tres muestreos previos a la faena fueron, para CO: 0.96 ± 0.8 log CFU/cm<sup>2</sup>, para PA: 0.46 ± 0.6 log CFU/cm<sup>2</sup> y para PS: 0.55 ± 0.8 log CFU/cm<sup>2</sup>. La evolución en el tiempo de los mismos, incluida la faena, se muestra en la Cuadro 2.

Paralelamente, los RBt promedio en CU previos a faena fueron: 1.05 ± 0.6 log CFU/cm<sup>2</sup> (CO), 0.83 ± 0.4 log CFU/cm<sup>2</sup> (PA) y 0.87 ± 0.5 log CFU/cm<sup>2</sup> (PS). La evolución en el tiempo de los mismos, incluida la faena, se muestra en la Cuadro 3.

En la Cuadro 4, se muestran los RM, RE y RBt de las carcasas en la faena. Los RBt estuvieron por debajo del límite de detección de la técnica (0,0625 log UFC/cm<sup>2</sup>).

En la faena los recuentos de Enterobacterias fueron superiores en CO que en PS (p<0.05), en el

caso de los cueros (Cuadro 2), mientras que para las carcasas los mayores RE se obtuvieron en PA versus CO (p<0.05) (Cuadro 4). Para los recuentos de Enterobacterias en MF, de *Brochothrix thermosphacta* en CU, y Mesófilos Aerobios en CA no se obtuvieron diferencias significativas entre los distintos sistemas de producción. En la Figura 1 se discriminan los niveles de contaminación con Enterobacterias en cueros y carcasas para cada animal individualmente.

Es probable que el ganado bovino criado bajo condiciones de confinamiento (feedlots) acarree en sus cueros más bacterias del tracto gastrointestinal, y menos microorganismos del suelo, que los animales alimentados con pasturas (Sofos y col., 1999). Esto podría estar relacionado con la dieta así como con el mayor hacinamiento de los animales en ese tipo de sistema productivo, donde existe mayor contacto entre los mismos. En este estudio se observó que, antes de la faena,

Recuentos de Enterobacterias en Cuero (log CFU/cm <sup>2</sup> )*			
Muestreo	Corral	Pasto	Pasto Suplementado
1	-1,30	-1,30	-1,30
2	1.23 ± 0.62	0.46 ± 0.60	0.72 ± 0.89
3	0.68 ± 0.97	0.46 ± 0.56	0.37 ± 0.78
Faena	2.16 ± 0.90	1.67 ± 0.33	1.08 ± 0.46

\*promedios y desviación estándar de 8 muestras

Cuadro 2. Evolución del recuento de Enterobacterias en cueros a campo y en faena según el tipo de dieta.

Recuentos de <i>Brochothrix thermosphacta</i> en Cuero (log UFC/cm <sup>2</sup> )*			
Muestreo	Corral	Pasto	Pasto Suplementado
1	0.34 ± 0.34	0.71 ± 0.27	0.76 ± 0.40
2	1.61 ± 0.36	0.82 ± 0.21	1.15 ± 0.52
3	1.19 ± 0.32	0.97 ± 0.58	0.71 ± 0.40
Faena	0.82 ± 0.80	0.46 ± 0.60	1.23 ± 0.61

\*promedios y desviación estándar de 8 muestras

Cuadro 3. Evolución del recuento de *Brochothrix thermosphacta* en cueros a campo y en faena según el tipo de dieta.

Recuentos Microbiológicos en Carnes (log UFC/cm <sup>2</sup> )*			
Recuentos	Corral	Pasto	Pasto Suplementado
Mesófilos Aerobios	0.35 ± 0.71	0.41 ± 0.42	0.04 ± 0.28
Enterobacterias	-1.79 ± 0.60	-0.86 ± 0.72	-1.50 ± 0.58
<i>Brochothrix thermosphacta</i>	ND	ND	ND

\*promedios y desviación estándar de 8 muestras

ND: No detectado

Cuadro 4. Recuentos de Mesófilos Aerobios, Enterobacterias y *Brochothrix thermosphacta* en carcasas bovinas en la faena.

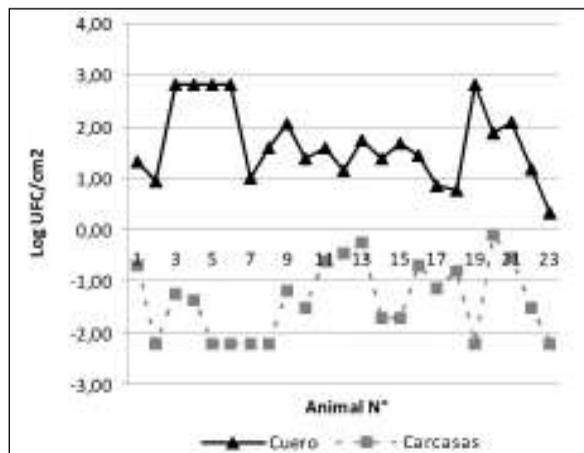


Figura 1. Recuentos por animal de Enterobacterias en cueros y carcasas en la faena.

los recuentos promedio de Enterobacterias en materias fecales y cueros, y de *Brochothrix thermosphacta* en cueros, para los animales criados a corral resultaron mayores que para pastura o pasto suplementado, aunque no en forma significativa. En este sentido se hace notar que en el caso del campo experimental de Villegas las condiciones de engorde de los bovinos a corral no replicaban exactamente las condiciones de un establecimiento de engorde comercial, o feedlot, en cuanto al manejo de los animales y la densidad poblacional.

La contaminación microbiológica de las carcasas bovinas durante la faena puede tener origen en la materia fecal de los animales y principalmente en los cueros de los animales faenados (McEvoy y col., 2000). En este estudio, los niveles de contaminación de las carcasas fueron muy bajos lo que puede ser atribuido a los bajos recuentos iniciales encontrados en cueros.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos para bacterias indicadoras de calidad higiénica no permitieron establecer la existencia de un sistema productivo de mayor riesgo. Por otro lado, se observó que las prácticas higiénicas aplicadas durante la faena produjeron carcasas de muy buena calidad.

**Agradecimientos:** Este trabajo fue financiado con fondos de la cartera de Proyectos 2009-2012 del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina. Los autores desean agradecer también la colaboración prestada por el personal del frigorífico participante.

## Nomenclatura

- CA: carcasa
- CU: cuero
- CO: dieta corral
- GN: gram negativo
- MF: materia fecal
- PA: dieta pastura
- PCA: agar recuento en placa
- PS: dieta pasto suplementado
- RE: recuento Enterobacterias
- RM: recuento de Mesófilos Aerobios
- RbT: recuento de *Brochothrix thermosphacta*
- VRBD: agar cristal violeta rojo neutro bilis glucosa
- STAA: agar estreptomicina, acetato de talio y actidiona
- UFC/g: unidad formadora de colonia/gramo
- UFC/cm<sup>2</sup>: unidad formadora de colonia/cm<sup>2</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

- Arthur, T. M., J. M. Bosilevac, D. M. Brichta-Harhay, M. N. Guerini, N. Kalchayanand, S. D. Shackelford, T. L. Wheeler and M. Koochmarai (2007). Transportation and Lairage Environment Effects on Prevalence, Numbers, and Diversity of *Escherichia coli* O157:H7 on Hides and Carcasses of Beef Cattle at Processing. *Journal of Food Protection*. Vol. 70(2). pp. 280-286.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Cuadro, y C. W. Robledo (2008). Infostat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Masana, M. O., G. A. Leotta, L. L. Del Castillo, B. A. D'Ástek, P. M. Palladino, L. Galli, E. Vilacoba, C. Carbonari, H. R. Rodríguez and M. Rivas (2010). Prevalence, characterization and genotypic analysis of *Escherichia coli* O157:H7/NM from selected beef exporting abattoirs of Argentina. *Journal of Food Protection*. Vol. 73(4). pp. 649-656.
- McEvoy, J. M., A. M. Doherty, M. Finnerty, J. J. Sheridan, L. McGuire, I. S. Blair, D. A. McDowell, and D. Harrington (2000). The relationship between hide cleanliness and bacterial numbers on beef carcasses at a commercial abattoir. *Letters in Applied Microbiology*. Vol. 30. pp. 390-395.
- Sofos, J. N., K. E. Belk and G. C. Smith (1999). Processes to reduce contamination with pathogenic microorganisms in meat. Center for Red Meat Safety, Department of Animal Sciences, Colorado State University, Fort Collins.
- U.S. Department of Agriculture. Food Safety Inspection Service (2005). Incident Investigation Team Methodology for *Escherichia coli* (E. coli) O157:H7 in Beef Slaughter Establishments. Accessed 14 November 2006

Pasinato, A.<sup>1</sup>; Elizalde, J.<sup>3</sup>; Sevilla, G.<sup>1</sup>; Teira, G.<sup>2</sup>; Perlo, F.<sup>2</sup>; Bonato, P.<sup>2</sup>; Tissoco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Concepción del Uruguay

<sup>2</sup> Fac. Cs. Alimentación. Laboratorio Industrias Cárnicas (UNER)

<sup>3</sup> Actividad Privada

## Novillos holando alimentados a corral con dietas completas con distintos niveles de aceite de soja. Respuesta productiva y de calidad de carne

### INTRODUCCIÓN

El ternero macho de raza Holstein es un producto de los establecimientos lecheros que generalmente se descarta por venta. La posibilidad de engorde y venta como novillo de esta categoría de animal sería una excelente alternativa para los productores. En otros países, especialmente los de la Unión Europea, es común el consumo de novillos de esta raza de aproximadamente un año de vida y 180-210 kg de peso de res, alimentados especialmente con cereales y sus derivados. En un primer trabajo realizado con este tipo de animales (Pasinato et al., 2008) se evaluó la respuesta productiva y de calidad de carne con una dieta isoenergética y diferentes niveles de proteína bruta. Los resultados fueron alentadores y como consecuencia de los mismos se planteó el siguiente ensayo con dietas con 12%PB y cantidades crecientes de energía. Para aumentar la concentración energética de la ración se incorporó aceite crudo de soja. El objetivo del trabajo fue evaluar variables productivas y de calidad de carne de novillitos Holando alimentados a corral con dietas completas de igual contenido proteico (12%) y diferentes porcentajes de aceite de soja (0, 4 y 9%) en la ración.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 18 terneros machos que ingresaron al sistema con 3-4 días de vida y fueron alimentados con sustituto lácteo y balanceado iniciador de terneros hasta alcanzar los 85kg de

peso vivo. Todos los terneros fueron castrados. Se establecieron 3 tratamientos de 6 animales cada uno. Los tratamientos consistieron en 3 dietas diferentes, isoproteicas (12%PB) y con tres niveles de aceite de soja (0, 4 y 9%). Las tres dietas representaron tres concentraciones energéticas diferentes de 3.1, 3.3 y 3.6 McalEM/kgMS respectivamente. Las dietas se ofrecieron pelleteadas. La composición de las dietas se presenta en el Cuadro 1.

Se utilizó un sistema de alimentación automático (Calf feeder de Alfa Laval) que permite la identificación individual de los animales por medio de un transponder. La cantidad de dieta asignada y consumida fue registrada diariamente en forma individual. Se estimaron las ganancias diarias de peso vivo a través de pesadas semanales sin desbaste previo. A partir de la estimación de las ganancias de peso y el consumo de concentrado se estimaron las eficiencias de conversión (kg de alimento consumidos/kg ganados).

Al alcanzar el nivel de grasa deseado los animales se pesaron y transportaron a un frigorífico comercial a 120km. En el músculo *longissimus dorsi* de la media res izquierda a la altura de la 12da. costilla se cortaron bifes de 2,5 cm de espesor. En las muestras se midieron pH a 1 hora, 24 horas, color de la carne y de la grasa con el sistema CIELAB: Luminosidad (L\*), color rojo (a\*) y color amarillo (b\*) con D65 como iluminador a 10<sup>0</sup> como observador estándar.

Los bifes se sometieron a cocción a una temperatura interna de 80°C utilizando calor seco (170°C) para estimar pérdidas a la cocción y resis-

Cuadro 1. Composición de las tres dietas.

	0% aceite	4% aceite	9% aceite
PB %	12	12	12
EM kcal/kgMS	3.1	3.3	3.6
Componentes	60% grano maíz, 40% afrechillo trigo	75% grano maíz, 16% afrechillo trigo, 5% expeller soja	87% grano maíz, 2.3% expeller soja, 0.8% urea

Cuadro 2. Respuesta productiva de los animales de los 3 tratamientos. (valores promedios  $\pm$  error estándar).

	0% aceite	4% aceite	9% aceite
Peso inicial (kg)	89 $\pm$ 5.30a	84.67 $\pm$ 5.76 a	88.83 $\pm$ 5.44 a
Peso final (kg)	325.2 $\pm$ 9.52ab	329.17 $\pm$ 9.07 a	297.17 $\pm$ 5.05 b
Kg ganados	236.2 $\pm$ 5.11ab	244.5 $\pm$ 10.05 a	208.34 $\pm$ 7.57 b
Ganancia diaria (kg/día)	1.35 $\pm$ 0.03 a	1.30 $\pm$ 0.04 a	1.10 $\pm$ 0.04 b
Ef. Conversión (kg alim/kg ganado)	3.96 $\pm$ 0.04 a	3.46 $\pm$ 0.08 a	3.77 $\pm$ 0.33 a
Alimento consumido (kg)	935.6 $\pm$ 25.16 a	846.2 $\pm$ 36.54 a	786.3 $\pm$ 63.42 a

Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ )

tencia al corte con el dispositivo Warner Bratzler (AMSA 1995). Para el análisis sensorial en panel se evaluó: aroma (1, inexistente a 7, intenso), sabor (1, muy suave a 7, intenso), jugosidad (1, muy seco a 7 muy jugoso), colágeno (1, inexistente a 7, excesivo) y off-flavors (1, inexistente a 7 acentuado). El diseño experimental utilizado fue un completamente aleatorizado. Los promedios se compararon mediante la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de respuesta productiva de los tres grupos de animales. No se detectaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en los pesos iniciales de los animales de los tres tratamientos. El grupo que recibió el mayor porcentaje de aceite en la ración (9% de aceite de soja) presentó el menor peso final y también la menor ganancia diaria de peso vivo ( $P < 0,05$ ). Esta respuesta podría atribuirse al efecto negativo de un alto porcentaje de aceite en la ración sobre el proceso digestivo (Pasinato et al., 2007). Jenkins (1993) sostiene que aun cantidades menores de 10% de aceites insaturados (como el aceite de soja) en la ración pueden provocar problemas fermentativos. Kucuk et al. (2003) no registraron problemas digestivos en

corderos suplementados con aceite de soja aunque el nivel de aceite utilizado fue de sólo 3%. Kucuk et al. (2004) utilizaron también corderos en su ensayo aunque con un nivel de aceite en la ración de hasta 9%. No detectaron grandes inconvenientes, sin embargo, aconsejan una suplementación de sólo hasta 6% de aceite para evitar problemas. Engle et al (2000) estimaron una disminución del consumo de materia seca en novillos Aberdeen Angus alimentados con dietas ricas en concentrados y suplementados con niveles de hasta 4% de aceite de soja en la ración. Este efecto negativo sobre el consumo de materia seca no fue detectado en el presente trabajo.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de rendimiento, espesor de grasa subcutánea y marmoreo de los animales de los 3 tratamientos. No se detectaron diferencias ( $P < 0,05$ ) en ninguno de los parámetros evaluados en el Cuadro 3. El promedio de rendimiento obtenido (51,2%) se consideran normales para este tipo de animales aunque menor que el obtenido en ensayo anterior con animales de las mismas características. (Pasinato et al., 2008)

El peso de los diferentes cortes de los animales de los 3 tratamientos se presenta en el Cuadro 4. No se detectaron diferencias significativas para ninguno de los cortes de los animales de los tres tratamientos.

Tratamientos	0% aceite	4% aceite	9% aceite
Rendimiento (%)	52.84±0.35a	49.98±1.11a	50.88±0.68a
Espesor grasa subcutánea (mm)	4.40±0.33a	3.67±0.88a	3.17±0.31a
Marmoreo <sup>a</sup>	2.80±0.34a	2.83±0.48a	2.17±0.31a

Cuadro 3. Rendimiento, espesor de grasa subcutánea y marmoreo de los animales de los 3 tratamientos. Valores promedio ± error estandar.

<sup>a</sup> 1=trace, 2= slight, 3= small, 4= modest. Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa (P<0,05)

Tratamientos	0% aceite	4% aceite	9% aceite
Lomo (kg)	1.43±0.03 a	1.35±0.06 a	1.32±0.04 a
cuadril completo (kg)	3.83±0.13 a	3.62±0.17 a	3.53±0.11 a
bola lomo (kg)	3.32±0.10 a	3.07±0.11 a	3.02±0.09 a
Nalga (kg)	4.88±0.11 a	4.70±0.13 a	4.90±0.09 a
Cuadrada (kg)	2.73±0.12 a	2.68±0.11 a	2.62±0.20 a
Peceto (kg)	1.38±0.05 a	1.30±0.06 a	1.25±0.03 a
Area ojo de bife (cm <sup>2</sup> )	58.28±3.17 a	60.26±5.80 a	59.26±2.67 a

Cuadro 4. Peso de los diferentes cortes en los animales de los 3 grupos.

Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa (P<0,05)

Tratamientos	0% aceite	4% aceite	9% aceite
Proteína (%)	22.11±0.33 a	21.51±0.24a	21.81±0.15a
Lípidos Folch (%)	2.22±0.23a	2.19±0.39a	1.21±0.25b
Lípidos Neutros (%)	53.66 ±3.55a	54.60±3.28a	50.46±4.14 a
Lípidos Polares (%)	44.63±3.02a	45.40±3.28a	46.84±2.22 a
Humedad (%)	73.96±0.31a	74.00±0.54a	74.89±0.276a

Cuadro 5. Composición química de la carne de los animales de los 3 tratamientos. Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa (P<0,05)

Tratamientos	0% aceite	4% aceite	9% aceite
pH 24h	5.38±0.06 a	5.47±0.08a	5.54±0.09a
Warner-Bratzler (kg)	3.41±0.03 a	4.16±0.26 a	3.87±0.39 a
Mermas Totales (%)	28.73±2.01a	34.60±2.11a	25.55±2.00a

Cuadro 6. Parámetros de calidad de carne de los tres tratamientos.

Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa (P<0,05)

Los valores de composición química de la carne se presentan en el Cuadro 5. No se observaron diferencias significativas con valores similares al ensayo anterior (Pasinato et al., 2008).

En el Cuadro 6 se presentan los parámetros de calidad de carne de los 18 animales.

Los valores de pH obtenidos se consideran óptimos. Los valores de terneza (Warner-Bratzler) se consideran apropiados para este tipo de categoría (animales jóvenes, de 280 días) y alimentados con dietas ricas en concentrados.

En el Cuadro 7 se presentan los valores de color del músculo y de grasa como valores promedios de los tres tratamientos. Nuevamente no se observaron diferencias entre tratamientos.

En el Cuadro 8 se presentan los valores promedio obtenidos del análisis sensorial en panel. No se

observaron diferencias significativas (P<0,05) en ninguno de las variables del análisis sensorial. El aumento del nivel de aceite en la ración no se tradujo en valores diferentes del análisis sensorial.

## CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados presentados en el presente trabajo se puede inferir que el porcentaje de aceite en la ración de 9% pudo haber afectado negativamente el proceso digestivo traduciendo en una menor respuesta productiva. Niveles de aceite de soja de hasta 6% en la ración podrían utilizarse sin inconvenientes. No se presentaron grandes variaciones en los parámetros físicos y químicos de calidad de carne.

Tratamientos	0% aceite	4% aceite	9% aceite
Color músculo			
(L <sup>*</sup> )	37.31±0.99 a	37.94±0.58a	37.51±0.33 a
(a <sup>*</sup> )	16.59±0.56 a	16.66±0.49 a	17.86±0.44 a
(b <sup>*</sup> )	2.84±0.22 a	2.79±0.29 a	2.69±0.34 a
Color grasa			
(L <sup>*</sup> )	67.08±0.76 a	68.61±0.77a	65.15±4.48 a
(a <sup>*</sup> )	6.44±0.39 a	6.96±0.32 ab	5.08±0.74 a
(b <sup>*</sup> )	6.88±0.32 a	6.70±0.66 a	5.38±0.60 a

Cuadro 7. Luminosidad (L\*), color rojo (a\*) y color amarillo (b\*) de longissimus y grasa subcutánea de los tres tratamientos.

Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa (P<0,05)

Tratamientos	0% aceite	4% aceite	9% aceite
Aroma <sup>1</sup>	3.27±0,30 a	2.75±0.23 a	3.04±0.19 a
Sabor <sup>2</sup>	3.77±0.14 a	3.28±0.29 a	3.33±0.18 a
Jugosidad <sup>3</sup>	2.86±1.17 a	2.92±0.24 a	2.60±0.21 a
Colágeno <sup>4</sup>	1.80±0.34 a	1.82±0.32 a	1.81±0.23 a
Off-flavors <sup>5</sup>	1,30±0,09 a	1,52±0.10 a	1,43±0,06 a

Cuadro 8. Análisis sensorial de la carne de los tres tratamientos.

<sup>1</sup>1= inexistente a 7= intenso; <sup>2</sup>1= muy suave a 7= intenso; <sup>3</sup>1= muy seco a 7 =muy jugoso; <sup>4</sup>1= inexistente a 7= excesivo; <sup>5</sup>1= inexistente a 7= acentuado. Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa (P<0,05)

## BIBLIOGRAFÍA

- AMSA. (1995). Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness evaluation of fresh meat. Chicago, Illinois. American Meat Science Association and National Live Stock and Meat Board.
- Engle, T.; Apear, J.; Fellner, V. and Odle, J. 2000. Effects of soybean oil and dietary copper on ruminal and tissue lipid metabolism in finishing steers. J. Anim. Sci 78: 2713-2721.
- Jenkins, T. 1993. Lipid metabolism in the rumen. J. Dairy Sci. 76: 3851-3863.
- Kucuk, O.; Hess, B.; Ludden, P. and Rule, D. 2003. Potential associative effects of increasing dietary forage in limit-fed ewes fed a 6% fat diet. Sheep Goat Tes. J. 18:25-33.
- Kucuk, O., Hess, B. and Rule, D. 2004. Soybean oil supplementation of a high-concentrate diet does not affect site and

extent of organic matter, starch, neutral detergent fiber, or nitrogen digestion, but influences both ruminal metabolism and intestinal flora of fatty acids in limit-fed lambs. J. Anim. Sci. 82: 2985-2994.

- Pasinato, A., J. Elizalde, Sevilla, G., G. Teira, F. Perlo, P. Bonato, P. and O. Tisocco. 2007. Novillos Holando alimentados a corral con dietas completas con distintos niveles de aceite de soja. Respuesta productiva. XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Cuzco, Perú del 21 al 25 de octubre.

- Pasinato, A. Elizalde, J, Tisocco, O.; Teira, G.; Perlo, F. and Bonato, P. 2008. Effect of dietary crude protein level on quality and production of meat in Holstein steers. Journal of Applied Animal Research 33: 169-173.

Pasinato, A.<sup>1</sup>; Elizalde, J.<sup>3</sup>; Teira, G.<sup>2</sup>; Perlo, F.<sup>2</sup>; Bonato, P.<sup>2</sup>; Tissoco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Concepción del Uruguay

<sup>2</sup> Fac. Cs. Alimentación. Laboratorio Industrias Cárnicas (UNER)

<sup>3</sup> Actividad Privada

## Novillos holando alimentados a corral con dietas completas isoenergéticas y distintos niveles de proteína bruta. Respuesta productiva y de calidad de carne

### INTRODUCCIÓN

El ternero macho es un producto de los establecimientos tamberos que generalmente se vende o descarta. La posibilidad de engordarlos sería una excelente oportunidad para los productores. Años de selección sobre el ganado lechero han repercutido negativamente sobre la aptitud carnicera de la raza, siendo más propensa a depocer músculo que grasa. Sin embargo, esta característica puede ser beneficiosa desde el punto de vista de la salud humana y la creciente demanda de un menor consumo de grasa. En otros países es común el consumo de novillos Holando de aproximadamente 1 año de vida y alimentados especialmente con cereales y derivados con un peso de res entre 180-210kg. (Pasinato et al., 2008).

El objetivo del trabajo fue evaluar variables productivas y de calidad de carne de novillitos Holando alimentados a corral con dietas completas isoenergéticas con niveles de proteína bruta de 12, 14 y 17%.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 18 terneros machos que ingresaron al sistema con 3-4 días de vida y fueron alimentados con sustituto lácteo y balanceado iniciador de terneros hasta alcanzar los 85kg de peso vivo. Todos los terneros fueron castrados. Se establecieron 3 tratamientos de 6 animales cada uno. Los tratamientos consistieron en 3 dietas diferentes, isoenergéticas y tres niveles de

concentración de PB (12, 14 y 17%). La composición de las dietas se presenta en el Cuadro 1. Las dietas se ofrecieron pelleteadas.

Se utilizó un sistema de alimentación automático (Calf feeder de Alfa Laval) que permite la identificación individual de los animales por medio de un transponder. La cantidad de dieta asignada y consumida fue registrada diariamente en forma individual. Se estimaron las ganancias diarias de peso vivo a través de pesadas semanales sin desbaste previo. A partir de la estimación de las ganancias de peso y el consumo de alimento se estimaron las eficiencias de conversión (kg de alimento consumido/kg ganados).

Al alcanzar el nivel de grasa deseado los animales se pesaron y transportaron a un frigorífico comercial a 120km de distancia. En el músculo *longissimus dorsi* de la media res izquierda a la altura de la 12da. costilla se cortaron bifes de 2,5 cm de espesor. En las muestras se midieron pH a 1 hora y 24 horas. Los contenidos de grasa y proteína se determinaron según AOAC (1999). En las muestras se midieron pH a 1 hora, 24 horas, color de la carne y de la grasa con el sistema CIELAB: Luminosidad (L\*), color rojo (a\*) y color amarillo (b\*) con D65 como iluminador a 10° como observador estándar. Para el análisis sensorial en panel se evaluó: aroma (1, inexistente a 7, intenso), sabor (1, muy suave a 7, intenso), jugosidad (1, muy seco a 7 muy jugoso), colágeno (1, inexistente a 7, excesivo) y off-flavors (1, inexistente a 7 acentuado). El diseño experimental utilizado fue un completamente aleatorizado. Los promedios se compararon mediante la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Cuadro 1. Composición de las tres dietas.

	12% PB	14% PB	17% PB
EM kcal/kgMS	3.1	3.1	3.1
Componentes	73% grano maíz, 20% afrechillo trigo, 7% expeller soja	70% grano maíz, 20% afrechillo trigo, 10% expeller soja, 0.3% urea	60% grano maíz, 19% afrechillo trigo, 20.4% expeller soja, 0.6% urea

Cuadro 2. Respuesta productiva de los animales de los 3 tratamientos. (valores promedios  $\pm$  error estándar)

Tratamientos	12%PB	14%PB	17% PB
Peso inicial (kg)	79.13 $\pm$ 17.24 <sup>a</sup>	75.72 $\pm$ 22.42 <sup>a</sup>	79.47 $\pm$ 18.31 <sup>a</sup>
Peso final (kg)	370.50 $\pm$ 43.11 <sup>a</sup>	342.67 $\pm$ 33.73 <sup>a</sup>	372.67 $\pm$ 48.59 <sup>a</sup>
Ganancia diaria (kg/día)	1.38 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	1.27 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>	1.32 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>
Consumo MS (kg/día)	4.91 $\pm$ 0.38 <sup>b</sup>	4.97 $\pm$ 0.58 <sup>ab</sup>	5.55 $\pm$ 0.52 <sup>a</sup>
Ef. Conversión (kg alimento/kg ganado)	3.21 $\pm$ 0.16 <sup>b</sup>	3.53 $\pm$ 0.39 <sup>ab</sup>	3.97 $\pm$ 0.46 <sup>a</sup>

Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa (P<0,05)

Tratamientos	12%PB	14%PB	17%PB
Rendimiento (%)	55.2 $\pm$ 2.54 <sup>a</sup>	55 $\pm$ 1.68 <sup>a</sup>	53.9 $\pm$ 1.89 <sup>a</sup>
Espesor grasa subcutánea (mm)	6 $\pm$ 1.09 <sup>a</sup>	7.5 $\pm$ 2.66 <sup>a</sup>	5.2 $\pm$ 2.04 <sup>a</sup>
Área ojo de bife (cm <sup>2</sup> )	52.76 $\pm$ 7.68 <sup>b</sup>	50.51 $\pm$ 6.18 <sup>b</sup>	58.88 $\pm$ 5.03 <sup>a</sup>

Cuadro 3. Rendimiento, espesor de grasa subcutánea y área de ojo de bife de los animales de los 3 tratamientos. Valores promedio  $\pm$  error estandar.

Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa (P<0,05)

Tratamientos	12%PB	14%PB	17%PB
Lomo (kg)	1.5 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	1.4 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	1.6 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>
cuadril completo (kg)	4 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>	3.7 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	4 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>
bola lomo (kg)	3.7 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>	3.7 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	3.8 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>
Nalga (kg)	5.9 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>	5.5 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	5.5 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>
Cuadrada (kg)	3.4 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>	3.2 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	3.5 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>
Peceto (kg)	1.5 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	1.4 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	1.5 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>

Cuadro 4. Peso de los diferentes cortes en los animales de los 3 grupos.

Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa (P<0,05)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de respuesta productiva de los tres grupos de animales. No se detectaron diferencias (P>0.05) en los pesos iniciales, finales y ganancia diaria de peso entre los 3 tratamientos. El promedio de ganancia diaria de todos los animales fue de 1.32 $\pm$ 0.17 kg/día para todo el período experimental. Este valor es superior al registrado por Chladek et al. (1998) en un ensayo de similares características.

Se estimó un mayor consumo de materia seca en los animales que recibieron la dieta con la mayor concentración de proteína (P<0.05) con respecto a los animales que sólo recibieron 12%

de PB. Esto se manifestó en una mejor eficiencia de conversión (P<0.05) para los animales del PB12%.

En el Cuadro 3 se muestran los valores de rendimiento, espesor de grasa y área de ojo de bife de los animales de los 3 tratamientos. No hubo diferencias significativas (P>0.05) en el rendimiento entre los 3 tratamientos con un promedio de 54.7 $\pm$ 2.0%, valor superior a los estimados con similares animales en otros trabajos (Chladek et al., 1998 y Chladek e Ingr, 2001). Tampoco se detectaron diferencias significativas (P>0.05) en el espesor de grasa 6.2mm $\pm$ 2.16. Los animales que recibieron el mayor porcentaje de proteína en

la dieta presentaron una mayor ( $P < 0,05$ ) área de bife con respecto a los animales de los otros tratamientos. El peso de los diferentes cortes de los animales de los 3 tratamientos se presenta en el Cuadro 4. No se detectaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para ninguno de los cortes de los animales de los tres tratamientos.

Los valores de composición química de la carne se presentan en el Cuadro 5. No se detectaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en la composición química de la carne de los animales de los 3 tratamientos con valores promedio para proteína, lípidos totales y humedad de 22.3, 2.5 and 74.1% respectivamente.

En el Cuadro 6 se presentan los valores de luminosidad y color de músculo y grasa. La luminosidad de la carne de los animales que consumían una dieta más rica en proteína fue mayor, este valor puede estar relacionado al menor valor de pH registrado para este grupo de animales.

Los valores de análisis sensorial se describen

en el Cuadro 7. No se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en ninguno de las variables del análisis sensorial. No se presenta ningún valor sorprendente. Sólo los valores de jugosidad estimados como es de esperar, son menores que los estimados para animales terminados en pasturas.

En el Cuadro 8 se muestra la composición de los diferentes ácidos grasos individuales expresada como porcentaje de la fracción total de ácidos grasos libres. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) en la cantidad total de AGPI, observándose que la concentración aumentó con el aumento en el nivel proteico de la dieta. El valor  $n-6:n-3$  resulta elevado, aunque considerablemente menor a la encontrada para los fosfolípidos. El Departamento de Salud del Reino Unido recomienda una relación P:S mayor a 0,4 y que la relación  $n-6:n-3$  sea menor a 4. La relación  $n-6:n-3$  si bien es elevada se considera normal para animales alimentados en condiciones de confinamiento.

	12% PB	14%PB	17%PB
Proteína (%)	22.4±0.65 <sup>a</sup>	21.6±1.44 <sup>a</sup>	22.9±0.83 <sup>a</sup>
Lípidos Folch (%)	2.6±0.51 <sup>a</sup>	2.3±0.45 <sup>a</sup>	2.7±0.56 <sup>a</sup>
Humedad (%)	74.1±0.76 <sup>a</sup>	74.5±1.80 <sup>a</sup>	73.7±0.67 <sup>a</sup>
pH 24h	5.63±0.09 <sup>ab</sup>	5.70±0.16 <sup>b</sup>	5.54±0.05 <sup>a</sup>

Cuadro 5. Composición química de la carne de los animales de los 3 tratamientos. Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ )

Tratamientos	12% PB	14% PB	17% PB
Color músculo			
(L <sup>*</sup> )	37.44±2.97 <sup>b</sup>	37.00±2.22 <sup>b</sup>	41.08±2.23 <sup>a</sup>
(a <sup>*</sup> )	18.08±1.90 <sup>a</sup>	17.20±3.50 <sup>a</sup>	16.59±2.00 <sup>a</sup>
(b <sup>*</sup> )	5.10±0.93 <sup>a</sup>	4.41±2.71 <sup>a</sup>	4.63±1.71 <sup>a</sup>
Color grasa			
(L <sup>*</sup> )	67.02±0.90 <sup>a</sup>	68.38±2.04 <sup>a</sup>	67.92±3.03 <sup>a</sup>
(a <sup>*</sup> )	5.22±1.39 <sup>a</sup>	5.98±1.95 <sup>a</sup>	5.00±1.22 <sup>a</sup>
(b <sup>*</sup> )	6.15±1.04 <sup>b</sup>	5.74±0.89 <sup>a</sup>	4.35±1.08 <sup>a</sup>

Cuadro 6. Luminosidad (L<sup>\*</sup>), color rojo (a<sup>\*</sup>) y color amarillo (b<sup>\*</sup>) de longissimus y grasa subcutánea de los tres tratamientos.

Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ )

Tratamientos	12% PB	14% PB	17% PB
Aroma <sup>1</sup>	4,41±1,61 <sup>a</sup>	4,29±1,50 <sup>a</sup>	4,30±1,61 <sup>a</sup>
Sabor <sup>2</sup>	4,15±1,5 <sup>a</sup>	4,04±1,48 <sup>a</sup>	4,17±1,53 <sup>a</sup>
Jugosidad <sup>3</sup>	3,27±1,35 <sup>a</sup>	3,62±1,46 <sup>a</sup>	3,40±1,46 <sup>a</sup>
Colágeno <sup>4</sup>	2,25±1,47 <sup>a</sup>	2,01±1,22 <sup>a</sup>	2±1,24 <sup>a</sup>
Off-flavors <sup>5</sup>	1,48±0,88 <sup>a</sup>	1,39±0,86 <sup>a</sup>	1,29±0,71 <sup>a</sup>

Cuadro 7. Análisis sensorial de la carne de los tres tratamientos.

<sup>1</sup>= inexistente a 7= intenso; <sup>2</sup>= muy suave a 7= intenso; <sup>3</sup>= muy seco a 7 =muy jugoso; <sup>4</sup>= inexistente a 7= excesivo;

<sup>5</sup>= inexistente a 7= acentuado. Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ )

	12%PB	14%PB	17%PB
AGS	57,1 ± 2.08 <sup>a</sup>	51,3 ± 1.25 <sup>a</sup>	49,9 ± 0.76 <sup>a</sup>
AGMI	23,5 ± 0.61 <sup>a</sup>	23,3 ± 0.68 <sup>a</sup>	23,9 ± 0.73 <sup>a</sup>
AGPI	19,4 ± 1.63 <sup>a</sup>	22,9 ± 0.73 <sup>ab</sup>	26,2 ± 1.13 <sup>b</sup>
P:S	0,36 ± 0.04 <sup>a</sup>	0,45 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,53 ± 0,03 <sup>a</sup>
n-6:n-3	32,0 ± 1.80 <sup>a</sup>	36,8 ± 2.66 <sup>a</sup>	39,2 <sup>a</sup> ± 1.49 <sup>a</sup>

Cuadro 8. Composición de ácidos grasos de los tres tratamientos.

§ Valores expresados como % del total. AGS: ácidos grasos saturados (C14:0 + C16:0 + C18:0). AGMI: ácidos grasos monoinsaturados (C16:1 + C18:1 + C20:1). AGPI: ácidos grasos poliinsaturados (C18:2 + C18:3 + C20:2 + C20:3 + C20:4 + C22:4) n-6:n-3: (C18:2 + C20:2 + C20:3 + C20:4 + C22:4) / C18:3

## CONCLUSIÓN

Se destaca el excelente comportamiento de los animales que recibieron la dieta de menor concentración proteica, 12%. La posibilidad de obtención de animales con destino a faena con una dieta de baja concentración proteica sin alterar los parámetros de calidad es importante desde el punto de vista económico ya que se reduciría notablemente el contenido de un nutriente de elevado costo en la ración.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. (1999). Association of official analytical chemists. Official methods of analysis. 16<sup>a</sup> Ed. Gaithersburg, Association of Official Analytical Chemists. ISBN 0-935584-54-4.
- Chladek, G., Soutor, J., Ingr, I. and Krasa, A. 1998. Meat efficiency of bullocks of the Black Pied breed finished to a lower slaughter weight. Czech J. Anim. Sci., 43: 537-540.
- Dek, G., & Ingr, I. (2001). Meat quality and beef production parameters in Holstein steers. Journal of Applied Animal Research 33: 169-173.
- Pasinato, A. Elizalde, J, Tisocco, O.; Teira, G.; Perlo, F. and Bonato, P. 2008. Effect of dietary crude protein level on quality and production

De La Torre, M.S.<sup>1</sup>; Pouzo, L.E.<sup>2</sup>; Duckett, S.<sup>3</sup>; Pavan, E.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> CIC, Buenos Aires, Argentina; <sup>2</sup> CONICET, Argentina;

<sup>3</sup> University of Clemson, SC, USA; <sup>4</sup> EEA INTA Balcarce

## Grasa bovina con un perfil de ácidos grasos mejorado: bajo contenido de grasas saturadas y alto de CLA *cis-9, trans-11*

### INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de reducir el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares la Organización Mundial de la Salud recomienda reducir el consumo en total de grasas, especialmente las grasas saturadas (WHO 2003). En el mismo sentido la OMS recomienda incrementar el consumo de ácidos grasos poli-insaturados (AGPI) *n-3* y mantener la relación de AGPI dietarios *n-6: n-3* por debajo de 4. Si bien el pescado es la principal fuente dietaria de AGPI *n-3*, en países como la Argentina donde el consumo per capita de pescado es bajo el aporte que realiza la carne vacuna adquiere especial relevancia; especialmente si la carne producida en sistemas pastoriles (McAfee et al. 2011).

La grasa de animales provenientes de sistemas pastoriles se caracteriza por tener una mayor proporción de AGPI *n-3* que la de animales provenientes de otros sistemas de engorde y por tener una relación AGPI *n-6: n-3* cercana a 2 (Daley et al. 2010; Schor et al. 2008). Este tipo de grasa presenta, además, una proporción relativamente alta del ácido linoleico conjugado (CLA) *cis-9, trans-11* (Schor et al. 2008); el que presentaría propiedades anti aterogénicas y anti carcinogénicas (Bhattacharya et al. 2006). Sin embargo, a pesar de estas características benéficas de la grasa vacuna proveniente de sistemas pastoril, al igual que en aquella proveniente de otros sistemas de producción, su proporción de ácidos grasos saturados es relativamente alta.

La baja relación AGPI *n-6: n-3* en la grasa de animales provenientes de sistemas pastoriles está asociada a la también baja relación entre estos ácidos grasos que existe en su dieta (pasto). En tanto que su mayor proporción de CLA *cis-9, trans-11* en la grasa respecto a la de animales provenientes de sistemas de alimentación a base de concentrados se le atribuye a la mayor producción ruminal del ácido vaccénico *trans-11* (TVA) con dietas fibrosas (Sackmann et al. 2003). El TVA producido en el rumen es luego utilizado en el tejido adiposo por la enzima stearoyl CoA desaturasa (SCD) para generar el CLA *cis-9, trans-11* (Sackmann et al. 2003). A diferencia de lo que ocurre en sistemas de alimentación a base de concentrado donde la principal limitante para la síntesis de CLA *cis-9, trans-11* es la disponibilidad del precursor, en sistemas pastoriles la principal limitante es la conversión de TVA a CLA *cis-9, trans-11* en el tejido adiposo por una menor restringida actividad de la enzima SCD (Daniel et al. 2004; Duckett et al. 2009).

La enzima SCD es también responsable de la conversión de ácidos grasos saturados (AGS; ácidos palmítico y esteárico) a ácidos mono-insaturados (AGMI; ácidos palmitoleico y oleico). A diferencia de los ácidos grasos saturados los mono-insaturados, disminuirían el nivel de colesterol plasmático (Matthan et al. 2009; Ulbricht y Southgate 1991). Es así que una mayor actividad de la enzima SCD en animales en pastoreo sería deseable tanto para incrementar la conversión de conversión de TVA a CLA *cis-9, trans-11*, como para

reducir las proporciones de ácidos grasos saturados. De esta forma se obtendría grasa vacuna con mejores propiedades para la salud: baja relación AGPI *n-6:n-3*, alta proporción de CLA *cis-9, trans-11* y baja proporción de AGS totales.

Existen evidencias de que la actividad de la enzima SCD sería mayor en vaquillonas que en toros (Barton et al. 2011) o que en novillos (Zembayashi et al. 1995). Por otra parte, Turk y Smith (2009) observaron que existiría una gran variabilidad en la actividad de la enzima en los distintos depósitos grasos del animal. El presente trabajo evalúa la composición de ácidos grasos de tres tejidos grasos de vaquillonas y novillos con el objetivo principal de determinar si el perfil de ácidos grasos de bovinos en pastoreo puede ser mejorado seleccionando una categoría de animales y determinados depósitos de grasa con mayor actividad de la SCD.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 19 vaquillonas y 20 novillos Aberdeen Angus provenientes del rodeo cría experimental del INTA Balcarce que fueron recriados y engordados en un sistema pastoril, ocasionalmente los animales fueron suplementados con silaje de maíz según la disponibilidad pastura. Los animales de ambos sexos se faenaron el mismo día en un frigorífico comercial cuando el peso vivo medio alcanzó los 400 kg. A las 72 h pos-mortem se tomaron muestras de tres depósitos grasos de las carcasas: grasa subcutánea de la región del pecho (PECHO) y de la región dorsal a la altura de la 12da costilla (DORSAL) y una muestra de grasa intermuscular (INTER) obtenida de la región a ventral y lateral del bife angosto (costillas 9-12). Las muestras obtenidas se envasaron al vacío y se conservaron a -20 °C hasta el posterior análisis de ácidos grasos. Las muestras fueron liofilizadas y luego *trans*-metiladas (Park y Goins 1994). Los metil-ésteres de ácidos grasos fueron separados por cromatografía gaseosa.

Los datos obtenidos fueron analizados bajo un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de 2 x 3; SEXO, DEPOSITO GRASO y su interacción se incluyó en el modelo como efecto fijo, en tanto que el animal se incluyó como efecto aleatorio. Se realizaron correlaciones y regresiones entre las variables de interés.

## RESULTADOS

**Ácidos grasos saturados.** La proporción de AGS totales en la grasa del pecho fue 21% menor que en la grasa subcutánea dorsal y 29% menor que en la intermuscular ( $P < 0,05$ ; Cuadro 1). Por su parte, la proporción de C18:0 fue 41 y 58% inferior en PECHO que en DORSAL e INTER, respectivamente, y las de C16:0 y C14:0 fueron un 10 y 13% inferiores en PECHO que en los otros dos tejidos grasos evaluados, respectivamente. En tanto que la proporción de AGS totales fue un 6% inferior en la grasa de las vaquillonas que en la de los novillos y la de C18:0 fue un 15% inferior.

**Ácidos grasos mono-insaturados.** Entre los tejidos de grasa evaluados las mayores las proporciones de AGMI totales e individuales se observaron en PECHO y las menores en INTER. Así, la grasa de pecho presentó un 15 y 24% más de AGMI totales que la grasa subcutánea dorsal y la intermuscular, respectivamente. A su vez, la proporción de AGMI totales fue un 5% mayor en la grasa de las vaquillonas que en la de los novillos. En tanto que las proporciones de C18:1 *cis-9*, C16:1 *cis-9*, y C14:1 *cis-9*, fueron un 4, 10 y 14% mayores en vaquillonas que en novillos, respectivamente.

**Ácidos grasos poli-insaturados (AGPI).** Como se esperaba, por trabajar con tejido graso y no muscular, no se encontraron diferencias en la proporción de AGPI totales asociadas al depósito graso ni al sexo ( $P > 0,05$ ). La relación AGPI *n-6:n-3* fue mayor en DORSAL que en los restantes depósitos grasos evaluados ( $P < 0,05$ ) y en las vaquillonas que en los novillos ( $P = 0,01$ ).

**TVA y CLA *cis-9, trans-11*.** Si bien la grasa de pecho presentó la menor proporción de TVA de los tres tejidos evaluados, su proporción de CLA *cis-9, trans-11* fue 37 y 51% mayor que en la grasa subcutánea dorsal y la intermuscular. A pesar de presentar similares niveles de TVA, la proporción de CLA *cis-9, trans-11* fue un 15% mayor en la grasa de vaquillonas que en la de novillos.

## DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo evidencian la posibilidad de mejorar la calidad de la grasa más allá de lo que se pueda lograr a través de estrategias nutricionales y de mejora genética. En concordancia los observado por Zembayashi et al.

(1995) al comparar novillos y vaquillonas terminados con dietas a base de concentrados; en el presente trabajo se observó que en condiciones de terminación pastoril la grasa de vaquillonas aportaría una menor proporción de AGS totales y una mayor de AGMI que la de novillos. Así la relación AGMI totales: AGS totales fue un 13% superior en las vaquillonas.

En el presente trabajo también se observó una mayor proporción de CLA *cis-9, trans-11* en la grasa de vaquillonas que en la de los novillos engordados. Barton et al. (2011) obtuvo similares resultados al comparar la composición de la grasa subcutánea (dorsal) de vaquillonas y toros alimentados con dietas a base de silaje. En ambos trabajos se observó que una mayor proporción de TVA fue convertida a CLA *cis-9, trans-11* en las vaquillonas. En el trabajo de Barton et al. (2011)

se determinó una mayor concentración de ARNm de la SCD en vaquillonas que en novillos. De esta manera la mayor proporción de MUFA y mayor conversión de TVA a CLA *cis-9, trans-11* se explicaría por una mayor actividad de esta enzima en las vaquillonas. La relación ácido palmitoleico: ácido esteárico ha sido propuesta como un indicador de la actividad de la SCD (Turk y Smith 2009); los resultados obtenidos en el presente trabajo también indicarían mayor actividad de esta enzima en vaquillonas en pastoreo que en novillos. La mayor actividad de la SCD en vaquillonas permitiría (a) compensar menor actividad de la enzima que se observa en animales en condiciones de pastoreo, y (b) obtener un mayor incremento de la proporción de CLA *cis-9, trans-11* cuando se utilizan distintas estrategias de alimentación para incrementar la producción ruminal de su precursor en con-

Cuadro 1. Composición de ácidos grasos en distintos depósitos grasos de vaquillonas y novillos recriados y terminados a pasto.

Ítem <sup>2</sup>	Tejido graso <sup>1</sup>			Sexo		SD	P-value		
	PECHO	DORSAL	INTER	VAQ	NOV		DEPOSITO	SEXO	DEPOSITO * SEXO
N	72	76	76	110	114				
C18:0	22,89 <sup>b</sup>	25,64 <sup>a</sup>	25,29 <sup>a</sup>	24,37	24,84	1,327	<0,001	0,203	0,004
C18:0	7,71 <sup>c</sup>	13,21 <sup>b</sup>	18,43 <sup>a</sup>	12,11	14,12	2,018	<0,001	<0,001	0,130
AGS totales	33,53 <sup>c</sup>	42,30 <sup>b</sup>	47,15 <sup>a</sup>	39,70	42,29	2,463	<0,001	<0,001	0,807
C16:1 n-7	7,67 <sup>a</sup>	4,81 <sup>b</sup>	3,20 <sup>c</sup>	5,50	4,95	0,957	<0,001	0,015	0,834
C18:1 <i>cis-9</i>	41,68 <sup>a</sup>	37,97 <sup>b</sup>	35,43 <sup>c</sup>	39,14	37,58	1,732	<0,001	<0,001	0,246
AGMI totales	54,26 <sup>a</sup>	46,03 <sup>b</sup>	41,00 <sup>c</sup>	48,42	45,77	2,544	<0,001	<0,001	0,513
AGPI totales	1,56	1,52	1,54	1,49	1,59	0,178	0,146	0,075	0,891
C18:1 <i>trans-11</i>	1,56 <sup>c</sup>	2,20 <sup>b</sup>	2,61 <sup>a</sup>	2,04	2,20	0,707	<0,001	0,464	0,176
CLA <i>cis-9, trans-11</i>	0,94 <sup>a</sup>	0,59 <sup>b</sup>	0,46 <sup>c</sup>	0,72	0,61	0,193	<0,001	0,043	0,263
<b>Coefficientes</b>									
AGPI n-6: n-3	1,70 <sup>b</sup>	1,85 <sup>a</sup>	1,70 <sup>b</sup>	1,83	1,67	0,218	<0,001	0,011	0,269
MUFA: SFA	1,63 <sup>a</sup>	1,10 <sup>b</sup>	0,88 <sup>c</sup>	1,28	1,13	0,135	<0,001	<0,001	0,245
C16:1 n-7: C18:0	1,07 <sup>a</sup>	0,39 <sup>b</sup>	0,19 <sup>c</sup>	0,61	0,48	0,216	<0,001	0,007	0,295
CLA <i>cis-9, trans-11</i> / C18:1 <i>trans-11</i>	0,63 <sup>a</sup>	0,28 <sup>b</sup>	0,18 <sup>c</sup>	0,409	0,324	0,090	<0,001	<0,001	0,014

<sup>1</sup> PECHO, grasa subcutánea de la región del pecho; DORSAL, grasa subcutánea de la región dorsal a la altura de la 12da costilla; INTER, de grasa intermuscular de la región a ventral y lateral del bife angosto (costillas 9-12).

<sup>2</sup> AGS totales, ácidos grasos saturados totales; AGMI totales, ácidos monoinsaturados totales; AGPI totales, ácidos poliinsaturados totales; CLA *cis-9, trans-11*, ácido linoleico conjugado *cis-9, trans-11*

a, b, c letras diferentes en una misma fila representan diferencias significativas (P<0,05)

diciones pastoriles.

Más allá de las diferencias observadas entre vaquillonas y novillos, la mayor variación en la composición de ácidos grasos estuvo asociada al tejido graso considerado. Al igual que lo reportado por Turk y Smith (2009) con grasa de animales alimentados con concentrados, la grasa subcutánea de la región del pecho presentó una mayor actividad de la enzima SCD, lo que se reflejó en una marcada disminución de la proporción de AGS totales, aumento de la proporción de AGMI totales y de la conversión de TVA a CLA *cis*-9, *trans*-11 respecto a la grasa subcutánea de la región dorsal y aún de mayor magnitud respecto de la grasa intermuscular de la región del bife angosto.

Si bien se observaron diferencias en la relación AGPI *n*-6: *n*-3 entre los distintos depósitos de grasa y entre las categorías evaluadas, es de destacar que en todos los casos la relación AGPI *n*-6: *n*-3 no fue superior a 2. De esta manera, a través de la diferenciación de la grasa, no solo por el sistema de alimentación en que fue engordado el animal, sino también por su sexo y por el depósito de grasa se podría obtener grasa con una relación de AGPI *n*-6: *n*-3 menor a 2, con un 1% de CLA *cis*-9, *trans*-11, con tan solo 30% de grasas saturadas y con hasta 55% de grasas mono-insaturadas. Esto permitiría generar productos elaborados que contengan grasas con un perfil de ácidos grasos más saludable para la salud humana otorgándole a los mismos un valor agregado.

## CONCLUSIONES

La grasa proveniente de vaquillonas terminadas en sistemas pastoriles tiene un mejor perfil de ácidos grasos que aquella proveniente de novillos de similar edad. Esto se debe su mayor proporción de ácidos grasos mono-insaturados y CLA *cis*-9, *trans*-11, y menor de ácidos grasos saturados. La clasificación de la grasa vacuna según su ubicación en la carcasa permitiría obtener grasas con perfiles de ácidos grasos y, en consecuencia, características diferentes. La composición de la grasa subcutánea de la región del pecho de animales de sistemas pastoriles permitiría generar productos cárnicos con un perfil de ácidos grasos mejorado (baja relación *n*-6: *n*-3, baja proporción de AGS y alta de AGPI y CLA *cis*-9, *trans*-11).

## BIBLIOGRAFÍA

- Barton, L., D. Bures, T. Kott, y D. Rehák. 2011. Effect of sex and age on bovine muscle and adipose fatty acid composition and stearoyl-coa desaturase mRNA expression. *Meat Science* 89: 444-450.
- Bhattacharya, A., J. Banu, M. Rahman, J. Causey, y G. Fernandes. 2006. Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. *J. Nutr. Biochem.* "In Press".
- Daley, C., A. Abbott, P. Doyle, G. Nader, y S. Larson. 2010. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal* 9: 10.
- Daniel, Z. C. T. R., R. J. Wynn, A. M. Salter, y P. J. Buttery. 2004. Differing effects of forage and concentrate diets on the oleic acid and conjugated linoleic acid content of sheep tissues: The role of stearoyl-coa desaturase. *J. Anim. Sci.* 82: 747-758.
- Duckett, S., S. Pratt, y E. Pavan. 2009. Corn oil or corn grain supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue. II. Effects on subcutaneous fatty acid content and lipogenic gene expression. *Journal of Animal Science* 87: 1120 - 1128.
- Matthan, N. R., A. Dillard, J. L. Lecker, B. Ip, y A. H. Lichtenstein. 2009. Effects of dietary palmitoleic acid on plasma lipoprotein profile and aortic cholesterol accumulation are similar to those of other unsaturated fatty acids in the f1b golden syrian hamster. *The Journal of Nutrition* 139: 215-221.
- McAfee, A. J., E. M. McSorley, G. J. Cuskelly, A. M. Fearon, B. W. Moss, J. A. M. Beattie, J. M. W. Wallace, M. P. Bonham, y J. J. Strain. 2011. Red meat from animals offered grass diets increases plasma and platelet *n*-3 PUFA in healthy consumers. *British Journal of Nutrition* 105: 80-89.
- Park, P., y R. E. Goins. 1994. In situ preparation of fame for analysis of fatty acid composition in food. *J. Food Sci.*
- Sackmann, J. R., S. K. Duckett, M. H. Gillis, C. E. Realini, A. H. Parks, y R. B. Eggenston. 2003. Effects of forage and sunflower oil levels on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *J. Anim. Sci.* 81: 3174-3181.
- Schor, A., M. E. Cossu, A. Picallo, J. M. Ferrer, J. J. G. Naón, y D. Colombatto. 2008. Nutritional and eating quality of argentinean beef: A review. *Meat Science* 79: 408.
- Turk, S. N., y S. B. Smith. 2009. Carcass fatty acid mapping. *Meat Science* 81: 658-663.
- Ulbricht, T. L. V., y D. A. T. Southgate. 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *The Lancet* 338: 985-992.
- WHO. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. 916, WHO technical report series Geneva.
- Zembayashi, M., K. Nishimura, D. K. Lunt, y S. B. Smith. 1995. Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 73: 3325-3332.

Pouzo, L.B.<sup>1,2</sup>; De la Torre, M.S.<sup>2</sup>; Pavan, E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas

<sup>2</sup> Fac. Cs. Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata

<sup>3</sup> EEA INTA Balcarce

## Efecto del sexo y el peso de faena sobre el perfil de ácidos grasos en carne

### INTRODUCCIÓN

Existe una creciente preocupación por parte de los consumidores por cuestiones relacionadas a la nutrición y la salud. Por ser una importante fuente de proteína de alto valor biológico, vitaminas (A, B6, B12, D, y E) y minerales (hierro, zinc, y selenio) en la dieta humana, el valor nutricional de la carne bovina es solo cuestionado por su contenido graso, especialmente de ácidos grasos saturados (AGS) (Scollan et al., 2006). Así, las recomendaciones indican la necesidad de reducir el consumo total de grasas, particularmente la de AGS, e incrementar la proporción de ácidos grasos poli-insaturados (AGPI), especialmente los de la serie *n-3* a expensas de los AGPI de la serie *n-6*. Es así que una relación AGPI/ AGS en la dieta superior a 0,45 y de AGPI *n-6*/ *n-3* inferior a 4 son requeridas para prevenir ciertas enfermedades coronarias y algunos cánceres (Simopoulos, 2004; Williams, 2000).

La composición de ácidos grasos en tejido adiposo y músculo puede ser afectada por un gran número de factores que incluyen la dieta, el contenido total de grasa, raza, genotipo, edad y sexo de los animales (Wood et al. 2008). Numerosos trabajos (Poulson et al., 2004; Pavan, 2006) han demostrado que la carne proveniente de animales terminados con dietas a base de forraje presentaría tanto un menor contenido total de grasa, como también un mejor perfil que la carne proveniente de animales terminados con altos niveles de concentrados. Este mejor perfil de ácidos grasos se debería a una menor proporción de los AGS que

son más perjudiciales para la salud humana (C14:0 y C16:0) y a una mayor proporción de AGPI *n-3* y del isómero *cis-9, trans-11* del ácido linoleico conjugado (CLA) con demostradas propiedades anti-carcinogénicas y anti-aterogénicas, para la salud humana (Steen & Porter, 2003).

Por su tradicional sistema de engorde a pasto, Argentina ha logrado generar un producto de calidad basado en su composición de ácidos grasos y antioxidantes naturales (Descalzo and Sancho 2008). Con el objetivo de anticipar y satisfacer las exigencias de los mercados tanto en calidad como en cantidad y uniformidad final, Argentina ha establecido un sistema de clasificación y tipificación de su ganado vacuno. Esta clasificación está basada principalmente en el sexo, la edad y el peso de faena de los animales, obteniendo de esta manera grupos más uniformes denominados categorías: entre ellas, las de vaquillona pesada (VP), vaquillona liviana (VL), novillito pesado (NP) y vaca (VC). El precio que el productor recibe por la comercialización de su ganado en el mercado de hacienda (Mercado de Liniers) está directamente asociado a dichas categorías. Así, el precio disminuye a medida que incrementa el peso de faena de los animales, a su vez ésta depreciación es más acentuada en hembras que en machos (Mercado de Liniers 2012).

Un mayor peso de faena estaría asociado a un mayor contenido de grasa intramuscular, con un consecuente incremento en la proporción de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) en músculo (Dukett et al., 1993, Knight et al 2003). La enzima responsable de la conversión de AGS en AGMI y

del ácido transvaccénico (TVA) en su correspondiente isómero del CLA (CLA *cis*-9, *trans*-11) es la estearoil CoA desaturasa (SCD) presente en el tejido adiposo de rumiantes. Según Martin et al (1999) un incremento en su actividad estaría asociado al incremento en el peso/edad del animal. Así mismo, Barton et al (2011) encontraron que las hembras presentarían una mayor expresión del gen de la SCD respecto a machos de similar edad de faena.

Un estudio preliminar realizado por Lucero-Borjas, et al (2012) demostró que el menor valor comercial de las vaquillonas pesadas respecto a vaquillonas livianas o a novillitos de similar peso no estaría asociado con menor valor organoléptico de la carne producida, pues éste resulto igual o superior en las vaquillonas pesadas.

El objetivo del presente trabajo fue el de comparar el perfil de ácidos grasos en el músculo *longissimus dorsi* (LM) de una categoría de menor valor comercial (vaquillonas pesadas) respecto a otras dos de mayor valor comercial (Vaquillonas Livianas y Novillos Pesados) y así mismo compararla con una categoría más devaluada aun que VP (Vaca de refugio).

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Tratamientos.** Se utilizaron muestras del músculo *logissimus* obtenidas a la altura de la 12da costilla a partir de carcasas de diez vaquillonas livianas (VL; 300-340 kg PV), diez vaquillonas pesadas (VP; 381-420 kg PV), diez novillitos pesados (NP, 391-430 kg PV) y diez vacas de refugio (VC). Las vaquillonas y novillos fueron seleccionadas al destete (marzo 2007) de un mismo rodeo de un cría y engordados en un sistema pastoril puro hasta alcanzar su peso de faena; después de realizar el tacto rectal a las vacas del rodeo original en el siguiente ciclo productivo (marzo de 2008) se seleccionaron diez vacas diagnosticadas sin preñez que ya habían tenido al menos dos lactancias. Los animales correspondientes a cada tratamiento (categoría) se faenaron en una misma fecha cuando su peso vivo medio y mediana se encontraron dentro del rango de peso de faena preestablecido en el caso de las vaquillonas y novillitos, en tanto que las vacas de refugio se faenaron luego de 2 meses de engorde.

Las muestras de músculo *longissimus* de 2,5

cm de espesor recogidas a las 24 h de la faena se envasaron al vacío y se conservaron a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis.

**Composición de ácidos grasos:** Luego de la determinación del contenido de agua por secado en estufa a  $100^{\circ}\text{C}$  por 24 h., las muestras fueron liofilizadas y pulverizadas. Los lípidos totales fueron extraídos según Folch et al. (1957), la fracción de lípidos neutros del extracto lipídico fue separada por extracción en fase sólida (cartuchos de extracción Strata 500 mg, reservorio de 3 ml, Phenomenex, Torrance, CA, United States). Los ácidos grasos de ambas fracciones fueron *trans*-metilados siguiendo el procedimiento de Park y Goins (1994). Los ácidos grasos *trans*-metilados se separaron por cromatografía gaseosa (Clarus 500, PerkinElmer) utilizando una columna capilar CP-Sil 88 (100 m  $\times$  0.25 mm de diámetro interno; Varian, USA). Los ácidos grasos de interés fueron identificados por comparación de sus tiempos de retención con los correspondientes estándares comerciales.

**Análisis estadístico.** Los datos se analizaron por ANOVA como un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos categóricos (de acuerdo al peso/edad de faena y el sexo), el animal fue la unidad experimental. El procedimiento GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC) fue utilizado para todos los análisis, con el tratamiento categoría como efecto fijo y el animal como efecto aleatorio. Las medias mínimas cuadradas fueron presentadas y comparadas utilizando contrastes pre-planeados: 1) VP vs VL; 2) VP vs NP; 3) VP vs VC.

## RESULTADOS

**Ácidos Grasos Saturados (AGS):** En ninguna de las dos fracciones lipídicas evaluadas se encontraron (lípidos totales y neutros) diferencias para los AGS totales entre las categorías ( $P > 0,05$ ). Sin embargo, en ambas fracciones lipídicas la proporción de C14:0 de VP sólo superó a la de NP ( $P < 0,05$ ) y fue similar a VL y NP. En los lípidos totales del LM, la proporción de C16:0 en VP fue similar a la de las restantes categorías; en cambio, su proporción en los lípidos neutros de VP fue mayor que en los de NP y VL ( $P = 0,003$  y  $P = 0,013$  respectivamente). Las proporciones de C18:0 en VP fueron inferiores que en NP ( $P < 0,05$ ) en ambas fracciones lipídicas, pero no se diferenciaron de

las proporciones observadas en VL o VC.

**Ácidos Grasos Monoinsaturados (AGMI):** las proporciones de AGMI totales en ambas fracciones lipídicas fueron mayores en VP que en NP ( $P < 0,001$ ); esto estuvo asociado a las también a mayores ( $P < 0,01$ ) proporciones de C18:1 cis-9 en ambas fracciones y de C16:1 n-7 para los lípidos totales en VP que en NP. En contraposición, las proporciones de AGMI totales, C18:1 cis-9 y C16:1 n-7 en ambas fracciones lipídicas de VP no se diferenciaron de las proporciones en VL o VC ( $P > 0,05$ ). En los lípidos totales y neutros del músculo *longissimus* de VP la proporción de ácido

*trans-vaccénico* (TVA; C18:1 *trans*-11) fue inferior ( $P < 0,05$ ) a la de NP. En tanto que la proporción de este ácido graso fue superior en VP que en VC ( $P < 0,05$ ) en los lípidos totales, pero no en los neutros, donde fue similar. La proporción de TVA de VP fue similar a la de VL en ambas fracciones lipídicas ( $P > 0,05$ )

**Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI):** la proporción de AGPI totales en VP en los lípidos totales del músculo *longissimus* fue menor que en NP ( $P < 0,001$ ), y similar que en VL y VC ( $P > 0,05$ ); en los neutros en cambio su proporción en VP fue similar a la de NP y VL, y superior a la de VC

Cuadro 1. Proporción de ácidos grasos (g/100g de ácidos grasos) de los lípidos totales del músculo *Longissimus Dorsi* de cada categoría de faena.

	Categorías de faena <sup>a</sup>					Contrastes-Significancia <sup>b</sup>		
	VP	VL	NP	VC	EEM	1	2	3
C14:0	2,46	2,46	2,02	2,38	0,10	NS	**	NS
C16:0	25,38	24,90	23,87	25,14	0,57	NS	NS	NS
C18:0	15,79	16,19	17,60	16,33	0,50	NS	*	NS
C16:1n-7	2,90	2,75	2,36	2,85	0,14	NS	**	NS
C18:1cis-9	34,37	32,86	30,84	33,42	0,67	NS	***	NS
C18:1trans-11	1,55	1,73	2,14	1,02	0,17	NS	*	*
C18:2n-6	2,00	2,38	3,04	1,37	0,17	NS	**	*
C18:3n-3	1,21	1,17	1,48	0,81	0,01	NS	**	***
CLAcis-9,trans11	0,34	0,39	0,39	0,24	0,02	NS	NS	**
AGS totales <sup>c</sup>	43,80	43,73	43,67	44,03	0,90	NS	NS	NS
AGMI totales <sup>d</sup>	37,77	36,08	33,52	36,78	0,78	NS	***	NS
AGPI totales <sup>e</sup>	5,71	6,72	8,10	4,55	0,46	NS	***	NS
AGMI/AGS	0,87	0,83	0,77	0,84	0,02	NS	**	NS
AGPI/AGS	0,13	0,16	0,19	0,11	0,01	NS	**	NS
AGPI n-6/n-3	1,07	1,18	1,23	1,07	0,02	**	***	NS
C18:1trans-11/CLAcis-9, trans-11	4,65	4,56	5,44	4,17	0,35	NS	NS	NS
Índice SCD-C18 <sup>f</sup>	68,5	67,0	63,6	67,2	0,87	NS	***	NS
Índice SCD-C16 <sup>g</sup>	10,3	9,95	8,95	10,2	0,43	NS	*	NS
Índice SCD-CLA <sup>h</sup>	18,0	19,0	16,0	20,3	1,34	NS	NS	NS
Índice SCD-16:1/18:0 <sup>i</sup>	18,5	17,1	13,5	18,0	1,19	NS	**	NS

<sup>a</sup> VP, vaquillona pesada; VL, vaquillona liviana; NP, novillito pesado; VC, vaca refugio

<sup>b</sup> Contrastes pre-planeados=1, VP vs VL; 2, VP vs NP; 3, VP vs VC; Significancia de los contrastes = NS, no significativo  $P > 0,05$ ; \*, \*\*, y \*\*\* se refiere a  $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$  y  $P < 0,001$  respectivamente.

<sup>c</sup> AGS totales = C12:0+C14:0+C16:0+C18:0+C20:0

<sup>d</sup> AGMI totales= C14:1+C16:1n-7+C18:1cis-9

<sup>e</sup> AGPI totales= C18:2n-6 + C18:2n-4 + C18:3n-6 + C18:3n-4 + C18:3n-3 + C18:4n-3+ C20:4n-6 + C20:4n-3 +C20:5n-3 + C22:5n-3 + C22:6n-3

<sup>f</sup> Índice SCD-C18= C18:1cis-9/(C18:0 + C18:1cis-9) x 100

<sup>g</sup> Índice SCD-C16= C16:1n-7/(C16:0+C16:1n-7) x 100

<sup>h</sup> Índice SCD-CLA=CLAcis-9,trans-11/(C18:1trans-11+CLAcis-9,trans-11) x 100

<sup>i</sup> Índice SCD-16:1/18:0=C16:1n-7/C18:0 x 100

( $P < 0,001$ ; Cuadro 1). En ambas fracciones lipídicas la proporción de C18:2 *n*-6 de VP fue menor a la observada en NP y mayor a la de VC ( $P < 0,05$ ), pero similar a la de VL. La proporción de C18:3 *n*-3 en los lípidos totales de VP fue menor a NP ( $P < 0,01$ ) y mayor a VC ( $P < 0,001$ ) pero similar a VL; en lípidos neutros la proporción de éste ácido graso en VP fue superior a VL ( $P < 0,05$ ) y a VC ( $P < 0,001$ ) pero similar a la de NP.

Por último, las vaquillonas pesadas presentaron una mayor proporción de CLA *cis*-9, *trans*-11 (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) que VC tanto en los lípidos totales como en los neutros ( $P < 0,01$ ). Si bien en los lípidos totales la proporción de CLA *cis*-9, *trans*-11 en VP fue similar que en VL y NP ( $P > 0,01$ ), en los lípidos neutros de VP fue menor que en NP ( $P < 0,05$ )

El contenido de C18:1 *trans*-11 y CLA *cis*-9, *trans*-11 total en el músculo (g/100 g tejido fresco) fue mayor en VP que en las otras categorías evaluadas (Figura 1). Esto se correspondió con mayo-

res contenidos de ácidos grasos totales en el músculo de VP que de las restantes categorías y de ácidos grasos de los lípidos neutros (Figura 2).

**Relaciones de importancia nutricional.** Si bien para todas las categorías evaluadas la relación AGPI *n*-6/*n*-3 se mantuvo por debajo del máximo recomendado, la relación fue 13% menor en VP que en NP en la fracción de lípidos totales ( $P < 0,001$ ), aunque similar en los neutros. Así mismo se observó que ésta relación en VP fue 9,3% y 15,6% menor que en VL para la fracción total y neutra respectivamente. Por otra parte, la relación AGMI/AGS en VP fue mayor que en NP en ambas fracciones lipídicas ( $P < 0,05$ ), pero similar a VL y VC ( $P > 0,05$ ). La relación AGPI/AGS en VP fue inferior ( $P < 0,01$ ) a la de NP en la fracción de lípidos totales pero no en la de lípidos neutros, en cambio, la relación de VP fue similar en los lípidos totales pero superior en los lípidos neutros de VC ( $P < 0,001$ ). Esta relación no fue diferente entre VP y VL.

**Índices de desaturación:** Los índices de desatu-

Cuadro 2. Proporción de ácidos grasos (g/100g de ácidos grasos) de los lípidos neutros del músculo Longissimus Dorsi de cada categoría de faena.

	Categorías de faena <sup>a</sup>					Contrastes-Significancia <sup>b</sup>		
	VP	VL	NP	VC	EEM	1	2	3
C14:0	2,80	2,81	2,46	2,80	0,09	NS	*	NS
C16:0	26,72	25,42	25,12	26,79	0,35	*	**	NS
C18:0	16,37	16,45	18,45	17,64	0,53	NS	**	NS
C16:1n-7	3,03	2,98	2,75	2,94	0,14	NS	NS	NS
C18:1cis-9	36,31	34,63	33,01	35,88	0,61	NS	**	NS
C18:1trans-11	1,58	2,12	2,62	1,16	0,03	NS	***	NS
C18:2n-6	0,82	0,90	0,96	0,61	0,04	NS	**	***
C18:3n-3	0,66	0,61	0,68	0,40	0,02	*	NS	***
CLAcis-9,trans11	0,39	0,44	0,47	0,27	0,02	NS	*	***
AGS totales <sup>c</sup>	46,08	44,91	46,26	47,47	0,69	NS	NS	NS
AGMI totales <sup>d</sup>	39,91	38,13	36,17	39,38	0,68	NS	***	NS
AGPI totales <sup>e</sup>	1,95	1,94	2,17	1,38	0,08	NS	NS	***
AGMI/AGS	0,87	0,85	0,78	0,84	0,02	NS	*	NS
AGPI/AGS	0,04	0,04	0,05	0,03	0,00	NS	NS	***
AGPI n-6/n-3	0,92	1,09	1,02	1,09	0,06	*	NS	NS
C18:1trans-11/CLAcis-9, trans-11	4,01	4,86	5,70	4,23	0,44	NS	*	NS
Índice SCD-C18 <sup>f</sup>	68,9	67,8	64,1	67,1	0,92	NS	***	NS
Índice SCD-C16 <sup>g</sup>	10,2	10,5	9,87	9,91	0,44	NS	NS	NS
Índice SCD-CLA <sup>h</sup>	20,0	18,2	15,6	20,5	1,34	NS	*	NS
Índice SCD-16:1/18:0 <sup>i</sup>	18,7	18,3	15,1	17,3	1,25	NS	*	NS

a; b; c; d; e; f; g; h; i = referirse a la Cuadro 1 para la explicación

ración SCD-C18, y SCD-C16:1/C18:0 de VP no difirieron de los de VL y VC pero fueron superiores a los de NP en ambas fracciones lipídicas. Si bien en los lípidos totales del músculo longissimus el índice SCD-CLA de las vaquillonas pesadas no difirió del de las otras categorías evaluadas ( $P > 0,05$ ), en los lípidos neutros este índice fue mayor en VP que en NP ( $P = 0,03$ ). el índice SCD-C16 de VP fue superior al de NP en los lípidos totales, permaneciendo similar a las restantes categorías evaluadas en la fracción de lípidos neutros. Finalmente, la relación C18:1*trans*-11/CLA *cis*-9, *trans*-11 (TVA/CLA) en la fracción de lípidos neutros de VP no difirió de la de VL o VC ( $P > 0,05$ ), pero fue menor que la de NP ( $P = 0,01$ ) (Cuadro 1 y 2).

## DISCUSIÓN

Lucero-Borja et. al. (2012) demostraron que el menor valor comercial de las vaquillonas pesadas respecto a vaquillonas livianas o a novillitos de similar peso no está asociado con un menor valor organoléptico de su carne, pues éste fue igual o superior en las vaquillonas pesadas. Para reducir el riesgo de enfermedades coronarias se recomienda una relación AGPI:AGS en la dieta superior a 0,45 y de AGPI *n*-6:*n*-3 inferior a 4 (Simopoulos, 2004) El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar el perfil de ácidos grasos de las vaquillonas pesadas respecto al de otras categorías de mayor valor comercial. Las mayores diferencias en la composición de ácidos grasos de la carne están asociadas a su contenido de grasa intramuscular. Estas diferencias se explicarían porque al modificar el contenido de grasa total de

la carne se alteran las proporciones de fosfolípidos de membrana (ricos en AGPI) y las de triglicéridos (ricos en AGS y AGMI); (Wood et al., 2008). Como se evidencia en el presente trabajo aumentos del contenido de lípidos totales están asociados con incrementos en el contenido de lípidos neutros.

Así el mayor contenido de lípidos neutros en el músculo LM explicaría las mayores proporciones de AGMI en los lípidos totales de VP que de NP. Sin embargo, la composición obtenida en lípidos neutros pone en evidencia que, aún a igual contenido lípidos totales la proporción de AGMI en el LM de VP sería mayor que en el de los NP. Esto sería el resultado de una mayor desaturación en las vaquillonas que en los novillitos tal como lo sugieren los mayores índices de desaturación en VP que NP.

La menor proporción de AGPI totales en VP que en NP estaría asociada únicamente al incremento en el contenido de lípidos totales y neutros, pues su proporción no es modificada en los lípidos neutros. Por otra parte, en contraposición a lo observado en animales alimentados con altos niveles de concentrados (Stelzleni and Johnson 2008) el mayor contenido de lípidos intramusculares en VP no estuvo asociado con un incremento de la relación AGPI *n*-6: *n*-3 sino con una disminución de dicho índice. Esto último se explicaría por la baja relación AGPI *n*-6: *n*-3 presente en las pasturas consumidas por los animales.

Tanto el C18:1 *trans*-11 como el CLA *cis*-9, *trans*-11 se acumulan preferentemente en los lípidos neutros, es así que, tal como ocurrió en el presente trabajo, un incremento de estos últimos

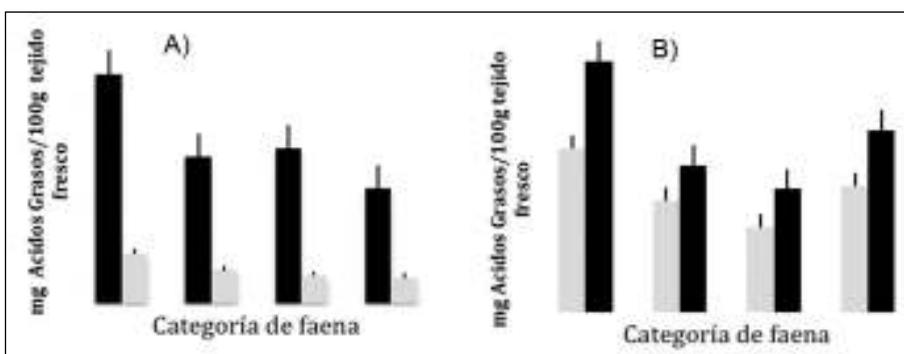


Figura 1. **A)** Contenido de C18:1 *trans*-11 (mg /100g de tejido fresco) (barras negras) y CLA *cis*-9, *trans*-11 (barras grises) en lípidos totales del músculo Longissimus Dorsi de cada categoría de faena. **B)** Contenido de ácidos grasos (mg/100g de tejido fresco) de lípidos totales (barras negras) y lípidos neutros (barras grises) en el músculo Longissimus Dorsi de cada categoría de faena.

en la carne genera un incremento de ambos ácidos grasos en la carne. La menor proporción de CLA *cis-9, trans-11* en los lípidos neutros de VP que de NP, estaría asociada con la también menor proporción de su precursor, el C18:1 *trans-11*. Las diferencias en la proporción de este último ácido graso por un lado podrían estar asociadas a diferencias en su absorción intestinal que resulta entre otras cosas del consumo de AGPI y de su biohidrogenación ruminal. Por otro lado, la menor proporción de C18:1 *trans-11* y, en consecuencia de CLA *cis-9, trans-11*, en los lípidos neutros de VP respecto de los NP podría deberse a la dilución del C18:1 *trans-11* acumulado que generaría la mayor síntesis de novo de ácidos grasos en VP. A pesar de esto, es de destacar en VP una mayor proporción del C18:1 *trans-11* fue convertida a CLA *cis-9, trans-11*. Esto está en concordancia con los mayores índices de desaturación observados en las vaquillonas pesadas antes mencionados.

## CONCLUSIÓN

A igual peso de faena las vaquillonas pesadas presentan una menor relación AGPI *n-6/n-3*, mayor proporción de AGMI y mayor relación AGMI/AGS que los novillos pesados. Los mayores índices de desaturación presentados en el músculo *longissimus dorsi* de VP que de NP explicarían muchas de las diferencias en su composición de ácidos grasos, dichos índices estarían asociados a una mayor actividad de la enzima SCD en hembras que en machos de similar edad de faena.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bartoň L., D. Bureš, T. Kott, D. Řehák. 2011. Effect of sex and age on bovine muscle and adipose fatty acid composition and stearoyl-CoA desaturase mRNA expression. *Meat Science* 89, 444–450
- Descalzo, A. M., and A. M. Sancho. 2008. A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina. *Meat Science* 79, 423–436.
- Folch, J., M. Lees, and G. H. S. Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497–509.
- Knight T. W., S. Knowles and A. F. Death. 2003. Factors affecting the variation in fatty acid concentrations in lean beef from grass-fed cattle in New Zealand and the

- implications for human health. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 46, 83–95
- Lucero-Borjas, J., L. B. Pouzo, M. S. de la Torre, L. Langman, F. Carduzad, P. M. Corva F. J. Santini, E. Pavan. 2012. Slaughter weight/age and sex effect on Argentinean grazing cattle beef quality. *Meat Science* (en revisión)
- Martin, G. S., D. K. Lunt, K. G. Britain and S. B. Smith. 1999. Postnatal development of stearoyl coenzyme A desaturase gene expression and adiposity in bovine sub-cutaneous adipose tissue. *J. Anim. Sci.* 77, 630–636
- Mercado de Liniers S.A. 2012. Precios por categoría (Clasificación ONCCA). Disponible en <http://www.mercadodeliniers.com.ar/>.
- Park, P., and R. E. Goins. 1994. In situ preparation of FAME for analysis of fatty acid composition in food. *J. Food Sci.* 59, 1262–1266.
- Pavan, E. 2006. Enhancing beef conjugated linoleic acid content through oil supplementation to grazing steers. Dissertation, University of Georgia, Athens, GA, USA.
- Poulson, C. S., T. R. Dhiman, A. L. Ure, D. Cornforth, and K. C. Olson. 2004. Conjugated linoleic acid content of beef from cattle fed diets containing high grain, CLA, or raised on forages. *Livestock Production Science* 91, 117–128.
- Scollan, N., J.-F. Hocquette, K. Nuernberg, D. Dannenberger, I. Richardson, and A. Moloney. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science* 74, 17–33.
- Simopoulos, A. P. 2004. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International*, 20, 77–90.
- Smith, S. B., Lunt, D. K., Chung, K. Y., Choi, C. B., Tume, R. K., & Zembayashi, M. 2006. Adiposity, fatty acid composition, and delta-9 desaturase activity during growth in beef cattle. *Animal Science Journal*, 77, 478–486.
- Steen, R. W. J., & Porter, M. G. 2003. The effects of high concentrate diets and pasture on the concentration of conjugated linoleic acid in beef muscle and subcutaneous fat. *Grass and Forage Science*, 58, 50–57
- Stelzleni, D. and D. Johnson. 2008. Effect of days on concentrate feed on sensory off-flavor score, off-flavor descriptor and fatty acid profiles for selected muscles from cull beef cows. *Meat Science* 79, 382–393
- Wood, J. D., M. ENSer, A. V. Fisher, G. R. Nute, P. R. Sheard, R. I. Richardson, S. I. Hughes, and F. M. Whittington. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science* 78, 343–358.

Lucero Borja, J.<sup>1</sup>; Pouzo, L.B.<sup>2,3</sup>; Langman, L.<sup>4</sup>; Carduza, F.<sup>4</sup>; Corva, P.<sup>2</sup>; Santini, F.J.<sup>2,3</sup>; Pavan, E.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Curso de Posgrado en Producción Animal, FCA-UNMdP, Balcarce, Argentina

<sup>2</sup> FCA-UNMdP, Balcarce, Argentina

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

<sup>4</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, EEA INTA Balcarce, Argentina

## Producción de vaquillonas pesadas en condiciones de pastoreo y su impacto en la terneza de la carne

### INTRODUCCIÓN

Históricamente, en el mercado argentino la vaquillona de más de 320 kg de peso vivo (PV) ha sido incluida en la categoría de “vacas”, lo cual disminuye sensiblemente el precio que el productor obtenía por ese animal. Dado que dentro de un amplio rango de edades la terneza se encuentra negativamente asociada con la edad del animal, esta modalidad de comercialización se habría implementado para evitar comercializar vacas como vaquillonas. Sin embargo, Shackelford et al. (1995) concluyen que la magnitud de la diferencias de terneza en el músculo *longissimus* encontradas entre vaquillonas (15-18 meses de edad) y vacas de dos años de edad difícilmente justifiquen un menor valor de mercado de las últimas respecto a las vaquillonas. En Argentina, a partir de diciembre de 2005 entró en vigencia la disposición de la Oficina de Nacional de Control Comercial Agropecuario (ONCCA) 5701/2005, a través de la cual se crearon distintas categorías de peso vivo de vaquillonas especiales y buenas (300 a 340, 341 a 380, y 381 a 420 kg PV), y una categoría de vaquillonas regulares. Esta nueva categorización permitiría diferenciar las vaquillonas de las vacas. Sin embargo, las vaquillonas de más de 320 kg PV siguieron siendo penalizadas en el mercado con un menor precio. Según la base de datos del Mercado de Liniers S.A. (<http://www.mercado.deliniers.com.ar/>), el precio medio durante el año 2006 en ese Mercado para las vaquillonas de 300 a 340 kg PV fue de \$2.50 por kg PV y para las de 381 a 420 kg PV de

\$2,17. Esta reducción en el precio de vaquillonas por aumento de peso fue 80% mayor que en los novillitos por similar cambio de peso (\$2,60 a \$2,46 por kg). Esto se reflejó en que durante el 2006, sólo el 6% del total de vaquillonas comercializadas correspondió a vaquillonas pesadas, mientras que los novillitos pesados representaron el 27% del total de novillitos.

En la literatura hay evidencias que indican que las diferencias en terneza generadas por variaciones en la edad o por el sexo no justificarían tales desviaciones en los precios. En un sistema de producción pastoril con una ganancia diaria de peso vivo media de 500 g, producir una vaquillona pesada en vez de una liviana demandaría aproximadamente 5 meses más. Si bien Wulf et al. (1996) observaron que lag fuerza de corte (dureza) de distintos cortes de carne de novillos en el rango de 15 a 18 meses de edad terminados en dietas a base de concentrados se correlacionaba positivamente con la edad, el coeficiente de correlación fue relativamente bajo ( $r=0.18$ ). Sin embargo, dado que en este trabajo los animales fueron faenados a medida que alcanzaban los 400 kg de peso vivo o 1 cm de espesor de grasa dorsal, habría un efecto confundido de la edad y la tasa de ganancia de peso sobre la terneza (Perry and Thompson, 2005). Por otra parte, Field et al. (1996) no observaron diferencias en la terneza del músculo *longissimus dorsi* de vaquillonas faenadas a 31, 33 y 35 meses de edad luego de 100 d de alimentación con concentrados.

Lawrence et al. (2001) al evaluar el efecto de la edad (determinada por el número de incisivos

permanentes: 0, 2, 4, 6, y 8), el sexo (vaquillonas vs. novillos) y su interacción sobre la terneza del músculo *longissimus dorsi* tampoco encontraron diferencias significativas. Si bien en el trabajo de Zinn et al., (1970) el sexo (vaquillonas vs. novillos) no afectó la terneza de tres músculos (Triceps brachii, *longissimus dorsi* y Semimembranosus) de animales terminados con dietas concentradas, Choat et al. (2006) reportan que, con 7 d de maduración, la terneza del músculo *longissimus dorsi* fue menor en vaquillonas que en novillos. Sin embargo, dicha diferencia desapareció al incrementar el tiempo de maduración de la carne.

El presente trabajo busca definir elementos biológicos que ayuden a establecer el valor de la carne producida de forma más objetiva. Así el primer objetivo del presente trabajo fue el de comparar la fuerza de corte (terneza) de los músculos *longissimus* y *gluteus medius* de vaquillonas pesadas con la de los mismos músculos de vaquillonas livianas, novillitos pesados, o vacas de refugio. El segundo objetivo fue el de determinar si posibles diferencias en la fuerza de corte del producto obtenido con las distintas categorías o con distintos músculos pueden ser eliminadas con un mayor tiempo de maduración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Animales y tratamientos.** Para este estudio se seleccionaron 20 terneras en el destete (marzo-abril 2007), con un peso promedio de 160 kg (1,44 kg EEM); diez se asignaron al azar al tratamiento Vaquillonas Livianas (VL, 300-340 kg PV) y diez al tratamiento Vaquillonas Pesadas (VP, 381-420 kg PV), del mismo rodeo se seleccionaron 10 terneros para el tratamiento Novillitos Pesados (NP, 391-430 kg PV), al año siguiente (marzo, 2008), del rodeo original se seleccionaron 10 vacas detectadas sin preñez con al menos dos partos que se asignaron al tratamiento Vacas de Refugio (VC).

**Manejo de los Animales.** Los animales se ubicaron en una pastura consociada (10 Ha; *Medicago sativa*, *Lolium perenne*, *Bromus unioloides*, y *Festuca arundinacea* entre las principales especies). Se utilizó un sistema de pastoreo rotativo. El peso inicial y final de los animales se calculó como el promedio de dos pesadas consecutivas sin desbaste previo. Los animales se pesaron durante el período de engorde cada 21 d.

Cuando el grupo de animales asignados a cada tratamiento alcanzó el peso medio correspondiente a su categoría se enviaron a faena, excepto en el caso de VC que se faenaron después de 2 meses de engorde. Las faenas se realizaron en frigoríficos. Las faenas se efectuaron en frigoríficos comerciales.

**Determinaciones a la faena.** A la faena se determinó el peso de la media res caliente y el peso de la grasa de riñonada y capadura. A las 24 h postmortem se determinó el pH y la temperatura del músculo *Longissimus* de la media res izquierda entre la 12ª y 13ª costillas.

**Muestreo y procesamiento de los músculos *Longissimus* y *Gluteus medius*.** A las 24 h postmortem se procedió a extraer la porción entre las costillas 9ª-12ª del músculo *Longissimus* (LM) y todo el músculo *Gluteus medius* (GM) de la media res izquierda. Las secciones de músculos así obtenidas fueron llevadas hasta el laboratorio de calidad de carnes de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del INTA.

A su arribo al laboratorio de la cara caudal de la sección del LM se cortó un bife de 2,5 cm de espesor correspondiente a la 12ª costilla. Éste bife se envasó al vacío y se conservó a -20°C hasta su utilización para el análisis de la composición proximal del LM. Sobre la cara posterior de la sección restante del LM (9ª-11ª costilla), luego de 30 min de exposición al aire en cámara a 2-4°C, se determinó el color del músculo, el espesor de grasa subcutánea y se calcó el perímetro del ojo del bife. Las lecturas colorimétricas (valores L, a\*, b\*) se determinaron con un colorímetro Minolta CR-310 (Minolta Corp. Ramsey, NY) con un área de determinación de 50 mm de diámetro utilizando un iluminante C. El espesor de grasa subcutánea se determinó con un calibre manual y para la determinación el área de ojo de bife (AOB) se utilizó el software APS Asses.Ink.

Al día siguiente (2 d postmortem), de la sección 9ª-11ª costilla del LM y del GM se cortaron en bifes de 2,5 cm de espesor perpendiculares al eje mayor del músculo. Todos los bifes (muestras) así obtenidos fueron inmediatamente etiquetados, envasados al vacío y después de haber cumplido con el tiempo de maduración (2-4°C) asignado al azar, se los almacenó a -20°C hasta su análisis. Los tiempos de maduración definidos fueron 3, 7, 14 y 28 días.

*Determinación de la fuerza de corte* (terneza objetiva). Para la determinación de la fuerza de corte del LM se seleccionó al azar una muestra (bife) de cada tratamiento (categoría x período de maduración). Las muestras así seleccionadas se descongelaron a 4°C por 24 h y se cocinaron utilizando una parrilla eléctrica (Faberware, Bronks NY). Durante la cocción la muestras se giraron cuando alcanzaron una temperatura interna de 35°C la que se determinó con un termómetro digital (Scanning Thermometer, Digi-Sense, ColePalmer) provisto de termocuplas ubicadas en el centro geométrico; cuando la temperatura interna alcanzó los 71°C se retiraron las muestras de la parrilla y se las dejó enfriar hasta temperatura ambiente. Luego de cada muestra se obtuvieron seis cilindros de 1.27 cm de diámetro, paralelos a la orientación de la fibra muscular (American Meat Science Association, 1995); estos cilindros se cortaron perpendicularmente a la fibra muscular con la cizalla de corte Warner-Bratzler (Warner-Bratzler meat shear, G R Manufacturing CO., Manhattan, KS, USA) provista de un analizador de textura (BFG 500N, QuantrolTM, Dillon/Quality

Plus, Inc., Kansas City, MO, USA). El mismo procedimiento se repitió para las muestras de GM.

*Análisis estadístico.* Las variables se analizaron con el procedimiento MIXED de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). Para todas las variables, excepto terneza, el modelo incluyó la categoría como efecto fijo y al animal dentro de categoría como efecto aleatorio; la unidad experimental fue el animal. La terneza se evaluó bajo un diseño de parcelas divididas con medidas repetidas en el tiempo. El modelo incluyó a la categoría (parcela principal), músculo (subparcela), tiempo de maduración (medidas repetidas en el tiempo) y sus interacciones como efectos fijos, y al animal dentro de categoría como efecto aleatorio para evaluar el efecto de categoría. Las diferencias entre las medias ajustadas de los tratamientos de categoría se evaluaron utilizando los siguientes contrastes preplaneados: 1) VP vs. VL, 2) VP vs NP, y 3) VP vs VC. Las diferencias entre las medias ajustadas de los tratamientos de tiempo de maduración o de los tratamientos resultantes de la combinación entre categorías, músculo y/o tiempo de maduración se evaluaron utilizando la opción PDIFF de SAS.

Cuadro 1. Efecto de la categoría sobre los parámetros productivos, características de la carcasa y del músculo longissimus.

Variable	Categoría <sup>1</sup>					Contraste <sup>2</sup>		
	VP	VL	NP	VC	EEM	1	2	3
<b>Periodo de engorde, d</b>								
Peso vivo, kg								
Inicio	164	159	170	408	6,45	0,61	0,55	<0,01
Final	385	309	389	426	10,32	<0,01	0,74	<0,01
Preembarque <sup>3</sup>	379	318	384	418	10,03	<0,01	0,73	<0,01
ADPV <sup>4</sup> , kg	0,47	0,47	0,55	0,21	0,04	0,98	0,24	<0,01
<b>Características de la res</b>								
Peso res caliente, kg	211	160	205	213	5,54	<0,01	0,43	0,82
Rendimiento <sup>5</sup>	55,7	50,5	53,4	51,7	0,02	0,02	0,28	0,06
Grasa de riñonada <sup>6</sup> , % res	2,8	1,3	1,4	1,5	0,15	<0,01	<0,01	<0,01
Espesor grasa dorsal, mm	7,5	4,2	5,1	7,9	0,70	<0,01	0,02	0,72
AOB <sup>7</sup> , cm <sup>2</sup>	53,8	50,7	57,7	48,7	1,89	0,26	0,16	0,07
pH 24 h	5,7	5,7	5,9	5,9	0,06	0,71	0,03	0,02
Extracto etéreo, % tejido fresco	3,19	2,27	1,91	2,53	0,29	0,06	<0,01	0,09

<sup>1</sup> VP, vaquillona pesada; VL, vaquillona liviana; NP, novillito pesado; VC, vaca refugio.

<sup>2</sup> Contrastes preplaneados: 1, VP vs VL; 2, VP vs NP; 3, VP vs VC.

<sup>3</sup> preencierre de 6 horas.

<sup>4</sup> ADPV, aumento diario de peso vivo = (kg peso final- kg peso inicial)/días de engorde.

<sup>5</sup> Rendimiento = peso de res caliente/peso de preembraque\*100.

<sup>6</sup> En el caso de NP incluye la grasa de capadura

<sup>7</sup> AOB, área de ojo de bife en cm<sup>2</sup>.

## RESULTADOS

Al inicio del engorde el peso vivo (PV) de VP no difirió ( $P > 0,05$ ) del de VL ni del de NP (Cuadro 1). Las vacas de refugio (VC) entraron al ensayo con un peso inicial mayor ( $P < 0,01$ ) que el de VP. Por la definición misma del tratamiento el peso vivo final de VP fue superior ( $P < 0,01$ ) al de VL y similar ( $P = 0,74$ ) al de NP. En cambio, el peso vivo final de VP fue inferior ( $P < 0,01$ ) al alcanzado en VC. Se debe destacar que la diferencia en peso de faena entre VP y VL no se debe a diferencias en el aumento diario de peso entre estas dos categorías ( $P = 0,98$ ), sino a diferencias en el período de engorde o edad de los animales a la faena.

El peso de res caliente en VP fue un 32% mayor ( $P < 0,01$ ) que en VL y no difirió con el peso de res caliente en NP o VC ( $P > 0,05$ ). El rendimiento también fue mayor en VP que en VL ( $P < 0,01$ ) y no difirió ( $P > 0,05$ ) del rendimiento en NV o VC. El nivel de engrasamiento de la carcasa fue superior

en VP que en las restantes categorías evaluadas. La proporción de grasa de riñonada fue superior ( $P < 0,01$ ) en VP que en cualquiera de las categorías restantes, y el espesor de grasa dorsal fue mayor ( $P < 0,01$ ) en VP que en VL o NP. El espesor de grasa dorsal en VP y en VC fue similar ( $P = 0,72$ ). Por su parte, el área de ojo de bife en VP no difirió ( $P > 0,05$ ) del área de ojo de bife en VL, NP, o en VC. EL pH muscular de VP a las 24 h fue inferior ( $P < 0,05$ ) con respecto al de NP o en VC; en tanto fue similar al de VL ( $P = 0,72$ ). Del análisis proximal del músculo longissimus se destaca que el contenido de lípidos totales (extracto etéreo) en VP fue similar al contenido en VL o en VC ( $P > 0,05$ ), y un 67% superior al de NP.

La fuerza de corte de la carne fue afectada por la categoría animal ( $P < 0,001$ ; Figura 1.A) y por la longitud del período de maduración ( $P < 0,001$ ; Figura 1.B) de manera independiente (CATxPM,  $P = 0,35$ ). A su vez, los efectos de la categoría animal y del período de maduración sobre la fuerza

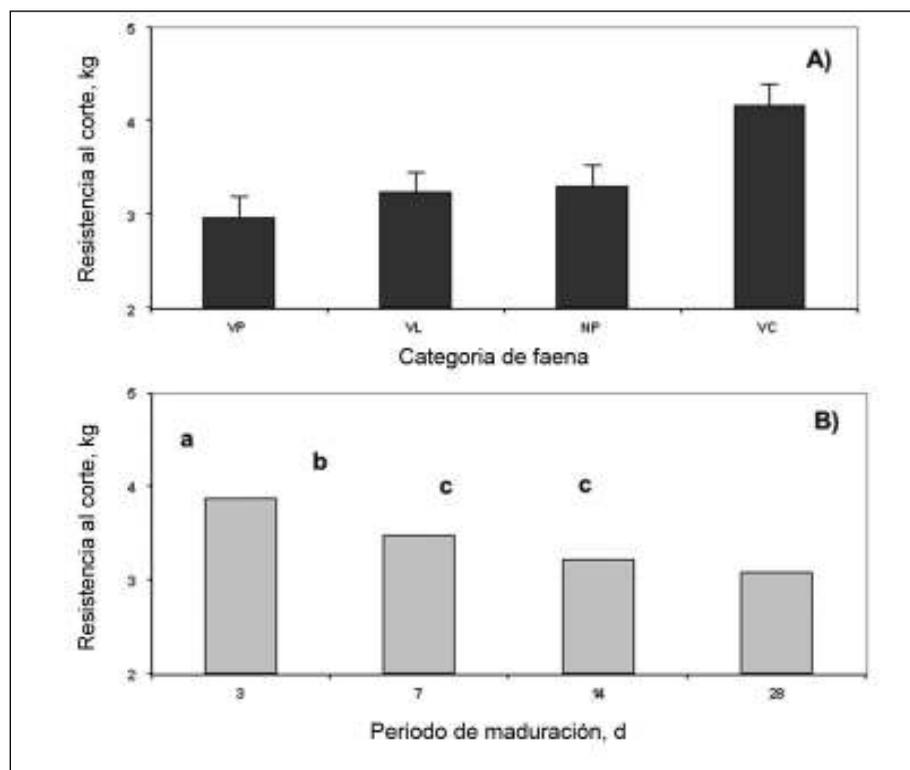


Figura 1. **A)** Efecto de la categoría animal faenada sobre la resistencia al corte promedio de los músculos longissimus y gluteus medius (contrastes preplaneados: VP vs. VL,  $P = 0,25$ ; VP vs. NP,  $P = 0,15$ ; VP vs. VC,  $P < 0,001$ ). **B)** Efecto del período de maduración sobre la resistencia al corte promedio de los músculos longissimus y gluteus medius (a, b, c medias con letras iguales no difieren;  $P > 0,05$ ). VP, vaquillona pesada; VL, vaquillona liviana; NP, novillito pesado; VC, vaca refugio. Nivel de significación: Categoría (CAT),  $P < 0,001$ ; Músculo (MUSC),  $P = 0,29$ ; CATxMUSC,  $P = 0,28$ ; Período de maduración (PM),  $P < 0,001$ ; CATxPM,  $P = 0,35$ ; MUSCxPM,  $P = 0,09$ ; CATxMUSCxPM,  $P = 0,86$ .

de corte fueron independientes del músculo evaluado ( $P=0,28$  y  $P=0,09$ , respectivamente). Los dos músculos evaluados (*longissimus* y *gluteus medius*) no difirieron en su fuerza de corte ( $P=0,29$ ). La fuerza de corte en VP fue un 29% menor ( $P<0,001$ ) que en VC, y no difirió de la fuerza de corte en VL ( $P=0,25$ ) o en NP ( $P=0,15$ ). Al evaluar el efecto del período de maduración se observa una disminución ( $P\leq 0,05$ ) de la fuerza de corte al pasar de 3 a 7 d de maduración y de 7 a 14 d; mientras que la fuerza de corte se mantiene constante ( $P>0,05$ ) al pasar de 14 a 28 d de maduración. El incremento del período de maduración redujo también la variación en los valores de fuerza de corte, el error estándar de las medias fue de 0,13, 0,10, 0,09 y 0,08 kg con 3, 7, 14 y 28 d de maduración.

## DISCUSIÓN

Los resultados indican que el menor valor de mercado de las vaquillonas pesadas (381-420 kg PV) respecto al de vaquillonas livianas (300-340 kg PV) o novillitos pesados (391-430 kg PV) no se corresponde con una mayor resistencia al corte de su carne. Estos resultados concuerdan con los de otros autores (Choat et al., 2006; Field et al., 1996; Lawrence et al., 2001; Zinn et al., 1970) que evaluaron el efecto de la edad/peso y sexo sobre la terneza. Si bien Wulf et al. (1996) reportaron una disminución de la terneza del *longissimus* con el incremento de la edad, las diferencias en edad estuvieron asociadas con diferentes tasas de ganancia de peso, que podrían explicar, al menos, parte de las diferencias (Perry and Thompson, 2005). Los resultados de resistencia al corte se corresponden con similares resultados de terneza sensorial (datos no presentados).

Los espesores de grasa dorsal, como así también los porcentajes de grasa de riñonada indicarían un mejor nivel de terminación de VP que de VL y NP. El espesor de grasa subcutánea de las res/carcasa cumple la importante función de proteger los músculos de un rápido enfriamiento que podría inducir a un acortamiento excesivo de los sarcómeros, con la consiguiente reducción de la terneza. En relación a esto, Page et al. (2001) proponen un umbral mínimo de 0,76 mm que se debería alcanzar de espesor de grasa dorsal para evitar efectos negativos sobre la calidad de la

carne. En el presente trabajo, las diferencias en espesor de grasa dorsal entre VP y VL o NP se reflejaron en diferencias en el color en VL o NP que en VP (datos no presentados), pero no en la terneza. Por otra parte, si bien el espesor de grasa dorsal entre VP y VC fue similar y cercano al umbral propuesto por Page et al. (2001), se observaron diferencias entre estas dos categorías para la resistencia al corte de la carne. Estas diferencias podrían ser atribuidas a un mayor contenido de colágeno insoluble en los animales de mayor edad.

Si bien la tendencia general marca que un mayor contenido de grasa intramuscular está asociado con un mayor nivel de terneza, el nivel de correlación entre estas dos variables es baja y el contenido de grasa intramuscular solo explicaría diferencias en terneza cuando se comparan valores de extremos de engrasamiento (Wheeler et al., 1994; Wulf et al., 1997). En el presente trabajo las diferencias en el contenido de grasa intramuscular entre VP y VL o NP no se tradujeron en diferencias en terneza. Sin embargo, no es posible descartar que el mayor contenido de grasa intramuscular de VP haya contribuido para que su terneza sea similar a la de VL o NP.

Si bien aún el valor medio de fuerza de corte para las cuatro categorías evaluadas con tres días (3 d) de maduración fue bajo (menor a 4 kg), un mayor tiempo de maduración mejoró (disminuyó) la resistencia al corte y redujo su variabilidad. Es decir, el hecho de incrementar el período de maduración hasta 14 d permitiría ofrecer al consumidor un producto más tierno y más confiable. Por otra parte, los datos del presente trabajo sugieren que la extensión del período de maduración de la carne proveniente de vacas de refugio hasta 14 d permitiría obtener un producto con un nivel de terneza similar al de las restantes categorías con 3 d de maduración (datos no presentados).

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente trabajo los resultados permiten concluir que: a) la resistencia al corte (terneza) de la carne de vaquillonas pesadas es similar a la de las vaquillonas livianas y a la de novillitos pesados; b) la resistencia al corte (terneza) de la carne de vaquillonas pesadas es inferior (mayor terneza) a la de vacas refugio; c) un mayor tiempo de maduración de la carne produci-

da por vacas permitiría alcanzar niveles de terniza adecuados y similares a los de vaquillonas livianas o pesadas y a la de novillitos pesados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Choat, W. T. et al. 2006. The effects of cattle sex on carcass characteristics and longissimus muscle palatability. *J. Anim. Sci.* 84: 1820-1826.
  - Field, R. et al. 1996. Growth, carcass, and tenderness characteristics of virgin, spayed, and single-calf heifers. *J. Anim. Sci.* 74: 2178-2186.
  - Lawrence, T. E., J. D. Whatley, T. H. Montgomery, L. J. Perino, and M. E. Dikeman. 2001. Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of longissimus steaks from commercially fed cattle. *J. Anim. Sci.* 79: 2092-2096.
  - Page, J. K., D. M. Wulf, and T. R. Schwotzer. 2001. A survey of beef muscle color and pH. *J. Anim. Sci.* 79: 678-687.
  - Perry, D., and J. M. Thompson. 2005. The effect of growth rate during backgrounding and finishing on meat quality traits in beef cattle. *Meat Science* 69: 691-702.
  - Shackelford, S. D., M. Koohmaraie, and T. L. Wheeler. 1995. Effects of slaughter age on meat tenderness and USDA carcass maturity scores of beef females. *J. Anim. Sci.* 73: 3304-3309.
  - Wheeler, T. L., L. V. Cundiff, and R. M. Koch. 1994. Effect of marbling degree on beef palatability in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *J. Anim. Sci.* 72: 3145-3151.
  - Wulf, D. M., J. B. Morgan, J. D. Tatum, and G. C. Smith. 1996. Effects of animal age, marbling score, calpastatin activity, sub-primal cut, calcium injection, and degree of doneness on the palatability of steaks from limousin steers. *J. Anim. Sci.* 74: 569-576.
  - Wulf, D. M., S. F. O'Connor, J. D. Tatum, and G. C. Smith. 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *J. Anim. Sci.* 75: 684-692.
  - Zinn, D. W., C. T. Gaskins, G. L. Gann, and H. B. Hedrick. 1970. Beef muscle tenderness as influenced by days on feed, sex, maturity and anatomical location. *J. Anim. Sci.* 31: 307-309.
-

Paschetta, F.<sup>1</sup>; Sancho, A.M.<sup>2 3</sup>; Pazos, A.<sup>2 3</sup>; Descalzo, A.<sup>2 3</sup>; Grigioni, G.<sup>2 3 4</sup>

<sup>1</sup> Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata, Buenos Aires

<sup>2</sup> Instituto Tecnología de Alimentos, Centro de Investigación de Agroindustria, INTA, Buenos Aires

<sup>3</sup> Fac. de Agronomía y Cs. Agroalimentarias de la Universidad de Morón, Buenos Aires

<sup>4</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CABA

## Clasificación de músculo *Longissimus dorsi* en función de la terneza instrumental

### INTRODUCCIÓN

El consumidor considera que la terneza de la carne es uno de los atributos más importantes de la calidad sensorial (Sorheim y col., 2002; Ouali y col., 2006). En la misma intervienen distintos factores como edad; sexo; tipo de fibra en el músculo; cantidad, tipo y disposición de tejido conectivo; estrés animal; condiciones de manejo y faena; condiciones de temperatura y tiempo de conservación; forma de preparación del producto antes de ser consumido, entre otros.

Actualmente, continúa el debate acerca de la incidencia del tejido conectivo en la dureza de la carne. Egelandsdal y col. (2002) afirman que aún no se ha establecido una relación clara entre el contenido de colágeno total y la variación de la terneza en el músculo *longissimus dorsi*. Esta correlación se ha determinado si se trabaja con distintos músculos alcanzando así un amplio rango de valores de colágeno. En el mismo sentido, Tarrant (1998) argumenta que aún no se ha llegado a una conclusión definida con respecto a la contribución general del colágeno con respecto a la terneza. Sin embargo, Swatland (2003) atribuye a la presencia de tejido conectivo las principales diferencias en la dureza de la carne entre distintos cortes.

Considerando la creciente demanda por parte de los consumidores de poder disponer de cortes de carne bovina con una terneza garantizada, se han desarrollado y/o adaptado instrumentos para predecir terneza en carne basados en técnicas de análisis de imagen digital, ultrasonido, fluores-

cencia de tejido conectivo, entre otros. Esta última metodología, se basa en que las fibras de colágeno y elastina son fluorescentes emitiendo una luz blanca azulada cuando son excitadas con luz ultra violeta (Pearse, 1972). El fenómeno de autofluorescencia brinda información de naturaleza química y está parcialmente relacionado con el colágeno y otros constituyentes de la matriz. En la bibliografía se mencionan distintos estudios en los cuales se utiliza fluorescencia en modelos predictivos de terneza tanto en carne fresca como en carne madurada. Estos trabajos no presentan valores consistentes de correlación entre la información obtenida del espectro de fluorescencia con mediciones de terneza, por lo cual se aconseja no utilizar el método de autofluorescencia como única técnica de análisis (Egelandsdal y col., 2002).

El presente estudio tiene como objetivo delinear las bases de un modelo de clasificación de terneza que contemple características físico-químicas, geométricas del área de ojo de bife aplicando análisis de imagen digital y fluorescencia de tejido conectivo.

### Espectro de fluorescencia

En primera instancia se evaluó la información contenida en el espectro de emisión de fluorescencia de músculo *longissimus dorsi*.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinó el contenido de tejido conectivo utilizando la técnica de espectro-fluorimetría y la

técnica bioquímica en 18 muestras de músculo *longissimus dorsi* a la altura de la 11va costilla anatómica. Las mediciones se realizaron por quintuplicado. La posición de cada submuestra dentro del área del ojo de bife fue identificada con un número del 1 al 5, en sentido horario (figura 1). Cada submuestra fue extraída en forma paralela a las fibras musculares con un sacabocado de 1,2 cm de diámetro y 2,5 cm de altura.

Se utilizó un Espectrofotómetro de Luminiscencia LS 55 (Perkin Elmer) con dispositivo para fluorescencia de superficie sólida. Se excitaron las muestras a 380 y 332 nm y se evaluó el espectro de emisión en el rango de 300-500 nm. Se realizó un estudio de variación de la señal de fluorescencia en función de la temperatura de la muestra a 5°C, 10°C y 15°C.

La determinación bioquímica de colágeno se realizó según la metodología propuesta por Kolar (1990), quien calcula el contenido de colágeno mediante cuantificación de hidroxiprolina.

### **Resistencia al esfuerzo al corte medido con Cizalla de Warner Bratzler**

La cocción de las muestras se realizó en plancha de doble contacto tipo industrial. Las muestras fueron cocinadas en forma estándar hasta una temperatura interna final de 71°C, registrada con termocupla tipo T insertas en el centro geométrico de las mismas. Luego se conservaron en refrigeración a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 horas. Se realizó la medición del esfuerzo al corte con cizalla de Warner Bratzler por sextuplicado. La metodología desarrollada se ajusta a los lineamientos del Manual de Procedimientos ISBN 978-987-679-086-4 (INTA, 2011).

### **Análisis estadístico**

Se evaluó la correlación de Spearman entre las variables de fluorescencia, la determinación de tejido conectivo por método bioquímico y la medición de la resistencia al esfuerzo al corte medido con Cizalla de Warner Bratzler (WBSF).

## **RESULTADOS**

A fin de definir el método de análisis por fluorescencia con el dispositivo de superficie sólida se evaluaron distintas longitudes de onda de excitación y temperatura de la muestra.

Se obtuvo una señal más intensa excitando las muestras a 380 nm respecto de la obtenida a 332 nm. Dentro de rango de longitudes de emisión analizado, se estableció que en el intervalo comprendido entre 450 y 480 nm se observa una mejor separación de las curvas.

Egelandsdal y col. (2002) presentan en su trabajo una recopilación de las regiones del espectro de emisión que contienen información relativa a los valores de terneza instrumental. Sus resultados indican que la región entre 430 y 460 nm aporta información significativa para muestras excitadas a 380 nm.

A modo de ejemplo, en el Figura 1 se presentan 3 curvas típicas de un espectro de emisión de fluorescencia para muestras de carne al ser excitadas a 380 nm. El comportamiento de las curvas varía en función de las características de la muestra.

En el grafico 2 se observa la intensidad de la señal de emisión en función de la temperatura de la muestra. Se observa que a 5°C se obtuvo la menor intensidad de fluorescencia con respecto a la medición de 10 y 15°C. Entre esas temperaturas no se observaron diferencias. Los resultados concuerdan con la observación de Swatland (2003) en donde explica que la temperatura no es un factor crítico si se trabaja con una carne que ha sido refrigerada a una temperatura constante. Pero si se utiliza una carne que ha sido congelada y luego descongelada hasta una temperatura de 4 o 5°C (temperatura habitual de manipulación) la fluorescencia puede aumentar según vaya aumentando la temperatura de la carne durante la descongelación.

En función de las observaciones realizadas se definió el siguiente método de análisis: longitud de onda de excitación a 380 nm, con un paso de 10 nm y abertura (slit) de 15 nm, la emisión se analizó en el rango de 450-490 nm y abertura de 10 nm. La temperatura de las muestras se mantuvo a  $12 \pm 1^\circ\text{C}$ .

En la Cuadro 1 se presentan los valores de media, mínimo, máximo y coeficiente de variación de los datos obtenidos por fluorescencia en el intervalo de 450 a 480 nm, los valores de hidroxiprolina y de WBSF.

No se observaron diferencias estadísticas entre las distintas posiciones en una misma muestras tanto en las mediciones de fluorescencia como de hidroxiprolina. En la Cuadro 2 se

observan los valores obtenidos de las variables hidroxiprolina y  $\lambda_{450}$ - $\lambda_{480}$ , para las 5 posiciones de las submuestras. Previo al cálculo de la correlación de Spearman las variables fueron estandarizadas según la ecuación:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Donde:  $x$  es el valor original de la variable,  $\mu$  es la media de la población y  $\sigma$  es el desvío estándar poblacional. Se obtuvo una correlación significativa ( $p < 0,05$ ) entre WBSF y  $\lambda_{480}$  de  $r = -0,48$ . En forma coincidente, Egeland y col. (2002) observaron una correlación significativa y negativa entre WBSF y el pico de emisión en la región de 476 - 480 nm en muestras de músculo *longissimus dorsi* excitadas a 380 nm. Sin embargo, estos autores utilizaron un método diferente al aplicado en este trabajo para la medición de fluorescencia.

No se observó una correlación significativa entre las mediciones de fluorescencia e hidroxiprolina.

Este resultado no concuerda con lo expuesto por Wold y col. (1999). Los autores estimaron con éxito la cantidad de tejido conectivo presente en carne picada utilizando un conjunto de longitudes de onda de emisión en muestras excitadas a 380 nm. Además, pudieron medir conjuntamente cantidad de tejido conectivo y grasa intramuscular excitando a 332 nm. Esta discrepancia puede surgir por la diferencia que existe entre trabajar con muestras de bifos enteros y muestras de carne picada. Mediante esta última forma se homogeneiza la distribución y se minimiza errores. Además, estos autores utilizaron un conjunto definido y seleccionado de muestras, cuyas caracte-

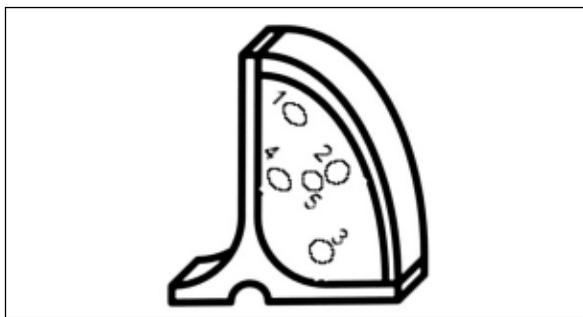


Figura 1. Esquema de extracción de muestras para la determinación de tejido conectivo.

terísticas difieren de las utilizadas en el presente trabajo.

*Modelo de clasificación por ternera instrumental*

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó un grupo de 67 muestras de músculo *longissimus dorsi* de la 11va costilla anatómica de novillos británicos destinados a exportación. Un subgrupo de 43 muestras provino de un ensayo controlado y llevado a cabo en una Estación Experimental de INTA y otro subgrupo de 24 muestras fue adquirido de dos frigoríficos comerciales de Buenos Aires. Se determinó: pH, color y espectros de reflectancia, variables geométricas del área de ojo de bife, esfuerzo al corte con cizalla de Warner Bratzler y fluorescencia de tejido conectivo.

### pH

Se realizó con un peachimetro de mesada con electrodo de punción (Instrumentalia Thermo Orion model 420).

### Color y espectros de reflectancia

Se determinaron los parámetros  $L^*$  luminosidad,  $a^*$  componente rojo-verde y  $b^*$  componente azul-amarillo. Se utilizó el Iluminante D65 y el sistema CIELab, con espectrocolorímetro Spectro-Guide 45/0 Gloss BYK Gardner siguiendo los lineamientos establecidos por AMSA (American Meat Science Association) 1991.

Se analizaron los espectros de reflectancia en el rango de 450-510 nm para la grasa. En el caso de la carne se calculó el cociente entre la reflectancia medida a 630nm y 580nm ( $R_{630/580}$ ) que se relaciona con el color de carne fresca.

Se estudiaron las relaciones  $K/S_{474/525}$ ,  $k/S_{572/525}$  y  $K/S_{610/525}$  relacionados con la deoximioglobina, metamioglobina y oximioglobina respectivamente (AMSA, 1991). Siendo  $S$  el coeficiente de difusión y  $K$  el coeficiente de absorción de acuerdo a la teoría de Kubelka Munk (1931).

### Variables geométricas del área de ojo de bife

Se utilizó el software SAE-3C INTA-PROCISUR (INTA-PROCISUR, 2009) sobre una imagen digital protocolizada de un bife crudo de la 11va costilla anatómica. Se determinó: Largo (L), ancho (A), área de ojo de bife (AOB), se estimó el contenido

de grasa intramuscular (CGI) y espesor de grasa dorsal (EGD).

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis discriminante canónico y se determinaron las funciones discriminantes lineales de Fisher. Se consideraron las variables geométricas determinadas por el software SAE-3C INTA-PROCISUR; variables físico-químicas: pH y parámetros de color del músculo y espectros de reflectancia y relaciones K/S de músculo y grasa; el contenido de hidroxiprolina medido por el método bioquímico y las variables asociadas al espectro de fluorescencia.

Se agruparon las muestras según su valor de terneza instrumental: Grupo 1 (G1) con WBSF < 30 N y el Grupo 2 (G2) con WBSF > 30 N.

### RESULTADOS

Del análisis discriminante canónico sobre el conjunto de datos obtenidos de las 43 muestras

se obtuvo una función significativa ( $p=0,004$ ) que explica 100 % de la varianza. Se realizó la validación obteniéndose una clasificación correcta de 80% de los casos agrupados originales y de 77,1% de los casos agrupados validados mediante validación cruzada.

Las variables que contribuyen a la clasificación de las muestras son:  $K/S_{610/525}$ ,  $R_{630/580}$  y  $b^*$  del músculo. Se determinó una función discriminante canónica:

$$DF1 = 1,242 K/S_{610/525} + 0,918 R_{630/580} - 1,376 b^*$$

Siendo la función en los centroides de grupo igual a  $DF1 = -0,817$  y  $DF1 = 0,613$  para el Grupo 1 y Grupo 2, respectivamente.

Es de destacar, que a la clasificación de las muestras en los grupos G1 y G2 no contribuyen en forma significativa las variables geométricas relacionadas al ojo del bife ni las asociadas al tejido conectivo.

La relación encontrada entre la terneza instru-

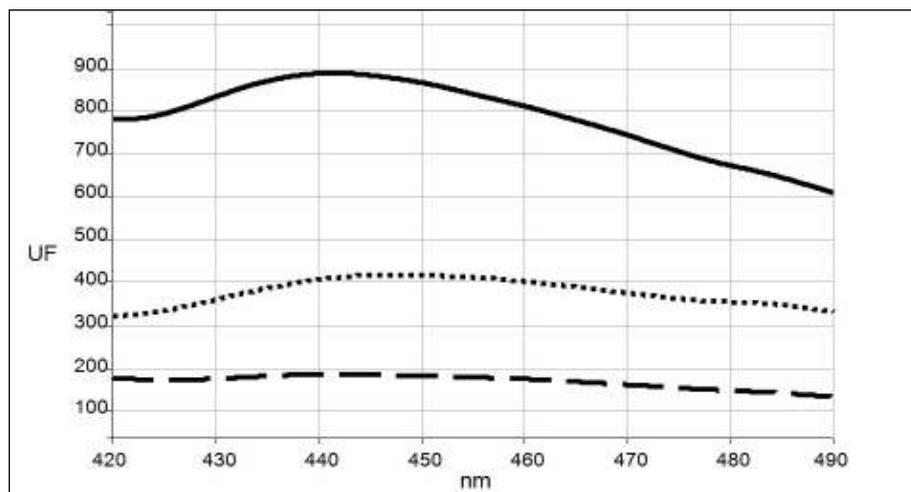


Figura 2. Ejemplo de espectros de emisión de fluorescencia en el rango de 420 nm a 490 nm de muestras de carne excitadas a 380 nm.

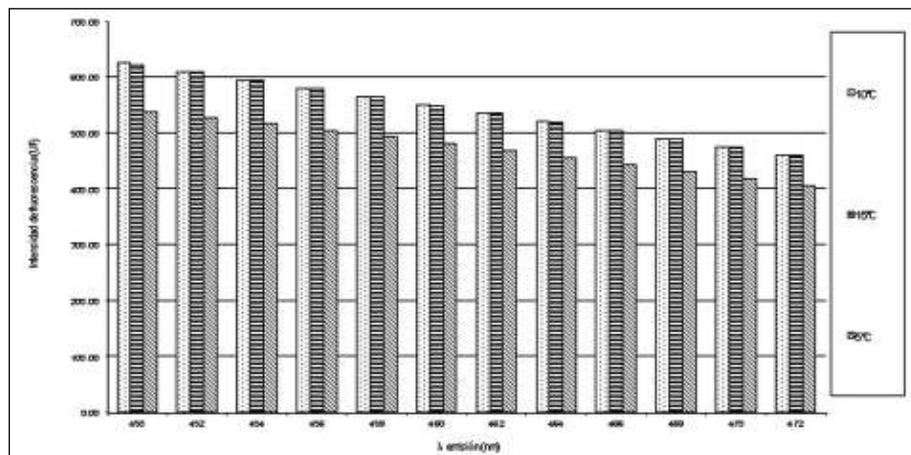


Figura 3. Intensidad de fluorescencia de muestras de carne a 5°C, 10°C y 15°C.

Variable	n	media	Mínimo	máximo	CV (%)
$\lambda_{450}$	18	564,63	449,49	769,64	14,2
$\lambda_{460}$	18	519,49	405,42	691,26	15,9
$\lambda_{470}$	18	485,13	346,93	682,98	21,3
$\lambda_{480}$	18	410,76	301,57	573,98	20,4
Hidroxirolina	18	0,48	0,21	0,92	43,7
WBSF	18	32,42	21,69	39,34	15,1

Cuadro 1. Análisis descriptivo de los valores obtenidos por el método de fluorescencia, hidroxiprolina y terneza instrumental.

Cuadro 2. Análisis descriptivo (media y error estándar SE) de los valores obtenidos de hidroxiprolina y por el método de fluorescencia en las distintas posiciones en el área del ojo de bife.

Posición	Hidroxirolina		$\lambda_{450}$		$\lambda_{460}$		$\lambda_{470}$		$\lambda_{480}$	
	Media	SE	Media	SE	Media	SE	Media	SE	Media	SE
1	0,57	0,09	544	32	433	37	416	45	361	35
2	0,66	0,09	563	32	535	35	492	43	424	34
3	0,60	0,09	549	30	487	34	443	41	380	33
4	0,61	0,09	571	33	581	38	547	46	438	36
5	0,39	0,09	568	30	503	34	483	41	407	33

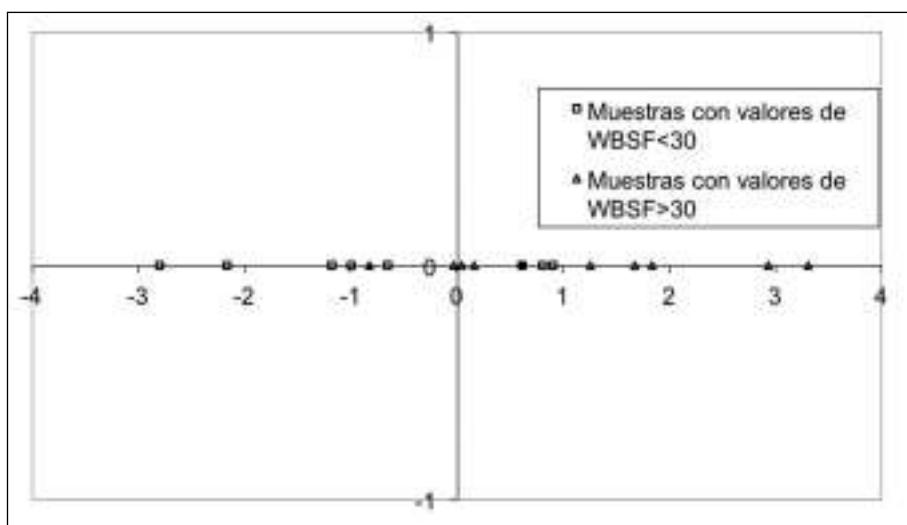


Figura 4. Validación del modelo con muestras comerciales con respecto a los centroides.

mental y las variables de color concuerdan con el trabajo de Fiems y col. (2000) En el trabajo de Fiems y col. (2000)

Con el fin de validar el modelo obtenido en la clasificación de las muestras en función de dos niveles de terneza instrumental (grupos G1 y G2) se utilizaron los datos obtenidos de las muestras en función de dos niveles de terneza instrumental (grupos G1 y G2) se utilizaron los datos obtenidos de las muestras adquiridas comercialmente. Es decir, para cada una de las muestras comerciales se calculó la función discriminante canónica DF1. Aquellas muestras cuyo valor de WBSF sea menor

a 30 N debían tener valores de DF1 próximo al correspondiente centroide de G1. En forma similar, aquellas muestras con valor de WBSF mayor a 30 N deber tener valores de DF1 próximos al centroide correspondiente a G2.

En la Figura 4 se presentan la posición de las muestras comerciales, respecto a los centroides de las muestras con valores de WBSF < 30 y muestras con valores de WBSF > 30, diferenciadas de acuerdo al valor de terneza instrumental medido. Si bien existe dispersión, se observa una buena concordancia entre el grupo estimado relativo a su valor de terneza instrumental.

## CONCLUSIÓN

Se logró una primera clasificación de las muestras en función de 2 niveles de terneza instrumental. Las variables que contribuyen a esta clasificación se relacionan con parámetros de color y espectros de reflectancia.

Si bien se observó una correlación entre información obtenida por fluorescencia y resistencia al esfuerzo al corte medido con cizalla de Warner Bratzler, estas variables no participaron en el modelo de clasificación.

Es necesario contar con una mayor cantidad de muestras que cubran un amplio rango de valores de terneza instrumental. Así mismo, será necesario incluir muestras procedentes de distintos tipos de animales y sistemas de alimentación, en donde otro grupo de las variables consideradas pueden adquirir relevancia. Se considera que esto permitirá avanzar sobre un modelo de predicción de terneza.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMSA (1991). Guidelines for Meat Color Evaluation. National Live Stock and Meat Board, Chicago, IL. Proc. Annu Recip. Meat Conf. 44:3
- Egelandsdal, B., Wold, J., Sponnich, A., Neegard, S., Hildrum, K. (2002). On attempts to measure the tenderness of *longissimus dorsi* muscles using fluorescence emission spectra. Meat Science 60, pp. 187-202.
- Fiems, L., De Campeneere, S., De Smet, S., Van de Voorde, G., Vanacker, J., Boucqué, Ch. (2000). Relationship between fat depots in carcass of beef Bulls and effect on meat colour and tenderness. Meat Science 56, pp. 41-47.
- INTA (2011). Manual de Procedimientos: Determinación de los parámetros de calidad física y sensorial de carne bovina. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Ed. INTA. 87 pp. ISBN 978-987-679-086-4.
- INTA-PROCISUR (2009). Software para análisis de imagen digital SAE 3C IN-TA-PROCISUR.
- Kolar (1990). Colorimetric Determination of hydroxyproline as measurement of col-lagen content in meat and meat products: NMKL Collaborative Study. J. Assoc.Off. Anal. Chem. Vol. 73, N°1.
- Kubelka, P., Munk, F. (1931). Ein Beitrag zur Optik. Farbanstriche; Z. Tech. Phys. 12, pp.593-601.
- Ouali, A., Herrera-Mendez, C., Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A., Aubry, L., Sentrandeu, M. (2006). Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. Meat Science 74 (2006) 44-58
- Pearse, A. (1972). Histochemistry. Theoretical and applied. Vol 2. 3rd edit. Edinburh: Churchill Livingstone.
- Sorheim, O., Hildrum, K. (2002). Muscle stretching techniques for improving meat tenderness. Trends in Food Science & Technology 13, 127-135
- Swatland, H. (2003) Evaluación de la carne en la cadena de producción. Ed. ACRIBIA, Zaragoza, España.
- Tarrant, P.V. (1998). Some recent advances and future priorities in research in meat industry. In proceedings 44th ICoMST International Congress of Meat Science and Technology (Vol. I) (pp. 2-13), 30 Agosto -4 septiembre, Barcelona, España.
- Wold, J., Lundby, F., Egelandsdal, B. (1999). Quantification of connective tissue (hidroxiprolina) in ground beef by autofluorescence spectroscopy. Journal of food science, 63 (39), pp. 377-383.

## Grasa intramuscular y perfil de ácidos grasos de la carne de novillos con diferentes estrategias de recría o terminación

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha incrementado el interés en la evaluación del perfil de ácidos grasos (AG) de la carne bovina y en su manipulación a través de la dieta de los animales hacia una composición en AG más saludable.

El balance en la dieta humana de ácidos grasos poliinsaturados omega 6 (AGPI $n-6$ ) y omega 3 (AGPI $n-3$ ) ha sido reconocido como un factor importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Hu et al., 2001; Pischon et al., 2003) y también en la respuesta inmunológica (Roche, 1999) e inflamatoria del organismo (Pischon et al., 2003), siendo uno de los objetivos incrementar la presencia de los AGPI $n-3$ .

Adicionalmente, existe un creciente interés en incrementar algunos de los isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA) debido a sus propiedades anticancerígenas (Ha et al., 1990; Ip et al., 1991; 1994; Banni et al., 1999; De La Torre et al., 2006), antiaterogénicas (Lee et al., 1994; Kritchevsky et al., 2000) y a su capacidad de mejorar la función inmunológica (Pariza et al., 2001; O'Shea et al., 2004).

Por un lado, la alimentación con pasturas de buena calidad permite incrementar los niveles de AGPI $n-3$  en la carne bovina debido al mayor contenido de ácido linoléico (C18:3 $n-3$ ) de los forrajes (Enser et al., 1998; Lorenz et al., 2002; Wood et al., 2003; Elmore et al., 2004). Este efecto también puede observarse con dietas conteniendo fuentes ricas en C18:3 $n-3$ , como son aquellas que

contienen semillas o aceite de lino (Scollan et al., 2001; Aharoni et al., 2004). Si bien los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) ingeridos con la dieta son hidrogenados en el rumen muy eficientemente, cierta proporción de los mismos escapa a la hidrogenación (Wood y Enser, 1997) y pueden ser posteriormente incorporados a los tejidos.

Por otro lado, la alimentación en pastoreo o con dietas basadas en forrajes de buena calidad permite incrementar el contenido de CLA (French et al., 2000; Realini et al., 2004), fundamentalmente del isómero CLA $cis-9,trans-11$ . Este ácido graso presente en la carne de rumiantes puede provenir de dos vías. Una es la incorporación directa del CLA generado durante la biohidrogenación ruminal del C18:2 $n-6$  (Kepler et al., 1966); la otra es la síntesis de CLA en los tejidos del animal por la enzima  $\Delta 9$ -desaturasa ( $\Delta 9$ D) (Bauman et al., 1999) a partir del ácido *trans*-vaccénico (C18:1 $trans-11$ ). Este precursor es otro producto intermedio de la biohidrogenación ruminal (Kepler et al., 1966) y su formación se ve favorecida en animales alimentados con dietas basadas en forrajes de buena calidad (Martin y Jenkins, 2002).

En este ensayo se estudió el perfil de AG de novillos alimentados exclusivamente en pastoreo o combinando la alimentación tradicional en pastoreo con alimentación en confinamiento durante la recría o la terminación. Para esto se plantearon dos estrategias de recría en confinamiento (40 vs. 10% de heno, resto grano de maíz y pellet de girasol) y dos estrategias de terminación en confina-

miento (con alto grano de maíz suplementada o no con aceite de lino como fuente de C18:3n-3). La definición de las características del perfil lipídico de la carne emergente de estas combinaciones tendría una aplicación práctica en la definición de estrategias de alimentación para generar productos diferenciados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la EEA INTA Anguil durante un período de 470 días. Se utilizaron 102 novillitos de raza Aberdeen Angus, con un peso vivo (PV) inicial de 199,1 ±16,8 kg y 9 meses de edad.

Según el tipo de alimentación se definieron 5 tratamientos (Figura 1): P: alimentación exclusiva en pastoreo hasta terminación; BHP: recría en confinamiento durante 104 d con 10% de heno de alfalfa y 65,5% de grano de maíz, luego pastoreo hasta terminación; AHP: recría en confinamiento durante 104 d con 40% de heno de alfalfa y 42,5% de grano de maíz, luego pastoreo hasta terminación; PC: 250 d en pastoreo y terminación en confinamiento con 62% de grano de maíz. PCL: 250 d en pastoreo y terminación en confinamiento con 57% de grano de maíz y 5% de aceite de lino.

Los animales se consideraron terminados según apreciación visual y con un PV aproximado de 500 kg. En las etapas de alimentación a campo, los novillos siguieron un sistema de pastoreo en franjas de 5 ó 7 días. Se utilizaron verdes de invierno y de verano y pasturas de alfalfa de buena disponibilidad (entre 2920 y 3742 kg MS/ha). Los verdes fueron pastoreados siempre en estado vegetativo. La alimentación en confinamiento se realizó en corrales, en cada uno de los cuales se alojaron 4 animales homogéneos pertenecientes a un mismo tratamiento. Las dietas uti-

lizadas en confinamiento durante la recría (HCP y LCP) y la terminación (PC y PCL) se muestran en el Cuadro 1.

Durante la etapa de recría (104 d) la cadena forrajera utilizada en PC (n=12), PCL (n=12) y P (n=30) estuvo constituida por centeno (*Secale cereale*) y avena (*Avena sativa*). Luego de la recría los animales de todos los tratamientos fueron alimentados en pastoreo hasta el día 250 de ensayo. La cadena forrajera estuvo constituida por verdes de invierno (avena y raigrás anual (*Lolium multiflorum*)) y por una pastura de alfalfa (*Medicago sativa*). A partir del día 250 comenzó la etapa de terminación. La cadena forrajera utilizada en P, BHP y AHP estuvo integrada por alfalfa, trigo (*Triticum aestivum*), centeno y avena.

### Determinaciones

Al comienzo del ensayo y luego en forma periódica los animales fueron pesados individualmente mediante una balanza electrónica, previo desbaste de 17 h. A partir del PV, se estimó el aumento diario de peso vivo (ADPV).

Durante las etapas en confinamiento (recría para BHP y AHP, y terminación para PC y PCL) se determinaron el consumo de materia seca (CMS, kg MS/día), y el índice de conversión de alimento (IC). Para esto se pesó en forma diaria el alimento ofrecido en cada uno de los corrales y cada 2 días el alimento rechazado. A partir de la toma de muestras de ambas fracciones se calculó el CMS por corral y por animal. El IC se calculó a partir del promedio del CMS y del ADPV por corral, y se expresó como kg MS por kg de aumento de PV (kg MS/kg ADPV).

Con el fin de evaluar la calidad de la carne, al finalizar el ensayo se faenaron 12 animales de cada tratamiento: al día 368 para PC y PCL y al día 470 para P, BHP y AHP (día 470). Las faenas se

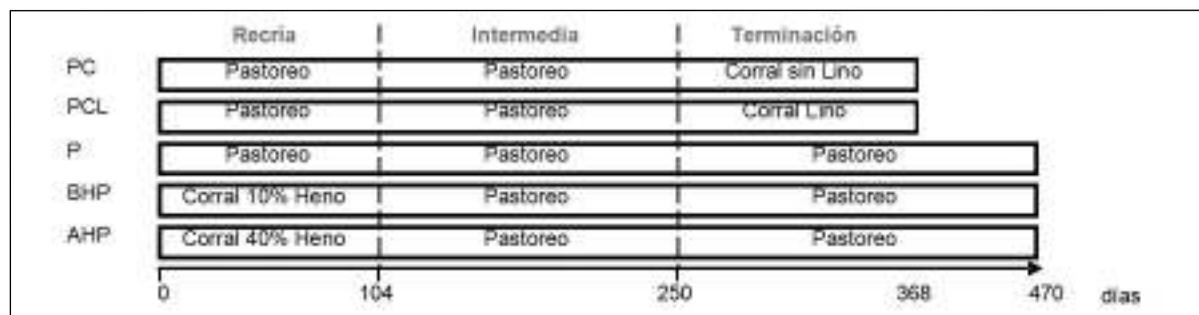


Figura 1. Esquema de períodos de alimentación y tratamientos.

Ingrediente (% de la MS)	Recria		Terminación	
	BHP	AHP	PC	PCL
Grano de Maiz	65.5	42.5	61.8	56.7
Heno de alfalfa	10.0	40.0	8.0	8.0
Pellet de Girasol	21.0	14.0	5.0	5.0
Afrechillo de Trigo	-	-	15.0	15.0
Poroto de Soja	-	-	7.0	7.0
Aceite lino	-	-	0.0	5.0
Núcleo Vitaminico-Mineral	3.0	3.0	3.0	3.0
Urea	0.5	0.5	0.2	0.3
<b>Composición química</b>				
MS (%)	88.1	88.2	91.0	86.5
PB (%)	16.5	16.3	14.6	14.6
FDA (%)	12.3	21.1	9.8	10.4
EM (Mcal/kg MS)	2.75	2.50	2.93	3.10

Cuadro 1. Composición porcentual de las dietas utilizadas en confinamiento durante las etapas de recria y terminación.

realizaron en el frigorífico Carnes Pampeanas S.A., ubicado en Santa Rosa, La Pampa, a 18 km del sitio experimental, según la práctica estándar: noqueo, sangrado, cuereado, evisceración, aseado en dos medias reses, lavado y dressing. Luego de la faena las medias reses fueron mantenidas en el frigorífico en cámara de oreo durante 24 h, luego de lo cual se extrajo de la media res izquierda de cada animal un bloque de 3 bifes con hueso a nivel de la 11ª a 13ª costilla. Los bloques fueron envasados al vacío, congelados y almacenados a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta la realización de los análisis de laboratorio.

Para la determinación del espesor de grasa dorsal (EGD), se tomó de cada bloque el bife correspondiente a la 12ª costilla. El EGD se midió en cada bife con regla milimétrica a nivel del tercio distal del ojo de bife con respecto al cuerpo vertebral. Para la determinación del contenido de grasa intramuscular (GI) y el perfil de AG, se tomó de cada bloque el bife correspondiente a la 11ª costilla. Los bifes fueron descongelados durante 24 h a  $4^{\circ}\text{C}$ . De cada uno de ellos se extrajo por disección la porción correspondiente al músculo *longissimus dorsi*, sin grasa externa, la cual fue cuidadosamente picada utilizando un Omnimixer.

Una alícuota del músculo *longissimus dorsi* de 10 g fue secada en estufa a  $60^{\circ}\text{C}$  y luego utilizada para la determinación del contenido de lípidos, expresado como GI (%), usando un equipo Tekator y hexano como solvente para la extracción de acuerdo al método de Soxhlet (AOAC,

1992).

Alícuotas del músculo *longissimus dorsi* de 5 g fueron utilizadas para la extracción de los lípidos totales según una modificación del método de Folch et al. (1957). Los AG metilésteres fueron medidos usando un cromatógrafo de gases Chrompack CP 900. La separación de los metilésteres fue llevada a cabo usando  $\text{N}_2$  como gas carrier. La temperatura fue programada a  $70^{\circ}\text{C}$  por 4 min, se incrementó de  $70$  a  $170^{\circ}\text{C}$  a una tasa de  $13^{\circ}\text{C}/\text{min}$  y de  $170$  a  $200^{\circ}\text{C}$  a una tasa de  $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Los AG individuales fueron identificados comparando el tiempo de retención relativo con AG individuales estándar (Supelco PUFA N° 2). Una vez obtenido el perfil de AG se calcularon las siguientes variables, las cuales se expresaron como porcentaje del total de AG: ácidos grasos saturados (AGS) como la sumatoria de C14:0, C16:0 y C18:0; ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) como la sumatoria de C16:1 y C18:1cis; AGPI $n-6$  como la sumatoria de C18:2 $n-6$ , C20:3, C20:4 y C22:4; AGPI $n-3$  como la sumatoria de C18:3 $n-3$ , C20:5 y C22:5; y AGPI como la sumatoria de AGPI $n-6$  y AGPI $n-3$ . Además se calcularon las relaciones AGPI $n-6$ /AGPI $n-3$ ; AGPI/AGS y C18:2 $n-6$ /C18:3 $n-3$ . El isómero CLA que se reporta es el CLA $cis-9,trans-11$ .

#### Análisis estadístico

Los ADPV fueron calculados a través de regresiones para cada animal y período estimando la pendiente de la recta (PV en función de días),

Cuadro 2. Comportamiento productivo en cada etapa de novillos sometidos a cinco tratamientos, definidos según el tipo de alimentación.

	PC	PCL	P	BHP	AHP	EE	p
<i>Etapa Recría</i>							
ADPV	1055 b	1025 b	995 b	1240 a	1055 b	33.9	<0,0001
CMS	-	-	-	8.5	8.3	0.13	0.426
IC	-	-	-	6.8 b	7.9 a	0.17	0.003
<i>Etapa intermedia</i>							
ADPV	548 a	542 a	516 a	303 c	396 b	17.0	<0,0001
<i>Etapa Terminación</i>							
ADPV	1055 a	949 a	763 b	748 b	760 b	35.9	<0,0001
CMS	11.2 a	9.5 b	-	-	-	0.19	0.025
IC	11.4	10.8	-	-	-	0.38	0.411

a,b,c: Letras distintas en filas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). EE: Error estándar de la media. ADPV: aumento diario de peso vivo (kg/día). CMS: consumo de materia seca (kg/día) IC: índice de conversión de alimento (kg MS/kg ADPV).

mediante el procedimiento PROC REG de SAS (1999).

Las variables PV y ADPV se analizaron en función de los tratamientos para todo el ensayo y para cada período utilizando un diseño completamente aleatorizado. En todos los casos cada animal constituyó una unidad experimental. Los análisis se realizaron mediante el procedimiento PROC GLM de SAS (1999). Cuando el efecto de la variable analizada fue significativo ( $p < 0,05$ ), las medias se compararon por el test de Tukey.

Las variables CMS e IC se analizaron considerando un diseño en bloques completos aleatorizados. Cada corral de 4 animales constituyó una unidad experimental. El número de repeticiones fue  $n=6$  por tratamiento para la recría en confinamiento (BHP y AHP) y  $n=3$  por tratamiento para la terminación en confinamiento (PC y PCL). Los análisis se realizaron mediante el procedimiento PROC GLM de SAS (1999). Cuando el efecto de la variable fue significativo ( $p < 0,05$ ) las medias se compararon por el test de Tuk.

Las variables referidas a la calidad de la carne (GI, AG, índices calculados, EGD) fueron analizadas considerando un diseño completamente aleatorizado donde cada animal constituyó la UE. Los análisis se realizaron mediante el procedimiento PROC GLM de SAS (1999). Cuando el efecto de la variable analizada fue significativo ( $p < 0,05$ ) las medias se compararon por contrastes ortogonales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Comportamiento productivo

No existieron diferencias significativas entre los 5 tratamientos en el PV inicial ( $199,1 \pm 16,8$  kg) ni en el PV final ( $517 \pm 33$  kg). En el Cuadro 2 se muestra el comportamiento productivo (ADPV, CMS, IC) durante cada una de las etapas.

En la etapa de recría, el ADPV fue mayor ( $p < 0,0001$ ) en BHP ( $1240$  g/día) que en el resto de los tratamientos ( $1028 \pm 143$  g/día), los que no se diferenciaron entre sí ( $p > 0,05$ ). Este mayor ADPV podría explicarse por la mayor concentración energética de la dieta, lo cual permitió un mayor consumo diario de EM y, posiblemente, una mayor eficiencia de utilización de la EM, dado que la misma aumenta a medida que el alimento es más concentrado energéticamente (Garret, 1980). El CMS en confinamiento no fue diferente entre tratamientos ( $8,4 \pm 1,4$  kg/día), si bien el IC fue mejor en BHP que en AHP ( $6,8$  y  $7,9$  kg MS/kg ADPV, respectivamente;  $p=0,003$ ).

Durante la etapa intermedia, en la cual todos los animales estuvieron en pastoreo, aquellos animales recriados en pastoreo (P, PC y PCL) mostraron ADPV similares entre sí ( $530 \pm 66$  g/día). En cambio, los animales recriados en confinamiento (BHP y AHP) registraron bajos ADPV ( $396$  y  $303$  g/día, respectivamente), debido a la pérdida de peso durante los primeros 16 días ( $-587$  y  $-693$  g/día para BHP y AHP, respectivamente;  $p > 0,05$ ).

Esta pérdida de peso se debió posiblemente a la falta de adaptación de las bacterias ruminales a dietas fibrosas, lo cual puede atribuirse al cambio brusco de una dieta en confinamiento a una dieta 100% en pastoreo. Esta situación se presentó incluso en los animales que habían recibido 40% de heno en la ración de corral. Sin embargo, si bien la pérdida inicial de peso fue similar para ambos tratamientos, el ADPV posterior fue superior para AHP (877 vs. 616 g/día;  $p < 0,0001$ ), lo que sugiere una recuperación más rápida de la función ruminal en aquellos animales que recibieron un mayor nivel de heno durante la alimentación previa.

Durante la etapa de terminación, el ADPV fue mayor en los animales terminados en confinamiento (PC y PCL;  $1002 \pm 159$  g/día) que en los animales terminados en pastoreo (P, BHP y AHP;  $757 \pm 98$  g/día) ( $p < 0,001$ ), debido a la alta concentración energética de las dietas del primer grupo. Esto permitió que el peso y estado de terminación se alcanzaran 102 días antes (día 368 para PC y PCL, y día 470 para P, BHP y AHP). La suplementación con aceite de lino ( $477$  g/día), provocó una disminución del CMS ( $p = 0,025$ ) para PCL en comparación con PC ( $9,5$  vs.  $11,2$  kg MS/día, respectivamente), en coincidencia con los resultados de

Offer et al. (2001). Esto generó similares ADPV a pesar de la mayor concentración energética de la dieta PCL. Coincidentemente, Andrae et al. (2000) observaron un menor CMS en novillos terminados con maíz alto aceite en comparación con maíz convencional, lo que determinó un consumo de EM similar y, en consecuencia, igual ADPV entre tratamientos.

### Calidad de carne

En el Cuadro 3 se muestran el contenido de GI, el EGD y el perfil de AG del músculo *longissimus dorsi* al finalizar la etapa de terminación. El contenido de GI no difirió entre tratamientos ( $4,4 \pm 1,3\%$ ) y tampoco lo hizo el EGD ( $16,5 \pm 4,8$  mm). Otros autores tampoco encontraron diferencias en el contenido de GI a igual grado de terminación de los animales (Mandell et al., 1997; 1998; French et al., 2000; Varela et al., 2004). Mandell et al. (1998) compararon el contenido de GI de novillos alimentados con 95% de silaje de alfalfa o con 70% grano de maíz húmedo, a igual grado de terminación o a similar duración del período de engorde. Cuando los animales fueron faenados a igual grado de terminación (4mm de EGD), el tipo de alimentación no afectó el contenido de GI. Sin embargo, cuando los animales fueron faenados

Cuadro 3. Grasa intramuscular (GI), espesor de grasa dorsal (EGD) y perfil de ácidos grasos del músculo *Longissimus dorsi* de novillos al finalizar la etapa de terminación.

	Terminación Corral		Terminación Pastoreo			EE	CONTRASTES <sup>1</sup>			
	PC	PCL	P	BHP	AHP		Past vs Corral	PC vs PCL	P vs BHP y AHP	BHP vs AHP
GI (%)	4.52	3.92	4.96	4.57	3.89	0.66	NS	NS	NS	NS
EGD (mm)	17.2	15.1	16.8	17.1	16.8	2.48	NS	NS	NS	NS
AGS (%)	43.91	43.82	45.02	44.29	44.54	0.71	NS	NS	NS	NS
AGMI (%)	36.60	36.72	40.75	40.66	39.37	0.80	***	NS	NS	NS
AGPI (%)	9.95	9.11	5.46	5.62	6.93	0.77	***	NS	NS	NS
AGPI / AGS	0.23	0.21	0.12	0.13	0.16	0.02	***	NS	NS	NS
AGPI <sub>n-6</sub> (%)	8.72	7.47	3.82	4.17	5.14	0.67	***	NS	NS	NS
AGPI <sub>n-3</sub> (%)	1.52	1.64	1.64	1.46	1.79	0.16	NS	NS	NS	*
AGPI <sub>n-6</sub> /AGPI <sub>n-3</sub>	5.50	4.60	2.47	2.86	2.87	0.36	***	*	NS	NS
C18:2 n-6 (%)	4.75	4.29	1.88	2.20	2.58	0.38	***	NS	NS	NS
C18:3 n-3 (%)	0.60	0.73	0.99	0.86	1.04	0.08	***	*	NS	**
C18:2 / C18:3	7.30	5.81	1.89	2.55	2.42	0.32	***	***	*	NS
CLA c9, t11 (%)	0.32	0.40	0.50	0.44	0.44	0.02	***	**	*	NS

<sup>1</sup> Los símbolos NS, Φ, \*, \*\* y \*\*\* indican: contraste no significativo ( $P > 0,1$ ),  $P < 0,1$ ,  $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$  o  $p < 0,001$ , respectivamente. AGS= C12:0+C14:0+C16:0+C18:0. AGMI= C16:1+C18:1cis. AGPI= AGPI<sub>n-6</sub> + AGPI<sub>n-3</sub>. AGPI<sub>n-6</sub>= C18:2+C20:3+C20:4+22:4. AGPI<sub>n-3</sub>= C18:3+C20:5+C22:5. EE: Error estándar de la media.

luego de un período de engorde de igual duración, el contenido de GI fue superior en los novillos alimentados con grano de maíz. Un mayor ADPV, como en el caso de las terminaciones en confinamiento, genera mayor cantidad de grasa en la composición de la ganancia (Di Marco, et al., 1993), lo que podría determinar diferente contenido de GI si el grado de terminación no fuera el mismo.

Los AGS y AGMI representaron la mayor proporción del total de AG. El porcentaje de AGS no se diferenció entre tratamientos ( $44 \pm 2$  %), mientras que el porcentaje de AGPI fue mayor en los tratamientos de terminación en confinamiento que en los de terminación en pastoreo ( $9,8 \pm 2,8$  y  $6,1 \pm 1,7$  %, respectivamente). Los valores de AGPI reportados en este estudio para las terminaciones en pastoreo están en el rango de los hallados por Noci et al. (2005) para vaquillonas en terminación alimentadas sobre pasturas de raigrás o con altas proporciones de silaje de raigrás previo a la faena. Si bien el porcentaje de AGPI fue mayor en las terminaciones en confinamiento, este incremento estuvo dado por un mayor contenido de AGPI $n-6$  en dichos tratamientos ( $8,2 \pm 2,5$  vs.  $4,4 \pm 1,4$  %), dado que no existieron diferencias en la concentración de AGPI $n-3$  ( $1,6 \pm 0,4$  %). Dicho incremento en los AGPI $n-6$  se debería a la mayor concentración de C18:2 $n-6$  del grano de maíz. Este efecto de la dieta sobre la concentración de AGPI $n-6$  y AGPI $n-3$  generó una mayor relación AGPI $n-6$ /AGPI $n-3$  en las terminaciones en confinamiento que en las terminaciones en pastoreo.

Las relaciones AGPI/AGS observadas en este estudio para las terminaciones en pastoreo fueron consistentes con los hallazgos de Enser et al. (1996), para bifes adquiridos en el mercado británico, y Noci et al. (2005), para vaquillonas terminadas en pastoreo o con altas proporciones de silaje de pastura. Por otro lado, las relaciones AGPI/AGS observadas para las terminaciones en confinamiento estuvieron en el rango de las reportadas por Enser et al. (1998) para toros alimentados con concentrados en base a granos. Uno de los objetivos de la manipulación del perfil de AG a través de la dieta es incrementar la relación AGPI/AGS, pero logrando una relación AGPI $n-6$ /AGPI $n-3$  adecuada (Wood y Enser, 1997). Si bien la utilización de una dieta concentrada resultó en una mayor relación AGPI/AGS en los

tratamientos de terminación en confinamiento, también se vio aumentada la relación AGPI $n-6$ /AGPI $n-3$ . Dicha relación estuvo por encima del valor recomendado, mientras que en los tratamientos de terminación en pastoreo fue muy adecuada (2,7:1).

El porcentaje de C18:2 $n-6$  fue 2 veces superior en la terminación en confinamiento que en la terminación en pastoreo, mientras que el porcentaje de C18:3 $n-3$  fue mayor en los animales terminados en pastoreo (+33%). Dentro de los tratamientos de terminación en confinamiento, la proporción de C18:3 $n-3$  fue mayor ( $p=0,06$ ) con la suplementación con aceite de lino. Los valores de C18:3 $n-3$  hallados en este estudio, para las terminaciones en pastoreo y en confinamiento, son similares a los reportados por French et al. (2000) para dietas en pastoreo y en confinamiento con alto nivel de concentrado, respectivamente. Estos autores encontraron diferencias significativas en la concentración de C18:3 $n-3$  a favor de la dieta 100% pasturas (+57%). En este estudio, la concentración de este ácido graso en las terminaciones en pastoreo en comparación con PC fue un 60% superior. La concentración más alta de C18:3 $n-3$  en los tratamientos terminados en pastoreo se debería a la alta concentración de este AG en los forrajes verdes (Dhiman et al., 2005). Dentro de las terminaciones en pastoreo, se halló un menor porcentaje (-15%) de C18:3 $n-3$  cuando la recría fue realizada en confinamiento con el mayor nivel de grano de maíz, lo que sugeriría cierto efecto residual del tipo de alimento recibido durante la recría. Poulson et al. (2004) terminaron novillos durante 130 días en pastoreo, los cuales habían sido alimentados previamente con heno de alfalfa exclusivamente o en confinamiento con una dieta conteniendo 50% de silaje de maíz y 25% de cebada. La concentración de C18:3 $n-3$  fue aproximadamente el 50% en estos últimos (0,42 vs. 0,85). En cambio, Noci et al. (2005) reportan concentraciones de 1 a 1,3% para diferentes duraciones de pastoreo de raigrás previo a la faena (0, 40, 99 y 158 días), luego de un período de alimentación en confinamiento. La alta proporción de C18:3 $n-3$  en todos los tratamientos de dicho ensayo, incluso cuando los animales fueron alimentados en confinamiento durante todo el período previo a la faena (0 días de pastoreo de raigrás), se explica por la composición de la dieta

base en confinamiento. La misma estuvo conformada por 65% de silaje de raigrás con un perfil de AG similar a la pastura, donde C18:3*n*-3 representó más del 45% del total de AG.

Dentro de las terminaciones en confinamiento, el objetivo de la suplementación con aceite de lino fue incrementar el contenido intramuscular de C18:3*n*-3. Aharoni et al. (2004) lograron duplicar la proporción de C18:3*n*-3 con la inclusión de semillas de lino en dietas de terminación, usando dietas con un nivel de grano similar al utilizado en este experimento (62 y 57% para el control y el tratamiento con lino, respectivamente). Raes et al. (2004) reemplazaron semillas de soja por semillas de lino extrusadas o aplastadas en dietas de terminación (85/15 concentrado/silaje de maíz) y reportaron que el contenido de C18:3*n*-3 se vio incrementado un 55%. En el presente estudio la suplementación con aceite de lino permitió un incremento en la concentración de C18:3*n*-3 del 21,3% ( $p=0,06$ ). Este moderado incremento puede explicarse, por un lado, por la baja concentración de este ácido graso en el aceite de lino, el cual representó sólo el 20% del total de AG. En el estudio de Aharoni et al. (2004) se reporta una concentración de C18:3*n*-3 en las semillas de lino del 56% del total de AG. Por otro lado, la biohidrogenación de C18:3*n*-3 puede haberse visto incrementada por la utilización de aceite en lugar de semillas. Duckett et al. (2002) compararon el efecto de la fuente de aceite utilizado en una dieta alta en grano de maíz sobre la biohidrogenación ruminal, mediante la suplementación con aceite de maíz o el reemplazo de maíz convencional por maíz alto aceite. La biohidrogenación ruminal de C18:2*n*-6 y de C18:3*n*-3 se vio incrementada cuando se utilizó aceite de maíz en lugar de maíz alto aceite.

La proporción de CLAcis-9,*trans*-11 fue superior en los tratamientos de terminación en pastoreo en comparación con confinamiento. Sin embargo, el tipo de recría afectó la proporción de CLAcis-9,*trans*-11, los tratamientos con recría en confinamiento mostraron niveles de CLAcis-9,*trans*-11 inferiores (-13%) que cuando la recría fue en pastoreo. Noci et al. (2005) reportaron un incremento lineal en el contenido de CLAcis-9,*trans*-11 al aumentar la duración del pastoreo previo a la faena. Dentro de las terminaciones en confinamiento, la suplementación con aceite de lino permitió obtener una mayor proporción

(+27%) de este ácido graso. Comparando las dos estrategias de terminación tradicionales (confinamiento sin suplementación y pastoreo) el porcentaje de CLAcis-9,*trans*-11 fue 1,58 veces superior en P que en PC. French et al. (2000) reportaron valores de CLA, para animales consumiendo dietas ricas en concentrado, similares a los hallados en este estudio. Sin embargo, con dietas 100% pastoriles, los valores de CLA que reportan son el doble de los observados en esta experiencia. En cambio, Realini et al. (2004) reportaron valores de CLAcis-9,*trans*-11 más bajos (0,41 y 0,23 para novillos terminados en pastoreo o concentrados, respectivamente).

La terminación en pastoreo permitió obtener los mayores valores de CLAcis-9,*trans*-11. El consumo de pasturas de calidad, además de incrementar el consumo de C18:3*n*-3, generaría cambios en el ambiente ruminal debido a las altas concentraciones de azúcares rápidamente fermentables y fibra soluble (French et al., 2000). Ese ambiente ruminal sería más apropiado para la formación de C18:1*trans*-11 (Martin y Jenkins, 2002; Sackmann et al., 2003), el cual estaría disponible en los tejidos para la producción CLAcis-9,*trans*-11 por desaturación (Noci et al., 2005). Posiblemente, el ambiente ruminal generado con las dietas con alto nivel de grano favoreció la vía C18:1*trans*-10, lo que haría disminuir la producción ruminal de C18:1*trans*-11. Si bien la suplementación con aceite de lino permitió incrementar la concentración de CLAcis-9,*trans*-11, este valor fue inferior al hallado en las terminaciones en pastoreo. Posiblemente, el aceite de lino generó un incremento de los niveles de C18:1*trans*-11, pero el isómero predominante siguió siendo el C18:1*trans*-10 (Offer et al., 2001).

## CONCLUSIONES

Esta experiencia mostró que el tipo de dieta ofrecida a los animales en la etapa de terminación tendría mayor relevancia que la dieta ofrecida en la etapa de recría en la definición del perfil de ácidos grasos de la carne. Sin embargo, la recría en confinamiento generaría una depresión de la concentración de CLAcis-9,*trans*-11 en la terminación pastoril. En ese escenario, sería esperable un mayor contenido de este ácido graso en animales que se alimentaron exclusivamente en pastoreo.

Al mismo nivel de engrasamiento, no sería espe-

able encontrar diferencias en la proporción de AGS por efecto de la dieta. Sin embargo, el contenido de AGPI de los animales terminados en confinamiento resulta mayor que el de los terminados en pastoreo. Por su parte, estos últimos poseen una mayor proporción de AGMI en el perfil.

Los resultados mostraron que la terminación en pastoreo determina una mayor concentración de C18:3*n*-3, mientras que la terminación en confinamiento sin agregado de aceite genera los valores más bajos. Si bien la suplementación con aceite de lino permitiría incrementar el contenido de C18:3*n*-3, la magnitud del incremento puede depender del contenido de C18:3*n*-3 del aceite.

Se ratifica en este ensayo la hipótesis de una menor relación AGPI*n*-6/AGPI*n*-3 en las dietas de terminación en pastoreo, comparadas con las de terminación en confinamiento. La terminación en pastoreo mejora la relación AGPI*n*-6/AGPI*n*-3, debido a la reducción del contenido de AGPI*n*-6. Surge también que la inclusión de aceite de lino en dietas de confinamiento con las características del utilizado en este ensayo provoca sólo una leve mejora en dicha relación.

Asimismo, cabe esperar una menor relación C18:2*n*-6/C18:3*n*-3 en las terminaciones en pastoreo, dado por el efecto conjunto de una mayor proporción de C18:3*n*-3 y una menor proporción de C18:2*n*-6. La proporción de C18:3*n*-3 lograda con la dieta incluyendo aceite de lino no alcanzó el nivel logrado en pastoreo.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1992. Official methods of analysis. 15th ed. 3er supplement. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA, USA. 70 p.
- Aharoni, Y.; Orlov, A. And Brosh, A. 2004. Effects of high-forage content and oilseed supplementation of fattening diets on conjugated linoleic acid (CLA) and trans fatty acids profiles of beef lipid fractions. *Anim. Feed Sci. Tech.* 117:43-60.
- Andrae, J.G.; Hunt, C.W.; Duckett, S.K.; Kennington, L.R.; Feng, P.; Owens, F.N. And Soderlund, S. 2000. Effect of high-oil corn on growth performance, diet digestibility, and energy content of finishing diets fed to beef cattle. *J. Anim. Sci.* 78:2257-2262.
- Banni, S.; Angioni, E.; Casu, V.; Melis, M.P.; Carta, G.; Corongiu, F.P.; Thompson, H. And Ip, C. 1999. Decrease in linoleic acid metabolites as a potential mechanism in cancer risk reduction by conjugated linoleic acid. *Carcinogenesis*, 20:1019-1024.

- Bauman, D.E.; Baumgard, L.H.; Corl, B.A. And Griinari, J.M. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* 15 p.
- [www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0937.pdf](http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0937.pdf)
- De La Torre, A.; Debiton, E.; Juanéda, P.; Durand, D.; Chardigny, J.M.; Barthelemy, C.; Bauchart, D. And Gruffat, D. 2006. Beef conjugated linoleic acid isomers reduce human cancer cell growth even when associated with other beef fatty acids. *Br. J. Nutr.* 95:346-352.
- Dhiman, T.R.; Nam, S.H. And Ure, A.L. 2005. Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 45:463-482.
- Di Marco, O.N. 1993. Crecimiento, peso y composición corporal. En: *Crecimiento y respuesta animal*. Ed. AAPA. pp.3-28.
- Duckett, S.K.; Andrae, J.G. And Owens, F.N. 2002. Effect of high-oil corn or added corn oil on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *J. Anim. Sci.* 2002. 80:3353-3360.
- Elmore, J.S.; Warren, H.E.; Mottram, D.S.; Scollan, N.D.; Enser, M.; Richardson, R.I. And Wood, J.D. 2004. A comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen Angus and Holstein-Friesian steers fed diets based on silage or concentrates. *Meat Sci.* 68:27-33.
- Enser, M.; Hallett, K.; Hewett, B.; Fursey, G.A.J. And 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.G.; Hewett, B.; Fursey, G.A.J.; Wood, J.D. And Harrington, G. 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Sci.* 49:329-341.
- Folch, J.; Lees, M. And Sloane Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- French, P.; Stanton, C.; Lawless, F.; O'riordan, E.G.; Monahan, F.J.; Caffrey, P.J. And Moloney, A.P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.* 78:2849-2855.
- Garrett, W.N. 1980. Factors influencing energetic efficiency of beef production. *J. Anim. Sci.* 51:1434-1440.
- Ha, Y.L.; Storkson, J. And Pariza, M.W. 1990. Inhibition of benzo(a)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res.* 50:1097-1101.
- Hu, F.B.; Manson, J.E. And Willett, W.C. 2001. Types Of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *J. Am. Coll. Nutr.* 20:5-19.
- Ip, C; Chin, S.F.; Scimeca, J.A. And Pariza, M.W. 1991.

Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res.* 51:6118-6124.

- Ip, C.; Singh, M.; Thompson, H.J. And Scimeca, J.A. 1994. Conjugated Linoleic Acid Suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res.* 54:1212-1215.
- Kepler, C.R.; Hiron, K.P.; Mcneill, J.J. And Tove, S.B. 1966. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.* 241:1350-1354.
- Kritchevsky, D.; Tepper, S.A.; Wright, S.; Tso, P. And Czarniecki, S.K. 2000. Influence of conjugated linoleic acid (CLA) on establishment and progression of atherosclerosis in rabbits. *J. Am. Coll. Nutr.* 19:472S-477S.
- Lee, K.N.; Kritchevsky, D. And Pariza, M.W. 1994. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis.* 108:19-25.
- Lorenz, S.; Buettner, A.; Ender, K.; Nürnberg, G.; Papstein, H.J.; Schieberle, P. and Nürnberg, K. 2002. Influence of keeping system on the fatty acid composition in the longissimus muscle of bulls and odorants formed after pressure-cooking. *Eur. Food Res. Technol.* 214:112-118.
- Mandell, I.B.; Buchanan-Smith, J.G. And Campbell, C.P. 1998. Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *J. Anim. Sci.* 76:2619-2630.
- Mandell, I.B.; Gullett, E.A.; Buchanan-Smith, J.G. And Campbell, C.P. 1997. Effects of diet and slaughter endpoint on carcass composition and beef quality in Charolais cross steers. *Can. J. Anim. Sci.* 77:403-414.
- Martin, S.A. And Jenkins, T.C. 2002. Factors affecting conjugated linoleic acid and *trans*-C18:1 fatty acid production by mixed ruminal bacteria. *J. Anim. Sci.* 80:3347-3352.
- Noci, F.; Monahan, F.J.; French, P. And 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.
- Offer, N.W.; Marsden, M. And Phipps, R.H. 2001. Effect of oil supplementation of a diet containing a high concentration of starch on levels of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in bovine milk. *Anim. Sci.* 73:533-540.
- O'Shea, M.; Bassaganya-Riera, J. And Mohede, I.C.M. 2004. Immunomodulatory properties of conjugated linoleic acid. *Am. J. Clin. Nutr.* 79:1199S-1206S.
- Pariza, M.W.; Park, Y. And Cook, M.E. 2001. The biologically

active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress Lipid Res.* 40:283-298.

- Pischon, T.; Hankinson, S.E.; Hotamisligil, G.S.; Rifai, N.; Willett, W.C. and RIMM, E.B. 2003. Habitual dietary intake of *n-3* and *n-6* fatty acids in relation to inflammatory markers among US men and women. *Circulation.* 108:155-160.
- Poulson, C.S.; Dhiman, T.R.; Ure, A.L.; Cornforth, D. and OLSON, K.C. 2004. Conjugated linoleic acid content of beef from cattle fed diets containing high grain, CLA, or raised on forages. *Liv. Prod. Sci.* 91:117-128.
- Raes, K.; Haak, L.; Balcaen, A.; Claeys, E.; Demeyer, D. And De Smet, S. 2004. Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscléd Belgian Blue young bulls. *Meat Sci.* 66:307-315.
- Realini, C.E.; Duckett, S.K.; Brito, G.W.; Dalla Rizza, M. And De Mattos, D. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.* 66:567-577.
- Roche, H.M. 1999. Unsaturated fatty acids. *Proc. Nutr. Soc.* 58:397-401.
- Sackmann, J.R.; Duckett, S.K.; Gillis, M.H.; Realini, C.E.; Parks, A.H. And Eggelston, R.B. 2003. Effects of forage and sunflower oil levels on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *J. Anim. Sci.* 81:3174-3181.
- SAS. 1999. SAS User's Guide: Statistics (Version 8). SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 3884 p.
- Scollan, N.D.; Choi, N.J.; Kurt, E.; Fisher, A.V.; Enser, M. And Wood, J.D. 2001. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *Br. J. Nutr.* 85:115-124.
- Varela, A.; Oliete, B.; Moreno, T.; Portela, C; Monserrat, L.; Carballo, J.A. And Sánchez, L. 2004. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. *Meat Sci.* 67:515-522.
- Wood, J. D. And Enser, M. 1997. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Br. J. Nutr.* 78:S49-S60.
- Wood, J.D.; Richardson, R.I.; Nute, G.R.; Fisher, A.V.; Campo, M.M.; Kasapidou, E.; Sheard, P.R. And Enser, M. 2003. Effects Of Fatty Acids On meat quality: a review. *Meat Sci.* 66:21-32.

Volpi Lagreca, G.<sup>1</sup>; Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; Alende, M.<sup>1</sup>; Pordomingo, A.B.<sup>1</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup>; Carduza, F.<sup>2</sup>; García, P.T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

## Efecto de la inclusión de taninos, monensina y soja cruda en dietas basadas en grano de maíz entero sobre la composición lipídica y las características físicas de la carne

### INTRODUCCIÓN

El poroto de soja posee, además de su elevado tenor proteico, un alto contenido de aceite (15-20% de la MS), lo cual aumenta la densidad energética de la dieta y mejora la eficiencia de conversión. Dicho aceite es rico en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), especialmente de ácido linoleico (18:2*n*-6), por lo que contribuye a aumentar la relación entre AGPI y ácidos grasos saturados (AGPI/AGS) en la carne vacuna. Además, el aporte de 18:2*n*-6 podría producir un aumento en la concentración de ácido linoleico conjugado (CLA) en la carne (Madron et al., 2002). Adicionalmente, por su aporte de ácido linolénico (18:3*n*-3), podría contribuir al aumento del contenido de ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (AGPI*n*-3) (Beaulieu et al., 2002). El aumento en la relación AGPI/AGS, la disminución en la relación AGPI*n*-6/AGPI*n*-3 y el aumento en la concentración de CLA en la carne han adquirido especial relevancia en la nutrición humana en los últimos años, ya que están relacionados con una alimentación más saludable, disminuyendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Lee et al., 1994; Kritchevsky et al., 2000; Hu et al., 2001; Pischon et al., 2003) y de cáncer (Ha et al., 1990; Ip et al., 1991; Geay et al., 2001; De La Torre et al., 2006).

La monensina es un ionóforo regulador de la fermentación ruminal que mejora la performance productiva y reduce la incidencia de acidosis. Por su parte, los taninos condensados de quebracho reducirían el riesgo de acidosis al disminuir la

degradabilidad de las proteínas y la fermentabilidad ruminal del almidón (Martínez et al., 2005) y al conducir a ingestas menos voluminosas y mejor distribuidas a lo largo del día (Frutos et al., 2004). A pesar de que existe información acerca del efecto de la monensina y los taninos sobre la performance productiva (Pordomingo et al., 2006), es escasa la información acerca del efecto que pudieran tener sobre las características físicas y químicas de la carne obtenida.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de distintos niveles de poroto de soja cruda (0, 10 y 18%) en una dieta basada en maíz, y de dos tipos de reguladores de la fermentación ruminal (monensina o taninos) sobre la composición lipídica y las características físicas de la carne.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la EEA Anguil y tuvo una duración de 163 días. Se utilizaron 72 terneras (138 + 16,7 kg peso vivo inicial) las cuales fueron distribuidas a razón de 4 animales por corral, en un total de 18 corrales. Los tratamientos aplicados fueron 6, resultantes de la combinación de 3 niveles de poroto de soja (0, 10 y 18%) y 2 reguladores de la fermentación ruminal (monensina o taninos). En el cuadro 1 se muestra la composición de las dietas utilizadas. El componente principal de las mismas fue el grano de maíz y difirieron en el porcentaje de poroto de soja (0, 10 ó 18%) y en la utilización de monensina o taninos. El resto de los componentes de las dietas fueron

heno de alfalfa, afrechillo de trigo, urea, núcleo vitamínico-mineral y pellet de girasol como complemento para lograr que las dietas fueran isoproteicas. Los resultados productivos fueron comunicados por Pordomingo et al. (2006).

Los animales tuvieron un peso vivo promedio al momento de la faena de  $307 \pm 29$  kg. La faena se realizó en un frigorífico comercial (Carnes Pampeanas, Exportaciones Agroindustriales Argentina S.A.), ubicado en la localidad de Santa Rosa, La Pampa, a 18 km del sitio experimental, según la práctica estándar: noqueo, sangrado, cuereado, evisceración, aserrado en dos medias reses, lavado y dressing. Sobre el total de animales faenados se tomaron al azar 7 medias reses izquierdas por tratamiento (42 medias reses en total). Las medias reses fueron mantenidas en la cámara de oreo ( $4^{\circ}\text{C}$ ) durante 24 horas. Luego de ese período, de cada media res se tomó un bloque de 3 bifés con hueso a nivel de la  $10^{\text{a}}$  a  $12^{\text{a}}$  costilla. Los bloques fueron envasados al vacío, congelados y almacenados a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta la realización de los análisis de laboratorio.

Para realizar las mediciones de área de ojo de bife (AOB) se practicó un corte con sierra sobre el bloque congelado en el espacio intercostal entre las costillas  $10^{\text{a}}$  y  $11^{\text{a}}$ . Luego se realizó la calcografía sobre la superficie de corte del músculo *longissimus dorsi* (ojo del bife), y se procedió a determinar el área del mismo, por triplicado, por medio de un planímetro digital Placom modelo KP-92N. Se realizó la medición del espesor de grasa dorsal

(EGD) con regla milimétrica a nivel del tercio distal del ojo de bife con respecto al cuerpo vertebral. Las muestras del músculo *longissimus dorsi* correspondientes a la costilla  $11^{\text{a}}$  fueron utilizadas para la determinación del veteado usando como referencia la escala de veteado ("marbling") del USDA.

Para la determinación de resistencia al corte (N) se empleó la cizalla de Warner-Bratzler sobre muestras cocidas. La cocción se realizó en forma estándar hasta una temperatura interna final de  $71^{\circ}\text{C}$  registrada con termocuplas tipo T insertas en el centro geométrico, según los lineamientos generales de AMSA (1995).

El pH se determinó con pHmetro de penetración al momento del descongelado.

Las mediciones de color se realizaron con un espectrofotómetro de reflectancia BYK-Gardner modelo 9000. Las condiciones experimentales fueron: área grande de visión, observador  $10^{\circ}$  e iluminante D65. Se utilizó la escala de color CIELab y se determinaron los siguientes parámetros por duplicado para cada muestra de carne:  $L^*$ : luminosidad ( $L^* = 0$  para el negro y  $L^* = 100$  para el blanco),  $a^*$ : coordenada verde – rojo y  $b^*$ : coordenada azul – amarillo. Las muestras fueron expuestas al aire 30 minutos antes de realizarse las mediciones para un adecuado desarrollo del color.

Las determinaciones de contenido de grasa intramuscular (GI) y perfil de ácidos grasos (AG) se realizaron sobre el bife correspondiente a la  $12^{\text{a}}$  costilla. Los bifés fueron descongelados

Reg. Ruminal	Monensina			Tanino		
Soja	0	10	18	0	10	18
<i>Ingredientes, % MS</i>						
Maíz entero	68,4	68,4	68,4	67,4	67,4	67,4
Afrechillo de trigo	11	10	10	11	10	10
Pellet de girasol	16,8	8	0	16,8	8	0
Grano de soja	0	10	18	0	10	18
Urea	0,8	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6
Núcleo vitam-mineral	2,98	2,98	2,98	3	3	3
Monensina	0,02	0,02	0,02	0	0	0
Taninos quebracho	0	0	0	1	1	1
<i>Composición química, % MS</i>						
Proteína bruta	14,9	14,9	15,1	15,0	15,0	15,1
FDA	9,8	8,6	6,8	10,3	8,7	7,6
TND	77,5	79,6	81,3	77,6	79,9	81,2
EM, Mcal/kg MS	2,79	2,89	2,97	2,80	2,92	3,00

Cuadro 1. Composición de las dietas de los tratamientos de engorde a corral con la adición de tres niveles de poroto crudo de soja y la utilización de monensina o taninos como regulador ruminal.

FDA: fibra detergente ácido, TND: total nutrientes digestibles, EM: energía metabolizable.

durante 24 h a 4°C. De cada uno de ellos se extrajo por disección la porción correspondiente al músculo *longissimus dorsi*, sin grasa externa, la cual fue picada. Una alícuota de dicho material picado (10 g) fue secada en estufa a 60 °C y colocada en un equipo Soxhlet para la determinación del contenido de lípidos, expresado como porcentaje base húmeda, usando hexano como solvente para la extracción de acuerdo al método de Soxhlet (AOAC, 1992). Adicionalmente, alícuotas de 5 g fueron utilizadas para la extracción de los lípidos totales y determinación de la composición de AG, según una modificación del método de Folch et al. (1957). Los AG metilésteres fueron medidos usando un equipo Chrompack CP 900. Los AG individuales fueron identificados comparando el tiempo de retención relativo con AG individuales estándar (Supelco PUFA N° 2). Una vez obtenido el perfil de AG se calcularon las siguientes variables, las cuales se expresaron como porcentaje del total de AG: AGS como la sumatoria de C14:0, C16:0 y C18:0; AGMI como la sumatoria de C16:1 y C18:1cis; AGPI<sub>n-6</sub> como la sumatoria de C18:2n-6, C20:3, C20:4 y C22:4; AGPI<sub>n-3</sub> como la sumatoria de C18:3n-3, C20:5, C22:5 y C22:6; y AGPI como la sumatoria de AGPI<sub>n-6</sub> y AGPI<sub>n-3</sub>. Además se calcularon las relaciones AGPI<sub>n-6</sub>/AGPI<sub>n-3</sub>; AGPI/AGS y C18:2n-6/C18:3n-3. El isómero CLA que se reporta es el CLAcis-9,trans-11.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características físicas de la carne

Cuadro 2. Características físicas de la carne de vaquillonas engordadas a corral con tres niveles de poroto de soja (0, 10 y 18%) y la utilización de monensina o taninos como regulador ruminal.

Reg. Rum.	Monensina				Tanino				Interacc. Soja x Reg.
	Soja	0	10	18	EE	0	10	18	
AOB (cm <sup>2</sup> )	54,5	54,2	57,5	1,48	57,9	60,8	61,1	1,89	NS
EGD (mm)	11,1 b	13,8 a	14,9 a	0,72	14,6	14,0	13,2	0,94	**
Veteado	1,8	2,0	2,1	0,11	2,7	2,5	2,4	0,13	*
Fuerza corte*	22,7	26,7	25,8	2,14	27,6	26,7	24,5	1,69	NS
pH	5,5	5,5	5,6	0,02	5,5	5,6	5,6	0,04	NS
L*	38,5	38,3	38,3	1,56	39,0	39,3	40,4	0,78	NS
a*	17,5	17,7	17,7	0,56	19,0 a	16,3 b	15,5 b	0,36	***
b*	18,8	18,9	19,6	0,49	20,4 a	18,5 b	18,0 b	0,29	***

Los símbolos NS, \*, \*\* y \*\*\* indican: interacción no significativa (P>0,05), P<0,05, P<0,01 o P<0,001, respectivamente. EE: Error estándar de la media. a,b: letras diferentes en fila indican diferencias significativas.

El Cuadro 2 muestra los resultados de los análisis físicos de la carne. Los valores reportados corresponden a cada tratamiento particular debido a que existe interacción significativa (p<0,05) entre factores para algunas de las variables consideradas.

La utilización de taninos en lugar de monensina produjo un aumento significativo en el AOB (59,95 vs. 55,4 cm<sup>2</sup>; p<0,01), mientras que el aumento en los niveles de soja no tuvo efectos significativos en dicha variable (p=0,16). El aumento del AOB puede estar relacionado con el mayor peso final de los animales suplementados con taninos (313 vs. 302 kg; p=0,044; Pordomingo et al., 2006), dado que el peso vivo influye sobre el peso de la carcasa, y éste último sobre el AOB (Nour et al., 1983).

Con respecto al EGD, se observa una interacción significativa entre los factores: cuando el regulador ruminal fue monensina, la inclusión de soja en la ración produjo un aumento significativo (p<0,01) del EGD, pero cuando se usaron taninos no hubo diferencias entre tratamientos (p=0,56). El veteado no fue afectado por el nivel de soja (P>0,05), pero fue mayor (p<0,001) en los tratamientos con taninos que con monensina (1,95 vs. 2,54, p<0,001).

El pH y la resistencia al corte no se vieron afectados (p>0,05) por ninguno de los factores. En color no hubo diferencias en luminosidad (L\*) (p>0,05), mientras que los cambios observados en las coordenadas a\* y b\* mostraron una interacción (p<0,05) entre factores: con monensina

como regulador ruminal no hubo efectos del nivel de soja ( $p > 0,05$ ) para dichas coordenadas, en cambio, con tanino como regulador se observaron menores ( $p < 0,001$ ) valores de  $a^*$  y  $b^*$  cuando se incluyó soja en la ración.

### Composición lipídica de la carne

Los resultados de composición lipídica de la carne se muestran en el Cuadro 3. Dado que para ninguna de las variables analizadas se observó interacción entre los factores (soja y regulador ruminal) los resultados son expresados teniendo en cuenta el efecto simple de cada uno de los factores.

El contenido de GI no se vio afectado ni por el agregado de soja ni por el tipo de regulador ruminal. Varios estudios muestran que cuando los animales son comparados a igual grado de terminación no se evidencian diferencias en el contenido de GI (Mandell et al., 1997; 1998; French et al., 2000; Varela et al., 2004, Volpi Lagreca et al., 2008).

Tampoco hubo efecto del nivel de soja o del regulador ruminal sobre la concentración de AGS. Sin embargo, se observó que el agregado de soja en la dieta aumentó significativamente el contenido de AGPI y disminuyó el contenido de AGMI. El incremento en el porcentaje de AGPI sin cambios

en el porcentaje de AGS resultó en una relación AGPI/AGS mayor en los tratamientos en los que se incluyó soja. El aumento en la proporción de AGPI se debió principalmente a un incremento de los AGPI $n-6$ . Este incremento se debería principalmente al incremento de C18:2 $n-6$ , dado que este AG es el predominante en el aceite del poroto soja, representando entre el 50 y el 55% del total de ácidos grasos (Christensen et al., 1998; Navarro, 2007).

Por otro lado, la inclusión de 18% de soja en la dieta produjo un aumento en el contenido de AGPI $n-3$  y una disminución significativa de la relación AGPI $n-6$ /AGPI $n-3$ .

Además del aumento del porcentaje de C18:2 $n-6$ , la inclusión de soja generó un incremento del porcentaje de C18:3 $n-3$ , por lo que la relación C18:2/C18:3 no fue diferente entre tratamientos. El aceite de soja contiene aproximadamente un 8% de 18:3 $n-3$  (Schingoethe et al., 1996). Beaulieu et al. (2002) encontraron un aumento significativo en el contenido de 18:3 $n-3$  y una leve pero significativa disminución en la relación AGPI $n-6$ /AGPI $n-3$  en el músculo cuando agregaron un 5% aceite de soja a una dieta basada en 80% de grano de maíz entero. Navarro et al. (2005) también observaron una tendencia

Cuadro 3. Composición lipídica de la carne de vaquillonas engordadas a corral con tres niveles de poroto de soja (0, 10 y 18%) y la utilización de monensina o taninos como regulador ruminal.

	Soja			EE	Reg. Ruminal			p	
	0	10	18		M	T	EE	Soja	Reg.
GI	5,19	4,27	5,55	0,457	5,14	4,86	0,364	NS	NS
AGS	41,46	41,92	42,47	0,507	41,44	42,46	0,404	NS	NS
AGMI	43,82 a	41,62 b	41,03 b	0,603	42,64	41,67	0,481	**	NS
AGPI	6,56 b	8,67 a	8,92 a	0,348	7,54	8,56	0,277	***	*
AGPI $n-6$	5,77 b	7,47 a	7,49 a	0,334	6,46	7,37	0,266	***	*
AGPI $n-3$	0,78 b	1,03 b	1,42 a	0,098	0,97	1,19	0,078	***	NS
AGPI / AGS	0,16 b	0,21 a	0,21 a	0,009	0,18	0,20	0,007	***	NS
AGPI $n-6$ /AGPI $n-3$	7,51 a	7,28 a	5,80 b	0,376	6,85	6,87	0,307	**	NS
C18:2 $n-6$	3,99 b	5,55 a	5,58 a	0,233	4,84	5,25	0,186	***	NS
C18:3 $n-3$	0,43 b	0,52 ab	0,61 a	0,034	0,52	0,52	0,027	**	NS
C18:2 / C18:3	9,78	11,11	9,27	0,612	9,61	10,50	0,501	NS	NS
CLA c9, t11	0,25 ab	0,23 b	0,31 a	0,018	0,26	0,27	0,014	***	NS

Los símbolos NS, \*, \*\* y \*\*\* indican: efecto no significativo ( $P > 0,05$ ),  $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$  o  $p < 0,001$ , respectivamente. M= monensina, T= taninos, AGS= 14:0 + 16:0 + 18:0, AGMI= 16:1 + 18:1, AGPI= AGPI $n-6$  + AGPI $n-3$ , AGPI $n-6$ = 18:2 $n-6$  + 20:3 $n-6$  + 20:4 $n-6$  + 22:4 $n-6$ , AGPI $n-3$ = 18:3 $n-3$  + 20:5 $n-3$  + 22:5 $n-3$  + 22:6 $n-3$ . EE: Error estándar de la media. a,b: letras diferentes en fila indican diferencias significativas.

( $p=0,07$ ) en el mismo sentido.

Estas modificaciones en la composición química de la carne - aumento en la relación AGPI/AGS con una disminución de la relación AGPI $n-6$ /AGPI $n-3$  - son reconocidas como propias de una dieta más saludable.

La proporción de CLA $cis-9,trans-11$  fue mayor cuando se incluyó 18% de soja que con 10% de soja. Sin embargo, la dieta sin inclusión de soja no se diferenció de ninguna de las anteriores. Beaulieu et al. (2002) tampoco observaron aumentos de CLA $cis-9,trans-11$  cuando agregaron 5% de aceite de soja a una dieta basada en 80% de maíz. De igual manera, Navarro et al. (2005) no observaron diferencias en la concentración de CLA aún cuando agregaron hasta un 25 % de semilla de soja entera.

Con respecto al tipo de regulador ruminal, los tratamientos con taninos mostraron un mayor porcentaje de AGPI y de AGPI $n-6$ . Esto podría explicarse por el hecho de que el tratamiento con taninos produjo un consumo de materia seca superior al tratamiento con monensina (6,82 vs. 6,28 kg de materia seca animal $-1$  día $-1$ ,  $p=0,059$ ; Pordomingo et al., 2006), lo cual resultaría en un mayor consumo de aceite de soja y por ende de AGPI $n-6$ .

## CONCLUSIONES

Se concluye que, bajo las condiciones experimentales utilizadas, el agregado de taninos aumentó el AOB y el veteado. Por otro lado, ninguno de los dos factores analizados afectaría la resistencia al corte o el pH. Con respecto al resto de las características físicas de la carne, los resultados muestran interacciones complejas entre los factores.

Por otro lado, el aumento en el aporte de soja cruda disminuiría el contenido de AGMI y aumentaría el de AGPI, aumentando no sólo el porcentaje de AGPI $n-6$  y de C18:2 $n-6$ , sino también de AGPI $n-3$  y C18:3 $n-3$ . El tipo de regulador ruminal afectaría escasamente la composición lipídica de la carne.

## BIBLIOGRAFIA

• AMSA. 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. American Meat Science Association, Chicago, IL.

- AOAC. 1992. Official methods of analysis. 15th ed. 3er supplement. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA, USA. 70 p.
- Beaulieu, A.D., Drackley, J.K. And Merchen, N.R. 2002. Concentrations of conjugated linoleic acid (*cis-9, trans-11*-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high-concentrate diet supplemented with soybean oil. J. Anim. Sci 80:847-861.
- Christensen, R.A., Clark, J.H., Drackley, J.K. And Blum, S.A. 1998. Fatty acid flow to the duodenum and in milk from cows fed diets that contained fat and Nicotinic Acid. J. Dairy Sci. 81:1078-1088.
- De La Torre, A., Debiton, E., Juanéda, P., Durand, D., Chardigny, J.M., Bathomeuf, C. Bauchart, D. and GRUFFAT, D. 2006. Beef conjugated linoleic acid isomers reduce human cancer cell growth even when associated with other beef fatty acids. Br. J. Nutr. 95:346-352.
- Folch, J.; Lees, M. And Sloane Stanley, G.H. 1957. A Simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J. Biol. Chem. 226:497-509.
- French, P.; Stanton, C.; Lawless, F.; O'riordan, E.G.; Monahan, F.J.; Caffrey, P.J. And Moloney, A.P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. J. Anim. Sci. 78:2849-2855.
- Frutos, P., Hervás, G., Giraldes, F.J. And Mantecón, A.R. 2004. Review. Tannins and ruminant nutrition. Spanish Journal of Agricultural Research 2:191-202.
- Geay, Y., Bauchart, D., Hocquette, J.F., and CULIOLI, J. 2001. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscle in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. Reprod. Nutr. Dev. 41:1-26.
- Ha, Y.L.; Storkson, J. And Pariza, M.W. 1990. Inhibition of benzo(a)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. Cancer Res. 50:1097-1101.
- Hu, F.B.; Manson, J.E. And Willett, W.C. 2001. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. J. Am. Coll. Nutr. 20:5-19.
- Ip, C; Chin, S.F.; Scimeca, J.A. And Pariza, M.W. 1991. Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. Cancer Res. 51:6118-6124.
- Kritchevsky, D.; Tepper, S.A.; Wright, S.; Tso, P. And Czarnecki, S.K. 2000. Influence of conjugated linoleic acid (CLA) on establishment and progression of atherosclerosis in rabbits. J. Am. Coll. Nutr. 19:472S-477S.
- Lee, K.N.; Kritchevsky, D. And Pariza, M.W. 1994. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. Atherosclerosis. 108:19-25.
- Madron, M.S., Peterson, D.G., Dwyer, D.A., Corl, B.A., Baumgard, L.H., Beermann, D.H. And Bauman, D.E. 2002.

Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular, and subcutaneous fat in beef steers. *J. Anim. Sci.* 80: 1135-1143.

- Mandell, I.B.; Buchanan-Smith, J.G. And Campbell, C.P. 1998. Effects Of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *J. Anim. Sci.* 76:2619-2630.
- Mandell, I.B.; Gullett, E.A.; Buchanan-Smith, J.G. And Campbell, C.P. 1997. Effects of diet and slaughter endpoint on carcass composition and beef quality in Charolais cross steers. *Can. J. Anim. Sci.* 77:403-414.
- Martínez, T.F., Mcallister, T.A., Alarcón, F.J., Wang, Y., Barroso, F.G. And Reuter, T. 2005. Fermentación ruminal in vitro de la harina de trigo tratada con taninos: 1. Efecto sobre la producción de ácidos grasos volátiles. *Actas de la XXX jornadas científicas y IX internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia* 30: 221-224.
- [www.seoc.eu/docs/jornadas/30\\_jornadas\\_seoc.pdf](http://www.seoc.eu/docs/jornadas/30_jornadas_seoc.pdf)
- Navarro, J.A. 2007. Características productivas, calidad de la res y perfil de ácidos grasos de la carne de terneras engordadas a corral con diferentes niveles de semilla de girasol o soja. Tesis M.Sc. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Unidad Integrada Balcarce, Argentina, 110 p.
- Navarro, J.A., Santini, F.J., Depetris, G.J., Villarreal, E.L. Y Rearte, D.H. 2005. Efecto del suministro de granos enteros de girasol o soja en el engorde a corral: perfil de ácidos grasos de la carne. *Rev. Arg. Prod. Anim. (supl. 1)* 25:44-45.
- Nour, A.Y.M., Thonney, M.L., Stouffer, J.R. And White, W.R.C., Jr. 1983. Changes in carcass weight and characteristics with increasing weight of large and small cattle. *J. Anim. Sci.* 57:1154-1165.

• Outen, G.E.; Beever, D.E. And Fenlon, J.S. 1976. Direct methylation of long-chain fatty acids in feeds, digesta and faeces without prior extraction. *J. Sci. Food Agric.* 27:419-425.

- Pariza, M.W., Park, Y. And Cook, M.E. 2001. The biologically active isomers of con-jugated linoleic acid. *Progress Lipid Res.* 40:283-298.
  - Pischon, T.; Hankinson, S.E.; Hotamisligil, G.S.; Rifai, N.; Willett, W.C. And Rimm, E.B. 2003. Habitual dietary intake of *n-3* and *n-6* fatty acids in relation to inflammatory markers among US men and women. *Circulation.* 108:155-160.
  - Pordomingo, A.J., Volpi Lagreca, G., Stefanazzi, I.N. Y Pordomingo, A.B. 2006. Efecto de la inclusión de taninos vs. Monensina y de soja cruda en dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, en engorde de vaquillonas a corral. *Boletín de divulgación técnica N° 90. Inta Eea Anguil.* Pp. 67-73.
  - Schingoethe, D.J., Brouk, M.J., Lightfield, K.D. Y Baer, J.R. 1996. Lactational re-sponses of dairy cows fed unsaturated fat from extruded soybeans or sunflower seeds. *J. Dairy Sci.* 79: 1244-1249.
  - Varela, A.; Oliete, B.; Moreno, T.; Portela, C; Monserrat, L.; Carballo, J.A. And Sánchez, L. 2004. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. *Meat Sci.* 67:515-522.
  - Volpi Lagreca, G. 2008. Grasa intramuscular y perfil de ácidos grasos de la carne de novillos con diferentes estrategias de recría o terminación. Tesis M.Sc. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Unidad Integrada Balcarce, Argentina, 82 p.
-

Alende, M.<sup>1</sup>; Volpi Lagreca, G.<sup>1</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup>; Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; Pighín, D.<sup>2</sup>; Carduza, F.<sup>2</sup>; Pazos, A.<sup>2</sup>; Babinec, F.<sup>1</sup>; Sancho, A.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

## Efecto de diferentes tiempos de maduración en cortes vacunos procedentes de novillos sometidos a distintos tiempos de viaje y de espera prefaena I: *Longissimus dorsi*

### INTRODUCCIÓN

El transporte de bovinos para faena es un evento altamente estresante (María, 2008), que puede afectar la calidad de la carne obtenida (Tarrant y Grandin, 2000). La distancia recorrida y el tiempo de viaje determinan en gran medida el estrés derivado del dicho proceso. Los viajes largos suponen un mayor desgaste físico, dado que los animales permanecen más tiempo parados (Warriss et al., 1995), sin acceso a agua ni a alimentos. A mayor distancia recorrida, se reduce el glucógeno muscular y aumenta el pH final de la carne, aumentando la incidencia de carnes DFD (dark –oscuras-, firm –firmes- y dry –secas-) (Tarrant et al., 1992; Honkavaara, 1995). Sin embargo, algunos autores consideran que las etapas más estresantes del viaje son las primeras y que los animales lograrían adaptarse al entorno del camión en viajes largos (Warriss et al., 1995; Eldridge, 1988). Como una práctica para reducir el estrés de los animales luego del transporte y realizar la inspección antemortem, en nuestro país se impone un tiempo de espera mínimo de 6 horas en el frigorífico previo a la faena. Se considera que durante dicho período los animales tendrían la oportunidad de hidratarse, recuperarse del estrés del transporte y descansar (Ferguson y Warner, 2008). Durante la espera los animales podrían reestablecer sus reservas de glucógeno, aún cuando no recibiesen alimentación adicional (Warriss et al., 1984). Sin embargo, el efecto de esta práctica sobre la calidad de la carne es discu-

tido. Mounier et al. (2006) encontraron que a mayor tiempo de espera el pH final (pHf) alcanzado por la carne era menor, y que una espera de al menos 17 h disminuía la incidencia de carnes DFD. Por otro lado, otros autores (Warner et al., 1998) consideran que el tiempo de espera tiende a disminuir aún más la concentración de glucógeno y aumenta la probabilidad de ocurrencia de carnes DFD (Kreikemeier et al., 1998; Gallo et al., 2003).

La maduración es un proceso en el cual enzimas proteolíticas (fundamentalmente calpaínas, Herrera-Mendez et al., 2006) hidrolizan componentes del citoesqueleto. Muchos estudios demuestran que la maduración aumenta la ternura y la calidad de la mayoría de los cortes vacunos. Inclusive, se ha sugerido que una correcta maduración de la carne podría atenuar los efectos negativos del estrés derivados del proceso de transporte y faena (María, 2008).

En esta experiencia, se analizó la evolución de los parámetros de calidad (pH, fuerza de corte, color, CRA, mermas por cocción, perfil de textura y parámetros sensoriales) en bloques completos de *longissimus dorsi* envasados al vacío. Además se evaluó el efecto de dos tiempos de viaje y dos tiempos de espera sobre dichos parámetros y sobre parámetros fisiológicos relacionados directamente con el estrés.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Animales

Se utilizaron 64 novillos de raza británica

Angus, con un peso vivo de  $435,1 \pm 20,76$  kg y un grado uniforme de terminación según apreciación visual. Los animales fueron criados sobre pasturas y terminados sobre verdeos de triticale, suplementando durante la noche con silaje de sorgo forrajero en autoconsumo.

### Tratamientos de estrés

Los tratamientos de estrés surgieron de un arreglo factorial  $2 \times 2$ , en el cual los factores fueron: tiempo de viaje (3 h vs 8 h) y tiempo de espera previo a la faena (2 h vs 14:30 h).

Para uniformar las condiciones de manejo, condición de las rutas y del vehículo, los animales fueron transportados por el mismo camión y camionero, siguiendo el mismo recorrido. En todos los casos, la densidad de carga del camión fue de  $0,975$  m<sup>2</sup>/animal ( $446,25$  kg/m<sup>2</sup>).

### Determinaciones y toma de muestras en frigorífico

La faena se realizó según la práctica estándar: noqueo, sangrado, cuereado, evisceración, asechado en dos medias reses, lavado y dressing. Durante el degüello, se obtuvo una muestra de sangre de cada animal, la cual fue dividida en dos submuestras, con y sin anticoagulante (EDTA). Una alícuota de la submuestras con EDTA se usó para determinar hematocrito a la faena. Luego, ambas submuestras fueron centrifugadas (2.000 x g, 10 min) para la obtención de suero y plasma, y almacenadas a  $-20$  °C. En la línea de faena, se tomaron muestras de orina de cada animal por punción vesical.

Las medias reses fueron ubicadas en una cámara de enfriado ( $4$  °C) donde ocurrió el rigor mortis. En la primera hora post-mortem se tomó una muestra del músculo *longissimus dorsi* de la media res izquierda de cada animal para determinar concentración de glucógeno muscular. Las muestras fueron conservadas en nitrógeno líquido y luego en ultrafreezer a  $-80$  °C hasta su análisis. También se tomó una muestra de músculo para la determinación de CRA sobre carne no madurada.

A las 24 h post-mortem se midió el pH en el músculo *longissimus dorsi* de cada media res izquierda con un peachímetro de penetración (Testo 205). También allí se tomó una muestra para la determinación de CRA.

### Tratamientos de maduración

Transcurridas 48 h de la faena, se extrajeron de las dos medias reses de cada animal un bloque con hueso músculo *longissimus dorsi* entre la 9<sup>o</sup> y la 13<sup>o</sup> costilla. ( $n=128$ ). Los cortes fueron identificados y transportados en camión refrigerado ( $4$  °C) al INTA EEA Anguil, donde fueron envasados al vacío. Los cortes obtenidos dentro de cada tratamiento de estrés fueron asignados al azar a 1 de 4 tiempos de maduración 4, 6, 8 ó 15 días, en cámara de frío a  $2 \pm 1$  °C. De esta manera se completaron 16 tratamientos, según un arreglo factorial  $2 \times 2 \times 4$ , siendo los factores: tiempo de viaje (largo, 8 h y corto, 3 h), tiempo de espera previo a la faena (prolongado, 14 h 30 min y breve, 2 h) y tiempo de maduración (4, 6, 8, y 15 días). El número de repeticiones por tratamiento fue  $n=8$  para cada uno de los cortes.

Una vez cumplido cada tiempo de maduración, los cortes fueron congelados a  $-20$  °C para ser luego enviados en un camión refrigerado al INTA ITA Castelar, donde continuaron congelados hasta su análisis.

### Determinaciones instrumentales

#### Capacidad de retención de agua (CRA)

Se determinó CRA sobre carne fresca no madurada y sobre carne congelada no madurada. Además, se determinó CRA sobre carne madurada una vez cumplido el tiempo de maduración. En todos los casos, se hizo por compresión de la muestra sobre papel de filtro siguiendo la metodología propuesta por Zamorano (1996). Alícuotas de 0,3 g fueron colocadas sobre papel de filtro (grado 1003, Munktell) entre dos placas de metacrilato de  $5,5 \times 11,5$  cm y se realizó presión (5 min). Los jugos liberados definieron dos áreas: una central, en el sector ocupado por la carne, y un anillo periférico cuya magnitud es inversamente proporcional a la CRA de la carne.

#### Perfil de textura (TPA)

El perfil de textura se determinó con el texturómetro TA.TX plus (Stable Micro Systems) según las siguientes especificaciones: compresión hasta el 70%, 1s de tiempo de espera entre compresiones sucesivas, celda de carga de 50kg, velocidad de test de 1mm/s, velocidad de pre y post test de 3mm/s, probeta cilíndrica SMS P/35, compresión sobre un eje paralelo a las fibras musculares. Los

parámetros evaluados fueron: dureza, fuerza (o dureza 2), elasticidad, cohesividad, masticabilidad, adhesividad, gomosidad y resiliencia.

### Color

Las mediciones de color se realizaron con un espectrofotómetro de reflectancia BYK-Gardner Espectro-glide 45/o color gloss. Las condiciones experimentales fueron observador 10<sup>o</sup> e iluminante D65. Se utilizó la escala de color CIELab y se determinaron los siguientes parámetros por duplicado para cada muestra de carne: L\*: luminosidad (o negro, 100 blanco) a\*: coord. verde – rojo +, b\*: coord. azul – amarillo +.

### Fuerza de corte y mermas por cocción

Las muestras fueron cocidas en plancha eléctrica de doble contacto hasta una temperatura interna de 71 °C. (AMSA, 1996). Las mermas por cocción se calcularon a partir de la diferencia entre el peso crudo y cocido. Para determinar fuerza de corte, de cada muestra se extrajeron 8 tarugos de 1,3 cm de diámetro en sentido paralelo a la orientación de las fibras musculares los cuales fueron evaluados con Cizalla de Warner Bratzler (WB).

### Análisis sensorial

Se realizó un perfil sensorial (Análisis Descriptivo Cuantitativo). Las muestras fueron cortadas en porciones de 2,5 cm de espesor, descongeladas y cocidas en una grilladora de doble contacto hasta temperatura interna de 71 °C (AMSA, 1996). Una vez cocidas y libres de grasa y tejido conectivo, fueron cortadas en cubos de 1 cm<sup>3</sup> y servidas a un panel de 8 jueces entrenados, quienes evaluaron siguiendo los lineamientos de AMSA (1996) y la normativa IRAM para análisis sensorial. Usaron una escala de 9 puntos para los atributos flavor (combinación característica de gusto, aroma y sensaciones trigeminales), sabores extraños, olor, olores extraños, terneza inicial (corres-

ponde a las 3 primeras masticaciones molares de la muestra), terneza sostenida (corresponde a las sucesivas masticaciones), jugosidad y cantidad de tejido conectivo (relaciona el tamaño de la muestra al inicio y luego de la masticación).

### Hematocrito, concentración de glucosa, proteínas plasmáticas, lactato plasmático y glucógeno muscular

El hematocrito se midió mediante el método de microhematocrito. La concentración de glucosa se cuantificó en plasma mediante el método Glucosa Oxidasa/Peroxidasa (Trinder, 1969). El contenido de proteínas plasmáticas fue dosado mediante el método de Bradford (1976), con seroalbúmina bovina (SIGMA) como estándar. Lactato plasmático mediante método enzimático comercial (Randox, Inglaterra). El contenido muscular de glucógeno se cuantificó aplicando hidrólisis ácida con HCl, y posterior dosaje de las unidades de glucosa liberadas mediante el método descrito previamente para glucosa en sangre, expresándose como unidades de glucosa-glucógeno/g tejido húmedo (Passonneau y Lauderdale, 1974).

### Adrenalina, cortisol y creatinina urinaria

Los niveles hormonales en orina (adrenalina y cortisol) fueron cuantificados mediante kits ELISA (Diasource, Bélgica). La concentración de creatinina fue determinada mediante kit enzimático para método cinético (Wiener, Argentina). Para evitar el efecto de dilución- concentración, los niveles hormonales se expresaron en ng/ mg de creatinina.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Hematocrito y proteínas plasmáticas

No hubo efectos significativos del tiempo de viaje sobre el hematocrito ni sobre la concentración de proteínas plasmáticas, pero sí se observó un efecto significativo del tiempo de espera en frigorífico para ambas variables (Cuadro 1). Con un

Cuadro 1. Hematocrito y concentración de proteínas plasmáticas en animales sometidos a dos tiempos de viaje y dos tiempos de espera contrastantes previo a la faena.

	Viaje (horas)		Espera (horas)		EE	p	
	3	8	2	14		Viaje	Espera
Hematocrito (%)	41.6	42.2	40.7a	43.0b	0.65	NS	0.01
Prot. Plasmát. (g/100 ml)	8.16	8.33	7.79 a	8.7 b	0.156	NS	<0.001

EE: Error estándar, NS: no significativo. p < 0,05 indica significancia estadística, p < 0,10 y > a 0,05 indica tendencia estadística. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias

tiempo de espera prolongado, tanto el hematocrito a la faena como la concentración de proteínas plasmáticas se ven incrementados. El hecho de que las proteínas plasmáticas y el hematocrito hayan sido más altos en los animales de espera prolongada sugiere que existió un proceso de deshidratación en este grupo. Esto indicaría que los animales sometidos a esperas largas en los frigoríficos no abreviarían lo suficiente, a pesar de contar con bebederos en los corrales de espera, posiblemente por el hecho de encontrarse en un ambiente novedoso y estresante (Knowles et al., 1993, Knowles et al., 1999). De hecho, estos resultados son coincidentes con los hallazgos de Tadich et al., (2005), quien observó un aumento en hematocrito con las esperas más prolongadas.

### Parámetros medidos en orina

Tampoco se observó efecto del factor tiempo de viaje sobre la concentración de adrenalina y cortisol. Por el contrario, el factor tiempo de espera afectó significativamente las concentraciones de hormonas de estrés: se observó que los animales sometidos a un tiempo de espera larga tuvieron mayores niveles de cortisol, mientras que los animales con un tiempo de espera breve tuvieron mayores niveles de adrenalina (Cuadro 2). Estos resultados se deben a que ambas hormonas poseen una vida media diferente y representan estadios diferentes en la respuesta fisiológica al estrés. Mientras que la adrenalina es una hormona de vida media breve, cuyos niveles aumentan y descienden rápidamente, el cortisol es una hormona de vida media más prolongada, que aumenta gradualmente y se mantiene elevada mientras persiste el efecto estresante (Matteri et al., 2000). Los animales que tuvieron una espera más prolongada registraron un descenso de los niveles de adrenalina y un aumento en los niveles de cortisol, mientras los animales con espera

breve mostraron una concentración de adrenalina más compatible con una respuesta aguda, posiblemente reflejando el estatus de los momentos finales del viaje en camión y los momentos iniciales de la llegada al frigorífico. Estos resultados, en su conjunto, estarían indicando que un mayor tiempo de espera no posee efectos tranquilizadores sobre los animales, ya que el cortisol incrementa. Esto coincide con lo hallazgo de Tadich et al., (2005), en Chile, quienes encontraron resultados similares.

### Glucemia, glucógeno muscular y lactato plasmático

El factor tiempo de viaje no afectó la concentración de estos tres parámetros relacionados con el metabolismo de la glucosa (Cuadro 3). En cambio, sí se observó un efecto significativo del tiempo de espera sobre la glucemia y una tendencia ( $p=0,10$ ) sobre las concentraciones de glucógeno muscular.

La glucemia fue mayor en aquellos animales con una espera breve (2hs), independientemente de la duración del transporte. Dado que todos los animales estuvieron en franca hiperglucemia, el mayor nivel de glucemia observado en los animales sometidos a la espera de 2 hs se podría deber a los mayores niveles circulantes de adrenalina, hormona fuertemente hiperglucemiante (Paz Recio, 1995). Por otro lado, la espera contribuyó con un leve aumento ( $p=0,10$ ) en la concentración de glucógeno muscular, indicando cierta recuperación de reservas de glucógeno durante la espera. Dicho resultado podría deberse a los descensos en los niveles de adrenalina, que es una hormona bloqueante de la acción de insulina. La caída de la adrenalina, junto con el aumento de los corticoides, permitiría el accionar de la insulina, aumentando las reservas musculares de glucógeno (Paz Recio, 1995).

Cuadro 2. Parámetros urinarios en animales sometidos a dos tiempos de viaje y dos tiempos de espera contrastantes previo a la faena.

	Viaje (horas)		Espera (horas)		EE	P	
	3	8	2	14		Viaje	Espera
Creatinina (g/l)	2.71	2.95	2.89	2.77	0.221	NS	NS
Adrenalina (ng/mg creat.)	4.72	9.58	10,71 b	3,59 a	2.294	NS	0.03
Cortisol (ng/mg creat.)	151	130	109 a	172 b	13.1	NS	<0,01

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

Cuadro 3. Concentración de glucógeno muscular y de glucosa y lactato plasmáticos en animales sometidos a dos tiempos de viaje y dos tiempos de espera contrastantes previo a la faena.

	Viaje (horas)		Espera (horas)		EE	p	
	3	8	2	14		Viaje	Espera
Glucógeno ( $\mu\text{mol/g tej. hum.}$ )	33,4	38,5	33,1	38,8	2,35	NS	0,1
Glucosa (mg/dl)	7,10	7,57	7,82 b	6,85 a	0,303	NS	0,03
Lactato (mg/dl)	42,01	44,75	45,12	41,64	2,494	NS	NS

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

Cuadro 4. Capacidad de retención de agua en *Longissimus dorsi* fresco y congelado/descongelado de animales sometidos a dos tiempos de viaje y dos tiempos de espera contrastantes previo a la faena.

	Viaje (horas)		Espera (horas)		EE	p	
	3	8	2	14		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

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

Cuadro 5. Características físicas de la carne correspondiente al músculo *Longissimus dorsi* (bife) de animales sometidos a diferentes tiempos de viaje y de espera prefaena, luego de cuatro tiempos de maduración.

	Viaje (horas)		Espera (horas)		EE	p		EE		
	3	8	2	14		Viaje	Espera			
pH	5,81	5,80	5,82	5,79	0,038	-	-	-		
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
Mermas (%)	32,32	32,24	32,26	32,31	0,270	31,81b	32,99a	31,81b	32,52ab	0,340
CRA (%)	31,767	31,84	32,26	31,34	0,395	31,96	31,40	31,21	32,64	0,558

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

### Capacidad de retención de agua de músculo obtenido inmediatamente después del sacrificio

La CRA medida en la carne fresca se vio afectada tanto por el tiempo de viaje como por el tiempo de espera, mientras que la CRA medida en carne congelada y luego descongelada no mostró efectos significativos de tratamientos (Cuadro 4). La CRA de carne fresca resultó más alta en el tiempo de viaje corto y en la espera prolongada.

Se verificó un importante descenso en la CRA en la carne congelada respecto de la fresca (17%).

Esto se explica porque el congelado afecta la estructura y la integridad de los miocitos, haciendo que una parte de esta agua atrapada pueda fluir libremente (Huff-Lonergan y Lonergan, 2005).

### Parámetros físicos y sensoriales de las muestras de *longissimus dorsi* maduras

El cuadro 5 muestra los valores de las variables físicas analizadas. Como puede observarse, la mayoría de las variables físicas analizadas no

Cuadro 6. Perfil de textura de *Longissimus dorsi* de animales sometidos a diferentes tiempos de viaje y de espera prefaena, luego de cuatro tiempos de maduración.

	Viaje (horas)		Espera (horas)		EE	p				
	3	8	2	14		Viaje	Espera	EE		
fuerza	76,49	76,44	75,18	77,74	1,447	80,00a	76,13ab	77,8a	71,91b	1,940
dureza	86,29	88,23	86,92	89,60	1,591	92,3a	87,58ab	89,85a	83,32b	2,161
elasticidad	0,49	0,49	0,48a	0,50a	0,004	0,49a	0,48a	0,49a	0,51b	0,006
adhesividad	-13,03	-12,37	-13,69a	-11,71a	0,544	-11,89a	-11,79a	-16,64b	-10,49a	0,751
cohesividad	0,51	0,51	0,50	0,51	0,003	0,50	0,51	0,51	0,50	0,004
gomosidad	44,60	44,55	43,80	45,35	0,818	46,13a	44,57ab	45,55a	42,04b	1,090
masticabilidad	22,28	21,89	21,29a	22,88b	0,520	22,71	21,50	22,40	21,73	0,735
resiliencia	0,019	0,009	0,012	0,016	0,005	0,017	0,012	0,015	0,024	0,007

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

Cuadro 7. Evaluación sensorial de la carne correspondiente al músculo *Longissimus dorsi* de animales sometidos a diferentes tiempos de viaje y de espera prefaena, luego de cuatro tiempos de maduración.

	Viaje (horas)		Espera (horas)		EE	p				
	3	8	2	14		Viaje	Espera	EE		
Olor	6,03a	5,84b	5,94	5,91	0,070	5,89	6,01	5,99	5,81	0,100
Flavor	6,12	6,11	6,14	6,08	0,060	6,15	6,16	5,97	6,18	0,100
Terneza inicial	5,98	5,96	6,17a	5,77b	0,070	5,87b	5,87b	5,79b	6,37a	0,140
Terneza sostenida	6,64	6,63	6,81a	6,46b	0,110	6,56ab	6,48b	6,45b	7,06a	0,140
Jugosidad	5,94	6,04	6,09a	5,88b	0,090	5,88b	5,90b	5,92b	6,26a	0,110
Conectivo	3,95	3,98	3,83	4,10	0,080	4,14a	4,01a	4,23a	3,48b	0,100

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

resultaron afectadas por los tratamientos (pH final, parámetros  $L^*$  y  $b^*$  de color de músculo, CRA, color de grasa). Sí resultaron afectados por la maduración los valores del parámetro  $a^*$  de color de músculo, la fuerza de corte y las mermas por cocción.

Tanto el parámetro  $a^*$  de color como las mermas por cocción mostraron un comportamiento errático a lo largo de los diferentes tiempos de maduración, sin que pueda establecerse un comportamiento predecible con el aumento del tiempo de maduración. Con respecto a la fuerza de corte, se observó una disminución significativa a los 15 días de maduración, lo cual se relaciona con una mayor terneza (Campo et al., 1999). Cabe destacar que la CRA fue menor en la carne madurada que en la carne sin madurar, tanto fresca como congelada.

Con respecto al perfil de textura (cuadro 6) puede observarse que los valores de fuerza y dureza resultaron significativamente más bajos en el tiempo de maduración de 15 días. Esto es

coherente con lo encontrado en el análisis de fuerza de corte por Warner-Bratzler y con los hallazgos del panel sensorial (cuadro 7). A partir de estos resultados, puede concluirse que, para el músculo *longissimus dorsi*, tiempos de maduración de 15 días redujeron los valores de los estimadores instrumentales de fuerza de corte, fuerza y dureza y aumentaron la terneza inicial y sostenida de este corte en el panel sensorial, mientras que 8 días de maduración no fueron suficientes para modificar dichos parámetros.

Los parámetros elasticidad, adhesividad y masticabilidad se vieron afectados por el tiempo de espera. Puede observarse (cuadro 7) que tiempos de espera más prolongados aumentaron la elasticidad y la masticabilidad, mientras que redujeron la adhesividad. Por lo tanto, en base a los resultados del perfil de textura, puede inferirse que mayores tiempos de espera afectaron negativamente la calidad de la carne. La maduración afectó también significativamente a la gomosidad, la cual fue significativamente menor a

mayor tiempo de maduración

El cuadro 7 muestra los datos obtenidos en el panel sensorial. Como se mencionó más arriba, la terneza inicial y sostenida aumentaron a los 15 días de maduración. Adicionalmente, dicho tiempo de maduración mostró valores más altos de jugosidad y menor percepción de tejido conectivo (cuadro 7). De acuerdo con los valores obtenidos las carnes y ubicándolos en una escala de 1 a 9, las muestras del tiempo de maduración de 15 días fueron clasificadas como “algo tiernas”, “algo jugosas” y con “trazas” de tejido conectivo, mientras que los otros tiempos de maduración dieron carnes “algo tiernas a algo duras”, “algo jugosas a algo secas” y con “algo” de tejido conectivo. Adicionalmente, debe mencionarse que las muestras sometidas a tiempos de maduración de 15 días mostraron presencia de “flavors extraños”, hígado y metálico, calificados como de intensidad muy débil, mientras que los otros turnos de maduración no mostraron flavors extraños.

A su vez, el cuadro 7 muestra el efecto significativo del tiempo de espera, mientras que no hay efecto de tiempo de viaje. Con respecto a la espera, puede observarse que tiempos más prolongados redujeron la terneza inicial y la sostenida, así como la jugosidad. Por lo tanto, puede concluirse que tiempos de espera en frigorífico más prolongados afectaron negativamente la calidad de la carne en el *longissimus dorsi*.

## CONCLUSIONES

El análisis de los datos obtenidos indica que no hubo carnes compatibles con la condición DFD para ninguno de los cortes analizados, considerando tanto pH final como color. Asimismo, se comprueba que, para la casi totalidad de las variables analizadas, el factor tiempo de viaje no tuvo un efecto significativo.

Más notorios fueron los efectos del tiempo de espera en frigorífico. Las respuestas en nivel de hidratación (hematocrito y proteínas plasmáticas totales), glucemia y cortisol indican que la hidratación de los animales durante la espera no es completa y que la espera no implica una reducción del estrés. Sin embargo, el hallazgo de una leve recuperación de los niveles de glucógeno indica que existiría cierta recuperación de reservas musculares, si bien los niveles de glucógeno muscular (aún los más bajos) son perfectamente

compatibles con pH finales adecuados y buena calidad de producto.

Con respecto a la calidad de carne, un mayor tiempo de espera tuvo en efecto negativo, aumentando la elasticidad, la adhesividad y la masticabilidad en el análisis de perfil de textura, y reduciendo la terneza inicial y sostenida así como la jugosidad, en el panel sensorial. Estos datos tienen correlato con lo hallado en las variables bioquímicas y fisiológicas, que indicaron que la mayor espera en frigorífico prolongó y exacerbó el cuadro de estrés y deshidratación. A pesar de que el *longissimus dorsi* no mostró efecto de espera en pH medido a las 24 horas, ni en fuerza de corte ni en color, hubo un efecto que fue detectable en el análisis de perfil de textura y en el panel sensorial.

En general, la maduración produce un descenso en la fuerza de corte y un aumento en la terneza (Stolowski et al., 2006), aunque en este caso esto solo fue evidente a los 15 días de maduración. Puede decirse que la maduración de 15 días mejoró significativamente algunas características físicas importantes en el *longissimus dorsi* (terneza y jugosidad), aunque debe señalarse que para este tiempo de maduración aparecieron algunos “off flavors” indeseables, calificados cualitativamente como “sabor a hígado” (5 menciones) y “sabor metálico” (3 menciones), aunque fueron evaluados como “muy débiles”.

## Agradecimientos

Este estudio fue financiado íntegramente por el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA), a quienes se agradece su indispensable ayuda económica. También se agradece la colaboración de los ingenieros Federico Kent., Cecilia Sardiña y Laura Fontana, la licenciada Adriana Pordomingo y las señoras Mónica Pecile y Karina Moreno.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMSA. 1996. Meat evaluation handbook. American Meat Science Association.
- Bradford, M.M. 1976. A Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. 72: 248-254.
- Campo, M.M., Sañudo, C., Panea, B., Alberti, P. y Santolaria, P. 1999. Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Meat*

Science. 51: 383-390.

- Eldridge, G.A. 1988. Road transport factors that may influence stress in cattle. En: Pro-ceedings of the 34th International Con-gress of Meat Science and Technology. Chandler, C.S. y Thornton, R.F. Eds. CSIRO, Brisbane, Queensland, pp. 148-149.
- 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.
- Gallo, C., Lizondo, T. y Knowles, T.G. 2003. Effects of journey and lairage time on stress transported to slaughter in Chile. Veterinary Record. 152: 361-364.
- Herrera-Mendez, C.H., Becilab, S.; Boudjellal, A. y Ouali, A. 2006. Meat ageing: Reconsideration of the current concept. Trends in Food Science and Technology. 17: 394-405.
- Honkavaara, M. 1995. The effect of long dis-tance transportation on live animals. En: Factors Affecting the Microbial Quality of Meat 1. Disease Status, Production Methods and Transportation of the Live Animal.
- Huff-Lonergan, E. y Lonergan, M.S. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Science. 71: 194-204.
- Kreikemeier, K.K., Unruh, J.A. y Eck, T.P. 1998. Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. Journal of Animal Science. 76: 388-395.
- María, G.A. 2008. Meat quality. En: Long dis-tance 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.
- Matteri, R.L., Carroll, J.A. y Dyer, C.J. 2000. Neuroendocrine responses to stress. En: The biology of animal stress. Moberg, G.P. y Mench, J.A. Eds. CAB Interna-tional, ISBN 0 85199 409 1, Wallingford, UK, 377 pp.
- 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. Journal of Animal Science. 84: 1567-1576.
- Passonneau, J. y Lauderdale, V. 1974. A com-parison of

three methods of glycogen measurement in tissues. Analytical Biochemistry. 60: 405-412.

- Paz Recio, V. 1995. Médula Adrenal. En: García Sacristán et al., 1995, Fisiología veterinaria, Ed. Mc Graw Hill, pp 781-794.
  - Stolorski, G.D., Band, B.E., Miller, R.K., Savell, J.W., Sams, A.R., Taylor, L.F., Sanders, O. y Smith, S.B. 2006. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. Meat Science. 73: 475-483.
  - 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 Production Science. 93: 223-233.
  - Tarrant, P.V., Kenny, F.J., Harrington, D. y Murphy, M. 1992. Long distance *trans*-portation of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology, behavior and carcass quality. Livestock Production Science. 30: 223-238.
  - 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.
  - Trinder, P. 1969 Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an al-ternative oxygen acceptor. Annals of Clinical Biochemistry. 6: 24-27.
  - Warner, R. D.; Truscot, T. G.; Eldridge, G. A. y Franz, P. R. 1998. A survey of the inci-dence of high pH beef meat in Victorian abattoirs. En: 34th International Con-gress of Meat Science and Technology. Brisbane, Australia. pp.150-151.
  - 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 cat-tle transport by road for up to 15 hours. Veterinary Record. 136: 319-323.
  - Warriss, P.D.; Kestin, S.C.; Brown, S.N. y Wilkins, L.J. 1984. The time required for recovery from mixing stress in young bulls and the prevention of dark cutting beef. Meat Science. 10: 53-68.
  - 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.
-

Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup>; Carduza, F.<sup>2</sup>; García, P.T.<sup>2</sup>; Pordomingo, A.B.<sup>1</sup>; Pini, F.<sup>3</sup>; Masgoret, S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

<sup>3</sup> Asoc. Criadores de Bonsmara

## Efectos del cruzamiento de razas británicas con Bonsmara sobre el aumento de peso, la terminación y los atributos de la carne de novillos

### INTRODUCCIÓN

La incorporación de razas y cruzamientos en bovinos para carne tiene por objeto mejorar productividad, eficiencia de producción y atributos de calidad del producto. En ambientes semiáridos o con condiciones climáticas restrictivas, la búsqueda de razas y biotipos que mejoren eficiencias y producción es permanente. Entre ellas, la raza Bonsmara ha demostrado alta capacidad de adaptación en ambientes restrictivos para la cría bovina en el país. Surgen sin embargo algunas preguntas con respecto a la plasticidad de esta raza para adecuarse a los diversos sistemas de producción, desde el engorde netamente pastoril hasta la terminación en confinamiento. Adicionalmente, se posee escasa información internacional y ninguna a nivel regional que describa las características físicas y químicas de su carne. Aunque se la define como una raza compuesta a partir de razas no cebuinas, se desconoce la incidencia de su cruzamiento con razas británicas comunes sobre los atributos de la carne.

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la incorporación de la raza Bonsmara en cruzamiento con la raza Angus sobre: a) la performance productiva en engorde pastoril y en engorde en confinamiento, y b) la calidad de la carne emergente del sistema de confinamiento. Se hipotetizó que: a) el cruzamiento con Bonsmara incrementa el potencial de aumento de peso del novillo por ser una raza de mayor peso adulto, b) con la incorporación de Bonsmara se espera un menor engrasamiento de cobertura e intramuscular a una misma

edad, c) el sistema de engorde a corral genera una mejor terminación que el pastoril en los animales con sangre Bonsmara, d) la incorporación de Bonsmara sobre la raza británica no modifica los atributos físicos, sensoriales y organolépticos de la carne, y e) la incorporación de Bonsmara no afecta los perfiles de la composición química de la carne.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para investigar las hipótesis arriba descritas se condujeron dos experimentos, uno en pastoreo y otro en confinamiento. La experimentación se llevó a cabo en los establecimientos comerciales El Monasterio y El Romaneo, ubicados en la proximidad de Ataliva Roca (La Pampa) y de Victorica (La Pampa), respectivamente, durante el invierno y la primavera del 2007. Se definieron 5 tratamientos de interés donde participó la raza Bonsmara como raza pura o en cruzamientos de 50% y 75% sobre la Angus ( $1/2\text{Bons} \times 1/2\text{AA}$  y  $3/4\text{Bons} \times 1/4\text{AA}$ , respectivamente), contrastada con los biotipos comerciales comunes en la región: Angus y Hereford. Dos semanas antes del comienzo de las experiencias se tomaron al azar 14 novillos de cada biotipo racial en El Romaneo, donde se pesaron y separaron en dos grupos, con 7 animales de cada raza. Un grupo de 35 animales fue trasladado al establecimiento EL Monasterio para iniciar el engorde pastoril (Experimento 1) y el otro grupo fue retenido en El Romaneo para ser engordado a corral (Experimento 2).

**Experimento 1:** Evaluación de performance productiva en pastoreo

Se utilizaron para esta experiencia 7 novillos de cada una de las razas Hereford, Angus, Bonsmara y de los cruzamientos  $1/2$ Bonsx $1/2$ AA,  $3/4$ Bonsx $1/4$ AA. Todos los animales pastorearon pastura de base alfalfa al arribar y luego verdeo de invierno (avena y centeno) sin restricciones y sin suplementación adicional. Se propuso como objetivo no generar otras limitantes en la oferta que no fueran las propias de la calidad del pasto, para reducir la incidencia de la disponibilidad sobre el aumento y la terminación.

Se determinó el peso mediante balanza mecánica individual los días 0, 61, 124 y 155 del ensayo. Previo a la pesada, los animales fueron desbastados durante 17 horas en encierre sin alimento. Se calculó el aumento de peso vivo (APV) por diferencia de peso y días entre pesadas. Una vez alcanzado el peso de faena y grado de terminación adecuado (por apreciación visual), y habiéndose superado 6 mm de espesor de grasa dorsal (por determinación ecográfica en vivo) se procedió a la faena.

**Experimento 2:** Evaluación de performance productiva en confinamiento

Se utilizaron 7 novillos de cada una de las razas Hereford, Angus, Bonsmara y de los cruzamientos  $1/2$ Bonsx $1/2$ AA,  $3/4$ Bonsx $1/4$ AA. Los 35 animales se alimentaron en corrales agrupados por biotipo. Se los alimentó con una ración de crecimiento limitada en oferta energética con un objetivo de aumento de 0,850 kg/día durante los primeros 90 días. Luego se incrementó la concentración energética para generar un aumento mayor, de engorde de terminación, superior a 1,300 kg/día durante 57 días. La estrategia propuesta se definió en función de estrategias de alimentación frecuentes en los sistemas de engorde a corral para evitar el sobre-engrasamiento en las razas británicas y de la posibilidad de comparar la performance a corral (Experimento 2) con la de pastoreo (Experimento 1). En consecuencia, los animales fueron faenados en condiciones similares a las descritas en el experimento 1. El aumento de peso se determinó mediante pesadas de la misma manera que en el experimento 1 los días 0, 92 y 147 del ensayo.

## **Rendimiento de res y calidad de carne**

En ambos experimentos, el día siguiente a la finalización de cada experimento los animales se faenaron en un frigorífico comercial. Inmediatamente de finalizada la faena, se registró el peso de la res para el cálculo de rendimiento al gancho. Luego de 24 horas de oreo se determinó el espesor de grasa dorsal por medición directa.

En las medias reses del experimento 2 (engorde en confinamiento), luego de 24 horas en cámara fría, se tomó una muestra de carne (bloque de 3 bifés) de la media res izquierda de cada animal mediante un corte transversal a la columna vertebral entre la 9ª y la 11ª costilla. Los cortes fueron identificados individualmente, enfriados por 72 horas, y congelados posteriormente en un túnel de frío. Las muestras fueron transportadas a INTA EEA Anguil en forma congelada, envasadas al vacío y conservadas en cámara a -15°C hasta la realización de los análisis de laboratorio en el Instituto de Tecnología de Alimento de INTA en Castelar. Para la realización de los análisis las muestras fueron descongeladas a 4°C. Las determinaciones realizadas fueron:

1. *Perfil sensorial:* submuestras de cada corte fueron cocinadas y procesadas según los lineamientos generales de AMSA (1996) y la normativa general de IRAM. Se utilizó un panel de 8 jueces entrenados, los cuales evaluaron las muestras de bife caracterizando olor, flavor (combinación característica de gusto, aroma y sensaciones trigeminales), jugosidad, terneza inicial (corresponde a las 3 primeras masticaciones molares de la muestra), terneza sostenida (corresponde a las sucesivas masticaciones) y tejido conectivo (relaciona el tamaño de la muestra al inicio y luego de la masticación).

2. *Determinaciones físicas:* Para realizar las mediciones de área de ojo de bife (AOB) se practicó un corte con sierra sobre el bloque congelado a nivel del espacio intercostal 10 - 11. Luego se realizó la calcografía sobre la superficie de corte del músculo *longissimus dorsi* (ojo del bife), y se procedió a determinar el área del mismo, por triplicado, por medio de un planímetro digital Placom modelo KP-92N. Se midieron los ejes longitudinal y transversal del ojo de bife (largo y ancho de bife, respectivamente), ambos en el punto de mayor longitud.

Se realizó la medición del espesor de la grasa dorsal (EGD) con regla milimétrica. Esta medida

se tomó a nivel del tercio distal del ojo de bife con respecto al cuerpo vertebral. Las muestras del músculo *longissimus dorsi* correspondientes a la costilla 11 fueron utilizadas para la determinación del veteado usando como referencia la escala de veteado ("marbling") del USDA (EEUU). Otras muestras de bife fueron cocinadas en forma estándar hasta una temperatura interna final de 71°C, registrada con termocuplas tipo T insertas en el centro geométrico. Se registraron los pesos antes y después de la cocción a fin de evaluar las mermas por cocción. Para efectuar la resistencia al corte (N) se empleó la cizalla de Warner-Brätzler. La capacidad de retención de agua (CRA) se determinó por compresión de la muestra sobre papel de filtro siguiendo la metodología propuesta por Zamorano (1996). El pH se determinó con pHmetro de penetración al momento del descongelado. Las mediciones de color se realizaron con un espectrofotómetro de reflectancia BYK-Gardner modelo 9000. Las condiciones experimentales fueron: área grande de visión, observador 10° e Iluminante D65. Se utilizó la escala de color CIELab y se determinaron los siguientes parámetros por duplicado para cada muestra de carne: L\*: luminosidad, tiene un valor de L\* = 0 para el negro y L\* = 100 para el blanco; a\*: coordenada verde (valores negativos) – rojo (valores positivos); b\*: coordenada azul – amarillo. Las muestras fueron expuestas al aire 30 minutos antes de realizarse las mediciones para un completo desarrollo del color.

3. *Determinaciones químicas*: Se determinó el porcentaje de grasa intramuscular (GI) mediante extracción con hexano a ebullición (Soxhlet). Los lípidos intramusculares fueron extraídos con una adaptación de la técnica de Folch et al. (1957) para la determinación de ácidos grasos (AG) y colesterol. La determinación de la composición en AG se realizó mediante el análisis de los correspondientes metil ésteres por cromatografía gaseosa, empleando una columna capilar CPSil 88 de 100m de longitud. La determinación de colesterol se realizó mediante un método enzimático-colorimétrico (Biosystem S.A).

### Análisis estadístico

El ensayo se estableció de acuerdo a un diseño totalmente aleatorizado, con 7 animales por tratamiento (raza o cruzamiento). El modelo incluyó medidas repetidas en el tiempo (análisis tipo

repeated measures; SAS, 1990) para los datos de peso y aumento de peso. Cuando un efecto de tratamientos fue detectado significativo ( $P < 0,05$ ), las medias se separaron mediante LSD (SAS, 1990).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los pesos iniciales fueron diferentes, por lo que a la misma fecha de finalización los animales con genética Bonsmara fueron más pesados en ambos experimentos. En el experimento 1, el aumento de peso medio de cada biotipo fue similar (Cuadro 1). Cabe destacarse el alto aumento alcanzado por todos los grupos, considerando que se trató de una base netamente pastoril. La diferencia entre pesos de res reflejó las diferencias entre los pesos iniciales. No se detectaron diferencias en el rendimiento de res, aunque podría visualizarse una tendencia a un incremento con la proporción de Bonsmara (Cuadro 1). Es de notar también que la inclusión de Bonsmara no afectó el nivel de engrasamiento de cobertura, expresado como espesor de grasa dorsal. En este sentido, esta información indica que la incorporación de Bonsmara no reduciría la capacidad de terminación, comparado con las razas británicas Hereford y Angus puras (Cuadro 1).

En el experimento 2, el aumento de peso resultó mayor en los cruzamientos con Bonsmara respecto del Angus (Cuadro 2), respuesta esperable en planteos de dietas de alta energía metabolizable. El peso de res resultó superior en aquellos animales, comparados con los británicos, fundamentalmente debido a un mayor peso inicial. Debe notarse también que la inclusión de Bonsmara incrementó el rendimiento de res a la faena. En esta experiencia, el espesor de grasa dorsal fue inferior al alcanzado en Angus y similar al logrado en los animales Hereford, pero más que suficiente para el grado de terminación necesario para el mercado interno o de exportación. El espesor de grasa dorsal medido en los animales Angus y Hereford podría considerarse como excesivo (Cuadro 2).

El tamaño del bife o área de bife se incrementó con la incorporación de Bonsmara, particularmente al comparar el Bonsmara puro con el resto, pero debe tenerse en cuenta el mayor tamaño y peso al inicio del trabajo de los animales Bonsmara (Cuadro 3). Los bifos de animales

	He	AA	½ Bons	¾ Bons	Bons
Peso vivo, kg					
día 0	257 a	282 b	279 b	320 c	339 d
día 61	304 a	323 b	333 c	363 d	391 e
día 124	386 a	398 b	410 c	437 d	466 e
día 155	414 a	424 b	436 c	462 d	492 e
APV, kg/día					
día 0 a 61	0,766 b	0,650 a	0,885 c	0,707 b	0,822 c
día 62 a 124	1,313	1,198	1,220	1,168	1,184
día 125 a 155	0,885	0,812	0,857	0,825	0,855
día 0 a 155	1,012	0,905	1,016	0,918	0,992
Peso res, kg	239 a	242 a	252 b	269 c	289 d
Rto, %	57,8	57,2	57,8	58,2	58,6
EGD, mm	7,4	6,8	7,2	8,3	7,9

*Cuadro 1. Efectos de cruza-  
mientos de Bonsmara x  
Angus, comparado con las  
razas puras y la raza  
Hereford sobre el aumento  
de peso, el espesor de grasa  
y el rendimiento de novillos  
en engorde pastoril.*

n=7, cantidad de animales en cada grupo evaluado; He: Hereford; AA: Angus; ½ Bons: 1/2 Bonsmara 1/2 Angus; ¾ Bons: ¾ Bonsmara 1/4 Angus; Bons: Bonsmara 100%; APV: aumento de peso vivo; Rto: rendimiento de res; EGD: espesor de grasa dorsal.

	He	AA	½ Bons	¾ Bons	Bons
PV, kg					
día 0	270 a	279 a	277 a	321 b	366 d
día 92	349 a	348 a	360 b	401 c	448 d
día 147	432 a	423 a	447 b	480 c	532 d
APV, kg/día					
día 0 a 92	0,862 b	0,753 a	0,902 b	0,870 b	0,888 b
día 93 a 147	1,506	1,364	1,584	1,429	1,539
día 0 a 147	1,103 ab	0,982 a	1,157 b	1,079 ab	1,132 b
Peso res, kg	237 a	237 ab	252 b	270 c	303 d
Rto, %	57,2 a	58,4 b	58,6 bc	58,7 bc	59,3 c
EGD, mm	17,1 b	18,3 c	14,9 a	16,3 b	16,0 b

*Cuadro 2. Efectos de cruza-  
mientos de Bonsmara x  
Angus, comparado con las  
razas puras y la raza Here-  
ford sobre el aumento de  
peso, el espesor de grasa y  
el rendimiento de novillos en  
engorde en confinamiento.*

n=7, cantidad de animales en cada grupo evaluado; He: Hereford; AA: Angus; ½ Bons: 1/2 Bonsmara 1/2 Angus; ¾ Bons: ¾ Bonsmara 1/4 Angus; Bons: Bonsmara 100%; APV: aumento de peso vivo; Rto: rendimiento de res; EGD: espesor de grasa dorsal.

Bonsmara o del cruzamiento con Bonsmara fueron más largos que los de la raza británica, pero de ancho similar (Cuadro 3). El grado de vetado (marbling) de mostró también la plasticidad del cruzamiento con Bonsmara y la capacidad de marmoreado del Bonsmara, sin diferenciarse de las razas británicas (Cuadro 3). Se destaca en esta experiencia a corral, el mayor potencial de los biotipos con Bonsmara para alcanzar un mayor peso de faena y rendimiento, sin afectar los atributos de terminación de la carne.

Del análisis de ambas experiencias en conjunto, la evidencia indica que la inclusión de Bonsmara no deterioraría la plasticidad de engorde. A pasto los animales estuvieron tan terminados como a corral (visualizable en el espesor de grasa dorsal). Incluso, el tratamiento de

Bonsmara puro logró muy buen aumento y terminación en ambos sistemas. La incorporación de Bonsmara posibilita un planteo pastoril de novillos pesados, con objetivo de exportación tipo Hilton, o de animales más livianos terminados a pasto o en corral, para el mercado interno o terceros mercados no Hilton. No habría evidencia para suponer que la incorporación de Bonsmara produciría animales demasiado magros o de dificultosa terminación.

En lo que respecta a los resultados del perfil sensorial realizado sobre el experimento 2, no se detectaron efectos del cruzamiento o la raza en el olor de la carne (Cuadro 3). Se observaron algunos efectos de escasa significación práctica sobre flavor, terneza y jugosidad, donde se vería favorecido el tratamiento de Bonsmara puro, sin dife-

Cuadro 3. Efectos de cruzamientos den Bonsmara x Angus, comparado con las razas puras y la raza Hereford sobre los atributos sensoriales y físicos de la carne del Longissimus dorsi de novillos engordados en confinamiento.

	He	AA	½Bons	¾Bons	Bons	EE
Olor	-	6,2	6,3	6,0	6,1	1,09
Flavor	-	5,6 ab	6,0 a	5,5 b	5,6 ab	0,23
Jugosidad	-	4,2 b	4,1 ab	4,3 b	4,0 a	0,75
Terneza inicial	-	5,8 a	6,0 a	6,2 a	5,0 b	0,30
Terneza sostenida	-	6,3 a	6,6 a	6,8 a	5,6 b	0,23
Tejido conectivo	-	2,5 b	2,3 b	2,2 b	3,3 a	0,38
AOB, cm <sup>2</sup>	65,6 a	63,2 a	71,9 b	69,6 b	79,3 c	3,76
Largo de bife, cm	11,9 a	12,1 a	12,5 a	12,6 a	13,6 b	0,35
Ancho de bife, cm	7,1	6,7	7,4	7,0	7,4	0,27
EGD, mm	17,1 b	18,3 c	14,9 a	16,3 b	16,0 b	1,34
Veteado	2,21	2,21	2,21	2,21	2,25	0,117
Merms por cocción, %	36,5	37,8	36,9	37,0	37,4	1,02
Resistencia al corte, N	29,3 b	29,8 b	27,3 a	29,7 b	35,9 c	0,78
CRA, %	31,0	30,1	31,2	29,2	32,6	0,99
pH	5,6	5,6	5,6	5,6	5,5	0,06
L* músculo	40,1	39,9	41,1	40,0	39,5	1,01
a* músculo	17,1 b	16,7 ab	17,6 b	16,2 a	16,1 a	0,67
b* músculo	17,5	17,1	18,8	16,7	17,0	0,68
L* grasa cobertura	71,2	70,1	69,4	72,5	70,6	0,89
a* grasa cobertura	4,6 a	6,1 c	5,9 Bc	4,5 a	5,5 b	0,14
b* grasa cobertura	16,8 ab	17,4 b	17,1 B	16,0 a	17,8 b	0,44

n=7, cantidad de animales en cada grupo evaluado; He: Hereford; AA: Angus; ½ Bons: 1/2 Bonsmara 1/2 Angus; ¾ Bons: ¾ Bonsmara 1/4 Angus; Bons: Bonsmara 100%; EE: Error standard; a,b,c: Medias con distinta letra consecutiva en filas difieren al 1%.

rencias entre los que cruzamientos Bosmara x Angus y el Angus puro. De la misma manera, el contenido de tejido conectivo fue similar entre los tratamientos Bonsmara x Angus y Angus puro, con un contenido algo mayor en el tratamiento Bonsmara puro. Este contenido de tejido conectivo se reflejó en una mayor resistencia al corte (terneza objetiva) (Cuadro 3). Esta última observación resta consistencia a las observaciones sobre apreciación de terneza por panel en Bonsmara puro versus el resto. Sin embargo, la carne de los novillos Bonsmara x Angus no se diferenció de la de los Angus en los atributos citados. Tampoco se detectaron diferencias en las merms por cocción y en la capacidad de retención de agua.

También resultó similar el pH de las muestras al descongelarse. El pH fue el adecuado para el tipo de animal y faena, sin efectos de tratamiento pudiendo presuponerse a partir del mismo un temperamento entre los grupos raciales. Los ani-

males muy nerviosos o de alto estrés a faena tienden a generar carnes con mayor pH y menos tier-nas. Tampoco emergieron diferencias de alta implicancia biológica en los aspectos de color de músculo y grasa. Incluso, se encontró una tendencia a la depresión del rojo con la inclusión de ¾ Bonsmara o Bonsmara puro. Ello remueve también las dudas eventuales sobre el temperamento de la raza, ya que no habría evidencia en esta experiencia para suponer mayor nerviosismo en los animales Bonsmara, comparado con los británicos. El contenido de GI (Cuadro 4) tendió a decrecer con la proporción de Bonsmara, pero la respuesta fue poco consistente para aseverar que la inclusión de Bonsmara redundaba en menor grasa intramuscular. Por su parte, el contenido de colesterol en la fracción de GI de la carne no difirió entre tratamientos.

En lo concerniente a los perfiles de ácidos grasos, las proporciones de los mismos y las magnitudes de los grupos de ácidos reflejan la dieta de

Cuadro 4. Efecto del cruzamiento de Bonsmara con Angus comparado con Bonsmara puro y Hereford y Angus puros sobre el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular del músculo Longissimus dorsi de novillos engordados en confinamiento.

	He	AA	½ Bons	¼ Bons	Bons	EE	P=
C14:0	2,52	2,23	2,83	2,21	2,67	0,272	0,430
C15:0	1,82 ab	1,53 a	1,57 a	2,48 b	2,42 b	0,238	0,016
C16:0	26,1	25,0	26,4	25,4	26,5	0,917	0,734
C17:0	1,16	1,06	1,12	1,20	1,13	0,147	0,973
C18:0	12,0	13,6	12,7	12,1	11,9	0,570	0,197
C16:1	4,04 c	3,27 a	3,47 b	2,90 a	3,66 b	0,212	0,013
C17:1	1,24	0,97	1,16	0,83	1,06	0,113	0,142
C18:1 cis	34,0	36,2	34,8	32,8	33,1	0,971	0,127
C18:1 trans	1,76	2,12	2,26	1,52	1,90	0,210	0,143
C18:2 n-6	5,7 a	5,2 a	5,6 a	7,0 b	6,6 b	0,402	0,014
C18:3 n-3	0,27 b	0,23 a	0,28 bc	0,30 c	0,31 c	0,020	0,076
C20:1	0,07	0,14	0,11	0,08	0,08	0,021	0,214
C20:3 n-6	0,76	0,74	0,64	0,85	0,75	0,082	0,320
C20:4 n-6	2,85 a	2,14 a	2,00 a	3,50 b	2,51 a	0,305	0,015
C22:4 n-6	0,38 a	0,32 a	0,39 a	0,52 b	0,48 b	0,044	0,011
C20:5 n-3	0,16	0,17	0,16	0,23	0,20	0,033	0,273
C22:5 n-3	0,45 a	0,33 a	0,42 a	0,65 b	0,56 b	0,073	0,035
C22:6 n-3	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04	0,043	0,314
CLA, %	0,25 b	0,26 bc	0,21 a	0,28 c	0,24 b	0,015	0,054
Colesterol, %	47,7	47,7	51,2	48,9	48,0	2,056	0,777
AGS	43,6	43,4	44,6	43,5	44,4	1,102	0,866
AGMI	39,3	40,6	39,5	36,7	37,9	0,967	0,072
AGPI	9,7	9,2	9,4	11,4	11,1	0,812	0,960
AGPI n-6	9,7	9,2	9,3	12,1	11,3	0,726	0,780
AGPI n-3	0,94	0,97	1,05	1,26	1,10	0,116	0,073
n-6/n-3	10,4	9,5	8,9	9,6	10,3	0,861	0,259
AGPI/AGS	0,22 a	0,21 a	0,21 a	0,26 b	0,25 b	0,012	0,044
C18:2/C18:3	21,3	22,5	20,4	23,7	21,6	1,848	0,393
GI, %	2,90	2,57	2,59	1,95	2,47	0,320	0,380

He: Hereford; AA: Angus; ½ Bons: 1/2 Bonsmara 1/2 Angus; ¼ Bons: 3/4 Bonsmara 1/4 Angus; Bons: Bonsmara 100%; EE: Error estándar; a,b,c: Medias con distinta letra consecutiva en filas difieren al 1%; AGS = Grupo de ácidos grasos saturados (C14:0+C16:0+C18:0); AGMI= Grupo ácidos grasos monoinsaturados (C16:1+C18:1); AGPI n-6 = grupo ácidos grasos poli-insaturados Omega 6 (C18:2+C20:3+C20:4); AGPI n-3 = Grupo ácidos grasos poli-insaturados omega 3 (C18:3+C20:5+C22:5+C22:6); AGPI = AGPI n-6 + AGPI n-3.

base más que un efecto del tipo racial (Cuadro 4). Aunque se observaron efectos de tratamientos sobre la proporción de algunos AG en la GI, no se detectaron diferencias en el contenido de ácidos grasos saturados (AGS), mono-insaturados (AGMI) y poli-insaturados (AGPI) (Cuadro 4). Aunque entre grupos de AG no se detectaron diferencias, se observó, sin embargo, una leve mejora de la relación de AGPI/AGS en el tratamiento con ¾ Bonsmara y Bosmara puro. Tampoco fue-

ron diferentes los contenidos de los AGPI del grupo omega 3 (AGPI n-3) u omega 6 (AGPI n-6). Consecuentemente, la relación entre estos grupos fue similar entre tratamientos y enmarcada en el rango esperable para terminaciones a corral. Por su parte, el contenido de ácido linoleico conjugado (CLA), fue afectado por los cruzamientos pero la respuesta fue errática y sin relevancia biológica. Su magnitud no amerita observaciones especiales debido a su baja proporción en todos

los tratamientos, magnitud esperable en un sistema de confinamiento.

Los resultados implican que la raza Bonsmara tiene oportunidad de ser incorporada a los planteos ganaderos sin imponer restricciones a los atributos de calidad de la carne y con posibilidades de aportar el efecto de cruzamientos a la eficiencia de producción y el rendimiento carnicero.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- AOAC. 1990. Official methods of analysis (13th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
  - Goering, H. K. y P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). In Agriculture Handbook nro. 379:1-20.
  - SAS, 1990. SAS User's Guide: Statistics (Versión 6.06). SAS Inst., Inc., Cary, Nc.
-

Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup>; Carduza, F.<sup>2</sup>; García, P.T.<sup>2</sup>; Pordomingo, A.B.<sup>1</sup>; Volpi Lagreca, G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castellar

## Productividad y características de la carne de vaquillonas F1 del cruzamiento de Angus con Criollo, Hereford o Shorthorn en pasturas de alfalfa

### RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de cruzamientos sobre las características físicas y químicas de la carne bovina. Se utilizaron 24 vaquillonas Shorthorn x Angus (ShAA), Hereford x Angus (HeAA), Criollo x Angus (CrAA), de similar edad y peso las que se engordaron en pastoreo sobre alfalfa pura durante 182 días, sin restricciones al consumo voluntario. Se registró el peso vivo mensualmente, previo desbaste. Al finalizar el ensayo, las vaquillonas se faenaron en una planta frigorífica y se tomó una muestra de bife entre la 9na y 11va costilla de la media res izquierda de cada animal, sobre la que se determinaron parámetros físicos, químicos y sensoriales de la carne. El aumento de peso resultó similar entre ShAA y HeAA ( $P > 0,10$ ), promedio que fue superior ( $P < 0,05$ ) al de CrAA. Los cruzamientos HeAA y ShAA no se diferenciaron ( $P > 0,10$ ) en largo y ancho de bife, AOB, marmorado, GI, EGD y rendimiento de res. El cruzamiento CrAA resultó de menor rendimiento de res ( $P < 0,05$ ), bifos más chicos y menor ( $P < 0,5$ ) contenido graso, comparado con los otros. No se detectaron efectos de cruzamientos ( $P > 0,05$ ) en pH, CRA, WB, mermas por cocción,  $L^*$  y  $b^*$ , o en parámetros sensoriales (terneza, flavor, jugosidad y contenido de tejido conectivo). El factor  $a^*$  resultó menor ( $P < 0,05$ ) en ShAA, respecto a CrAA y HeAA. No se detectaron efectos de los cruzamientos ( $p > 0,05$ ) sobre el perfil de ácidos grasos individuales, en los grupos de ácidos saturados, mono-insaturados, poli-insaturados, omega 3 ( $n-3$ ) y omega 6 ( $n-6$ ), y en

las relaciones entre AGPI  $n6/AGPI n3$  ( $n-6/n-3$ ) y  $C18:2/C18:3$ . El cruzamiento ShAA tuvo el mayor ( $P < 0,05$ ) contenido de ácidos grasos totales, comparado con los otros dos.

### SUMMARY

The present study compared alfalfa pasture finished crossbred heifers from Angus cows mated to Criollo, Hereford and Shorthorn sires on performance and beef characteristics. Twenty four Shorthorn x Angus (ShAA), Hereford x Angus (HeAA) and Criollo x Angus (CrAA) heifers of similar age and weight were finished on alfalfa pasture during 182 days, with no restriction to daily intake. Live weights were recorded monthly, after a 17-h fast. All heifers were slaughtered the same day in a commercial abattoir at the end of the study. Forty eight hours after slaughter, the rib section encompassing the 9th to 11th ribs was removed from the left side of each carcass, on which physical, chemical and sensory parameters were determined. Weight gains were similar ( $P > 0,10$ ) between ShAA y HeAA and lower for CrAA compared with the other two ( $P < 0,05$ ). Crosses ShAA and HeAA did not differ ( $P > 0,10$ ) in size of beef, rib eye area, marbling, intramuscular fat, back fat thickness and carcass yield. Hot carcass yield was lower ( $P < 0,05$ ), beef was smaller and leaner ( $P < 0,05$ ) for CrAA however, compared with the other two treatments. No differences ( $P > 0,10$ ) were detected in muscle pH, water holding capacity, Warner-Bratzler shear force, cooking loss, color parameters  $L^*$  and  $b^*$ , and parameters

between crosses. The  $a^*$  factor was lower ( $P < 0,05$ ) for ShAA, compared with the other two. No effects of crossbreeds were detected ( $P > 0,100$ ) on concentrations of individual lipids, saturated, mono-unsaturated and poly-unsaturated fatty acid groups, the omega 3 and omega-6 groups, the ratios omega-6/omega-3 and C18:2/C18:3 of the *longissimus dorsi* intramuscular fat. Cross ShAA had the greatest ( $P < 0,05$ ) content of total intramuscular fatty acids, followed by HeAA and CrAA.

## INTRODUCCIÓN

La evidencia experimental (Kuber et al., 2004; Dikeman et al., 1986; Wheeler et al., 2010) indica que las razas británicas Angus, Hereford y Shorthorn se asemejan más en las características de la carne que entre las razas continentales y las índicas. Según Dikeman et al. (1986, 2005) y Wheeler et al. (2004, 2010), la divergencia en características de la carne entre las razas e Hereford y Angus o sus cruzamientos sería de menor magnitud, que la existente entre razas continentales. Los estudios de variabilidad de las razas británicas comunes para carne indican que la Angus sería la de mayor facilidad de engorde y consistencia en terneza (Nelson et al., 2004; Wheeler et al. 1996, 2001). Melucci et al. (2010) y Papaleo Mazzuco et al. (2010) reportaron menor espesor de grasa dorsal y contenido de intramuscular a la misma edad para la Hereford, comparada con la Angus, en engorde pastoril.

El cruzamiento Hereford x Angus ha sido reportados como el que mejor combina eficiencia de conversión, rendimiento de res, marmoreado, terneza y palatabilidad (Koch et al., 1982; Wheeler et al., 1996, 2001). Por su parte, la raza Shorthorn en cruzamiento sobre Hereford o Angus se ha sugerido como una opción para incrementar tamaño de res, sin perder capacidad de engorde y terneza (Fortin et al., 1985; Koch et al., 1982; Wheeler et al., 1996; Pariacote et al., 1998). Sin embargo, la mayoría de la información publicada se ha centrado en el engorde a corral de animales machos y de peso de faena superior a los 450 kg. En sistemas pastoriles la respuesta en producción individual y características de la carne ha sido menos estudiada, en particular si se trata de hembras.

Por su parte, la raza Criollo es utilizada en el entore de vaquillonas de otras razas para reducir

el peso al nacer y evitar distocia, o para obtener rodeos (vacas y toros) de mayor tolerancia a ambientes marginales (Orellana et al., 2009). Varias investigaciones (Gárriz et al., 1989; 1998; 2000), indicaron que la raza Criollo es de menor ritmo de crecimiento, menor rendimiento de res y menor contenido graso, comparada con la Angus o la Hereford en sistemas similares. Pero la interacción genotipo x ambiente puede generar respuestas distintas (Martínez et al., 2009). La información sobre atributos de la carne generada en esos cruzamientos es escasa. Tampoco existen reportes sobre el perfil de lípidos intramusculares del músculo *longissimus dorsi* (LD) de vaquillonas engordadas sobre pasturas puras de alfalfa. El presente trabajo exploró la producción individual y las características físicas y químicas de la carne de vaquillonas F1, producto de los cruzamientos de vacas Angus con toros Criollo, Hereford y Shorthorn engordadas sobre pastura de alfalfa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se condujo en el campo de producción de la Estación Experimental Agropecuaria de INTA en Anguil, La Pampa, durante 182 días de la primavera, el verano y el otoño de 2005/6. Se utilizaron 8 vaquillonas de cada uno de los siguientes cruzamientos: Criollo x Angus (CrAA); Hereford x Angus (HeAA); Shorthorn x Angus (ShAA) en pastoreo de una pastura pura de alfalfa. Las vaquillonas utilizadas en este estudio fueron generadas a partir de la asignación al azar de vacas Angus de 4 y 5 años de edad, de similar tamaño, condición corporal y peso ( $460 \pm 9$  kg) a 2 toros de cada raza interviniente en los cruzamientos. Todas las vacas estaban entre el 3ro y 4to mes posparto.

Los animales pastorearon el mismo lote de alfalfa. Al inicio del pastoreo (25 de octubre de 2005) las vaquillonas tenían  $7,8 \pm 0,4$  meses de edad. Las 24 vaquillonas se manejaron como un único lote utilizando un sistema de pastoreo rotativo de 5 a 7 d de pastoreo por franja y 35 d de descanso; se buscó obtener una eficiencia de cosecha del forraje del 50% de la disponibilidad al inicio del pastoreo. Se planeó que la asignación de forraje diaria superara el 6% del peso vivo del animal promedio (base seca) para evitar restricciones al consumo. El forraje disponible se mues-

treó semanalmente para realizar determinaciones de disponibilidad y retener un alícuota para análisis proximal.

### Determinaciones

*Composición nutritiva del alimento:* Con las muestras de forraje se realizó un pool mensual sobre el que se determinó el contenido de materia seca (MS) y los contenidos de proteína bruta (PB; N Kjeldahl \* 6,25) (AOAC, 1990) y FDA (Goering y Van Soest, 1970). Con la información de FDA de estimó la digestibilidad de la MS (DMS) de acuerdo a la ecuación de NRC (1996). A partir de DMS se estimó la concentración de energía metabolizable (EM, Mcal/kg MS) del forraje (NRC, 1996). Para una mejor descripción del alimento y sus implicancias sobre el perfil de lípidos en el animal, sobre las mismas muestras de forraje se determinó el contenido total de lípidos y la composición de ácidos grasos de la fracción grasa. El contenido total de lípidos se determinó sobre 5 g de muestra (base seca) mediante extracción con solvente (hexano) en un Tekator de acuerdo a AOAC (2000). La extracción para determinación del perfil de ácidos grasos del forraje se realizó sobre 5 g de muestra (previo secado en estufa a 60 °C) siguiendo la técnica de Folch et al. (1957). Sobre esa fracción se procedió a la metilación de los lípidos (Pariza et al., 2001) y la separación de los mismos por cromatografía en fase gaseosa en un equipo Chrompack CP 900, equipado con un ionizador de llama. Se utilizó una columna capilar CP-Sil88 (100 m x 0.25 mm i.d.) (Chrompack Inc., Middleburg, The Netherlands, con nitrógeno como gas portador. La temperatura del horno fue programada a 70 °C por 4 min, incrementable de 70 a 170 °C a una tasa de 13 °C/min y luego incrementos de 170 a 2000 °C a 10 °C/min, de acuerdo a García y Casal (1993). Los ácidos grasos individuales fueron identificados comparando los tiempos de retención relativos a estándares (PUFA-2 Animal Source, Supelco).

*Aumento de peso:* Los animales se pesaron individualmente en balanza electrónica los días 0, 60, 119 y 182 del ensayo, con desbaste de 17 h (encierre sin acceso a alimento, con disponibilidad de agua de bebida). Con la información de peso vivo (PV) se calculó el aumento diario de peso vivo (APV) entre pesadas y global.

*Faena, rendimiento y características de res:* Los animales se consideraron listos para faena

cuando todos los animales superaron los 350 kg de PV y se calificaron como “terminados” por apreciación visual de compradores comerciales. Dos días después de la última pesada fueron trasladados a un frigorífico comercial a 30 km de la Estación Experimental y faenados a las 12 h de su arribo. Inmediatamente se determinó el peso de la res caliente para estimar el rendimiento de res (Rto = res en caliente/PV desbastado). Para el cálculo se utilizó el PV determinado a los 182 días se utilizó la determinación de la última pesada individual (dos días antes al de envío a faena).

*Muestreo de carne:* Se extrajo un bloque de bifes con hueso de cada media res izquierda incluyendo el músculo LD en un corte transversal a la columna vertebral, incluyendo la 9na, 10ma y 11va costillas. Los bloques fueron enfriados por 96 h para su congelamiento posterior en el cámara de congelado de la planta de faena a -20 °C. Una vez congelados, los bloques fueron transportados al laboratorio de INTA-EEA Anguil donde se envasaron al vacío y conservaron a -20 °C hasta su posterior análisis.

*Análisis de la carne:* Al momento del inicio de las determinaciones físicas de la carne, de cada bloque obtuvieron 3 bifes con hueso de 2.5 cm de espesor cortando con una sierra eléctrica. Sobre el bife de la 9na costilla se procedió inmediatamente con las determinaciones correspondientes al mismo, y los bifes coincidentes con las costillas 10ma y 11va se mantuvieron congelados y embalsados al vacío hasta su utilización en los análisis correspondientes. Previo a las determinaciones, los bifes fueron descongelados 40 °C durante 24 h. Los destinados a determinaciones de color fueron expuestos al aire durante 2 h.

*Color, pH y capacidad de retención de agua (CRA):* Sobre el bife sin deshuesar coincidente con la 9na costilla se realizaron las determinaciones de color, pH y CRA. Las mediciones de color se realizaron con un espectrofotómetro de reflectancia BYK-Gardner modelo 9000. Las condiciones experimentales fueron: área grande de visión, observador 10° e iluminante D65. Se utilizó la escala de color CIELab y se determinaron por duplicado para cada muestra de carne los parámetros: L (luminosidad, valor de L\* = 0 para el negro y L\* = 100 para el blanco), a\* (coordenada verde -valores negativos; rojo -valores positivos-; b\* -coordenada azul - amarillo). Se determinó el pH utilizando un pHmetro (Thermo Orion 420,

USA) con electrodo estandarizado y calibrado con buffers de pH 4.0 y 7.0. El electrodo fue introducido en el centro de cada sección de LD correspondiente, paralelo a la disposición de las fibras musculares. La CRA se determinó por diferencia de peso a la compresión de una sub-muestra de músculo sobre papel de filtro, siguiendo la metodología propuesta por Zamorano (1996).

*Largo, ancho y área del ojo de bife (AOB) y espesor de grasa dorsal (EGD):* Sobre la sección de bife de la 10ma costilla y luego del descongelado (según metodología descrita), se determinó el largo y ancho del ojo de la sección del LD, y el área del bife mediante planimetría. El espesor de grasa dorsal se determinó con regla milimetrada en posición perpendicular al LD, a 2/3 de la distancia entre los extremos dorsal y ventral de bife.

*Merma por cocción y fuerza de corte Warner-Bratzler (WB):* El bife de la 10ma costilla, realizadas las determinaciones de AOB y EGD se deshuesó, y retiró la grasa subcutánea y epimisium. El bife se cocinó en una parrilla eléctrica (Philips) hasta una temperatura interna final de 71°C, registrada con termocuplas tipo T insertas en el centro geométrico de cada bife. Se registraron los pesos antes y después de la cocción a fin de determinar la merma por cocción. Las mermas por cocción se expresaron como porcentaje del peso fresco.

Para efectuar las determinaciones de WB se enfrió el bife a 100°C y se removieron 8 tarugos, en paralelo a la orientación de las fibras. Cada tarugo fue seccionado en su parte media, perpendicular al eje central utilizando la cizalla Warner-Bratzler (modelo 200; G-R Manufacturing Co., Manhattan, Kansas, USA). Se registró la fuerza de corte ejercida expresada en Newtons (N).

*Marmoreado:* Se determinó por observación visual del marmoreado graso (en condiciones de baja interferencia de brillos) del corte transversal del bife de la 11va costilla, en comparación con la escala de 6 grados de marmoreado (1 = ligero, 2 = escaso, 3 = modesto, 4 = moderado, 5 = ligeramente abundante, 6 = moderadamente abundante), definidos por *American Research Service del United States Department of Agriculture (ARS-USDA)* para calificación comercial por calidad de la carne bovina.

*Perfil Sensorial:* El bife correspondiente a la 9na vértebra se utilizó para determinaciones sen-

soriales por panel. Luego del descongelado, el bife se deshuesó y cocinó en una parrilla eléctrica hasta alcanzar 71 °C de temperatura interna de acuerdo a la metodología descrita en AMSA (1995) y Cross et al., (1978) y bajo normas ISO (1988). Luego de la cocción, se removió la grasa externa y tejido conectivo de fácil separación y cada sección de bife fue cortada en cubos de 1 cm<sup>3</sup>. Los cubos fueron inmediatamente servidos a un panel entrenado de 8 evaluadores. Se utilizaron escalas de 9 puntos para jugosidad, terneza inicial y sostenida, flavor a carne vacuna y cantidad de tejido conectivo donde 1 representa extremadamente seco, extremadamente duro, sin flavor, y excesivo respectivamente y 9, extremadamente jugoso, extremadamente tierno, extremadamente intenso, y nada.

*Contenido de grasa intramuscular, de tejido conectivo y perfil de ácidos grasos:* Sobre la sección de LD de cada bife de la 11va costilla se evaluó el contenido de grasa intramuscular (GI), el contenido de tejido conectivo y el perfil de ácidos grasos de la carne. Se determinó el contenido de grasa intramuscular mediante la extracción de la fracción de lípidos de 10 g de tejido muscular con solventes (hexano) en un aparato Tecator (método Soxhlet; AOAC, 2000). El preparado previo incluyó la remoción de grasa externa al músculo y el molido de la muestra en un molino de cuchillas para carne. Para la determinación del perfil de lípidos se realizó la extracción de la fracción grasa de 5 g de muestra de LD utilizando la técnica de Folch et al. (1957). Sobre esa fracción se procedió a la metilación de los lípidos, la separación por cromatografía en fase gaseosa e identificación en relación a estándares siguiendo la misma metodología descrita para determinación del perfil de lípidos en el forraje. Los resultados se expresaron en porcentaje del total de ácidos grasos (AG). Los ácidos grasos individuales fueron agrupados en ácidos grasos saturados (AGS = mirístico (C14:0) + palmítico (C16:0) + esteárico (C18:0)), ácido graso monoinsaturado (AGMI = miristoleico (C14:1) + palmitoleico (C16:1) + oleico (C18:1)) y ácidos grasos poli-insaturados (AGPI = ácidos grasos n-3 + ácidos grasos n-6), ácidos grasos n-3 (AGPI n-3): (linolénico (C18:3) + eicosapentaenoico (EPA; C20:5) + docosapentaenoico (C22:5; DPA) + docosahexaenoico (DHA; C22:6)) y ácidos grasos n-6 (AGPI n-6): (linoleico (C18:2) + di-homo-gamma-

linolénico (DGLA; C20:3) + arachidónico (AA; C20:4) + docosapentaenoico (adrénico; C22:4)). Se determinaron las relaciones AGPI/AGS, 18:2/18:3,  $n-6/n-3$  y el contenido de CLA (ácido graso linoleico conjugado  $n-6$ ).

**Análisis estadístico:** El experimento se analizó mediante un modelo mixto de efectos fijos con asignación al azar de las madres Angus a los toros de cada raza (Shorthorn, Hereford y Criollo). Para la evaluación del APV se incluyó medidas repetidas en el tiempo en el modelo (Repeated measures ANOVA de SAS, 1999). El animal se utilizó como unidad experimental. Las medias se calcularon mediante LSmeans (SAS, 1999) y se separaron por diferencia de mínimos cuadrados (Fisher, opción Pdiff en SAS, 1999) y test de Tukey (SAS, 1999) si un efecto de tratamiento se detectó significativo ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 resume la información de disponibilidad y calidad mensual de forraje. La información de calidad del forraje ofrecido, estimada a través del análisis proximal, indicaría que el forraje consumido tuvo una digestibilidad y oferta de EM compatible con aumentos de peso de engorde en sistemas pastoriles. Las estimaciones de respuesta animal mediante las ecuaciones de NRC (1996), a partir de la información de EM del forraje, sugieren un potencial para APV superior a los 700 g/día.

El Cuadro 2 muestra la composición de la fracción de lípidos del forraje. La ausencia de repeticiones de lote no permitió analizar estadísticamente los efectos de época (mes) del año, por lo que se reportan valores mensuales, generados a partir de muestras compuestas de los muestreos semanales, con fines descriptivos del alimento. Aunque no respaldado estadísticamente, se visualiza en las medias un decrecimiento de la cantidad de extracto etéreo hacia el verano. Las proporciones de C16:0 y C18:2 tendrían una tendencia a decrecer hacia el verano y una tendencia inversa en C18:0, C18:1 y C18:3. Sin embargo, en términos absolutos (mg/g MS) C18:2 y C18:3 habrían decrecido hacia los meses de mayor temperatura. Esa información sugiere que podrían existir efectos de estación u otra variable correlacionada (temperatura, duración del día, etc.), aspectos que merecen ser estudiados en experi-

mentos específicos. Se ha hipotetizado sobre el involucramiento de los ácidos grasos insaturados en la estabilización de membranas ante cambios térmicos o temperaturas bajas (Gombos et al., 1994a, 1994b; Schilling et al., 2003; Moellering et al., 2010). Martínez-Ferrer et al. (2009) reportaron cambios en el contenido y perfil de ácidos grasos en pasturas de alfalfa durante el ciclo de crecimiento. Esos investigadores identificaron una relación directa entre el contenido total de lípidos saturados y la temperatura media, y una relación inversa con la radiación y la humedad relativa. Por su parte, para la proporción de C18:3 esas relaciones se invirtieron. Clapham et al. (2005) reportaron que en el contenido de C18:3 es menor en leguminosas que en gramíneas y la variabilidad mayor. Dewhurst et al. (2001) observaron que el contenido de ácidos grasos declina con la maduración de las plantas, por lo que el aporte de lípidos del forraje a la dieta depende del estado fisiológico.

Las estimaciones realizadas de oferta, remanente y eficiencia de cosecha indican que la oferta de forraje no habría sido restrictiva del consumo voluntario. En promedio de todos los tratamientos, se estimó que el consumo medio diario alcanzó o superó 2.9 kg MS/100 kg PV (Cuadro 1). No se detectaron interacciones del período entre las pesadas con los biotipos estudiados ( $P = 0,768$ ) por lo que se reporta el PV inicial, PV final y el APV del ensayo (Cuadro 2). En promedio, las vaquillonas HeAA no se diferenciaron ( $P > 0,10$ ) de las ShAA en PV (Cuadro 3). Pero, el cruzamiento CrAA resultó más liviano ( $P < 0,05$ ) que las otras dos al finalizar el ensayo. Los cruzamientos HeAA y ShAA resultaron en similar ( $P = 0,415$ ) APV, superiores ( $P = 0,035$ ) al de CrAA (Cuadro 3).

En promedio, las vaquillonas HeAA y ShAA no se diferenciaron ( $P > 0,217$ ) en rendimiento de res, largo y ancho de bife, AOB, veteado, GI y EGD. Ambos tratamientos superaron ( $P < 0,05$ ) a CrAA en estos parámetros (Cuadro 3). Menor APV, menor rendimiento y res más magra para la raza Criollo o sus cruza han sido reportados en otras evaluaciones (Gárriz et al., 1989; 1998; 2000; Orellana et al., 2009).

No se detectaron efectos de los cruzamientos ( $P > 0,05$ ) sobre pH, CRA, WB, mermas por cocción, y apreciación de terneza inicial, terneza sostenida y presencia de tejido conectivo. La literatura es concluyente sobre los efectos raciales y sus

Cuadro 1. Composición nutritiva de la pastura de alfalfa.

Mes	Oferta* kg MS/ha	Reman.* kg MS/ha	Efici past	CMS** kg/100 kg PV	FDA %	DMS %	EM Mcal/kg MS	PB %
Octubre	1348	575	0,57	3,2	28,7	66,6	2,39	23,5
Noviembre	1675	859	0,49	3,1	31,5	64,4	2,32	21,7
Diciembre	1800	900	0,50	3,2	31,0	65,9	2,34	23,6
Enero	1652	884	0,46	2,9	27,2	67,8	2,45	20,7
Febrero	1568	756	0,52	2,9	25,6	65,7	2,38	21,2
Marzo	1833	943	0,49	3,0	24,3	67,1	2,43	22,4
Abril	1490	550	0,63	2,9	26,8	69,2	2,45	22,7

\* Promedio mensual de estimaciones semanales de oferta y remanentes

\*\* Consumo de materia seca medio diario estimado mensualmente a partir de la diferencia entre oferta y remanente, la superficie asignada, la cantidad de animales (24) y el peso medio mensual de todos los animales

FDA = Fibra detergente ácido, % de la MS

DMS =  $88,9 - (0,779 * FDA)$  (NRC, 1996)

EM (Energía metabolizable) =  $3,6 * DMS$

PB = Proteína bruta, % de la MS

cruzamientos en terneza y engrasamiento cuando se comparan los grupos Bos indicus vs Bos taurus (Bidner et al., 1986, 2002; Crouse et al., 1989; Christensen et al., 1991; Shackelford et al., 1991; O'Connor et al. 1997), pero las diferencias son sensiblemente menores cuando se com-

Cuadro 2. Contenido de extracto etéreo y ácidos grasos en la pastura de alfalfa.

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
EE, g/kg MS	31,5	22,8	25,6	25,6	31,4	34,7	36,2
AG, g/kg MS	27,7	20,3	22,3	21,8	27,6	29,8	32,6
% de AG							
C14:0	0,11	0,09	0,08	0,09	0,08	0,11	0,10
C14:1	3,04	3,01	3,16	2,83	2,70	2,98	3,39
C16:0	23,5	27,6	26,4	29,8	25,6	26,1	19,4
C16:1	1,79	2,18	1,99	1,73	1,61	1,68	1,46
C18:0	4,30	5,46	5,28	6,43	4,64	4,04	3,05
C18:1	6,58	6,05	7,12	7,43	6,98	6,28	6,67
C18:2	19,1	14,8	17,5	18,4	19,6	21,7	25,9
C18:3	39,5	38,3	34,5	31,7	35,7	34,3	37,8
Otros	2,08	2,62	3,97	1,59	3,09	2,75	2,31
mg/g MS							
C14:0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
C14:1	0,84	0,61	0,70	0,62	0,75	0,89	1,10
C16:0	6,51	5,59	5,89	6,50	7,06	7,79	6,31
C16:1	0,50	0,44	0,44	0,38	0,44	0,50	0,48
C18:0	1,19	1,11	1,18	1,40	1,28	1,20	0,99
C18:1	1,82	1,23	1,59	1,62	1,93	1,87	2,17
C18:2	5,29	3,00	3,90	4,01	5,41	6,47	8,44
C18:3	10,9	7,8	7,7	6,9	9,9	10,2	12,3
Otros	0,58	0,53	0,89	0,35	0,85	0,82	0,75
C18:2+C18:3	16,2	10,8	11,6	10,9	15,3	16,7	20,8
C18:3/C18:2	2,07	2,59	1,97	1,72	1,82	1,58	1,46

EE = Extracto etéreo; AG = Ácidos grasos

	CrAA	HeAA	ShAA	EE	P =
<i>Peso vivo, kg</i>					
d 0	223	223	224	1,11	0,801
d 182	362 a	369 b	372 b	1,95	0,001
<i>APV, g/d</i>					
d 0 a 182	765 a	801 b	812 b	9,6	0,008
<i>Características de la carcasa y del bife</i>					
Rendimiento, %	56,0 a	58,6 b	59,4 b	0,38	0,027
Largo bife, cm	11,23 a	11,89 b	11,92 b	0,211	0,034
Ancho bife, cm	6,24 a	6,88 b	7,21 b	0,175	0,038
AOB, cm <sup>2</sup>	54,6 a	55,8 b	56,4 b	1,54	0,032
EGD, mm	5,6 a	7,9 b	8,3 b	0,45	0,021
Marmoreado	1,8 a	3,2 b	3,3 b	0,152	0,044
GI, % de músculo LD	2,39 a	3,07 b	3,27 b	0,229	0,045
pH	5,72	5,73	5,70	0,053	0,528
<i>Propiedades físicas del músculo LD</i>					
CRA, %	28,7	27,8	27,2	0,043	0,472
Fuerza de corte WB, N	32,29	32,16	30,65	0,583	0,069
Mermas cocción, %	27,9	28,3	28,2	0,47	0,825
<i>Evaluación sensorial</i>					
Terneza inicial*	6,13	6,22	6,41	0,168	0,469
Terneza sostenida	6,14	6,19	6,38	0,229	0,551
Jugosidad	5,9	6,3	6,2	0,330	0,417
Flavor	6,3	6,1	6,7	0,199	0,512
Tejido conectivo	5,9	6,4	6,5	0,262	0,244
<i>Color</i>					
L*	34,6	34,4	33,9	0,048	0,086
a*	18,8 b	17,7 b	16,9 a	0,034	0,045
b*	12,1	12,2	12,5	0,046	0,329

Cuadro 3. Efecto del cruceamiento sobre el aumento de peso (APV) y las características químicas y físicas del músculo longissimus dorsi (LD) de vaquillonas F<sub>1</sub>, hijas de vacas Angus x Criollo, Hereford o Shorthorn, terminadas sobre pasturas puras de alfalfa.

paran razas dentro de los grupos (Wheeler et al., 2001; 2010). Dentro del grupo *Bos taurus*, las razas tienden a diferenciarse en GI y EGD en función del tamaño adulto y precocidad pero los efectos raciales en terneza serían menos evidentes (Dikeman et al., 2005; Wheeler et al., 2010) aunque no se tiene información de todas las razas de este grupo y en particular es escasa en la interacción genotipo x sistema de producción (terminación a corral vs pastoril).

Entre los trabajos que reportaron efectos raciales sobre WB dentro del *Bos taurus*, Monson et al. (2004) detectaron diferencias en terneza entre las razas Pardo suizo, Holstein español, Limousin y Blonde d'Aquitaine, asociadas al contenido de colágeno insoluble. Las razas especializadas en producción de carne (Limousin y Blonde d'Aquitaine) resultaron de menor WB que las otras dos. Purslow (2005) sugiere que el conteni-

do de tejido conectivo, su fracción soluble y el ritmo de la proteólisis post-mortem tendrían mayor incidencia sobre la terneza de la carne que el engrasamiento. El incremento de las fibras de colágeno y su entrecruzamiento aumenta la estabilidad y resistencia del tejido conectivo y la resistencia del músculo al corte (Shorthose y Harris, 1990; McCormick, 1994, 1999; Bailey et al., 1998; Schonfeldt y Strydom, 2010). El contenido de colágeno insoluble se ha asociado a la menor terneza de la carne de las razas índicas (Brahman y Nelore) (Norman, 1982; Riley et al.; 2005). Sin embargo, no existen referencias en la bibliografía sobre el contenido de colágeno insoluble para la raza Criolla y sus cruces. En el presente estudio no se determinó el contenido de colágeno y sus fracciones en el músculo, pero la ausencia de diferencias en la apreciación del contenido de tejido conectivo se correspondería con la ausencia

de diferencias en WB y apreciación de terneza inicial y sostenida por panel sensorial.

Por su parte, el interés del mercado por el nivel de engrasamiento de cobertura que empíricamente define el valor de la res y que se toma como indicador indirecto de la calidad de la carne podría asociarse a una correlación significativa entre engrasamiento intramuscular y terneza. Sin embargo, numerosas investigaciones (Christensen et al., 1991; Dikeman et al., 2005; Duckett et al., 2007; Latimori et al., 2008) detectaron muy baja o ninguna correlación entre el marmoreado o la GI y WB. En experiencias en pastoreo con novillos pesados, Latimori et al. (2008) compararon Angus, Charolais x Angus y Holando Argentino en productividad y atributos de la carne y detectaron efectos del biotipo sobre el EDG y GI pero no sobre WB. En el presente estudio, el marmoteado y el contenido de GI fueron inferiores para CrAA, comparado con los ShAA y HeAA, pero esa diferencia no se detectó en WB.

Tampoco se detectaron en el presente ensayo efectos ( $P > 0,05$ ) debido a los cruzamientos en la CRA, la jugosidad y el flavor. La investigación sugiere que dentro del grupo Bos Taurus, la dieta (Boles y Swan, 2002; Elmore et al., 2004; Koutsidis et al., 2008) y el nivel de engrasamiento intramuscular (Savel et al., 1986; Duckett et al., 2009; Resconi et al., 2010) tendrían mayores efectos sobre la CRA, la jugosidad y el flavor que las razas o los cruzamientos. Una correlación positiva entre flavor a carne y negativa respecto de flavor desagradables (off-flavors) con el contenido de GI fue reportada por Duckett et al. (2009). Estos autores sugirieron que el contenido de GI influye sobre la percepción e intensidad del flavor y que la maduración de la carne intensifica estas diferencias.

Aunque sería esperable una correlación positiva entre el contenido de GI o el marmoreo y la CRA (Savell et al., 1986), las diferencias raciales en contenido de GI entre tratamientos del presente ensayo no habría sido suficientes para generar diferencias en CRA y flavor. La corta maduración del presente ensayo (96 horas) podría ser también responsable de la ausencia de efectos de tratamientos sobre estos factores.

No se detectaron ( $P > 0,05$ ) efectos de los cruzamientos sobre los parámetros de color en  $L^*$  y  $b^*$ . Se detectó un efecto ( $P = 0,045$ ) sobre  $a^*$ , donde ShAA tuvo un valor inferior ( $P < 0,032$ ) al

de los HeAA y CrAA, en promedio (Cuadro 3). No se encontraron en la literatura reportes de sobre el efecto los cruzamientos involucrados en este estudio sobre los parámetros de color de la carne. Latimori et al. (2008) no detectaron diferencias en los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  al comparar novillos Angus, Charolais x Angus y Holando Argentino engordados en pastoreo de alfalfa.

Los valores de  $L^*$  determinados en nuestro ensayo resultaron inferiores a los reportados por Duckett et al. (2007) para novillos terminados sobre alfalfa y similares a los reportados por Realini et al. (2004) para novillos engordados sobre trébol blanco y ryegrass, los de Gatellier et al. (2005) para novillos terminados en pasturas de ryegrass, y los de Latimori et al. (2008) para novillos terminados en pasturas de alfalfa. Los valores de  $b^*$  del músculo fueron mayores que los reportados por Realini et al. (2004), similares a los reportados por Duckett et al. (2007) e inferiores a los reportados por Latimori et al. (2008).

Por su parte, los valores de  $a^*$  de estudio fueron inferiores a los reportados en la bibliografía (Realini et al., 2004; Gatellier et al., 2005; Duckett et al., 2007; Latimori et al., 2008) para carnes evaluadas sin o con corta maduración. El factor  $a^*$  califica el color en su tendencia al rojo respecto del verde y es el indicador más importante de color para evaluar la oxidación de la carne y su duración en góndola o vida útil (Cornforth, 1994; Tume y Yang, 1996).

El cambio de oxi-mioglobina a metoxi-mioglobina en el tiempo genera la transición del color rojo al marrón en la carne y se registra en un valor inferior de  $a^*$  luego de la re-oxidación al aire. La intensidad de  $a^*$  y su persistencia se correlaciona con el contenido de mioglobina y con la concentración de hierro hemático, los que se incrementan con la edad, la actividad y la maduración fisiológica del animal (Renerre, 1990; Varnam y Sutherland, 1995). Este factor es afectado por el pH, por el contenido de grasa intramuscular y el de vitamina E (Gatellier et al., 2001). Diferencias en el valor podrían atribuirse al ritmo de engorde, la dieta, el madurado, el período de exposición al aire de la carne previo al análisis y la genética animal (Gatellier et al., 2001). También, valores altos de  $a^*$  se correlacionan con pH altos, mayor oxigenación de la carne y menor tasa desnaturalización de la mioglobina (Trout, 1989; Mancini y Hunt, 2005). En nuestro ensayo, las diferencias entre

CrAA y ShAA en el factor a\* no podrían atribuirse al pH ya que no se detectaron efectos del cruzamiento sobre el pH intramuscular, pero posiblemente en parte al mayor ritmo de engorde, aunque la ausencia de diferencias con HeAA no permitiría ser concluyente. Sin embargo, se detectó una correlación lineal ( $r = 0.871$ ;  $P < 0,01$ ) entre contenido de GI y a\* a través de todos los cruzamientos.

El contenido de ácidos grasos totales en el LD resultó mayor ( $P < 0,05$ ) para ShAA, comparado con CrAA, e intermedio para HeAA, siguiendo la tendencia observada en los valores de GI. El contenido de AG detectado en este ensayo es superior al reportado por Latimori et al. (2008) para novillos terminados sobre pasturas similares. La categoría animal (vaquillona versus novillo) pudo ser responsable de la diferencias en GI.

No se detectaron efectos ( $P > 0,05$ ) atribuibles al cruzamientos en las proporciones de los AG

individuales respecto del contenido intramuscular de lípidos (Cuadro 4), como en los grupos de AGS, AGMI, AGPI, omega 3 (AGPI n-3), o omega 6 (AGPI n-6). Tampoco se detectaron diferencias ( $P > 0,05$ ) debidas a los cruzamientos en las relaciones entre AGPI n-6/ AGPI n-3 (n-6/n-3) y 18:2/18:3 (Cuadro 4). En coincidencia, Nuernberg et al. (2005) y Wood et al. (2008) sugieren que la dieta y en especial la alimentación pastoril y tendría mayor incidencia en el perfil de ácidos grasos y los atributos sensoriales de la carne bovina que la genética animal.

Se destaca las similitud de los valores de la concentración de CLA cis-9 t-11, y las relaciones n-6/n-3 y C18:2/C18:3 a las reportadas en la bibliografía para carne producida en planteos pastoriles (French et al., 2000, 2001, 2003; Realini et al., 2004; Noci et al., 2005; García et al., 2008; Duckett et al., 2009). El contenido promedio de AGS fue inferior y de AGMI y AGPI mayor al repor-

	CrAA	HeAA	ShAA	EE	P =	Prom
Ácidos grasos, g/100 g	1,94 a	2,56 a,b	2,76 b	0,353	0,048	-
14:0, % en peso	2,16	2,42	2,31	0,209	0,597	2,30
15:0, %	1,76	1,62	1,72	0,276	0,831	1,70
16:0, %	25,2	25,38	25,71	0,323	0,329	25,43
16:1, %	2,43	2,87	2,68	0,244	0,622	2,66
17:0, %	0,97	0,92	1,05	0,065	0,38	0,98
17:1, %	0,72	0,84	0,82	0,067	0,508	0,79
18:0, %	13,71	14,31	13,86	0,048	0,564	13,96
18:1 trans, %	1,89	1,71	1,86	0,174	0,756	1,82
18:1, %	36,08	34,51	35,21	0,465	0,122	35,26
18:2 n-6, %	2,82	2,72	2,88	0,154	0,734	2,81
20:1, %	0,13	0,12	0,12	0,006	0,202	0,12
18:3 n3, %	1,1	1,15	1,09	0,041	0,55	1,11
18:2c9, t11, %	0,63	0,65	0,65	0,014	0,833	0,64
20:3 n-6, %	0,29	0,28	0,28	0,034	0,883	0,28
20:4 n-6, %	0,92	1,09	1,06	0,151	0,934	1,02
20:5 n-3, %	0,72	0,84	0,83	0,068	0,532	0,80
22:4 n-6, %	0,08	0,09	0,08	0,009	0,733	0,08
22:5 n-3, %	0,84	0,70	0,70	0,082	0,242	0,74
22:6 n-3, %	0,06	0,07	0,07	0,006	0,622	0,07
C18:2/C18:3	2,59	2,37	2,65	0,132	0,299	2,54
AGS, %	41,07	42,11	41,88	0,666	0,299	41,78
AGMI, %	40,40	39,09	39,75	0,471	0,192	39,74
AGPI n-6, %	4,11	4,17	4,29	0,319	0,964	4,19
AGPI n-3, %	2,72	2,76	2,69	0,152	0,895	2,72
AGPI, %	6,82	6,94	6,98	0,439	0,988	6,91
AGPI n-6/AGPI n-3	1,53	1,51	1,59	0,084	0,763	1,54

Cuadro 4, Perfil de ácidos grasos de la fracción de lípidos de la grasa intramuscular del músculo longissimus dorsi de vaquillonas F1, hijas de vacas Angus x Criollo, Hereford o Shorthorn, terminadas sobre pastura pura de alfalfa.

n = 8; EE: Error estándar de diferencias de medias; P: Valor de F > Fo para efecto de tratamientos  
 Prom = Promedio  
 AGS = C14:0 + C16:0 + C18:0  
 AGMI = (C14:1 + C16:1 + C18:1  
 AGPI n-3 = C18:3 + C20:5 + C22:5 + C22:6  
 AGPI n-6 = C18:2 + C20:3 + C20:4) + C22:4  
 AGPI = n-3 + n-6  
 a,b: Medias de tratamientos en filas seguidas por distinta letra difieren ( $P < 0,05$ )

tado en esos estudios. La diferencia entre los valores del presente estudio y los citados podría deberse en parte a la categoría de animal, la edad y el peso a la faena. Scollan et al. (2003) reportaron una relación negativa exponencial entre la GI y la relación entre AGPI/AGS.

## CONCLUSIONES

Los cruzamientos de Shorthorn y Hereford x Angus generaron vaquillonas que, en promedio, no se diferenciaron en ritmo de engorde, peso final, rendimiento de res, engrasamiento dorsal e intramuscular luego de una invernada pastoril. Por su parte, el cruzamiento Criollo x Angus resultó más liviano a una misma fecha de faena, de menor aumento de peso, menor rendimiento de res, menor tamaño de músculo LD y carne más magra.

Sin embargo, los cruzamientos no se diferenciaron en las características físicas (WB, CRA, mermas por cocción) y sensoriales (terneza, jugosidad, flavor y presencia de tejido conectivo) de la carne, excepto en el parámetro de color  $a^*$ . El cruzamiento de Shorthorn x Angus podría generar vaquillonas que terminadas sobre alfalfa tengan una res con menor incidencia de rojo en el músculo (menor valor de  $a^*$ ) respecto de los cruzamientos HeAA y CrAA. El cruzamiento ShAA generó también la carne con mayor contenido de AG totales en LD que las HeAA o CrAA. Pero, diferencias en el perfil de AG no serían esperables entre los cruzamientos comparados.

Sería necesario profundizar los estudios sobre los efectos del cruzamiento con Shorthorn sobre el color de la carne y sus implicancias.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al personal de apoyo de campo y laboratorio de la Estación Experimental de INTA Anguil y el Instituto de Tecnología de Alimentos de INTA en Castelar, por su compromiso y seriedad en sus responsabilidades involucradas en el presente estudio. Se agradece el apoyo económico a INTA y a INTEA S.A. por poner a disposición animales, alimentos e infraestructura para la realización de este ensayo.

## BIBLIOGRAFÍA

• AMSA. 1995. Research guidelines for cookery sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of meat.

Chicago, IL: American Meat Science Association and National Livestock Meat Board.

• AOAC. 2000. Official methods of analysis. 15th ed. 3er supplement, Arlington, VA, USA. 70 p.

• Bailey, A.J., Paul, R.G. y Knott, L. 1998. Mechanisms of maturation and ageing of collagen. *Mechanisms of Ageing and Development* 106:1-56.

• Bidner, T.D., Schupp, N.R., Mohamad, A.B., Rumore, N.C., Montgomery, R.E., Bagley, C.P. y Mc Millin, K.W. 1986. Acceptability of beef from An-gus-Hereford or An-gus-Hereford-Brahman steers finished on all forage or high energy diet. *J. Anim. Sci.* 62:381-387.

• Bidner, T.D., Wyatt, W.E., Humes, P.E., Fraanke, D.E. y Blouin, D.C. 2002. In-fluence of Brahman-derivative breeds and Angus on carcass traits, physical composition and palatability. *J. Anim. Sci.* 80:2126-2133.

• Boles, J.A. y Swan, J.E. 2002. Processing and sensory characteristics of cooked roast beef: Effect of breed, age, gender and storage conditions. *Meat Sci.* 62:419-427.

• Christensen, K.L., Johnson, D.D., West, R. L., Marshall, T.T. y Hargrove, D.D. 1991. The effect of breed and age at feeding on muscle tenderness in beef chuck. *J. Anim. Sci.* 69:3673-3678.

• Clapham, W.M., Foster, J.G., Neel, J.P.S. y Fedders, J.M. 2005. Fatty acid composition of traditional and novel forages. *J. Agric. Food Chem.* 53:10068-10073.

• Cornforth, D. 1994. Color - Its bases and importance. Pages 34-78 in *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products*. A.M. Pearson and T. R. Dutson, ed. *Advances in Meat Research Series*, vol. 9.

• Cross, H.R., Moen, R. y Stanfield, M S. 1978. Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. *Food Sci. & Tech.* 37: 48-54.

• Crouse, J.D., Cundiff, L.V., Koch, R.M. y Koohmaraie, M. y Seideman, S.C. 1989. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *J. Anim. Sci.* 67:2661-2668.

• Dewhurst, R.J., Scollan, N.D., Youell, S.J., Tweed, J.K.S. Humphreys, M.O. 2001. Influence of species, cutting date and cutting interval on the fatty acid composition of grasses. *Grass Forage Sci.* 56:68-74.

• Dikeman, M.E., Pollak, E.J., Zhang, Z., Moser, D.W., Gill, C.A. y Dressler, E.A. 2005. Phenotypic ranges and relationships among carcass and meat palatability traits for fourteen cattle breeds, heritabilities and expected progeny differences for Warner-Bratzler shear force in three beef cattle breeds. *J. Anim. Sci.* 83:2462-2467.

• Dikeman, M.E., Reddy, G.B., Arthaud, V.H., Tuma, H.J., Koch, R.M., Mandigo, R.W. y Axe, J.B. 1986. Longissimus muscle quality, palatability and connective tissue histological characteristics of bulls and steers fed different energy

levels and slaughtered at four ages. *J. Anim. Sci.* 63: 92-101.

- Duckett, S.K., Neel, J.P.S., Fontenot, J.P., y Clapham, W.M. 2009. Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: III. Tissue proximate, fatty acid, vitamin, and cholesterol content. *J. Anim. Sci.* 87:2961-2970.
- Duckett, S.K., Neel, J.P.S., Sonon, R.N., Jr., Fontenot, J.P., Clapham, W.M. y Scaglia, G. 2007. Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: II. Ninth tenth eleventh rib composition, muscle color, and palatability. *J. Anim. Sci.* 85:2691-2698.
- Elmore, J.S., Warren, H.E., Mottram, D. S., Scollan, N. D., Enser, M., Richardson, R.I. y Wood, J.D. 2004. A comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen Angus and Holstein-Frisian steers fed diets based on silage or concentrates. *Meat Sci.* 68:27-33.
- Folch, J., Lees, M. y Stanley, S.G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biological Chem.* 226:497-509.
- Fortin, A., Veira, D.M., Froehlich, D.A., Butler, G. y Proulx, P.G. 1985. Carcass Characteristics and Sensory Properties of Hereford x Shorthorn Bulls and Steers Fed Different Levels of Grass Silage and High Moisture Barley. *J. Anim. Sci.* 60:1403-1411.
- French, P., O'Riordan, E.G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J. y Moloney, A.P. 2003. Fatty acid composition of intramuscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. *Livest. Prod. Sci.* 81:307-317.
- French, P., O'Riordan, E.G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J., Mooney, M.T., Troy, D.J. y Moloney, A.P. 2001. The eating quality of meat of steers fed grass and/or concentrates. *Meat Sci.* 57:379-386.
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O'Riordan, E.G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J. y Moloney, A.P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.* 78: 2849-2855.
- García, P.T y Casal, J.J. 1993. Argentine beef lipids. *Fleischwirtschaft*, 73:755-758.
- García, P.T., Pensel, N.A., Sancho, A.M., Latimori, N.J., Kloster, A.M., M. Amigone, A. y Casal, J.J. 2008. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. *Meat Science*, 79:500-508.
- Gárriz, C.A., Buseti, M., Suárez, V.Y. y Vranic, M. 2000. Rendimiento de faena y terminación de la res de novillos Criollo Argentino, Shorthorn y Criollo x Shorthorn. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20(1):353-354.
- Gárriz, C.A., Mezzadra, C., Miquel, M. y Gallinger, M. 1989. Rendimiento carnicero y evaluación de la calidad de la canal en novillos raza Criollo Argentino. *Rev. Arg. Prod. Anim.*

9(2):112-115.

- Gárriz, C.A., Suárez, V.Y., Galliner, M., Buseti, M., Carduza, Y. y Rivera, M. 1998. Peso de faena y composición corporal en novillos puros y cruza Criollo Argentino. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18(1):261-262.
- Gatellier, P., Hamelin, C., Durand, Y. y Ren-nerre, M. 2001. Effect of dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air- and modified atmosphere-packaged beef. *Meat Sci.* 59:133-140.
- Gatellier, P., Mercier, Y., Juin, H. y Rennerre, M. 2005. Effect of finishing mode (pasture- or mixed-diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat Sci.* 69:175-186.
- Goering, H.K. y Van Soest. P.J. 1970. Forage fiber analyses. Apparatus, reagents, procedures, and some applications. *Agriculture Handbook N° 379*. ARS, USDA, Washington, DC. 20 p.
- Gombos Z., Wada, H. y Murata, N. 1994a. The recovery of photosynthesis from low-temperature photoinhibition is accelerated by the unsaturation of membrane lipids: a mechanism of chilling tolerance. *Proc Natl Acad Sci* 391(19):8787-8791.
- Gombos, Z., Wada, H., Hideg, E. y Murata, N. 1994b. The unsaturation of membrane lipids stabilizes photosynthesis against heat stress. *Plant Physiology*. 104: 563-567.
- ISO 8589 (1988). Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms.
- Koch, R.M., Dikeman, M. E. y Crouse, J.D. 1982. Characterization of biological types of cattle (cycle III). III Carcass composition, quality and palatability, *J. Anim. Sci.* 54:35-45.
- Koutsidis, G., Elmore, J.S., Oruna-Concha, M.J., Campo, M.M., Wood, J.D. y Mottram, D.S. 2008. Water-soluble precursors of beef flavour: I Effect of diet and breed. *Meat Sci.* 79:124-130.
- Kuber, P.S., Busboom, J.R., Huff-Lonergan, E., Duckett, S.K., Mir, P.S., Mir, Z., McCormick, R.J., Dodson, M.V., Gaskins, C.T., Cronrath, J.D., Marks, D.J. y Reeves, J.J. 2004. Effects of biological type and dietary fat treatment on factors associated with tenderness: I. Measurements on beef longissimus muscle. *J. Anim. Sci.* 82:770-778.
- Latimori, N.J., Kloster, A.M., García, P.T., Carduza, F.J., Grigioni, G., y Pensel, N.A. 2008. Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampean region. *Meat Sci.* 79:463-469.
- Mancini, R.A.I. y Hunt, M.C. 2005. Current research in meat color. *Meat Science* 71, 100-121
- Martinez, R.D., Fernández, E.N., Abbiatti, N.N., Rodriguez, D., Aulicino, J.M. y Acevedo Díaz, J.C. Aptitud carnicera del bovino criollo patagónico vs Aberdeen Angus y cruza entre

sí. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 29(1):1-2.

- Martínez-Ferrer, J., Silva, M. y Basigalup, D. 2005. Contenido de lípidos y composición de ácidos grasos en alfalfa durante un ciclo de crecimiento. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 25(1):54.
- McCormick, R.J. 1994. The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat Sci.* 36:79-91.
- McCormick, R.J. 1999. Extracellular modifications to muscle collagen: implications for meat quality. *Poultry Sci.* 78:785-791.
- Melucci, L.M., Villareal, E.L., Mezzadra, C.A. y Papaleo Mazzuco, J. 2010. Engorde y faena de novillos puros y cruza entre Angus, Hereford y Limousin. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 30(1):95.
- Moellering, E.R., Muthan, B. y Benning, C.H. 2010. Freezing tolerance in plants requires lipid remodeling at the outer chloroplast membrane. *Science* 330: 226-228.
- Monson, F., Sañudo, C. y Sierra, I. 2004. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Sci.* 68:595-602.
- Nelson, J.L., Dolezal, H.G., Ray, F.K. y Morgan, J.B. 2004. Characterization of Certified Angus Beef steaks from the round, loin, and chuck. *J Anim Sci* 82: 1437-1444
- Noci, F., Monahan, F.J., French, P. y 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. *JAnim. Sci* 8:1167-1178.
- Norman, G.A. 1982. Effect of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in South-east Brazil: 3 – meat quality. *Meat Sci.* 6:79-96.
- NRC, National Research Council. 1996. Nutrient Requirements of beef cattle. National Academy Press. 7th Ed. Washington, D.C.
- Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N.D., Wood, J.D., Nute, G. R. y Richardson, R.I. 2005. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livest. Prod. Sci.* 94:137-147.
- O'Connor, S.F., Tatum, J. D., Wulf, D.M., Green, R.D. y Smith, G.C. 1997. Genetic effects of beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. *J. Anim .Sci.* 75:1822-1830.
- Orellana, C.R., Peña Blanco, F.P., Garcías, V.D. y Peinado, J.M. 2009. Características de la canal y rendimiento en cortes comerciales en novillos Criollo Argentino y Bradford criados en sistemas extensivos ecológicos. *Rev. Brasileira de Ciências Agr.* 4:489-495.
- Papaleo Mazzuco, J., Melucci, L.M., Villareal, E.L. y Mezzadra, C.A. 2010. Atributos de la carne de novillos puros y cruza entre Angus, Hereford y Limousin. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 30(1):96-97.
- Pariacote, F., Van Vleck, L.D. y Hunsley, R.E. 1998. Genetic and phenotypic parameters for carcass traits of American Shorthorn beef cattle. *J. Anim. Sci.* 76:2584-2588.
- Pariza, M.W., Park, Y., y Cook, M.E. 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress Lipid Research*, 40:283-298.
- Purslow, P.P. 2005. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Sci.* 70:435-447.
- Realini, C.E.; Duckett, S.K., Brito, G.W., Dalla Rizza, M., y de Mattos, D. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.* 66:567-577.
- Renner, M. 1990. Review: Factors involved in discoloration of beef meat. *Intern. J. Food Sci. and Tech.* 25:613-630.
- Resconi, V.C., Campo, M.M., Font, I., Furnols, M., Montossi, F., Sañudo, C. 2010. Sensory quality of beef from different finishing diets. *Meat Sci.* 86:865-869.
- Riley, D.G., Johnson, D.D., Chase Jr, C. C., West, R.L., Cleman, S.W., Olson, T.A. y Hammond, A.C. 2005. Factors influencing tenderness in steaks from Brahman cattle. *Meat Sci.* 70:347-356.
- SAS 1999. SAS User's Guide: Statistics (Version 8). SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 3884 p.
- Savell, J.W., Cross, H.R. y Smith, G.C. 1986. Percentage ether extractable fat and moisture content of beef longissimus muscle as related to USDA marbling score. *J. Food Sci.* 51:838.
- Schilling, S.M., Hinch, D.K., Schmitt, J. M., Kohn, C.A. y Tischendorf, G. 2003. Intracellular localization of lipid transfer proteins in *Brassica oleracea*. *Plant Cell Physiology* 3:923-933.
- Schonfeldt, H.C. y Strydom, P.E. 2010. Effect of age and cut tenderness on South African beef. *Meat Sci.* 87:206-218.
- Scollan, N.D., Enser, M., Gulati, S.K., Richardson, I. y Wood. J.D. 2003. Effects of including a ruminally protected lipid supplement in the diet on the fatty acid composition of beef muscle. *British J. Nutr.* 90:709-716.
- Shackelford, S.D., Koohmaraie, M., Miller, M.F., Crouse, J.D. y Reagan, J.O. 1991. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. *J. Anim Sci.* 69:171-177.
- Shorthose, W.R. y Harris, P.V. 1990. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *J. Food Sci.* 55: 1-14
- Trout, G.R. 1989. Variation in Myoglobin Denaturation and Color of Cooked Beef, Pork, and Turkey Meat as Influenced by pH, Sodium Chloride, Sodium Tri-polyphosphate, and Cooking Temperature. *J. Food Sci.* 54(3): 536-544.

- Tume, R. K. y Yang, A. 1996. Fat color in beef. *Meat Focus International* (Marzo), 81.
  - Varnam, A.H. y Sutherland, J.P., 1995. The colour of meat. *Meat and meat products technology, chemistry and microbiology*. Chapman & Hall, p. 26.
  - Wheeler, T. L., Cundiff, L.V., Shackelford, S. D. y M. Koohmaraie, M. 2004. Characterization of biological types of cattle (Cycle VI): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. *J. Anim. Sci.* 82:1177-1189.
  - Wheeler, T.L., Cundiff, L. V., Shackelford, S.D. y Koohmaraie, M. 2001. Characterization of biological types of cattle (Cycle V): Carcass traits and longissimus palatability. *J. Anim. Sci.* 79:1209-1222.
  - Wheeler, T.L., Cundiff, L.V., Kook, R.M. y Crouse, J D. 1996. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): Carcass traits and longissimus palatability. *J. Anim. Sci.* 74:1023-1035.
  - Wheeler, T.L., Cundiff, L.V., Shackelford, S.D. y Koohmaraie, M. 2010. Characterization of biological types of cattle (Cycle VIII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. *J Anim Sci* 88:3070-3083.
  - Wood, J.D., Enser, M, Fisher, A.V.; Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I, Hughes, S.I., y Whittington, F.M. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 78:343-358.
  - Zamorano, J.M. 1996. ¿Qué es y para qué sirve la capacidad de retención de agua de la carne?. *La Industria Cárnica Latinoamericana.* 102:30-36.
-

Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; Volpi Lagreca, G.<sup>1</sup>; García, P.T.<sup>2</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup><sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

## Agregado de taninos de quebracho en dietas con 45 o 70% de grano de maíz sobre la producción individual, características de la res y la carne de vaquillonas de engorde a corral

### RESUMEN

El presente trabajo evaluó el efecto del agregado de taninos condensados (0, 0,5 y 1,5% en base seca) sobre dietas basadas en 45 o 70% de grano de maíz. Se utilizaron 72 vaquillonas Angus (170 kg de peso vivo), en un diseño aleatorizado en tres bloques por peso y distribuidos en 18 corrales con 4 animales en cada uno, sobre los que se aplicaron los tratamientos en un arreglo factorial (3 x 2). Las vaquillonas se faenaron luego de 104 días de ensayo cuando se consideraron terminadas por compradores comerciales, habiendo excedido los 6 mm de espesor de grasa dorsal. Se determinó el aumento de peso (APV), el consumo de materia seca, índice de conversión del alimento (IC), el rendimiento de res, el engrasamiento y parámetros físicos, químicos y sensoriales de la carne. El agregado de taninos mejoró ( $p < 0,05$ ) el APV, el IC, el rendimiento de res, el peso de la res y el engrasamiento subcutáneo e intramuscular. El nivel de 0,75% generó el mayor impacto relativo. También se registró ( $p < 0,05$ ) mayor APV, peso y rendimiento de res para el nivel de 70% de grano. La incorporación de taninos o el nivel de grano no afectaron ( $p > 0,05$ ) la jugosidad, la capacidad de retención de agua, el flavor o el color de la carne ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ). La incorporación de taninos redujo ( $p < 0,05$ ) la fuerza de corte (Warner-Bratzler), y mejoró la terneza determinada por panel sensorial. Las dietas con 45% de grano generaron reses más magras ( $P < 0,05$ ) sin afectar la terneza ( $P > 0,10$ ). La incorporación

de taninos no afectó los perfiles de lípidos de la grasa intramuscular, pero el incremento de la cantidad de grano deprimió ( $P < 0,05$ ) la participación relativa del grupo de ácidos grasos omega-3 ( $n-3$ ) e incrementó la relación  $n-6/n-3$ .

### INTRODUCCIÓN

La oferta de proteínas de alta calidad en el duodeno permite mejorar la eficiencia de uso de la energía disponible en rumiantes con altos requerimientos (Beermann et al., 1991; Cardorniga y Sutter, 1993; Sutton et al., 1996). En animales en crecimiento, la demanda proteica crece con el aumento de peso. En ocasiones, el aporte de aminoácidos desde la proteína de la dieta, sin transformación en el rumen, remueve limitantes de composición de la oferta de aminoácidos en el duodeno. La suplementación con proteínas de baja degradabilidad ruminal permitiría aportar en duodeno aminoácidos limitantes y mejorar la eficiencia de uso de la energía (Knaus et al., 1998; Goedeken et al., 1990; Stock et al., 1989; Titgemeyer et al., 1989; Zinn et al., 1981). Sin embargo, la carencia de esos recursos proteicos de baja degradabilidad ruminal limita esa oportunidad (Fox et al., 1992; Hoover y Stokes, 1993; O'connor et al., 1993).

Los taninos condensados, polifenoles generados por las plantas con fines de protección, tienen la capacidad de formar complejos reversibles con las proteínas (Frutos et al., 2004; Mueller-Harvey, 2006). Varias experiencias (Kugler, 1994; Lee et

al., 1992; Waghorn et al., 1990; Selje et al., 2007) han sugerido el tratamiento con taninos para reducir la solubilidad y limitar la degradación ruminal de las proteínas. Varios estudios sugieren que la adición de taninos reduce la tasa inicial de degradación de las proteínas (Frutos et al., 2000; Matinez et al., 2004; Burggraaf et al., 2008; Martinez Ferrer et al., 2009; Pasinato et al., 2007; Pasinato et al., 2009). Min et al. (2003) y Getachew et al. (2008) demostraron que cantidades bajas de taninos en el rumen aumentan el flujo de proteína dietaria hacia el intestino.

También se atribuye a los taninos efectos bacteriostáticos sobre las poblaciones microbianas proteolíticas y metanogénicas del rumen, generando una reducción en la generación de metano (Waghorn et al., 1990; Mueller-Harvey, 2006) y sus implicancias ambientales (Taminga, 1996).

Pordomingo et al. (2003) detectaron mejoras en el índice de conversión del alimento en vaquillonas engordadas a corral sobre una dieta basada en grano de maíz, con el agregado de taninos condensados. El consumo resultó similar entre el tratamiento con sin taninos y los que incluyeron taninos, pero el ritmo de engorde fue superior para los tratamientos que incluyeron taninos. La dosis que resultó en el mejor índice de conversión fue de 25 g de taninos/1kg de alimento (base seca). No se exploraron dosis menores ni variantes en el nivel de fibra. Priolo et al. (2005) y Vasta et al. (2007) detectaron mayor rendimiento de res y contenido de grasa intramuscular (GI) en corderos. Esas experiencias también reportaron efectos sobre el perfil de ácidos grasos de la GI. No se han encontrado referencias de la incorporación de taninos en las dietas de bovinos sobre los parámetros físicos, químicos y sensoriales de la carne bovina. El presente ensayo planteó que: a) la inclusión de taninos en la dieta de bovinos en engorde a corral en los niveles de 7,5 y 15 g kg<sup>-1</sup> de alimento resulta en mejora del índice de conversión del alimento a aumento de peso, b) que no hay interacción entre el nivel de grano de la dieta y la adición de taninos, y c) que la inclusión de taninos afecta los parámetros físicos y químicos de la carne de vaquillonas engordadas a corral.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo tuvo lugar en la Estación Experimental de INTA Anguil, La Pampa en invierno de 2005 (Junio a Septiembre).

Se utilizaron 72 vaquillonas Angus, de un peso vivo (PV) inicial de 170 kg de peso vivo (DE = 10,2 kg), distribuidas en 18 corrales con 4 cada uno.

Los corrales constituyeron las unidades experimentales sobre las que se aplicaron los tratamientos: T<sub>1</sub> = Dieta basada en 45% grano de maíz, y 0% taninos, T<sub>2</sub> = Igual a T<sub>1</sub>, con 0,75% de taninos, T<sub>3</sub> = igual a T<sub>1</sub>, con 1,5% de taninos, T<sub>4</sub> = Dieta basada en 70% grano de maíz, y 0% taninos, T<sub>5</sub> = Igual a T<sub>4</sub>, con 0,75% de taninos, y T<sub>6</sub> = igual a T<sub>4</sub>, con 1,5% de taninos. Las dietas se complementaron con heno de alfalfa, harina de girasol, urea, un núcleo vitamínico y mineral, y monensina (Cuadro 1). Para cada nivel de grano se elaboraron similares en concentración de energía metabolizable (EM) y PB, de acuerdo a ecuaciones de NRC (1996).

Los animales se alimentaron sin restricción al consumo durante 104 días. El alimento se ofreció diariamente una vez por día. Previo al suministro se removieron y pesaron los remanentes de cada comedero. Se calculó la fracción consumida y de resultar superior al 85% de lo ofrecido el día anterior, se incrementó la oferta del día en un 10%.

Los taninos fueron provistos por una empresa comercial (UNITAN, S.A.). Se optó por una mezcla de taninos comercial de alta concentración de taninos condensados y alta capacidad de asociación reversible con las proteínas solubles. Los taninos se premezclaron con los componentes menores (urea, núcleo vitamínico y mineral y monensina).

## Determinaciones

*Composición nutritiva del alimento:* Se tomaron muestras semanales del alimento con las que se realizó un pool por tratamiento al finalizar el ensayo sobre el que se determinó el contenido de materia seca (MS) y los contenidos de proteína bruta (PB; N Kjeldahl \* 6,25) (AOAC, 1990), fibra detergente ácido (FDA; Goering y Van Soest, 1970) y digestibilidad "in vitro" de la MS (DIVMS, Tilley y Terry, 1963). A través de DIVMS se estimó la concentración de energía metabolizable (EM, Mcal/kg MS) de acuerdo a ecuaciones de NRC (1996).

*Aumento de peso:* Los animales se pesaron individualmente en balanza electrónica los días 0, 27, 75 y 104 del ensayo. Previo a cada pesada, los animales se desbastaron durante 17 h (encierre sin acceso a alimento, con disponibilidad de agua

de bebida). Con la información de peso vivo (PV) se calculó el aumento diario de peso vivo (APV) entre pesadas y global.

*Consumo y conversión del alimento:* Se registró diariamente por corral la cantidad de alimento ofrecido y el remanente del día anterior para determinar por diferencia el consumo diario de materia seca (CMS). Con la información del alimento consumido y rechazado para cada corral y período entre pesadas, se calculó el consumo medio para el animal promedio de cada corral para cada período. Se expresó el consumo diario de materia seca (CMS) en valor absoluto por animal (kgMS/día animal) y en relación al peso vivo (CMSPV, %). Dividiendo el CMS medio del período por el APV medio por corral para el mismo período, se calculó el índice de conversión (IC) del alimento.

*Faena, rendimiento y características de res:* Los animales se consideraron listos para faena cuando todos superaron 280 kg de PV, 6 mm de espesor de grasa dorsal (determinada por ecografía dorsal) y fueron calificados como “terminados” por apreciación visual de compradores de vaquillona de corral. Terminado el período de alimentación y 2 días después de la última pesada, todos los animales fueron trasladados en conjunto a un frigorífico comercial a 30 km de la Estación Experimental. Luego de la última pesada, los animales se retornaron a sus respectivos corrales y alimentaron de acuerdo a los tratamientos durante 2 d para recuperarlos del estrés del ayuno previo a la pesada y del proceso de pesada. Los animales fueron faenados a las 12 h de su arribo a la planta de faena. Al finalizar la faena, se determinó el peso de la res en caliente para estimar el rendimiento de res (res en caliente/peso vivo desbastado). Como peso vivo desbastado se utilizó la determinación de la última pesada individual (PV del d 104).

*Muestreo de carne:* A las 48 h luego de la faena se extrajo un bloque de bifés con hueso de cada media res izquierda incluyendo el músculo LD en un corte transversal a la columna vertebral, incluyendo la 9na, 10ma y 11va costillas. Los bloques fueron enfriados hasta la hora 96 pos-faena y luego fueron congelados en el cámara de la planta de faena a -20 °C. Una vez congelados, los bloques se transportaron al laboratorio de INTA-EEA Anguil donde se envasaron al vacío y conser-

varon a -20 °C hasta su posterior análisis.

*Análisis de la carne:* Al momento del inicio de las determinaciones físicas de la carne, de cada bloque obtuvieron 3 bifés con hueso de 2.5 cm de espesor cortando con una sierra eléctrica. Sobre el bife de la 9na costilla se procedió inmediatamente con las determinaciones correspondientes al mismo, y los bifés coincidentes con las costillas 10ma y 11va se mantuvieron congelados y emba-sados al vacío hasta su utilización en los análisis correspondientes. Previo a las determinaciones, los bifés fueron descongelados 40°C durante 24 h. Los destinados a determinaciones de color fueron expuestos al aire durante 2 h. El contenido total de lípidos se determinó sobre 5 g de muestra (base seca) mediante extracción con solvente (hexano) en un Tekator de acuerdo a AOAC (2000). La extracción para determinación del perfil de ácidos grasos del forraje se realizó sobre 5 g de muestra (previo secado en estufa a 60 °C) siguiendo la técnica de Folch et al. (1957). Sobre esa fracción se procedió a la metilación de los lípidos (Pariza et al., 2001) y la separación de los mismos por cromatografía en fase gaseosa en un equipo Chrompack CP 900, equipado con un ionizador de llama. Se utilizó una columna capilar CP-Sil88 (100 m x 0.25 mm i.d.) (Chrompack Inc., Middleburg, The Netherlands, con nitrógeno como gas portador. La temperatura del horno fue programada a 70 °C por 4 min, incrementable de 70 a 170 °C a una tasa de 13 °C/min y luego incrementos de 170 a 2000°C a 10°C/min, de acuerdo a García y Casal (1993). Los ácidos grasos individuales fueron identificados comparando los tiempos de retención relativos a estándares (PUFA-2 Animal Source, Supelco).

*Color, pH y capacidad de retención de agua (CRA):* Sobre el bife sin deshuesar coincidente con la 9na costilla se realizaron las determinaciones de color, pH y CRA. Las mediciones de color se realizaron con un espectrofotómetro de reflectancia BYK-Gardner modelo 9000. Las condiciones experimentales fueron: área grande de visión, observador 10° e Iluminante D65. Se utilizó la escala de color CIELab y se determinaron por duplicado para cada muestra de carne los parámetros: L (luminosidad, valor de L\* = 0 para el negro y L\* = 100 para el blanco), a\* (coordenada verde -valores negativos; rojo -valores positivos; b\* -coordenada azul - amarillo). Se determinó el

pH utilizando un pHmetro (Thermo Orion 420, USA) con electrodo estandarizado y calibrado con buffers de pH 4.0 y 7.0. El electrodo fue introducido en el centro de cada sección de LD correspondiente, paralelo a la disposición de las fibras musculares. La CRA se determinó por diferencia de peso a la compresión de una sub-muestra de músculo sobre papel de filtro, siguiendo la metodología propuesta por Zamorano (1996).

*Largo, ancho y área del ojo de bife (AOB) y espesor de grasa dorsal (EGD):* Sobre la sección de bife de la 10ma costilla y luego del descongelado (según metodología descrita), se determinó el largo y ancho del ojo de la sección del LD, y el área del bife mediante planimetría. El espesor de grasa dorsal se determinó con regla milimetrada en posición perpendicular al LD, a  $2/3$  de la distancia entre los extremos dorsal y ventral de bife.

*Merms por cocción y fuerza de corte Warner-Bratzler (WB):* El bife de la 10ma costilla, realizadas las determinaciones de AOB y EGD se deshuesó, y retiró la grasa subcutánea y epimisium. El bife se cocinó en una parrilla eléctrica (Philips) hasta una temperatura interna final de  $71^{\circ}\text{C}$ , registrada con termocuplas tipo T insertas en el centro geométrico de cada bife. Se registraron los pesos antes y después de la cocción a fin de determinar la merma por cocción. Las mermas por cocción se expresaron como porcentaje del peso fresco.

Para efectuar las determinaciones de WB se enfrió el bife a  $100^{\circ}\text{C}$  y se removieron 8 tarugos, en paralelo a la orientación de las fibras. Cada tarugo fue seccionado en su parte media, perpendicular al eje central utilizando la cizalla Warner-Bratzler (modelo 200; G-R Manufacturing Co., Manhattan, Kansas, USA). Se registró la fuerza de corte ejercida expresada en Newtons (N).

*Marmoreado:* Se determinó por observación visual del marmoreado graso (en condiciones de baja interferencia de brillos) del corte transversal del bife de la 11va costilla, en comparación con la escala de 6 grados de marmoreado (1 = ligero, 2 = escaso, 3 = modesto, 4 = moderado, 5 = ligeramente abundante, 6 = moderadamente abundante), definidos por American Research Service del United States Department of Agriculture (ARS-USDA) para calificación comercial por calidad de la carne bovina.

*Perfil Sensorial:* El bife correspondiente a la

9na vértebra se utilizó para determinaciones sensoriales por panel. Luego del descongelado, el bife se deshuesó y cocinó en una parrilla eléctrica hasta alcanzar  $71^{\circ}\text{C}$  de temperatura interna de acuerdo a la metodología descrita en AMSA (1995) y Cross et al., (1978) y bajo normas ISO (1988). Luego de la cocción, se removió la grasa externa y tejido conectivo de fácil separación y cada sección de bife fue cortada en cubos de  $1\text{ cm}^3$ . Los cubos fueron inmediatamente servidos a un panel entrenado de 8 evaluadores. Se utilizaron escalas de 9 puntos para jugosidad, terneza inicial y sostenida, flavor a carne vacuna y cantidad de tejido conectivo donde 1 representa extremadamente seco, extremadamente duro, sin flavor, y excesivo respectivamente y 9, extremadamente jugoso, extremadamente tierno, extremadamente intenso, y nada.

*Contenido de grasa intramuscular, de tejido conectivo y perfil de ácidos grasos:* Sobre la sección de LD de cada bife de la 11va costilla se evaluó el contenido de grasa intramuscular (GI), el contenido de tejido conectivo y el perfil de ácidos grasos de la carne. Se determinó el contenido de grasa intramuscular mediante la extracción de la fracción de lípidos de 10 g de tejido muscular con solventes (hexano) en un aparato Tecator (método Soxhlet; AOAC, 2000). El preparado previo incluyó la remoción de grasa externa al músculo y el molido de la muestra en un molino de cuchillas para carne. Para la determinación del perfil de lípidos se realizó la extracción de la fracción grasa de 5 g de muestra de LD utilizando la técnica de Folch et al. (1957). Sobre esa fracción se procedió a la metilación de los lípidos y la separación de los mismos por cromatografía en fase gaseosa (equipo Chrompack CP 900, equipado con un ionizador de llama). Se utilizó una columna capilar CP-Sil88 (100 m x 0,25 mm i.d.) (Chrompack Inc., Middleburg, The Netherlands, con nitrógeno como gas portador. La temperatura del horno fue programada a  $700^{\circ}\text{C}$  por 4 min, incrementable de 70 a  $1700^{\circ}\text{C}$  a una tasa de  $130^{\circ}\text{C}/\text{min}$  y luego incrementos de 170 a  $2000^{\circ}\text{C}$  a  $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , de acuerdo a García y Casal (1993). Los metilésteres fueron obtenidos de acuerdo a Pariza et al. (2001).

Los ácidos grasos individuales fueron identificados comparando los tiempos de retención relativos a estándares (PUFA-2 Animal Source, Supelco). Los resultados se expresaron en por-

centaje del total de ácidos grasos (AG). Los ácidos grasos individuales fueron agrupados en ácidos grasos saturados (AGS = mirístico (C14:0) + palmítico (C16:0) + esteárico (C18:0)), ácido graso monoinsaturado (AGMI = miristoleico (C14:1) + palmítoleico (C16:1) + oleico (C18:1)) y ácidos grasos poli-insaturados (AGPI = ácidos grasos *n-3* + ácidos grasos *n-6*), ácidos grasos *n-3* (AGPI *n-3*): (linoléico (C18:2) + di-homo-gamma-linolénico (DGLA; C20:3) + arachidónico (AA; C20:4) + docosapentaenoico (adrénico; C22:4)). Se determinaron las relaciones AGPI/AGS, 18:2/18:3, *n-6/n-3* y el contenido de CLA (ácido graso linoleico conjugado *n-6*).

### Análisis estadístico

El ensayo se estableció de acuerdo a un diseño aleatorizado, con 4 animales por corral y 3 corrales por tratamiento. Los factores, nivel de taninos nivel de grano, conformaron un arreglo factorial de tratamientos (3 x 2) en la parcela principal. Todos los datos se analizaron tomando al corral como unidad experimental. El modelo incluyó un modelo de medidas repetidas en el tiempo para peso, aumento de peso e índice de conversión (repeated measures ANOVA; SAS, 1999). Cuando un efecto de los factores de interés fue detectado significativo ( $P < 0,05$ ), las medias se separaron mediante Tukey o Bonferroni, dependiendo de la naturaleza de los tratamientos (SAS, 1999).

## RESULTADOS

### Producción

El Cuadro 1 resume la información concerniente a la composición de las dietas ofrecidas en cada tratamiento. Las mismas resultaron semejantes en su concentración de PB. Asimismo, dentro de cada nivel de energía (45 o 70 % de grano de maíz), la concentración de EM fue similar al igual que la de PB y el nivel de FDA. Ello resultó en DMS similar dentro de cada grupo.

No se detectaron interacciones ( $p > 0,351$ ) entre los factores principales (nivel de grano de las dietas y nivel de taninos agregado) en ninguna de las variables medidas (aumento de peso, consumo o eficiencia de conversión). Tampoco se detectó interacción ( $p = 0,733$ ) entre los factores principales y los períodos de muestreo para el peso vivo y aumento de peso. Sin embargo, se registraron interacciones ( $p < 0,05$ ) con el período de alimentación para CMS, CMSPV e IC. Por consistencia en el reporte de resultados, se muestran las medias por período entre pesadas y de la totalidad del ensayo para las variables Peso, APV, CMS, CMSPV e IC (Cuadro 2).

Se detectaron efectos significativos ( $p < 0,05$ ) del nivel de grano en las dietas sobre la evolución del peso vivo, el APV, el CMSPV y el IC en cada período y en la totalidad del ensayo. El peso vivo inicial fue similar ( $p = 0,262$ ) entre todos los tratamientos, pero a los 27 días de iniciado el ensayo los animales sobre dietas de 70% de grano resultaron más pesados ( $p = 0,035$ ) que los que consumían dietas con 45% de grano. Las diferen-

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Ingredientes, %</i>						
Grano de maíz	45	45	45	70	70	70
Harina de girasol	10	10	10	15	15	15
Heno de alfalfa	41,5	40,75	40	11,2	10,45	9,7
Urea	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8
Taninos	0	0,75	1,5	0	0,75	1,5
Núcleo vitam/mineral	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98
Monensina (al 10%)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<i>Composición química</i>						
PB, %	14,5	14,4	14,2	14,4	14,3	14,2
FDA, %	22,5	23,1	22,1	12,4	12,2	11,9
DMS, %	68,2	67,9	67,5	75,9	75,4	75,1
EM, Mcal/kg MS	2,46	2,45	2,44	2,74	2,72	2,71

Cuadro 1. Composición de las dietas.

PB = Proteína bruta;  
 FDA= Fibra detergente ácido;  
 DMS = Digestibilidad in vitro de la materia seca;  
 EM = Energía metabolizable.

Cuadro 2. Efecto del agregado de taninos en dieta de engorde a corral de vaquillonas con distinto nivel de grano sobre el peso, aumento de peso y conversión del alimento.

Maíz en la dieta, %	45			70				
Taninos en la dieta, %	0	0,75	1,5	0	0,75	1,5	EE	P =
<i>Peso vivo (PV), kg</i>								
Inicial	191	188	187	193	190	192	2,9	0,262
27 d	215 <sup>a</sup>	213 <sup>a</sup>	211 <sup>a</sup>	220 <sup>b</sup>	221 <sup>b</sup>	221 <sup>b</sup>	3,0	0,035
75 d	263 <sup>ab</sup>	260 <sup>ab</sup>	257 <sup>a</sup>	268 <sup>bc</sup>	277 <sup>c</sup>	273 <sup>c</sup>	3,7	0,017
104 d	290 <sup>a</sup>	289 <sup>a</sup>	287 <sup>a</sup>	300 <sup>b</sup>	311 <sup>b</sup>	309 <sup>b</sup>	3,8	0,009
<i>APV, kg/d</i>								
Periodo 1 (d 0 a 27)	0,885 <sup>a</sup>	0,928 <sup>ab</sup>	0,893 <sup>a</sup>	0,986 <sup>b</sup>	1,147 <sup>c</sup>	1,080 <sup>c</sup>	0,030	0,001
Periodo 2 (d 27 a 75)	0,996 <sup>a</sup>	0,978 <sup>a</sup>	0,950 <sup>a</sup>	0,988 <sup>a</sup>	1,163 <sup>b</sup>	1,085 <sup>b</sup>	0,036	0,025
Periodo 3 (d 75 a 104)	0,939 <sup>a</sup>	1,015 <sup>a</sup>	1,034 <sup>a</sup>	1,107 <sup>b</sup>	1,164 <sup>bc</sup>	1,245 <sup>c</sup>	0,035	0,010
Promedio	0,951 <sup>a</sup>	0,975 <sup>a</sup>	0,959 <sup>a</sup>	1,025 <sup>a</sup>	1,159 <sup>b</sup>	1,129 <sup>b</sup>	0,022	0,002
<i>CMS, kg/d</i>								
Periodo 1	6,5	6,5	6,2	6,1	6,3	6,1	0,13	0,187
Periodo 2	7,1	7,4	6,8	6,6	6,8	6,8	0,23	0,274
Periodo 3	7,8	8,3	8,0	7,3	7,4	8,0	0,27	0,159
Promedio	7,1	7,4	7,0	6,7	6,8	7,0	0,21	0,276
<i>CMSPV, kg 100-1 kg-1 PV-1</i>								
Periodo 1	3,19 <sup>a</sup>	3,26 <sup>a</sup>	3,11 <sup>a</sup>	2,98 <sup>b</sup>	3,07 <sup>b</sup>	2,96 <sup>b</sup>	0,046	0,004
Periodo 2	2,98 <sup>a</sup>	3,14 <sup>a</sup>	2,92 <sup>a</sup>	2,72 <sup>b</sup>	2,72 <sup>b</sup>	2,76 <sup>b</sup>	0,079	0,002
Periodo 3	2,84 <sup>a</sup>	3,02 <sup>a</sup>	2,94 <sup>a</sup>	2,58 <sup>bc</sup>	2,49 <sup>c</sup>	2,74 <sup>b</sup>	0,080	0,006
Promedio	2,97 <sup>a</sup>	3,12 <sup>a</sup>	2,95 <sup>a</sup>	2,72 <sup>b</sup>	2,72 <sup>b</sup>	2,78 <sup>b</sup>	0,067	0,009
<i>Índice de conversión, CMS/ADPV</i>								
Periodo 1	7,3 <sup>a</sup>	7,1 <sup>a</sup>	6,9 <sup>a</sup>	6,2 <sup>b</sup>	5,5 <sup>c</sup>	5,7 <sup>c</sup>	0,11	0,001
Periodo 2	7,2 <sup>ab</sup>	7,6 <sup>a</sup>	7,2 <sup>ab</sup>	6,7 <sup>bc</sup>	5,8 <sup>d</sup>	6,3 <sup>c</sup>	0,24	0,003
Periodo 3	8,5 <sup>a</sup>	8,2 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	6,7 <sup>b</sup>	6,3 <sup>b</sup>	6,4 <sup>bc</sup>	0,34	0,002
Promedio	7,5 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	7,3 <sup>a</sup>	6,5 <sup>b</sup>	5,9 <sup>b</sup>	6,2 <sup>b</sup>	0,19	0,001

45 = Dieta con 45% de grano de maíz entero; 70 = Dieta con 70% de grano.

0 = Dieta testigo, sin el agregado de tanino; 0,75 = Dieta con 0,75% de tanino de quebracho agregado en polvo (base seca); 1,5 = Dieta con 1,5% de tanino.

EE = Error estándar de posición de medias; P = Probabilidad estadística de efecto de factores

APV = Aumento de peso vivo

d 0 a 27 = día 0 a día 27 del ensayo; d 27 a 75 = día 27 a día 75; d 75 a 104 = día 75 a día 104; d 0 a 75 = día 0 a día 75; d 0 a 104 = día 0 a día 104 del ensayo (duración total)

CMS = Consumo diario de materia seca; CMSPV = Consumo de materia seca diario por cada 100 kg de peso vivo; CMSPV<sub>1</sub> = CMSPV para el primer período; CMSPV<sub>2</sub> = CMSPV para el segundo período; CMSPV<sub>3</sub> = CMSPV para el tercer período; CMSPV<sub>t</sub> = CMSPV para la totalidad del ensayo. IC = Índice de conversión (CMS/APV); IC<sub>1</sub> = Índice de conversión en el primer período de medición de peso vivo; IC<sub>2</sub> = Índice de conversión en el segundo período de medición de peso vivo; IC<sub>3</sub> = Índice de conversión en el tercer período de medición del peso vivo; IC<sub>t</sub> = Índice de conversión del total del ensayo

<sup>a,b,c,d</sup> Medias en fila seguidas por superíndice diferente difieren (p < 0,05)

cias se incrementaron progresivamente hasta la finalización del ensayo (Cuadro 2).

Los APV alcanzados en este ensayo con la dieta de 70% de grano resultaron 15 a 20% inferiores a los esperados, tomando como referencia

ensayos similares basados en grano entero, realizados por el mismo grupo y sitio experimental (Pordomingo et al. 2002; Pordomingo et al., 2007a). Aunque los mismos autores también reportaron resultados similares a los del presente

ensayo en otras experiencias (Alende et al., 2009; Pordomingo et al., 2007b). Dicha inconsistencia en el ritmo de engorde y conversión podría atribuirse en parte al tipo de grano entero utilizado en cada circunstancia (variable desde el tipo semi-dentado grande y de endosperma harinoso hasta el rojo y de endosperma córneo), aspecto éste que requiere de mayor investigación dada la relevancia del grano entero de maíz en los engordes a corral de Argentina. En las dietas de menor contenido de grano (50% o menos), el APV es consistente a través de los ensayos citados y el presente, posiblemente consecuencia de una mayor eficiencia de la masticación para procesar esos niveles de grano entero.

El CMS no se vio afectado ( $p > 0,159$ ) por el nivel de grano en la dieta o el agregado de taninos, pero el CMSPV resultó inferior ( $p < 0,01$ ) y el IC inferior ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos con mayor contenido de grano. Aunque estadísticamente verificado ( $p < 0,05$ ) en el último período del ensayo solamente, el tratamiento con 70% de grano y 0,75% de taninos promovió un CMSPV menor, resultante en un mejor IC ( $p < 0,01$ ) (Cuadro 2). Similares resultados fueron descriptos por Pordomingo et al. (2003) con la adición de taninos en dietas de alta concentración energética.

Al concluir, los animales expuestos a dietas con taninos y alto contenido de grano fueron los más pesados (Cuadro 2). El APV resultó mayor ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos con 70% de grano y agregado de taninos, comparados con el de 70% de grano pero sin taninos, o con los de 45% de grano. Los APV medios de los tratamientos con agregado de taninos y 70% de grano resultaron 12,9, 12,7 y 8,8% superiores al tratamiento del mismo nivel de grano con 0% taninos, en los períodos 1, 2 y 3, respectivamente. En los primeros 27 días (período 1) las diferencias fueron mayores para reducirse en los últimos 29 días (período 3). El APV medio sobre los 104 días de ensayo para los tratamientos con taninos y 70% de grano resultó 11% superior al APV del tratamiento sin taninos y con el mismo nivel de grano. En el ensayo de Pordomingo et al. (2003) se reportaron mejoras en el aumento de peso de vaquillonas con el agregado de taninos, pero el nivel de taninos utilizado fue mayor (2,5 y 3,5% de la dieta diaria, base seca).

Los efectos de la presencia de taninos en la

dieta detectados entre los tratamientos con 70% de grano no se repitieron entre los tratamientos con 45% de grano. En el nivel de 45% de grano en la dieta, el agregado de taninos no tuvo efectos sobre el peso vivo final ( $p > 0,185$ ), el APV ( $p = 0,241$ ), el CMS ( $p = 0,574$ ), el CMSPV ( $p = 0,213$ ) o el IC ( $p = 0,461$ ) de las vaquillonas (Cuadro 2). A los 104 días en ensayo en los tratamientos con 45% de grano, el peso vivo medio fue de 288.7 kg, los animales ganaron 100 kg de peso y registraron: APV = 962 g/día, CMS = 7,2 kg MS/día, CMSPV = 3 kg/100 kg PV e IC = 7,46:1. Los APV y CMS alcanzados en las vaquillonas en el nivel de 45% grano fueron similares ( $p > 0,10$ ) a los logrados en el tratamiento con 70% de grano y 0% taninos. Pero el CMSPV resultó inferior el IC superior ( $p < 0,05$ ) en ese tratamiento, comparado con los de menor contenido de grano. Ante una dieta con mayor contenido de grano sería esperable un consumo inferior y un IC mejor.

#### **Características de la res y calidad de la carne**

No se detectaron interacciones ( $p > 0,142$ ) entre los factores nivel de grano y nivel de taninos sobre los parámetros de características de la res y calidad de carnes analizados. El rendimiento de res fue superior ( $p < 0,05$ ) para el promedio de los tratamientos con 70% de grano comparado con el de los tratamientos con 40% de grano (Cuadro 3). El tratamiento de 70% de grano y 1,5% de taninos tuvo el mejor rendimiento, estadísticamente semejante al del mismo nivel de tanino y con 45% de grano. El incremento del nivel de tanino en la dieta generó una respuesta lineal creciente ( $p = 0,015$ ) en el rendimiento de res en ambos niveles de grano. De manera similar, el peso de res, absoluto o corregido por peso vivo inicial, se incrementó ( $p = 0,040$ ) con el contenido de grano y con el nivel de taninos ( $p = 0,028$ ) (Cuadro 3). Las diferencias en peso de la res no se detectaron sin embargo ( $p = 0,212$ ) en AOB. Podría argumentarse una tendencia a un mayor AOB con el incremento de peso de la res, pero no resultó significativa ( $p = 0,171$ ). Coincidente con el rendimiento y el peso de la res, el contenido de grano de la dieta y el nivel de taninos incidieron ( $p < 0,05$ ) sobre el engrasamiento subcutáneo (EGD). Los tratamientos con 70% de grano tuvieron un EGD 12% superior ( $p = 0,020$ ) al de los tratamientos con 45% de grano. Se detectó un incremento lineal ( $p = 0,018$ )

Cuadro 3. Efecto del agregado de taninos en dieta de corral con distinto nivel maíz entero (45 y 70%) en vaquillonas en engorde sobre características de la res, parámetros físicos y sensoriales de la carne.

Maíz en la dieta, %	45			70				
Taninos en la dieta, %	0	0,75	1,5	0	0,75	1,5	EE	P =
Rto res, %	0,568 <sup>a</sup>	0,580 <sup>ab</sup>	0,587 <sup>bc</sup>	0,578 <sup>ab</sup>	0,582 <sup>ab</sup>	0,601 <sup>c</sup>	0,008	0,045
Peso res caliente, kg	165 <sup>a</sup>	168 <sup>b</sup>	168 <sup>b</sup>	173 <sup>c</sup>	181 <sup>d</sup>	186 <sup>d</sup>	1,6	0,001
Peso res corregido, kg	164 <sup>a</sup>	170 <sup>b</sup>	171 <sup>b</sup>	171 <sup>b</sup>	181 <sup>c</sup>	184 <sup>c</sup>	1,8	0,001
AOB, cm <sup>2</sup>	53,8	54,1	54,6	54,3	55,2	55,5	1,45	0,212
EGD, mm	6,8 <sup>a</sup>	7,7 <sup>b</sup>	8,2 <sup>b</sup>	7,3 <sup>b</sup>	8,7 <sup>bc</sup>	9,4 <sup>c</sup>	0,431	0,033
L*	36,7	38,4	38,2	35,8	36,1	37,5	0,72	0,214
a*	12,4	13	13,2	13,6	12,8	12,4	0,04	0,167
b*	13,3	13,7	13,8	13,9	14,2	12,8	0,06	0,205
pH	5,62	5,61	5,61	5,63	5,67	5,64	0,012	0,670
CRA, %	29,6	29,9	30,4	30,4	30,9	29,2	0,21	0,755
Merma, %	30,2	30,5	29,6	30,7	31	29,9	0,08	0,549
Jugosidad	6,35	6,60	6,51	6,39	6,48	6,62	0,292	0,155
Flavor	6,08	6,02	6,13	6,13	6,05	6,12	0,191	0,715
Tejido conectivo	6,62	6,45	6,61	6,41	6,48	6,47	0,166	0,630
WB, lb/pul <sup>2</sup>	6,5 <sup>b</sup>	6,5 <sup>b</sup>	6,3 <sup>a</sup>	6,6 <sup>b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	0,12	0,038
Veteado	1,83 <sup>a</sup>	1,92 <sup>ab</sup>	2,08 <sup>c</sup>	1,88 <sup>a</sup>	2,01 <sup>bc</sup>	2,11 <sup>c</sup>	0,05	0,042
Terneza inicial	6,38 <sup>a</sup>	6,66 <sup>ab</sup>	6,87 <sup>ab</sup>	6,45 <sup>ab</sup>	6,73 <sup>ab</sup>	6,92 <sup>b</sup>	0,145	0,042
Terneza sostenida	6,20 <sup>a</sup>	6,54 <sup>bc</sup>	6,71 <sup>cd</sup>	6,40 <sup>ab</sup>	6,70 <sup>cd</sup>	6,84 <sup>d</sup>	0,129	0,034

Maíz: 45 = Dieta con 45% de grano de maíz entero; 70 = Dieta con 70% de grano,

Taninos: 0 = Dieta sin el agregado de tanino; 0,75 = Dieta con 0,75% de tanino; 1,5 = Dieta con 1,5%

(1) No se detectaron interacciones entre nivel de tanino y de grano ( $p > 0,450$ ) para ninguno de los parámetros evaluados

EE = Error estándar para diferencia de medias

Rte res = Rendimiento de res en caliente

Peso res corregido = peso res caliente corregido por peso vivo inicial como co-variable

AOB = Area del ojo del bife

EGD = Espesor de grasa dorsal

L = luminosidad; a\* = tendencia al rojo; b\* = tendencia al amarillo

CRA = Capacidad de retención de agua

Merma, % = Merma a la cocción

WB = resistencia al corte de cizalla Warner-Bratzler

Veteado = grado de veteado del bife

P = Probabilidad de un efecto debido a tratamientos

a, b, c, d Medias con superíndice diferente difieren ( $p < 0,05$ )

entre el nivel de taninos y el EGD. No se dispone de reportes anteriores sobre el efecto del nivel de taninos en el engrasamiento de animal para confirmar o refutar los hallazgos del presente ensayo. Pero investigaciones previas (Pordomingo et al. 2005a; Duckett et al., 2007; Realini et al., 2004; Byers, 1982) han confirmado la asociación directa

entre consumo de energía metabolizable y la deposición de grasa subcutánea e intramuscular.

No se observaron efectos ( $p > 0,155$ ) de los factores de interés en L\*, a\*, b\*, pH, CRA, merma a la cocción, o en jugosidad, flavor y nivel de tejido conectivo (Cuadro 3). Los índices L\*, a\* y b\* registrados se corresponden con valores normales, de colores claros, propios de animales jóvenes alimentados con dietas de alta energía. De la misma manera, los valores de pH se encontraron dentro del rango normal y esperado para carnes congeladas. Bidner et al. (1986), Morris et al. (1997), Latimori et al. (2004), Realini et al. (2004) no detectaron diferencias en pH y en b\* en animales terminados en pasturas, comparados con una dieta de alto contenido de grano. Bidner et al. (1986), Bennett et al. (1995), Latimori et al. (2008), Realini et al. (2004), Dunne et al. (2006) y Duckett et al. (2009) reportaron menor L\* y a\* en novillos terminados en pastoreo versus corral. Pero no existen referencias respecto del nivel de taninos y escasas referencias respecto del efecto del nivel de fibra en dietas de confinamiento sobre las características físicas de la carne de animales faenados en el rango de pesos de los del

Cuadro 4. Efecto del agregado de taninos (0, 0,75 y 1,5% en base seca) a dietas basadas en grano entero de maíz sobre el contenido de grasa intramuscular (GI, %) y el perfil de ácidos grasos de la GI de vaquillonas en engorde a corral.

Taninos en la dieta, %	0	0,75	1,5	EE	P Fo > F	Media (2)	d.e.
GI	2,63	3,25	3,53	0,220	0,036		
AGS	41,9	42,5	42,2	0,709	0,833	42,18	2,46
AGMI	38,0	37,6	36,5	0,842	0,435	37,40	2,92
AGPI	8,8	8,5	9,3	0,845	0,829	8,90	2,93
n-6	6,7	6,6	7,3	0,667	0,782	6,87	2,31
n-3	2,1	1,96	2,03	0,375	0,933	2,02	1,30
CLA	0,36	0,38	0,34	0,030	0,684	0,36	0,11
18:3 n-3	0,92	0,96	1,16	0,336	0,865	1,01	1,17
18:2 n-6	4,27	4,41	4,75	0,421	0,702	4,47	1,46
AGPI/AGS	0,21	0,20	0,22	0,023	0,804	0,21	0,08
18:2/18:3	6,16	6,93	6,66	0,950	0,841	6,55	3,29
n-6/n-3	3,69	3,89	4,32	0,454	0,596	3,95	1,58

(1) No se detectaron efectos interactivos entre el nivel de grano (45 o 70%) y el de taninos ( $p > 0,542$ ) para los parámetros evaluados por lo que se reportan las medias para el factor tanino

(2) No se detectaron efectos diferenciales debidos al agregado de taninos ( $p > 0,522$ ) para los parámetros evaluados del perfil de lípidos.

EE = Error estándar de medias en filas

d.e. = Desvío estándar de medias

P Fo > F = Probabilidad de diferencia de medias

GI = Grasa intramuscular en el longissimus dorsi al nivel de 11va costilla

AGS = Contenido de ácidos grasos saturados

AGMI = Contenido de ácidos grasos mono-insaturados

AGPI = Contenido de ácidos grasos poli-insaturados

n-6 = Contenido de ácidos grasos del grupo n-6

n-3 = Contenido de ácidos grasos del grupo n-3

18:3 n-3 = Acido graso linoléico n-3

18:2 n-6 = Acido graso linoleico n-6

CLA = Contenido de ácido graso linoleico conjugado, %

AGPI/AGS = Relación entre AGPI y AGS

18:2/18:3 = Relación entre ácidos linoleico y linoléico

n-6/n-3 = Relación entre grupos n-6 y n-3

presente ensayo. Pordomingo et al. (2005) reportaron ausencia de efectos en animales terminados a corral con dietas de diferente nivel de fibra y similar grado de terminación.

La jugosidad, el flavor y el nivel de tejido conectivo detectados por el panel sensorial calificaron a la carne del ensayo en el rango de las jugosas, de flavor moderado o poco intenso y escaso contenido de tejido conectivo. Jugosidad, CRA y flavor se asocian a contenido de GI (Savell et al., 1986). De acuerdo a estos autores, un míni-

mo de 3% de GI es necesario para generar una palatabilidad aceptable. Duckett et al. (2009) reportaron mayor jugosidad en bifes con 4% de GI comparados con bifes de 2,3%. Ausencia de efectos de dietas sobre el contenido de tejido conectivo han sido también reportados para animales jóvenes (Avery et al., 1998).

Se detectaron efectos ( $p < 0,05$ ) en fuerza de corte WB, veteado y en la apreciación sensorial de terneza (inicial y sostenida) (Cuadro 3). La carne generada con el aporte de 1,5% de taninos en el nivel de 45% de grano o la generada en la dieta de 70% de grano con adición de taninos al 0,75 y 1,5% requirieron menor fuerza de corte ( $p < 0,05$ ) que las que se generaron sin adición de taninos. Se detectó una respuesta lineal ( $p = 0,003$ ) en el nivel de veteado con el incremento de taninos en la dieta. Los tratamientos con 1,5% de taninos reflejaron un mayor veteado ( $p = 0,016$ ) que los tratamientos sin taninos, sin interacción con el nivel de grano ( $p > 0,356$ ). El nivel de grano de la dieta (45 o 70%) no se reflejó en el veteado ( $p = 0,325$ ). Los valores se correspondieron al nivel "modest". Se observaron efectos ( $p = 0,038$ ) de tratamientos en ambos indicadores de terneza (inicial y sostenida). Estos efectos fueron evidentes para el factor taninos ( $p = 0,025$ ) y no se detectaron ( $p = 0,220$ ) para el factor grano. Se detectó ( $p = 0,011$ ) un incremento lineal de la terneza con el nivel de taninos de la dieta. El rango de los parámetros de terneza inicial y sostenida

Grano maíz en la dieta, %	45	70	EE	P Fo > F
GI	2,59	3,67	0,367	0,027
AGS	42,25	41,36	0,508	0,320
AGMI	36,16	38,7	0,850	0,059
AGPI	8,84	8,69	0,720	0,880
n-6	6,79	6,96	0,587	0,837
n-3	2,04	1,74	0,180	0,037
CLA	0,41	0,30	0,024	0,003
18:3 n-3	1,00	0,84	0,247	0,650
18:2 n-6	4,31	4,63	0,358	0,527
AGPI/AGS	0,21	0,21	0,018	0,863
18:2/18:3	5,27	8,16	0,780	0,005
n-6/n-3	3,48	4,62	0,342	0,024

Cuadro 5. Efecto del nivel de grano entero de maíz (45 y 70% de la dieta en base seca) sobre el contenido de grasa intramuscular (GI, %) y el perfil de ácidos grasos de la GI (1) de vaquillonas en engorde a corral (1, 2)

45 = 45% grano + 40% heno + harina girasol + núcleo + urea

70 = 70% grano + 10% heno + harina girasol + núcleo + urea

(1) No se detectaron efectos interactivos entre el nivel de grano y el agregado de taninos ( $p > 0,653$ ) para los parámetros evaluados

Las medias se reportan para los niveles de grano

EE = Error estándar de medias en filas

P Fo > F = Probabilidad de diferencia de medias

GI = Grasa intramuscular en el longissimus dorsi al nivel de 11va costilla

AGS = Contenido de ácidos grasos saturados

AGMI = Contenido de ácidos grasos mono-insaturados

AGPI = Contenido de ácidos grasos poli-insaturados

n-6 = Contenido de ácidos grasos del grupo n-6

n-3 = Contenido de ácidos grasos del grupo n-3

18:3 n-3 = Ácido graso linolénico n-3

18:2 n-6 = Ácido graso linoleico n-6

CLA = Contenido de ácido graso linoleico conjugado

AGPI/AGS = Relación entre AGPI y AGS

18:2/18:3 = Relación entre ácidos linoleico y linolénico

n-6/n-3 = Relación entre grupos n-6 y n-3

de los bifes generados en el ensayo se ubicó dentro del grupo de calidad tierna a muy tierna.

No se detectaron interacciones entre los factores principales para el contenido de grasa intramuscular (GI) y los indicadores del perfil graso ( $p > 0,542$ ). Consecuentemente, los resultados se reportan por factor principal. Se detectaron efectos ( $p = 0,036$ ) del nivel de taninos sobre el contenido de GI. El contenido de GI se incrementó con el nivel de taninos en las dietas en forma lineal (Cuadro 4). Por su parte, el nivel de grano afectó ( $p = 0,027$ ) el contenido de GI (Cuadro 5).

No se encontraron referencias de investigaciones similares respecto del nivel de taninos ofrecido en confinamiento y la resistencia al corte de la carne, la terneza subjetiva (panel). La respues-

ta a la oferta de taninos en parámetros de terneza detectada en este ensayo podría ser consecuencia de una mejora en la oferta de energía neta que habría resultado en un mayor engrasamiento intramuscular, también reflejado mayor aumento de peso, rendimiento de res y EGD. Aunque no detectado estadísticamente en nuestro estudio, mayor contenido de GI se ha correlacionado con mayor CRA, mayor jugosidad y mejor palatabilidad (Savell et al. (1986). Robelin (1981, 1986) sugirieron que el incremento de GI es lineal y la grasa subcutánea exponencial en el tiempo, procesos ambos correlacionados y asociados a la terneza. Varios trabajos ha puesto en evidencia que la terneza está más estrechamente asociada al consumo de energía digestible que al sistema de alimentación (Mandell et al., 1998; Pordomingo et al., 2005b; Duckett et al., 2007; Latimori et al., 2008; Warren et al., 2008).

El contenido de taninos en la dieta no afectó ( $p > 0,596$ ) el perfil de ácidos grasos y sus relaciones (Cuadro 4). Por su parte, las dietas con menos grano (45%) tuvieron menor proporción de AGMI, mayor de n-3 y CLA, y relaciones inferiores de 18:2/18:3 y n-6/n-3 ( $p < 0,05$ ) (Cuadro 5). Comparado con los contenidos de lípidos de animales alimentados en confinamiento reportados por otros autores (Duckett et al., 2007; Realini et al., 2007; Latimori et al., 2008; Warren et al., 2008), los contenidos relativos de AGPI, n-3, CLA y 18:3 n-3 del presente ensayo son mayores (duplicando las fracciones en algunos casos), los contenidos de n-6 y 18:2 n-6 inferiores, y las relaciones n-6/n-3 y 18:2/18:3 más bajas. Debe notarse que en las experiencias citadas el peso de

faena y nivel de engrasamiento fueron muy superiores a los de este ensayo. Estos resultados se asemejan a los reportados por Pordomingo et al. (2005) y Irurueta et al. (2007) en estudios en los que se faenaron animales de edad y peso similar a los del presente trabajo.

Los tratamientos que incluyeron 40% heno en la dieta (45% de grano) tuvieron un menor contenido de GI ( $p < 0,027$ ) que los que incluyeron 10% de heno (70% de grano) (Cuadro 5), resultado que se explica en el menor consumo de EM debido a la menor concentración de EM en la dieta. Estas observaciones son coincidentes con las diferencias en EGD, rendimiento y peso de res (Cuadro 3). Dentro de los ácidos AGPI presentes en la GI, los isómeros CLA son de importancia debido a su propiedad de mejorar la capacidad del sistema inmunológico (Hayek et al., 1999; O'Shea et al., 2004), a sus propiedades anticancerígenas y anti-teratogénicas (Ip et al., 1994a, 1994b, 1996; Visonneau et al., 1997; Field y Schley, 2004). El CLA se genera como metabolito intermedio durante el proceso de bio-hidrogenación ruminal de C18:2 (Kepler et al. 1965; Martin y Jenkins, 2002) y una porción del mismo escapa al rumen y es incorporado al tejido graso, donde además puede ser sintetizado a partir de su precursor el ácido vaccénico (trans-11 C18:1), otro compuesto intermedio de la biohidrogenación (Kepler et al. 1965), por la enzima  $\Delta 9$ -desaturasa (Bauman et al., 1999). El contenido de CLA se ubicó en un nivel intermedio entre los mínimos, cercanos al 0,2% reportados para carnes de confinamiento, y los máximos reportados, cercanos al 1%, reportados para carnes generadas en dietas ricas en forrajes o lípidos insaturados (Larica et al., 1989; Enser, et al., 1999; Nürnberg et al., 2002; Duckett et al., 2007, 2009; Raes et al., 2004; Realini et al. 2004; Latimori et al., 2008; Warren et al., 2008).

Los contenidos relativos de  $n-3$  y CLA fueron superiores ( $p < 0,037$  y las relaciones 18:2/18:3 y  $n-6/n-3$  inferiores ( $p < 0,024$ ) para los tratamientos con 40% de heno (45% de grano). Varias investigaciones (French et al., 2000 a,b; Scollan et al., 2001; Realinni et al. 2004; Duckett et al. 2007; García et al., 2008; Latimori et al., 2008) han reportado similares respuestas en los perfiles de lípidos al terminar animales en dietas en base a fibras o en pastoreo, comparadas con dietas de confinamiento basadas en granos. Aunque gene-

rada en confinamiento, el contenido de GI y el perfil de lípidos obtenido en la carne de este ensayo permite calificarla como magra y de perfil graso saludable, dentro de los parámetros recomendados por la bibliografía (Simopoulos, 1991, 2004; Wood y Enser, 1997; Hu et al., 2001; Pischon et al. 2003; Wood et al., 2003).

## CONCLUSIONES

El agregado de taninos condensados de quebracho, permitió mejorar el ritmo de engorde y la eficiencia de utilización de las dietas. El nivel de 0,75% de la dieta (en base seca) generó el mayor impacto relativo, siendo menor la mejora marginal con el nivel del 1,5%. La incorporación de taninos resultó en un incremento del rendimiento y del engrasamiento subcutáneo e intramuscular. Las dietas con 70% de grano alcanzaron los mayores aumentos de peso, mayor engrasamiento subcutáneo e intramuscular y mejor conversión de alimento a masa corporal. También se registró un mayor peso y rendimiento en de res caliente para este nivel de grano, comparado con el 45%. Sin embargo, los tratamientos con el 45% de grano generaron aumentos de peso compatibles con engrasamiento de terminación.

La incorporación de taninos, al 0,75 o 1,5% de la dieta, o el nivel de grano, al 45 o 70%, no afectaron la jugosidad, la capacidad de retención de agua, el flavor y el color de la carne ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ). La incorporación de taninos mejoró los parámetros de terneza (fuerza corte WB y determinaciones terneza inicial y sostenida por panel). Aunque las dietas con 45% de grano generaron reses más magras, el incremento de grano del 45 a al 70% tampoco tuvo impactos detectables en los parámetros de terneza. Finalmente, la incorporación de taninos no afectó los perfiles de lípidos de la grasa intramuscular, pero el incremento de la cantidad de grano (en desmedro de la cantidad de heno) deprimió la participación relativa del grupo de ácidos grasos  $n-3$  e incrementó la relación  $n-6/n-3$ .

## Agradecimientos

El presente trabajo se realizó en INTA Anguil con la cooperación con la Asociación Cooperadora de INTA Anguil y DISCO S.A. a través del Frigorífico Carnes Pampeanas. Los autores

desean expresar su mayor agradecimiento a DISCO S.A. y en particular al Sr. Mariano Videla Dorna, quien gentilmente realizara las gestiones pertinentes para hacer posible la faena y toma de muestras. Se agradece también sobremanera la gentileza y excelente disposición del personal del Frigorífico Carnes Pampeanas.

Se agradece la cooperación con el proyecto a la empresa UNITAN S.A. por el aporte de los taninos utilizados, mereciendo especial mención la gentileza del Dr. Lorenzo, técnico de esa empresa. Agradecemos también los aportes de núcleo vitamínico y mineral de la empresa Biofarma S.A. También hacemos extensivo nuestro sincero agradecimiento a la Asociación Cooperadora de INTA Anguil, la que puso a disposición del proyecto los animales, los alimentos necesarios para la concreción de este trabajo y el total apoyo de sus autoridades para las gestiones de comercialización. Va nuestro más profundo reconocimiento al personal de nuestro grupo de campo que tuvo a su cargo la alimentación diaria y el manejo de los animales durante todo el ensayo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alende, M., Pordomingo, A.J., Volpi Lagreca, G., Pordomingo, A.B., Sardiña, C. 2009. Uso de maíz hidratado en una solución de urea al 4%: comportamiento productivo de terneras a corral. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 29 (1): 241-242.
- AMSA (1995). Research guidelines for cook-ery sensory evaluation and instrumen-tal tenderness measurements of meat. Chicago, IL: American Meat Science Association and National Livestock Meat Board.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis (13th Ed.) Association of Official An-alytical Chemists. Washington, DC.
- Avery, N. C., Sims, T. J., Warkup, C. y Bailey, A. J. 1998. The role of collagen in meat toughness; an assessment of the influence of metabolic age. In: Proceedings of the 44th international congress of Meat Sci. and Tech., Barcelona, Spain (Vol. II, pp. 720– 721)
- Baumann, D.E., Baumgard, L.H., Corl, B.A. y Griinari, J.M. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* [publicación on-line]
- Beermann, D. H., Robinson, T. F., Byrem, T. M., Hogue, D. E., Bell, A. W. y McLaughlin, C. L. 1991. Abomasal casein infusion and exogenous somatotropin enhance nitrogen utilization by growing lambs. *J. Nutr.* 121:2020-2028.
- Bennett, L. L., Hammond, A. C., Williams, M. J., Kunkle, W. E., Johnson, D. D., Preston, R. L. y Miller, M. F. 1995. Performance, carcass yield, and carcass quality characteristics of steers finished on rhizome peanut (*Arachis glabrata*)-tropical grass pasture or concentrate. *J. Anim. Sci.* 73:1881–1887.
- Bidner, T. D., Schupp, N. R., Mohamad, A. B., Rumore, N. C., Montgomery, R. E., Bagley, C. P. y Mc Millin, K. W. 1986. Acceptability of beef from An-gus-Hereford or An-gus-Hereford-Brahman steers finished on all forage or high energy diet. *J. Anim. Sci.* 62:381-387.
- Burggraaf, V., Waghorn, G., Woodward, S. y Thom, E. 2008. Effects of condensed tannins in white clover on their digestion in vitro. *Animal Feed Sci. and Tech.* 142:44-58.
- Byers, F. M. 1982. Nutritional factors affecting growth of muscle and adipose tissue in ruminants. *Federation Proceedings.* 41:2562-2566.
- Cardorniga C. y Satter, L. D. 1993. Protein versus energy supplementation of high alfalfa silage diets for early lactation cows. *J. Dairy Sci.* 76:1972-1977.
- Cross, H. R., Moen, R. y Stanfield, M S. (1978). Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. *Food Sci. and Tech.* 37:48-54.
- Duckett, S. K Neel, J. P. S., Sonon, R. N, Jr., Fontenot, J. P., Clapham, W. M. y Scaglia, G. 2007. Effects of winter stocker growth rate and finishing sys-tem on: II. Ninth tenth eleventh-rib composition, muscle color, and palat-ability. *J. Anim. Sci.* 85:2691-2698.
- Duckett, S. K., Neel, J. P.S., Fontenot, J. P. y Clapham, W. M. 2009. Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: III. Tissue proximate, fatty acid, vitamin, and cholesterol content. *J. Anim. Sci.* 87:2961-2970.
- Dunne, P. G, O'Mara, F. P., Monahan, F. P. y Molones, A. P. 2006. Changes in col-our characteristics and pigmentation of subcutaneous adipose tissue and *M. longissimus dorsi* of heifers fed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Meat Sci.* 74:231-241.
- Enser, M., Scollan, N., DChoi, N. J., Kurt, E., Hallet, K. y Wood, J. D. 1999. Effect of dietary lipid on the content of conju-gated linoleic acid (CLA) in beef. *J. Anim. Sci.* 69:143-146
- Field, C. J. y Schle, P. D. 2004. Evidence for potential mechanisms for the effect of conjugated linoleic acid on tumor me-tabolism and ammune function: lessons from *n-3* fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.*, 79:1190-1198
- Folch, J., Lees, M. y Sloane Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isola-tion and purification of total lipids from animal tissues. *J. of Biological Chem-istry.* 226:497-509.
- Fox, F. G., Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Russell, J. B. y Van Soest, P. J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle re-quirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.* 70:3578-3596.

- French, P., O’Riordan, E.,G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J., Vidal, M., Mooney M. T, Troy D. J. y Moloney, A. P. 2000a. Meat quality of steers finished on au-tumn grass, grass silage or concen-trate-based diets. *Meat Sci.* 56:173-180
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O’Riordan, E. G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J. y Moloney, A. P. 2000b. Fatty acid composition, including conjugated li-nolenic acid, of intra-muscular fat from steers offered grazed grass, grass si-lage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.*, 78: 2849-2855
- Frutos, P., Hervás, G., GiraldeZ, F. y Mantecón, A. 2004. Tannins and ruminant nutrition. Review. *Spanish J. Agric. Res.* 2:191-202.
- Frutos, P., Hervas, G., Giraldez, F., Fernández, M. y Mantecón, A. 2000. Digestive utilization of quebracho-tre-ated soy-bean meals in sheep. *J. of Agric. Sci., Cambridge.* 134:101-108.
- García, P. T y Casal, J. J. 1993. Argentine beef lipids. *Fleischwirtschaft*, 73, 755-758.
- García, P. T., Pensel, N. A., Sancho, A. M., Latimori, N. J., Kloster, A. M., Amigone. M. A. y Casal, J. J. 2008. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. *Meat Sci.* 79:500-508.
- Getachew, A., Pittroff, W., Putman, D., Dan-dekar, A., Goyal, S. y DePeters, E. 2008. The influence of addition of gal-lic acid, tannic acid or quebracho tannis to alfalfa hay on invitro rumen fer-mentation and microbial protein syn-thesis. *Animal Feed Sci. and Tech.* 140:444-461.
- Goedecken, F. K., Klopfenstein, T. J., Stock, R. A., Britton, R. A. y Sindt, M. H. 1990. Protein value of feather meal for ru-minants as affected by blood additions. *J. Anim. Sci.* 68:2936-2944.
- Goering, H. K. y Van Soest, P. J.. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). In *Agriculture Handbook* nro. 379:1-20.
- Hayek, M.G., Han, S. N., Wu, D., Watkins, B. A., Meydani, M., Dorsey, J. L., Smith, D.E., y Meydani, S. N. 1999. Dietary conjugated linoleic acid influences the immune response of young and old C57BL/6NCrIBR mice. *J. Nutr.*, 129:32-38
- Hoover, W. H. y Stokes, S. R. 1993. Balancing carbohydra-tes and proteins for optimun microbial yield. *J. Dairy Sci.* 74:3630-3644.
- Hu, F.B., Manson, J. E. y Willett, W. C. 2001. Types of dietary fat and risk of coro-nary heart disease: a critical review. *J. Am. Coll. Nutr.*, 20: 5-19
- Ip, C., Briggs, S. P., Haegele, A. D., Thompson, H. J., Storkson, J. y Scimeca, J.A.. 1996. The efficacy of conjugated linoleic acid in mammary cancer prevention is independent of the level or type of fat in the diet. *Carcinogenesis*, 17:1045-1050
- Ip, C., Scimeca, J. A. y Thompson, H. J. 1994a. Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcinogen from animal fat sour-ces. *Cancer Res.* 74:1050-1054
- Ip, C., Singh, M., Thompson H. J. y Scimeca, J. A. 1994b. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogene-sis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res.* 54:1212-1215
- Irurueta, M., Pordomingo, A. J., Grigioni, G., Carduza, F., Pordomingo, A. B. y Volpi Lagreca, G. 2007. Effects of pastu-re grazing vs feedlot Feeding on meat quality of young ste-ers. *Congress proceedings (Abstrs.):*1267.
- ISO 8589 (1988). Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms.
- Kepler, C. R., Hirons, K. P., McNeill, J. J. y Tove, S. B. 1965. Intermediates and products of the biohydrogenation of lino-leic acid by *Butyrivibrio fibrisol-vens.* *J. Biol. Chem.*, 241:1350-1354
- Knaus, W. F., Beermann, D. H., Robinson, T. F., Fox, D. G. y Finnerty, K. D. 1998. Effects of dietary mixture of meat and bone meal, feather meal, blood meal, and fish meal on nitro-gen utilization in finishing holstein steers. *J. Anim. Sci.* 76:1481-1487.
- Kugler, N.M. 1994. Efecto del agregado de taninos de que-bracho (*Schinopsis* sp.) doble la eficiencia digestiva en bovi-nos alimentaods con forraje fresco base alfalfa. Tesis Magíster Scientiae. Fac. Ciencias Agrarias – UNMdP - EEA-INTA Balcarce.
- Larica, D.K. y Turner, B.,E. 1989. Influence of finishing diet on the phospholipid composition and fatty acid profile of individual phospholipids in lean mus-cle of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 67:2282-2293
- Latimori, N. J., Kloster, A. M., García, P. T., Carduza, F. J., Grigioni, G. y Pensel, N. A. 2008. Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampean region. *Meat Sci.* 79:463-469.
- Lee, J., Harris, P. M., Sinclair, B. R. y Treloar, B. P. 1992. The effect of condensed tannin containing diets on whole body amino acid utilization in Rommey sheep: Consequences for wool growth. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 52:243-245.
- Mandell, I. B., Buchanan-Smith, J. G. y Campbell, C. P. 1998. Effects of forage vs. grain feeding on carcass character-istics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *J. Anim. Sci.* 76:2619-2630
- Martin, S. A. y Jenkins, T. C.. 2002. Factors affecting conju-gated linoleic acid and trans-C18:1 fatty acid production by mixed ruminal bacteria. *J. Anim. Sci.* 80:3347-3352
- Martinez, T. Moyano, F., Díaz, M., Barroso, F. y Falcón, F. 2004. Ruminal degrada-tion oftannin-treated legume meals. *J. of Sci. Food. and Agric.* 84:1979-1987.

- Martínez-Ferrer, J., Ayala, P., Cora, A., Silva, M., Brunetti, M. A. y Martínez, M. J. 2009. Digestión ruminal in vitro de alfalfa fresca incubada con distintos niveles de taninos condensados. *Rev. Arg. Prod. Ani.* 29(1):181-182.
- McCaughey, W. P. y Cliepef, R. L. 1996. Car-cass and organoleptic characteristics of meat from steers grazed on alfalfa/grass pastures and finished on grain. *Canadian J. of Anim. Sci.* 76:149-152.
- Min, B. R., Barry, T. N., atwood, G. T. y McNabb, W. C. 2003. The effect of condense tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: A review. *Animal Feed Sci. and Tech.* 106:3-19.
- Morris, S. T., Purchas, R. W. y Burnham, D. L. 1997. Short-term grain feeding and its effect on carcass and meat quality. *Proceedings of the New Zealand Soc. Anim. Prod.* 57:275-277
- Mueller-Harvey, I. 2006. Review. Unraveling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *J. of Sci. Food and Agric.* 86:2010-2037.
- NRC, National Research Council. (1996). Nutrient Requirements of beef cattle. National Academy Press. 7th Ed. Washington, D.C.
- Nürnberg, K., Nürnberg, G., Ender, K., Lorenz, S., Winkler, K., Rickert, R. y Steinhart, H. 2002. *n-3* fatty acids and conjugated linoleic acids of longissimus muscle in beef cattle. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104: 463-471
- O'Shea, M., Bassaganya-Riera, J. y Mohede, I. C. M. 2004. Immunomodulatory properties of conjugated linoleic acid. *Am. J. Clin. Nutr.*, 79: 1199-1206
- O'Connor, J. D., Sniffen, C. J., Fox, D. G. y Chalupa, W. 1993. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: IV. Predicting amino acid adequacy. *J. Anim. Sci.* 71:1298-1311.
- Pariza, M. W., Park, Y. y Cook, M. E. (2001). The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress Lipid Research.* 40:283-298.
- Pasinato, A., Martínez-Ferrer, J. y Sevilla, G. 2009. Desaparición ruminal de forraje fresco de triticale con diferentes dosis de taninos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 29(1):247.
- Pasinato, A., Sevilla, G., Liñeiro, A., Lago, C. y Nahara, F. 2007. Desaparición ruminal del forraje fresco de alfalfa y un balanceado comercial con diferentes dosis de taninos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* (27(1):75-76.
- Pischon, T., Hankinson, S. E., Hotamisligil, G. S., Rifai, N., Willett, W. C. y Rimm, E. B. 2003. Habitual dietary intake of *n-3* and *n-6* fatty acids in relation to inflammatory markers among US men and women. *Circulation*, 108:155-160
- Pordomingo, A. J., Pordomingo, A. B., Miranda, A. y Juan, N. 2007a. Efecto del uso de afrechillo de trigo en dieta basada en grano entero en engorde de terneros. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 27(1):85-86.
- Pordomingo, A. J., Volpi Lagreca, G., Miranda, A., García, P. T. y Grigioni, G. 2005a. Efecto del nivel de fibra de dietas de corral sobre el ritmo de engorde y parámetros de calidad de carnes de vaquillonas. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* 25(1):67-68.
- Pordomingo, A. J., Volpi Lagreca, G., Miranda, A., García, P. T., Grigioni, G. y Kugler, N. 2005b. Efecto del nivel de fibra de dietas de recría de vaquillonas a corral y terminadas en pastoreo sobre el ritmo de engorde y parámetros de calidad de la carne. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* 25(1):68-70.
- Pordomingo, A. J., Volpi Lagreca, G., Stefanazzi, I.N. y Pordomingo, A.B. 2007b. Inclusión de taninos, monensina y soja cruda en dietas de grano entero en engorde de vaquillonas a corral. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 27(1): 81-83.
- Pordomingo, A.J., Jonas, O., Adra, M., Santucho, G., Juan, N.A. y Azcárate, M.P. 2002. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, en engorde a corral. *RIA* 31 (1): 1-22
- Pordomingo, A.J., Juan, N. A. y Azcarate, M. P. 2003. Effect of condensed-tannins addition to a corn-sunflower meal based feedlot diet. *J. Anim. Sci.* 81(1):215.
- Priolo, A., Bell, M., Lanza, V., Galofaro, L., Biondi, D., Barbagallo, H., Ben Salem y Pennisi, P. 2005. Carcass and meat quality of lambs fed fresh sulla (*He-dysarum coronarium*, L.) with and without polyethylene glycol or concentrate. *Small Ruminant Reseach* 59:281-288.
- Raes, K., De Smet, S. y Demeyer, D. 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lambs, beef and pork meat: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 113:199-221
- Realini, C.E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M. y DE Mattos, D. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.* 66:567-577
- Robelin, J. (1981) Cellularity of bovine adipose tissues: developmental changes from 15 to 65 percent mature weight. *J. Lipid Res.* 22:452-457.
- Robelin, J. (1986) Growth of adipose tissues in cattle: partitioning between depots, chemical composition and cellularity. *Livestock Prod. Sci.* 14: 349-364.
- SAS. 1996. SAS User's Guide: Statistics (Versión 6.12). SAS Inst., Inc., Cary, Nc.
- Savell, J. W., Cross, H. R. y Smith, G. C. 1986. Percentage ether extractable fat and moisture content of beef longissimus muscle as related to USDA marbling score. *J. Food Sci.* 51:838.
- Scollan, N.D., Choi, N. J., Kurt, E., Fisher, A. V., Enser, M. y Wood, J. D. 2001. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British J. of Nutr.*

85:115-124.

- Selje, N., Hoffman, E., Muetzel, S., NIngrat, R., Wallace, R. y Becker, K. 2007. Results of a screening programme to identify plants pr plant extracts that inhibit ruminal protein degradation. *British J. of Nutr.* 98:45-53.
  - Simopolous, A P. 2004. Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International* 20:77-90.
  - Simopoulos, A. P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American J. Clinical Nutr.* 54:438-463.
  - Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G. y RusseLI, J. B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70:3562-3577.
  - Stock, R., Merchen, N., Klopfenstein, T. y Poos, M. 1989. Feeding value of slowly degraded proteins. *J. Anim. Sci.* 53:1109-1119.
  - Sutton, J. D., Aston, K., Beever, D. E. y Dhanoa, M. S. 1996. Milk production from grass silage diets: Effects of high-protein concentrates for lactating heifers and cows on intake, milk production and milk fractions. *Anim. Sci.* 62:207-215.
  - Taminga, S. 1996. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ru-minants. *J. Anim. Sci.* 74:3112-3124.
  - Tilley, J. M. A. y Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for in vitro diges-tion of forage crops. *J. Brit, Grassl. Soc.* 18:104-118.
  - Titgemeyer, E. C., Merchen, N. R. y Berger, L. L. 1989. Evaluation of soybean meal, nonn gluten meal, blood meal and fish meal as sources of nitrogen and amino acids disappearing from the small in-testine of steers. *J. Anim. Sci.* 67:262-275.
  - Vasta, V. Pennisi, P., Lanza, M. Barbagallo, D., Bella, M., Priolo, A. 2007. Intramusu-clar fatty acid composition of lambs given a tanniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Meat Sci.* 76:739-745.
  - Visonneau, S., Cesano, A., Tepper, S. A., Scimeca, J. A., Santoli, D. y Kritchevsky, D. 1997. Conjugated li-noleic acid suppresses the growth of human breast adenocarcinoma cells in SCID mice. *Anticancer Res.*, 17: 969-973
  - Waghorn, G. C., Jones, W. T., Shelton, I. D. y Mac Nabb, W. C. 1990. Condensed tannins and nutritive value of herbage. *Proc. New Zealand Grass. Assoc.* 51:171-176.
  - Warren, H. E., Scollan, N. D., Enser, M., Hughes, S. I., Richardson, R. I. y Wood, J. D. 2008. Effects of beef and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Sci.* 78:256-269.
  - Wood, J. D. y Enser, M. 1997. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British J. Nutr.* 78: 49
  - Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R. y Enser, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* 66:21-32
  - Zamorano, J. M. 1996. ¿Qué es y para qué sirve la capacidad de retención de agua de la carne?. *La Industria Cárnica Latinoamericana.* 102:30-36.
  - Zinn, R. A., Bull, L. S. y Hemken, R. W. 1981. Degradation of supplemental proteins in the rumen. *J. Anim. Sci.* 52:857-866.
-

Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup>; Irurueta, M.<sup>2</sup>; Carduza, F.<sup>2</sup>; Pordomingo, A.B.<sup>1</sup>; Volpi Lagreca, G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

## Efecto de la alimentación sobre el crecimiento y las características organolépticas de la carne de novillitos

### INTRODUCCIÓN

Frecuentemente se plantea que el engorde a corral, a base de dietas de alto contenido de almidones, genera reses más tiernas y mejor terminación que los animales engordados a pasto. La experimentación ha demostrado esa hipótesis en algunas circunstancias, donde se busca generar animales pesados o con diferencias notorias en el aumento de peso. En varias de esas experiencias el aumento de peso de los animales en pastoreo es muy inferior al logrado en el engorde a corral. Pero, no existe información sobre las características organolépticas de la carne de bovinos jóvenes engordados sobre forrajeras de alto potencial de engorde como los verdes de invierno, comparados con dietas de corral. No se conocen experimentos en Argentina que compare escenarios de corral y pastoreo donde el ritmo de engorde no sea sustancialmente diferente.

El presente trabajo evaluó la performance y las características organolépticas de la carne de novillitos de 300 a 330 kg de peso a faena. En este trabajo se planteó la hipótesis que la carne de novillitos generada en engorde a corral o en pastoreo de verdes de invierno para alta performance es similar en engrasamiento intramuscular y la terniza. Se hipotetizó también que podrían generarse diferencias en el color.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar la hipótesis planteada se compararon los efectos de 3 dietas: T<sub>1</sub> = verdeo de

avena en pastoreo, T<sub>2</sub> = alimentación a corral basada en 66,5% maíz entero, 20% harina de girasol y 10% heno, y T<sub>3</sub> = alimentación a corral basada en 42,5% maíz, 14% harina de girasol y 40% heno. Las dietas de corral se complementaron con urea (0,5%) y un macro núcleo vitamínico y mineral (3%). Se planearon similares en proteína bruta y diferentes en fibra dado el mayor contenido de heno de T<sub>3</sub>. El nivel de 40% de heno de T<sub>3</sub> fue calculado para lograr una concentración de energía metabolizable (EM) de 2,5 Mcal EM/kg MS en el alimento, similar a la esperable con el verdeo en pastoreo.

Se utilizaron 72 terneros Angus de 203 ± 7 kg de peso vivo (PV), ordenados homogéneamente por peso en 3 bloques y agrupados de a 3. Los animales de T<sub>1</sub> se reagruparon y fueron trasladados al verdeo. La oferta diaria de forraje para T<sub>1</sub> se asignó en una cantidad excedente del 6% del PV. Los otros grupos se impusieron al azar a los corrales de alimentación.

Los animales se pesaron los días 0, 69 y 104, con desbaste previo de 17 horas. En los corrales (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>) se alimentó una vez al día y se determinó diariamente la oferta de alimento consumido mediante pesada del ofrecido y del remanente. A partir de la pesada individual se calculó el aumento de peso (ADPV). Con la información de ofrecido y rechazado se calculó el consumo de alimento en los corrales (CMS). Con el dato de CMS y de ACPV medio por corral se calculó la eficiencia de conversión (EC) de alimento.

Concluidos los 104 días, se faenaron 6 animales por tratamiento. Luego de un enfriado en

Cuadro 1. Composición de las dietas de confinamiento (1).

	T2	T3
<i>Ingredientes, % MS</i>		
Maíz entero	65.5	36.5
Harina girasol	21	20
Heno de pastura	10	40
Urea	0.5	0.5
Núcleo vitamínico/mineral	3.0	3.0
<i>Composición química</i>		
PB, %	14.3	14.5
FDA, %	15.5	26.8
DMS, %	76.5	68.3
EM, Mcal/kg MS	2.75	2.47

1 Promedio de las dietas ofrecidas durante los 104 días en corrales; T1 = 10% heno; T2 = 40% heno

Cuadro 2. Composición nutritiva de la cadena forrajera ofrecida en pastoreo (1).

	Junio Avena	Julio Centeno	Agosto Centeno
MS, %	18.6	18.8	19.3
PB, %	16.3	16.2	15.2
FDA, %	23.74	22.8	24.9
DMS, %	70.1	70.5	67.7
EM, Mcal/kgMS	2.56	2.54	2.43

1 Promedios mensuales de muestreos semanales en el momento de utilización de cada recurso forrajero  
MS = Materia seca, PB = Proteína bruta, FDA = Fibra detergente ácido, DMS = Digestibilidad de la MS, EM = Energía metabolizable

cámara frigorífica por 96 horas, se extrajo un bloque de costeletas desde la 9na a 11va costilla dorsal de la media res izquierda de cada animal faenado. Posteriormente se retuvieron los bloques en cámara de frío a 0°C por 24 horas adicionales. Cumplido ese tiempo los bloques fueron congelados en un túnel de congelado y conservados a -25°C hasta análisis de calidad.

Sobre la fracción de músculo *longissimus dorsi* de cada bloque, se determinaron: 1) ancho de bife, 2) largo de bife, 3) área del ojo del bife (AOB), 4) espesor de grasa dorsal (EGD), 5) contenido de grasa intramuscular (GI), 6) capacidad de retención de agua (CRA), 7) luminosidad (L\*), 8) color de coordenada verde – rojo (a\*), 9) color de coordenada azul – amarillo (b\*), 10) terneza objetiva (cizalla WB, TO), 11) mermas por cocción, 12)

pH y 13) veteado (escala USDA).

Cada 14 días se muestreó el alimento de cada tratamiento de corral (T2 y T3) y se compuso un pool para cada uno de los períodos entre los 30, 60 y 100 días del ensayo. El forraje del tratamiento de pastoreo (T1) se muestreó semanalmente y se confeccionó una muestra mensual. Se secaron en estufa de aire forzado durante 72 horas (hasta peso constante) a 600°C, molieron y conservaron en bolsa de nylon hasta análisis de laboratorio.

Sobre las muestras se determinó el contenido de materia seca (MS) y los contenidos de PB (AOAC, 1990) y FDA (Goering y Van Soest, 1970). Se estimó la digestibilidad (DMS) a partir de FDA ( $DMS = 88.9 * (0.779 * \%FDA)$ ) y la concentración de energía metabolizable (EM) a partir de DMS ( $3.6 \text{ Mcal/kg materia seca digestible} * DMS$ ).

### Análisis estadístico

Se aplicó un diseño CRD en bloques con medidas repetidas en el tiempo (Repeated measures, SAS, 1990). Para CMS y EC se tomó al promedio de aumento o consumo por corral como unidad experimental. Para APV y parámetros de calidad de carne tomando al animal como unidad experimental. Las medias fueron separadas por LSD cuando un efecto de tratamiento fue detectado significativo ( $P < 0.1$ ).

### RESULTADOS

Los Cuadros 1 y 2 muestran la composición de las dietas y el forraje ofrecidos según tratamiento. Por su mayor contenido de heno, T3 ofreció más FDA y menos EM que T2. Estas diferencias fueron esperadas de acuerdo al diseño del ensayo. En el caso de T1, la oferta de EM resultó 2.51 Mcal/kg MS, levemente superior ( $P = 0.102$ ) a la ofrecida en T3. Los animales de T2 tuvieron un ADPV superior ( $P < 0.01$ ) a los de T1 y T3 (Cuadro 3). Ese grupo también tuvo mayor EGD y GI ( $P < 0.05$ ) que los otros. Por su parte, no se detectaron diferencias ( $P > 0.223$ ) entre T2 y T3 en ADPV, EGD, GI y veteado.

La similitud en el ADPV entre T1 y T2 confirmó la proximidad en oferta de EM de las dietas y permite la comparación entre las carnes de ambos tratamientos a tasas de engrasamiento similares. Sin embargo, no se detectaron diferencias ( $P > 0.30$ ) entre los 3 tratamientos en largo, ancho y área de bife. Tampoco difirieron ( $P > 0.25$ ) en ter-

	T1	T2	T3	EE
<i>Peso vivo, kg</i>				
Día 0	202 a	204 b	202 a	3,3
104	306 a	335 c	312 a	4,3
ADPV (días 0 a 104), kg	1,008 a	1,261 b	1,061 a	0,028
CMS, kg/día	-	7,98	7,86	0,134
CMSPV, %	-	2,86 a	3,06 b	0,041
Conversión	-	6,32 a	7,44 b	0,149
Largo bife, cm	11,5	11,5	11,1	0,18
Ancho bife, cm	6,3	6,0	5,7	0,19
AOB, cm <sup>2</sup>	54,5	52,5	50,6	1,68
EGD, mm	8,6 a	13,0 b	9,7 a	0,99
Veteado	1,5 a	1,84 b	1,67 a	0,141
GI, %	2,01 a	2,91 b	1,87 a	0,361
pH	5,71	5,64	5,78	0,06
CRA	28,5	28,8	29,7	0,05
TO, lb/cm <sup>2</sup>	7,28	7,36	6,94	0,27
Merma por cocción, %	28,1	29,7	28,4	0,72
L*	34,9 b	33,1 a	36,6 b	0,06
a*	16,6 a	18,8 b	15,8 a	0,04
b*	12,9 a	16,8 b	14,7 ab	0,05

Cuadro 3. Efecto de la alimentación sobre el aumento de peso y las características físicas de la carne

EE = Error estándar de diferencias de medias  
ADPV = Aumento diario de peso vivo; CMS = Consumo de materia seca; CMSPV = CMS relativo al peso vivo; AOB = Área de ojo de bife; EGD = espesor de grasa dorsal; Veteado = marbling por escala; GI = contenido de grasa intramuscular; CRA = capacidad de retención de agua; TO = terneza objetiva; L = luminosidad, valor 0 para el negro y 100 para el blanco; a\* = coordenada verde (valores negativos) – rojo (valores positivos); b\* = coordenada azul – amarillo  
a, b, c Medias con diferente letra en filas difieren ( $P < 0,05$ )

neza objetiva, pH, merma a la cocción y CRA (Cuadro 3). El valor de L\* fue inferior ( $P < 0,05$ ) y el de a\* superior ( $P < 0,05$ ) en T2 con respecto a T1 y T3. El valor de b\* resultó mayor en T2, intermedio en T3 y menor en T1 (Cuadro 3).

La información emergente indicaría que la carne de animales jóvenes alimentados en pastoreo de verdeo o a corral sobre dietas como las de este ensayo, no difiere en los atributos físicos, excepto en algunas propiedades de color. No habría evidencia de menor terneza objetiva o menos grasa intramuscular en animales jóvenes alimentados en pastoreo con alto ritmo de engor-

de, comparados con animales alimentados a corral sobre dietas basadas en grano entero.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. Official methods of analysis (13th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Goering, H. K. y P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). In Agriculture Handbook nro. 379:1-20.
- SAS, 1990. SAS User's Guide: Statistics (Versión 6.06). SAS Inst., Inc., Cary, Nc.

Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; García, P.T.<sup>2</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup>; Carduza, F.<sup>1</sup>; Irurueta, M.<sup>2</sup>;  
Volpi Lagreca, G.<sup>1</sup>; Pordomingo, A.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

## Efectos del uso de cebada en dietas de engorde en confinamiento sobre la producción individual, y las características físicas, químicas y sensoriales de la carne de vaquillonas

### INTRODUCCIÓN

El engorde en confinamiento (o a corral) se ha introducido en la región y complementa sistemas de producción ganadera. La alimentación a corral se basa en la utilización granos ricos en almidón (maíz y sorgo) y complementos proteicos y minerales obtenidos de la industria del procesamiento de oleaginosas. Para la mayoría de los productores, el engorde en confinamiento es una actividad de oportunidad y no sistemática. Actualmente el nivel de inversión fija asociada al engorde a corral es mínimo y se basa en la minimización del gasto operativo y de infraestructura (mantenimiento, amortizaciones, etc.).

Por lo tanto, el productor trata de evitar todo tipo de procesado demandante de equipamiento, mano de obra y energía. En la medida de lo posible, los planteos de engorde a corral se basa en la mezcla de insumos sin procesamiento previo. Sin embargo, la disponibilidad de alimentos que puedan ser ofrecidos en forma directa, sin procesar y que cubran los requerimientos del animal de alta performance es escasa. La utilización del grano entero de maíz ha sido probablemente el mayor avance en ese sentido, sin embargo el bajo contenido proteico de este exige de la utilización de cantidades apreciables de harina de girasol, o soja. En el presente trabajo se explora una línea de minimización de costos mediante el uso de granos enteros y mezclas simples, con pocos ingredientes, que permitan incluso reducir la dependencia de concentrados proteicos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En esta experiencia se evaluó la performance de terneras sobre cebada y cebada más afrechillo de trigo, en contraste con una dieta de tipo convencional, basada en maíz entero y harina de girasol. Se determinaron: aumento de peso (APV), consumo de materia seca (CMS), conversión (EC) y el espesor de grasa dorsal (EGD)

Las dietas fueron: T<sub>1</sub> = 96% cebada + 1% urea; T<sub>2</sub> = 67% cebada + 30% afrechillo de trigo; y T<sub>3</sub> = 69% maíz + 20% harina de girasol + 8% heno de alfalfa. Todos los tratamientos incluyeron un núcleo vitamínico y mineral al 3%. Las dietas fueron equivalentes en oferta de proteína bruta (PB). Los tratamientos se aplicaron a 4 corrales cada uno con 4 animales por corral. Se utilizaron 48 terneras de 160,4 ± 12,2 kg. Los animales fueron previamente agrupados en 4 bloques de peso vivo (PV), correspondiéndole a cada tratamiento 1 corral por bloque.

Los granos se ofrecieron enteros. Se alimentó una vez por día con un excedente diario aproximado al 20% para no limitar el consumo voluntario. En acostumbramiento, todos los tratamientos recibieron 60% de la dieta asignada y 40% de heno picado durante 7 días.

El ensayo se condujo durante 142 días, luego del acostumbramiento. Se determinó diariamente el ofrecido y el rechazado para estimar el consumo diario. Se realizaron determinaciones de aumento de peso y eficiencia de conversión en 4 períodos. Las pesadas se hicieron con desbaste

Cuadro 1. Composición de las dietas.

		T1	T2	T3
Maíz	%	0.0	0.0	69.0
Cebada	%	96.2	67.0	0.0
Afr. trigo	%	0.0	30.0	0.0
H. girasol	%	0.0	0.0	20.0
Urea	%	0.8	0.0	0.0
Heno	%	0.0	0.0	8.0
Núcleo	%	3.0	3.0	3.0
PB	%	12.4	12.5	13.1
FDA	%	6.93	8.9	10.6
EM	Mcal/kgMS	3.0	2.9	2.9

PB: Proteína bruta; FDA: Fibra detergente ácido; EM: Energía metabolizable

previo de 18 horas.

Cada 20 días se muestreó el alimento de cada corral y se compuso una muestra compuesta por tratamiento y por toda la duración del ensayo. Sobre esa muestra compilada se determinó el contenido de materia seca (MS) y los contenidos de PB (AOAC, 1990) y FDA (Goering y Van Soest, 1970). Se estimó la digestibilidad (DMS) a partir de FDA ( $DMS = 88.9 * (0.779 * \%FDA)$ ). A través de DMS se estimó la concentración de energía metabolizable (EM, Mcal/kg MS =  $3.6 * DMS$ ).

Al finalizar el ensayo, las vaquillonas se faenaron y se tomaron muestras de bife de la media res

izquierda a la altura de la 9na a la 11va costilla. Las muestras se mantuvieron a 2°C durante 96 horas y luego se congelaron a -20°C. Sobre la fracción de la muestra correspondiente al bife de la 11a costilla se realizaron las determinaciones de contenido grasa intramuscular (GI) y el perfil de ácidos grasos (AG). Se determinó GI mediante extracción con hexano a ebullición de la muestra previamente deshidratada con un equipo Tecator. Los lípidos intramusculares fueron extraídos mediante la técnica de Folch et al. y alícuotas se destinaron a la determinación de la composición en AG mediante el análisis de los correspondientes metil ésteres por cromatografía gaseosa empleando una columna capilar CPSil 88 de 100m de longitud.

Sobre las muestras de bife correspondientes a la 9na y 10ma costilla se determinaron: largo y ancho del bife, área de ojo de bife (AOB), espesor de grasa dorsal (EGD), pH, capacidad de retención de agua (CRA), contenido de tejido conectivo, resistencia al corte (N) por por cizalla de Warner Bratzler, perfil sensorial por panel entrenado, merma por cocción, parámetros de color CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) del músculo y la grasa (Iluminante D65, espectro colorímetro ByK Gardner color view modelo 9000).

Análisis estadístico. Se aplicó un diseño de bloques al azar con medidas repetidas en el tiempo (Repeated measures, SAS, 1990). Para CMS e

	T1	T2	T3	EE
PV inicial, kg	160,4	160,3	160,4	1,857
PV final, kg	305,9 a	317,5 b	331,6 c	5,32
APV, g/día				
día 0 a 50	967 a	1070 b	1246 c	38,4
día 51 a 80	1037 a	1088 ab	1212 b	61,2
día 81 a 114	1060 a	1145 ab	1185 b	43,00
día 115 a 142	1072 a	1150 b	1153 b	47,3
día 0 a 142	1024 a	1108 a	1206 c	35,5
CMS, kg/día				
día 0 a 50	5.35 a	5.57 b	5.88 c	0,024
día 51 a 80	6.76 a	7.05 b	7.32 c	0,020
día 81 a 114	7.68 a	7.65 a	7.84 b	0,037
día 115 a 142	7.49 a	7.69 b	7.78 c	0,034
día 0 a 142	6.63 a	6.80 b	7.03 c	0,023
CMSPV, %	2,85	2,85	2,86	0,039
Conversión	6.72 b	6,17 ab	5,89 a	0,249
EGD, mm	7.5	7,7	8,4	0,28

Cuadro 2. Performance de terneras en engorde sobre dietas basadas en grano de cebada o maíz entero.

PV = Peso vivo; APV = Aumento de peso vivo; CMS = Consumo de materia seca; CMSPV = Consumo de materia seca en proporción del peso vivo; Conversión =  $CMS/ADPV$ ; EE = Error estándar; EGD = Espesor de grasa dorsal; a, b, c Medias en filas con diferente letra difieren ( $P < 0,05$ )

	TC	TM	EE	P
GI, %	4,14	3,95	0,529	0,8031
AG, %				
14:0	2,75	2,52	0,119	0,2059
15:0	1,58	1,09	0,240	0,1730
16:0	26,14	25,46	0,397	0,2513
16:1	3,42	3,32	0,216	0,7548
17:1trans	1,22	1,26	0,061	0,6422
17:1	0,92	1,05	0,062	0,1429
18:0	13,99	13,04	0,554	0,2516
18:1trans	2,04	2,48	0,293	0,3067
18:1	35,45	38,10	1,112	0,1227
18:2n6	3,48	3,98	0,367	0,3598
20:1	0,18 a	0,34 b	0,052	0,0553
18:3n3	0,21	0,24	0,020	0,4233
CLA	0,19	0,18	0,016	0,6118
20:3n6	0,36	0,29	0,030	0,1308
20:4n6	1,29	1,16	0,148	0,5630
20:5n3	0,20	0,18	0,021	0,4900
22:4n6	0,160	0,158	0,011	0,9191
22:5n3	0,33	0,27	0,025	0,1192
22:6n3	0,05	0,05	0,005	0,3291
18:2/18:3	17,65	16,91	2,073	0,8059
AGS, %	42,89 b	41,02 a	0,473	0,0189
AGMI, %	40,90 a	43,91 b	0,945	0,0485
AGPI n6, %	5,28	5,59	0,517	0,6872
AGPI n3, %	0,79	0,73	0,055	0,4232
AGPI, %	6,08	6,32	0,557	0,7687
n6/n3	6,77	7,60	0,492	0,2600

Cuadro 3. Efecto del uso de cebada versus maíz en dietas de engorde a corral de vaquillonas sobre la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular del músculo Longissimus dorsi.

n = 12; TC= 96,2% cebada + 0,8% urea + 3,0% núcleo vitamínico mineral con monensina; TM= 69% maíz +20% harina girasol + 8% de heno de alfalfa + 3% núcleo vit, min, con monensina; EE= Error estándar para diferencia de medias; P= Probabilidad de efecto significativo de tratamientos; a,b= Medias con distinta letra consecutiva en filas difieren (P<0,05)

IC se tomó al promedio de aumento o consumo por corral como unidad experimental. Para APV y EGD al animal como unidad experimental. Las medias fueron separadas por LSD cuando un efecto de tratamiento fue detectado significativo (P < 0.1).

## RESULTADOS

Luego de 142 días, los animales en T3 tuvieron los mayores APV (P < 0,05) (Cuadro). Pero puede considerarse al rango de aumentos de peso obtenido aceptable dentro de la categoría animal utilizada y la metabolización de las dietas ofrecidas. La evolución del consumo del materia seca (CMS) y el APV fue diferente entre tratamientos, detectándose una interacción entre período y tratamiento (P > 0,01) para esas variables. Los tratamientos T1

y T2 incrementaron el APV con el avance del ensayo, a diferencia de T3 que alcanzó los máximos APV al comienzo (Cuadro). Posiblemente esto se debió a un acostumbramiento progresivo al contenido de cebada entera en T1 y a la cantidad de afrechillo de trigo en T2. El CMS diario fue superior en T3, comparado con los otros tratamientos. En el promedio de los 142 días, el CMS diario, referido al PV (CMSPV, %) resultó similar entre tratamientos (2.85%).

A la faena, el EGD resultó semejante entre tratamientos (7,8 ± 0,28 mm; P = 0,143), aunque se verificaría una tendencia a mayor EGD en T3 vs T1 y T2 (P = 0,086). Esta información revela un grado de engrasamiento o terminación similar entre los animales, aceptable por las exigencias del mercado. El IC fue superior en T3. En T1 se necesitó un 14% más de alimento para generar el

	Cebada	Maíz	EE	P
Espesor grasa dorsal, mm	7,6	8,4	0,280	0,102
Largo del bife, cm	9,7 a	10,5 b	0,212	0,054
Ancho de bife, cm	5,3 a	5,8 b	0,176	0,066
AOB, cm <sup>2</sup>	46,7	48,4	1,230	0,078
Resistencia al corte, N	26,5	25,7	0,546	0,544
pH	5,56	5,62	0,053	0,330
Mermas por cocción, %	35,7	35,3	0,852	0,606
CRA, %	29,6	28,8	0,990	0,268
Olor	6,20	6,30	0,980	0,566
Flavor	5,55	5,73	0,211	0,459
Terneza inicial	5,67	5,80	0,254	0,321
Terneza sostenida	6,02	6,35	0,187	0,539
Jugosidad	5,51	4,82	0,630	0,145
Tejido conectivo	2,5	2,3	0,383	0,221
L* músculo	42,5 b	36,7 a	0,972	0,037
a* músculo	16,7 a	17,6 b	0,670	0,046
b* músculo	13,4 b	11,8 a	0,611	0,031
L* grasa	68,6	67,3	0,680	0,359
a* grasa	5,7 a	6,4 b	0,138	0,034
b* grasa	16,5	15,9	0,369	0,041

Cuadro 4. Efecto del uso de cebada versus maíz en dietas de engorde a corral de vaquillonas sobre características físico-sensoriales de la carne.

n=6; Cebada: 96,2% cebada + 0,8% urea + 3,0% núcleo vitamínico mineral con monensina. Maíz: 69% maíz +20% harina girasol + 3% núcleo vitamínico mineral con monensina. Mermas por cocción: reducción de peso por cocción. Resistencia al corte: Resistencia al esfuerzo de corte por Cizalla de Warner-Bratzler. L\*: claridad a\*: coordenada verde – roja. b\*: coordenada azul – amarillo. EE: Error estándar para diferencia de medias. P: Probabilidad de efecto significativo de tratamientos. a,b: Medias con distinta letra consecutiva en filas difieren (P<0,05)

mismo APV. Sin embargo, las respuestas en APV y EC a T1 y T2 fueron aceptables para planteos de engorde de alto grano: La calidad (metabolicidad) de la PB pudo haber sido una limitante en T1, con respecto a los otros dos tratamientos ya que se completó la demanda de PB con urea solamente.

En el cuadro 3 se resume la composición porcentual de los AG individuales y los grupos: AG saturados (AGS=14:0+16:0+18:0); AG mono- insaturados (AGMI=16:1 +17:1+ 18:1+20:1), AG poli-insaturados (AGPI= AGPI<sub>n6</sub>+AGPI<sub>n3</sub>), AGPI<sub>n-6</sub> (18:2+20:3+20:4+22:4), AGPI<sub>n-3</sub> (18:3+20:5+22:5+ 22:6), y las relaciones 18:2/18:3 y AGPI<sub>n6</sub>/AGPI<sub>n3</sub> (n6/n3). Los tratamientos no se diferenciaron (P=0,803) en el contenido de GI. El contenido de 18:1 y 20:1 resultó superior (p<0,05) en TM, comparado con TC. No se detectaron diferencias (p>0,05) entre los tratamientos en el resto de los AG individuales. Sin embargo, el contenido de AGS resultó superior (p=0,019) en TC y el de AGMI inferior (p=0,048). No se detectaron diferencias en los contenidos de AGPI o sus relaciones. Los valores coinciden con perfiles de lípidos de animales jóvenes engordados a corral. No habría evidencia en este ensayo para esperar diferencias importantes en el perfil de lípidos en dietas basadas en cebada respecto de las de maíz.

Los animales de TM tendieron a superar (p<0,1) a los TC en tamaño de ancho, largo y AOB del *longissimus dorsi*, aunque no se detectaron diferencias en EDG (p=0,102) (Cuadro 4). Esas tendencias podrían ser atribuibles al mayor ritmo de engorde observado en los animales TM (1024 vs 1206 g/día; p<0,05). No se observaron diferencias significativas en el perfil sensorial para las dietas analizadas. Se detectaron diferencias entre tratamientos (p<0,05) en las variables de color L\*, a\* y b\* en músculo, siendo las muestras correspondientes a la dieta TC más claras y menos rojas (Cuadro 4).

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. Official methods of analysis (13th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Goering, H. K. y P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). In Agriculture Handbook nro. 379:1-20.
- SAS, 1990. SAS User's Guide: Statistics (Versión 6.06). SAS Inst., Inc., Cary, Nc.

Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; Volpi Lagreca, G.<sup>1</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup>; Irurueta, M.<sup>2</sup>; Carduza, F.<sup>1</sup>; García, P.T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

## La carne de terneros alimentados a corral con maíz entero o molido, con metionina y núcleo mineral enriquecido

### INTRODUCCIÓN

La alimentación del ternero de destete precoz requiere un adecuado suministro de vitaminas y minerales. La supresión de la leche a tan temprana edad y el pasaje a una dieta sólida a base de concentrados y forrajes provoca un cambio drástico en la oferta de vitaminas y minerales (Sidney, 1988). Esto hace que se vean afectadas las relaciones entre nutrientes y la bio-disponibilidad de éstos (Pordomingo., 2001).

La oferta vitamínica y mineral a través del alimento para terneros de tan temprana edad ha sido poco explorada. El mercado ofrece núcleos vitamínicos y minerales ajustados a partir de información generada para destetes de tipo tradicional (6 a 8 meses), pero poco se sabe de la capacidad de estos recursos para cubrir los requerimientos del ternero de destete precoz (destete a los 2 a 3 meses de vida. A esta carencia de información se suma la imposibilidad de suministrar alimentos de origen animal, cuyo contenido de vitaminas, precursores de vitaminas y minerales sería similar al requerido. Se le suma que en el ámbito regional la disponibilidad de recursos concentrados de origen vegetal con alto valor biológico en el contenido de tales nutrientes es escaso o inexistente.

Por otra parte, y en búsqueda de alternativas de bajo costo y fácil manipulación resultaría práctico que el grano de maíz a incluir en la dieta como componente del alimento concentrado pudiera ofrecerse entero (Pordomingo, 2002). Sobre este segundo aspecto tampoco hay información sufi-

ciente. De la misma manera, el perfil de aminoácidos de las proteínas vegetales, comúnmente la harina de girasol o el afrechillo de trigo, no se condice con el requerido por el metabolismo animal. Por ello, ante la ausencia de suplementos proteicos minerales, la suplementación con metionina (aminoácido limitante) debería mejorar el valor biológico de la proteína en general.

En consecuencia, el presente ensayo planteó como hipótesis que el grano de maíz puede ser ofrecido entero a terneros de destete precoz y que, por su parte, el enriquecimiento del núcleo vitamínico y mineral por encima de los estándares comerciales para terneros comunes es necesario cuando se trata de terneros de destete precoz. En adición, se hipotetizó que la inclusión de metionina permitiría mejorar el perfil de aminoácidos al rumen con lo que se podría incrementar la eficiencia de conversión y retención de minerales y otros metabolitos en músculo. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar la respuesta en consumo y ritmo de engorde de terneros destetados entre 60 y 70 días de vida a dietas basadas en maíz entero versus molido, con el núcleo vitamínico y mineral enriquecido o estándar y con adición de metionina o sin ella.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron las hipótesis planteadas sobre 144 terneros Angus de destete precoz (entre 60 y 70 días de vida al momento de destete) distribuido en 24 corrales, asignados en 3 bloques de peso (P1 = 80 -90 kg, P2 = 70 a 80 kg y P3 = 60-

Cuadro 1. Composición de los núcleos vitamínicos y minerales.

		Mejorado <sup>1</sup>	Estándar <sup>2</sup>
Vitamina A	UI	234000	117000
Vitamina D	UI	40000	20000
Vitamina E	UI	670	670
Hierro	mg	2505	1670
Cobre	mg	651	434
Cobalto	mg	6	4
Yodo	mg	20	20
Zinc	mg	2010	1340
Manganeso	mg	1313	1313
Selenio	mg	10	10
Magnesio	mg	17505	11670
Fósforo	mg	60000	60000
Calcio	mg	262000	262000
Cloro	mg	187000	187000
Potasio	mg	88335	88335
Sodio	mg	81000	81000
Rumensin	mg	1000	1000
Aromatizantes	mg	3340	3340
Excip. C.S.P.	g	1000	1000

1 Núcleo experimental sugerido para la región

2. Biofarma. S.A.

70 kg), en grupos de peso homogéneo de a 6 por corral. Sobre los corrales se impusieron los tratamientos emergentes de la combinación de los 3 factores: a) oferta vitamínico y mineral (2 núcleos

diferentes: Estándar y Mejorado), b) grano de maíz entero o molido y c) metionina (o o 8 g/animal día). Los dos núcleos, de composición vitamínica y mineral diferente, fueron confeccionados para este propósito por una misma empresa. La composición de los mismos se describe en el Cuadro 1. Las dietas fueron de alta oferta energética, equivalentes en energía metabolizable y proteína bruta (59% grano de maíz, 30% de harina de girasol, 8% heno de alfalfa y 3% de núcleo vitamínico y mineral). Se las ofreció una vez al día, con un excedente que varió entre el 15 y el 20% del consumo diario para evitar efectos confundidos de restricciones al consumo. El ensayo duró 123 días, hasta alcanzar un peso vivo medio superior a los 200 kg y un grado de engorde compatible con la faena como ternero gordo.

### Determinaciones

**Consumo.** Se registró diariamente la cantidad de alimento ofrecido y el remanente del día anterior para determinar por diferencia el consumo diario de materia seca (CMS) por corral. Se tomaron muestras semanales del alimento, las que se integraron en un pool por tratamiento al finalizar en ensayo y sobre el que se determinaron el contenido de materia seca (MS) y los contenidos de PB (AOAC, 1990) y FDA (Goering y Van Soest, 1970). A través del FDA se estimó la concentración de energía metabolizable (EM, Mcal/kg MS) de la dieta.

Cuadro 2. Efecto de la alimentación con maíz entero o molido sobre el peso (PV) y el aumento diario de peso (ADPV, kg), el consumo diario de materia seca absoluto (CMS, kg) y relativo al peso (CMSPV, %) y la conversión de alimento a ADPV (EC) de terneros de destete precoz con pesos diferentes al destete, alimentados a corral sobre una dieta de alta energía.

	Maíz entero			Maíz molido			EE
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
PV, kg							
Día 0	71 <sup>a</sup>	79 <sup>b</sup>	91 <sup>c</sup>	69 <sup>a</sup>	79 <sup>b</sup>	91 <sup>c</sup>	1,44
Día 123	199 <sup>a</sup>	209 <sup>b</sup>	225 <sup>c</sup>	196 <sup>a</sup>	209 <sup>b</sup>	236 <sup>d</sup>	0,73
ADPV	1,037 <sup>a</sup>	1,050 <sup>a</sup>	1,100 <sup>b</sup>	1,030 <sup>a</sup>	1,060 <sup>a</sup>	1,180 <sup>c</sup>	0,0156
CMS	4,54 <sup>a</sup>	4,88 <sup>b</sup>	5,63 <sup>c</sup>	4,64 <sup>a</sup>	5,14 <sup>b</sup>	5,57 <sup>c</sup>	0,145
CMSPV	3,6	3,6	3,7	3,7	3,6	3,6	0,10
EC	4,58 <sup>a</sup>	4,63 <sup>a</sup>	5,14 <sup>b</sup>	4,52 <sup>a</sup>	4,86 <sup>b</sup>	4,72 <sup>a</sup>	0,126
ES	0,95 <sup>a</sup>	0,90 <sup>b</sup>	0,85 <sup>c</sup>	0,96 <sup>a</sup>	0,90 <sup>b</sup>	0,89 <sup>bc</sup>	0,008

No se detectaron interacciones del tipo de núcleo vitamínico y mineral ( $P > 0,232$ ) con la presentación del grano, el peso o la adición de metionina en los terneros sobre las variables citadas. Tampoco se detectaron efectos debidos al tipo de núcleo o de la metionina ( $P > 0,164$ ). P1 = 60-70 kg, P2 = 70 a 80 kg y P3 = 80 -90 kg de peso vivo al destete (entre 60 y 70 días de vida); 123 días de ensayo. EE: Error estándar de las medias en filas. a, b, c, d Filas con medias de tratamientos con diferente superíndice difieren ( $P < 0,05$ )

**Aumento de peso.** Se determinó el aumento diario de peso vivo (ADPV) individual mediante balanza electrónica al inicio del ensayo, a los 63 y a los 123 días. A excepción de la pesada inicial, previo a cada pesada los animales fueron desbastados durante 17 horas en encierre sin alimento.

**Consumo y eficiencia de conversión del alimento.** Con la información del alimento consumido y rechazado, promediado para cada corral y período entre pesadas, se calculó el consumo medio por corral para cada período. Se expresó el consumo diario de materia seca (CMS) en valor absoluto (kgMS/día animal) y en relación al peso vivo (CMSPV, %). Dividiendo el CMS diario medio del período por el ADPV diario medio por corral para el mismo período, se calculó la eficiencia de conversión (EC) del alimento.

**Calidad de la carne.** Sobre el músculo *longissimus dorsi* a la altura de la 9na a 11va vértebra se determinó: espesor de grasa dorsal (EGD), ancho, largo y área de ojo de bife (AOB), capacidad de retención de agua (CRA) (muestra sobre papel de

filtro ,Zamorano, 1996), merma a la cocción, ternera objetiva mediante cizalla WB (TO), luminosidad (L\*) y color (a\* y b\*) del músculo (reflectancia; escala de color CIELab), contenido de grasa intramuscular (GI), y perfil de ácidos grasos (contenido de ácidos grasos saturados –AGS-, mono insaturados –AGMI-, poli-insaturados –AGPI-, linoleico 18-2 (L18-2 n6), linolénico 18-3 (L18-3), grupo de ácidos grasos omega 6 y omega3, linolénico (L18-3 n3) y linoleico conjugado (CLA) (cromatografía gaseosa).

### Análisis estadístico

El ensayo se estableció de acuerdo a un diseño aleatorizado en 3 bloques por peso, con 6 animales por corral y 3 corrales por tratamiento. Los factores: oferta vitamínico-mineral, procesado del grano y metionina conformaron un arreglo factorial de tratamientos (2 x 2 x 2) en la parcela principal. El modelo incluyó medidas repetidas en el tiempo (análisis tipo split-plot; SAS, 1990). Por consistencia en todas las variables a determinar,

item	Media	DE	P Fo>F
pH	5,9	0,36	0,34
AOB, cm <sup>2</sup>	45,8	4,76	0,47
Largo ojo bife, cm	9,81	0,38	0,26
Ancho ojo bife, cm	5,45	0,45	0,22
CRA, %	29,1	1,90	0,48
Merma cocción, %	27,8	3,39	0,62
EGD, mm	12,6	3,43	0,36
TO, lb/cm <sup>2</sup>	6,74	0,948	0,27
<b>Color</b>			
L*	35,4	1,92	0,29
a*	14,9	1,88	0,18
b*	15,3	1,92	0,39
GI, %	1,35	0,269	0,99
<b>Perfil de ácidos grasos</b>			
AGS, %	38,2	1,92	0,98
AGMI, %	30,4	1,27	0,28
AGPI, %	16,8	1,02	0,72
18-2/18-3	26,6	2,13	0,96
O6, %	14,2	1,46	0,91
O3, %	1,88	0,287	0,67
O6/O3	7,6	1,06	0,82
L18-3 n3, %	0,38	0,038	0,78
L18-2 n6, %	10,11	0,987	0,87
CLA, %	0,274	0,0286	0,64
AGPI/AGS	0,44	0,044	0,91

*Cuadro 3. Efecto del procesamiento del grano, el enriquecimiento del núcleo vitamínico y mineral y la adición de metionina sobre las características de la carne de terneros de destete precoz engordados a corral.*

DE = Desvío estándar de la media  
P = Significancia de efecto de tratamientos  
No se detectaron interacciones del tipo de núcleo vitamínico y mineral (P > 0,232) con la presentación del grano, el peso o la adición de metionina en los terneros sobre las variables citadas. Tampoco se detectaron efectos debidos al tipo de núcleo o de la metionina (P>0,164).  
P1 = 60-70 kg, P2 = 70 a 80 kg y P3 = 80 -90 kg de peso vivo al destete (entre 60 y 70 días de vida); 123 días de ensayo.  
a, b, c, d Filas con medias de tratamientos con diferente superíndice difieren (P<0,05)

los datos fueron analizados tomando al corral como unidad experimental. Cuando un efecto de los factores de interés (tratamientos) fue detectado significativo ( $P < 0,05$ ), las medias se separaron mediante LSD (SAS, 1990).

## RESULTADOS

En una publicación anterior (Boletín Técnico 2004) se presentaron los resultados de performance de este trabajo (aumento de peso, consumo y conversión), los que se resumen brevemente Cuadro 2). Se presentan aquí los resultados de características de la carne en el Cuadro 3.

No se detectaron interacciones ( $P > 0,253$ ) entre los factores para ninguna de las variables de interés. No se detectaron efectos diferenciales por la adición de metionina ( $P > 0,10$ ) o la presentación del grano ( $P > 0,10$ ) sobre el APV, el CMS y la EC por período o total. El APV promedió 1,075 kg/día (d.s. = 0,030), el CMS fue de 5,07 kg/día y la EC global fue de 4,78 (d.s = 0,227).

No se detectaron efectos ( $P > 0,10$ ) de los factores de interés sobre los parámetros de calidad la carne (se presentan los valores promedio en el Cuadro). Se concluye que la adición de metionina, el enriquecimiento mineral o la presentación del grano de maíz no afectarían los atributos de calidad de la carne de terneros engordados a corral.

## BIBLIOGRAFÍA

• AOAC. 1990. Official methods of analysis (13th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

- Elizalde, J.C., San Martín, M., Santini F. J. y Pieroni, G. A. 2003. Propiedades físicas y digestión ruminal de la materia seca de los granos de diferentes híbridos de maíz en bovinos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23(1):53.
  - Elizalde, J.C., Paul, W. y Franchone, C. 2002. Consumo y ganancia de peso en vacunos alimentados a corral con dietas basadas en grano de maíz entero o molido y con baja inclusión de forraje. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23(1):61.
  - Goering, H. K. y P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). In *Agriculture Handbook* nro. 379:1-20.
  - Parra, V. F., Elizalde, J.C., Duarte, G. A. 2002. Resultados de engorde a corral de vacunos en diferentes sistemas de producción de carne. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23(1):60.
  - Pordomingo, A.J. 2001. Effects of early weaning and supplementation period on growth of grazing calves. *J. Range Manage.* 55:325-335.
  - Pordomingo, A.J. 2002. La edad al destete, la fuente y el nivel de fibra en la dieta del ternero de destete precoz. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22:1-13.
  - Pordomingo, A.J., Jonas, O., Adra, M., Santucho, G., Juan, N.A. y Azcárate, M.P. 2002. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, en engorde a corral. *Rev. RIA* 31:101-113.
  - Pordomingo, A.J., Juan, N. A. and Azcárate, M. P. 2003. Effect of condensed tannins addition to a corn-sunflower meal based feedlot diet. *J. Anim. Sci.* 81(1):215.
  - SAS, 1990. SAS User's Guide: Statistics (Versión 6.06). SAS Inst., Inc., Cary, Nc.
  - Sidney, J. L., Jr. 1988. Growth and development of the ruminant digestive system. In: *The ruminant animal*. Church, D. C. Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ 07632.
-

Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; Pordomingo, A.B.<sup>1</sup>; Babinec, F.J.<sup>1</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup>; Carduza, F.<sup>1</sup>; Pilar, G.T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

## Finishing on small-grain winter annuals or alfalfa pasture: effects on animal performance, carcass traits, and quality of beef

Terminación de novillos sobre verdes de invierno o alfalfa pura:  
Producción individual, parámetros de la res y calidad la carne

### RESUMEN

El presente estudio investigó los efectos de la terminación en verdes de invierno o de alfalfa sobre el crecimiento, características de la res y la carne en novillos. Se utilizaron 120 novillos Angus. Los tratamientos fueron: 1) centeno, 2) triticale (Trit), 3) trigo (Trigo), y 4) la alfalfa (Alf). Cada tratamiento consistió en 3 repeticiones de parcela con 10 animales cada uno. No hubo diferencias significativas en los pesos iniciales y finales ( $P > 0,431$ ), pero a Alf le llevó 22 más en alcanzar el grado de terminación equivalente a faena (98 días de centeno, trigo y Trit vs 120 para Alf). Las características de la res y de la fuerza de corte de músculo *longissimus dorsi* (LM) fueron similares ( $P > 0,10$ ) entre tratamientos. El factor  $L^*$  de color de LM fue mayor para Alf ( $P < 0,001$ ). El panel sensorial detectó mayor jugosidad ( $P = 0,025$ ) y terneza para Alf, comparada con las demás ( $P < 0,04$ ). Los animales en centeno presentaron en promedio una mayor ( $P < 0,01$ ) incidencia de sabores indeseables. Los forrajes difirieron en su contenido de lípidos y generaron diferencias en el perfil de la grasa intramuscular. Los animales de Alf (en promedio) y trigo tuvieron mayor ( $P < 0,01$ ) grasa intramuscular que los de centeno y triticale. Por otro lado, los tratamientos de verdes de invierno resultaron similares ( $P > 0,10$ ) entre sí, pero diferentes ( $P < 0,05$ ) a alfalfa. No se detectaron diferencias para contenido de ácidos grasos

saturados, y omega -6 ( $P > 0,234$ ) en la grasa intramuscular del *longissimus dorsi*. Alfalfa generó mayor contenido de poli-insaturados omega-3, menor relación omega-6/omega-3 ( $P < 0,001$ ) y mayor contenido de C18:2ct11 ácido linoleico conjugado (CLA) que los verdes. Los resultados sugieren que la terminación sobre verdes de invierno o alfalfa produce carne tierna y palatable. A pesar de la menor ganancia de peso en alfalfa, la carne terminada sobre esta pastura sería de mayor palatabilidad que la de verdes de invierno.

### ABSTRACT

Effects of finishing on pure stands of small-grain winter annual pastures or alfalfa on animal growth, carcass and meat characteristics were investigated using 120 Angus steers to determine the potential benefits of forages species on beef quality. Treatments were: 1) cereal rye (Rye), 2) triticale (Trit), 3) wheat (Wheat), and 4) alfalfa (Alf). Each treatment consisted of 3 pasture replicates with 10 animals each. Treatments did not differ in initial and final weights ( $P > 0,431$ ), but, Alf took 22 longer to reach final the slaughter endpoint (98 days for Rye, Trit and Wheat vs 120 for Alf). Carcass characteristics and shear force of *longissimus dorsi* muscle (LM) were similar ( $P > 0,10$ ) among treatments. Color  $L^*$  factor of LM was higher for Alf ( $P < 0,001$ ). The sensory panel detected Alf juicer ( $P = 0,025$ ) and more tender than the

others ( $P < 0.04$ ). Rye had greater ( $P < 0.01$ ) off-flavor. Winter annuals and alfalfa differ in quality and lipid composition. Alfalfa and wheat had greater ( $P < 0.01$ ) intramuscular fat than rye and triticale. In turn, beef from steers grazed on winter annuals had similar lipid profiles, but were different from alfalfa finished ones. No differences were detected in SFA and n-6 PUFA contents ( $P > 0.234$ ) in the longissimus muscle intramuscular fat, but alfalfa beef had greater ( $P < 0.001$ ) n-3 PUFA, lower ( $P < 0.001$ ) n-6/n-3 ratio, and a greater ( $P < 0.001$ ) C18:2ct11 conjugated linoleic acid (CLA) than the grasses. Results suggest that finishing on small-grain pastures or alfalfa produces highly tender and palatable beef. And, despite the lower weight gain on alfalfa pasture, beef finished on alfalfa could be more palatable than beef from winter annuals.

## INTRODUCTION

Interest in pasture finished beef has increased in the recent years as a way to increase intake of leaner meats and healthy fats. Research has repeatedly shown the relevance of forages to improve n-3 PUFA in beef [1, 2, 3]. Few studies, however, have researched the effects of the forage base on physical and chemical characteristics of beef [4, 5]. Dierking et al. [4] detected effects of forage sources on growth and physical characteristics. Use of small-grain winter annuals during winter and early spring is a common practice in pasture finishing programs of central Argentina. In turn, alfalfa pasture is the common forage on which pasture finishing takes place during spring and summer. Recently, effects of alfalfa pasture on beef characteristics have been reported in the literature [3, 4, 5, 6, 7, 8], where alfalfa beef has been described as tender as feedlot beef. No reports, however, have been published on the effects of small-grain winter annuals on beef quality. This study examined the effects of finishing on pure stands of winter annuals, compared with alfalfa, on physical, chemical and sensory characteristics of Argentinean beef.

## MATERIALS AND METHODS

The study was carried out at the Agricultural Experiment Station of INTA Anguil, La Pampa, Argentina. One hundred and twenty Angus steers

used in 4 treatments: 1) finishing on pure stands of cereal rye (Rye), 2) triticale (Trit), 3) wheat (Wheat) pasture, and 4) alfalfa pasture (Alf). Small-grain winter annuals were planted in 3 pastures replicates randomly distributed on a 75-ha field. Each treatment included 10 animals in each replicate, randomly allocated from a group of spring born steers of similar age and live weight (LW) ( $551 \pm 16.1$  d old;  $373 \pm 17.5$  kg). For Alf, 3 alfalfa pasture replicates were randomly chosen from a 35ha field of 100% alfalfa, previously subdivided in 6 pastures.

Thirty fallborn steers of similar age and weight ( $540 \pm 14.5$  d old;  $374 \pm 7.8$  kg) and of similar weight to the previous group were randomly and allocated to the 3 alfalfa pasture replicates. Small-grain pastures were grazed during 98 d, from June 10th through September 16th. The alfalfa pastures were grazed for 120 days, from October 25th through January 22nd. Paddock size was managed to offer forage above 8% of the animal's live weight (LW) (on dry matter -DM- basis) daily to avoid restrictions on intake.

Animals were weighed individually using an electronic scale on day 0, 32, 64 and 98 and of the study for treatments on small grains (Rye, Trit and Wheat), and on day 0, 32, 64, 98 and 120 for animals on Alf, after a 17hour fast (with access to water). Animals from winter annuals and Alf were slaughtered at the end of a 98day and 120day period, respectively, when all animals from each group were above 450 kg of LW and considered finished by commercial buyers. After slaughter, carcasses were individually graded, weighed to determine hot carcass weight (HCW), and chilled at 20C.

Forty eight hours after slaughter, a rib section encompassing the 10th to 13th ribs was removed from the left side of each carcass. The rib sections were individually identified, vacuum packaged and kept for an additional 24hour period at 2 oC. After chilling for 96 hours, rib sections were frozen and stored at -20 oC. For analysis, rib sections were split between the 12th and 13th rib using an electric saw. The 12th/13th rib interface was used for measuring back fat thickness (BFT), and *longissimus dorsi* muscle (LM) area (REA). After thawing for 24 hours at 4 oC and at room temperature for 4 hours, a 10g aliquot of each LM portion of the 12th rib section was used for determination of intramuscular fat (IMF). Fat was extracted with solvent (hexane) in a Tecator apparatus (Method

991.36 [8]). In preparation, samples were trimmed of external fat, and minced in a blade grinder.

Steaks from the 13th rib were used in determination of Warner-Bratzler shear force (WB). Cooking loss was determined by dividing the weight loss during cooking by the precooked weight and reported as a percentage. Intramuscular pH was measured in the LM section of steaks from the 12th rib. Color determinations were performed on the rib eye section and the outside fat layer of steaks from the 13th rib prior to processing for shear force. A B-K Gardner Color Vie Spectrophotometer (model 9000, USA) was used, according to AMSA [9]. The CIE Lab System was implemented, which provided the values for color components:  $L^*$  (black-white, lightness) and the chromatic coordinates  $a^*$  (+ to - from red to green) and  $b^*$  (+ to -, from yellow to blue component). The 11th rib sections were used to prepare steaks (2.5 cm thick) for sensory evaluation. After thawing and deboning, the resulting steaks were weighed and placed in a pre-heated electric grill until they reached a final internal temperature of  $71 \pm 0.5$  °C. After cooking, each steak was trimmed of fat and connective tissue, and the LM section was cut into 1-cm<sup>3</sup> cubes and immediately served to an eight-member sensory panel [9, 10]. The samples were evaluated using a nine-point non-structured linear scale for juiciness (1 = extremely dry, 9 = extremely juicy), initial and sustained tenderness (1 = extremely tough, 9 = extremely tender), and amount of connective tissue (1 = very much, 9 = none). Panel members were also asked to report the intensity of beef flavor (1 = extremely bland, 9 = extremely intense) and off-flavor on a 9-point scale (0 = none, 1 = extremely slight off-flavor to 8 = intense off-flavor).

For lipid analysis, after thawing for 24 hours at 4 °C and at room temperature for 4 hours, the longissimus muscle (LM) portion of the 12th-rib section was used for determination of total lipids and fatty acid (FA) composition. In preparation, samples were trimmed of all external fat, and minced in a blade grinder. Total lipids for FA analysis were extracted from 5 g aliquot samples of LM [10]. Fatty acid methyl esters (FAME) were prepared [11] and measured by gas chromatography of FAME in Chrompack CP 900 apparatus fitted with a flame ionization detector. For FAME separation a capillary column CP-Sil 88 (100 m x 0.25 mm i.d.; Chrompack Inc., Middleburg, The Netherlands)

was used, with nitrogen gas as carrier. The oven temperature was programmed at 70 °C for 4 min, increased from 70 to 170 °C at a rate of 13 °C/min and from 170 to 200 °C increased at a rate of 1 °C/min. Individual fatty acids were identified by comparing relative retention times to retention times of standards (PUFA-2 Animal Source, Supelco).

Results were expressed as percentages of total fatty acids. Main individual fatty acids were grouped in saturated fatty acids (SFA = palmitic (C16:0) + stearic (C18:0)), monounsaturated fatty acids (MUFA = palmitoleic (C16:1) + oleic (C18:1)) and polyunsaturated fatty acids (PUFA = n-3 + n-6 fatty acids), n-3 fatty acids (linolenic (C18:3) + eicosapentaenoic (EPA; C20:5) + docosapentaenoic (C22:5; DPA) + docosahexaenoic (DHA; C22:6), n-6 fatty acids (linoleic (C18:2) + di-homo-gamma-linolenic (DGLA; C20:3) + arachidonic (AA; C20:4) + docosatetraenoic (adrenic; C22:4).

Forage availability and residual forage in all paddocks were estimated and forage sampled every 15 days for dry matter (DM) [12], crude protein (CP) [12], acid detergent fiber (ADF) [13], soluble carbohydrates (SCH) [14], and lipid profile. Fat content was determined as ether extract (EE) in a 5-g aliquot, and FA in a 10-g aliquot, following the methodology previously described for beef.

### Statistical analyses

Data were analyzed with a model including a complete randomized design with forage source in the main plot, using GLM procedures of SAS [11]. Pasture replicate was the experimental unit. Least square means were generated and separated using PDIFF option of SAS. Orthogonal contrasts were applied to separate effects of Rye vs Trit, Rye and Trit vs Wheat, and grasses (Rye, Trit and Wheat) vs Alf.

## RESULTS AND DISCUSSION

No interactions were detected ( $P > 0.10$ ) between treatments and LW across periods. Treatments were similar ( $P = 0.431$ ) in final LW at slaughter. Treatment Alf took 22 days longer to reach the slaughter endpoint (Table 1). Consequently, ADG was lower ( $P < 0.01$ ) for Alf, compared with Rye, Trit and Wheat (Table 1). No differences ( $P = 0.677$ ) were detected in ADG for the cereal-grain pastures, which averaged  $1024 \pm 62.1$

Table 1. Effect of finishing on cereal rye (Rye), triticale (Trit), wheat (Wheat) or alfalfa (Alf) pasture on weight gain, carcass traits and physical characteristics of Angus steers.

Tabla 1. Efecto de la terminación sobre centeno (Rye), triticale (Trit), trigo (Wheat) or alfalfa (Alf) sobre el aumento de peso, características de la carcasa y la carne de novillos Angus.

	Rye	Trit	Wheat	Alf	SE	Model P-value F > Fo	P-values for contrasts		
							R vs Trit	R&T vs Wheat	Grass vs Alf
Period, d	98	98	98	120	-	-	-	-	-
Initial LW, kg	374	373	373	374	11.6	0.918	-	-	-
Final LW, kg	473	472	477	475	11.9	0.431	-	-	-
ADG, g d <sup>-1</sup>	1001 b	1010 b	1061 b	842 a	32.4	0.002	-	-	-
HCY, %	57.3	58.2	58.4	57.6	0.87	0.325	-	-	-
REA, cm <sup>2</sup>	68.4	68.1	68.6	69.2	1.58	0.746	-	-	-
BFT mm	7.5	8.5	8.1	7.9	0.55	0.623	-	-	-
WB, N	34.2	33.1	31.6	34.8	1.72	0.775	-	-	-
pH	5.7	5.6	5.6	5.6	0.043	0.856	-	-	-
IMF, g 100 <sup>-1</sup> g	2.73 a	3.37 b	3.61 c	3.44 b, c	0.054	0.001	0.001	0.001	0.012
Cook loss, %	29.1	28.7	28.8	27.6	0.369	0.306	-	-	-
Juiciness	5.81 a	6.35 a,b	6.84 b	8.13 c	0.163	0.025	0.173	0.031	0.002
Initial tendr	6.56 a	6.67 a	6.81 a	7.65 b	0.102	0.002	0.232	0.189	0.003
Sust. tendr	6.78 a	6.99 a	6.36 a	7.44 b	0.117	0.004	0.277	0.089	0.041
Conn tissue	6.57	6.32	6.45	6.6	0.085	0.605	-	-	-
Beef flavor	6.15	5.93	6.06	6.78	0.027	0.071	-	-	-
Off-flavor	6.27 b	4.92 a	4.73 a	4.55 a	0.107	0.011	0.003	0.245	0.495
Muscle color									
L	34.5 a	34.8 a	37.7 b	39.5 c	0.28	0.001	0.781	0.001	0.001
a*	16.8	16.3	17.5	17.7	0.54	0.519	-	-	-
b*	13.3	12.6	11.2	12.5	0.51	0.337	-	-	-
Subcutaneous fat color									
L	64.2	66.7	65.5	66.3	0.73	0.233	-	-	-
a*	7.5	7.2	6.3	6.8	0.35	0.697	-	-	-
b*	22.6	19.5	21.5	23.3	0.82	0.554	-	-	-

n = 3 (pasture replicates); 3 pasture units treatment<sup>-1</sup> (10 animals in each pasture rep, 30 animals treatment).

ADG = Average daily gain; HCY = Hot carcass weight; REA = Rib eye area; BFT = Backfat thickness; WB = Warner-Bratzler shear force; IMF = Intramuscular fat

a,b,c Row means followed by the same letter do not differ (P>0,05)

g/day. No treatment effects were detected (P>0.306) for HCY, REA, BFT, pH, WB shear force and cooking loss. Treatment effects were detected on IMF content (P<0.001). Alf had a similar content (P=0.183) to Wheat. But the average of grasses differed from Alf (P < 0.001). Rye resulted in the lowest (P < 0.01) content.

Dierking et al. [4] reported effects of forage species on rate of gain and carcass parameters.

No treatment effects were detected (P > 0.337) for a\* and b\* parameters of color of LM. But, treatment effects (P=0.001) were detected for L\*. Treatment Alf had greater (P = 0.001) value for L\* compared with the other ones, and Wheat had greater (P < 0.001) L\* than Rye and Trit. No effects of treatments (P > 0.554) were detected on color parameters L\*, a\* or b\* for subcutaneous fat (Table 1).

Sensory panel detected ( $P < 0.025$ ) treatment effects for juiciness and tenderness. Treatment Alf had greater ( $P < 0.002$ ) juiciness than the other treatments. Among smallgrain treatments, Wheat resulted in greater ( $P = 0.031$ ) juiciness than the average of Rye and Trit (Table 1). On average, LM from Alf animals was found with greater initial ( $P = 0.003$ ) and sustained ( $P = 0.041$ ) tenderness, compared with the other treatments. No treatment effects ( $P = 0.605$ ) were detected on connective tissue estimates that could be associated to tenderness. No effects of treatments were detected ( $P > 0.05$ ) on beef flavor either. But, a treatment effect was detected ( $P = 0.011$ ) on off flavor. Rye resulted in greater ( $P < 0.01$ ) off-flavor than the other treatments.

Over the study, winter annuals did not differ ( $P = 0.348$ ) in DM content (Table 2). Treatment Alf had a greater ( $P < 0.025$ ) content than the grasses. Alf was also greater in CP ( $P < 0.008$ ), and lower in SCH ( $P < 0.035$ ). Wheat had the greatest ( $P < 0.05$ ) SCH over the study. Wheat had the lowest CP SCH<sup>-1</sup> ratio ( $P < 0.025$ ), followed by Trit and Rye. Treatment Alf had the greatest ratio, different from the grasses ( $P < 0.001$ ). Overall, contents of EE and FA did not differ ( $P > 0.128$ ) among treatments. Contents of EE and FA declined over time with plant age ( $P < 0.01$ ) (Data not shown). Among the winter annuals, no species effects ( $P > 0.115$ ) were detected on the main single FA in the lipid fraction. Alfalfa beef was different in the lipid profile from beef from the winter annuals. Compared with grasses, LM of steers from Alf had greater ( $P < 0.01$ ) C16:1, C18:1trans, C18:2c9t11,

C18:3n-3, C20:5n-3, C22:5n-3 and C22:6n-3 and lower C18:1c9 (Data no shown).

No effects ( $P = 0.452$ ) of forage base on SFA and n-6 PUFA ( $P = 0.234$ ) proportions of the LM lipid fraction were detected (Table 3). But, Alf had greater ( $P < 0.001$ ) n-3 PUFA and total PUFA, and lower MUFA ( $P < 0.05$ ) concentrations in the FA fraction, lower ( $P < 0.001$ ) n-6/n-3 ratio, and a greater ( $P < 0.001$ ) contribution of C18:2c11 CLA than the grasses (Table 3). Differences among grasses were minimal. Contents in the muscle (mg 100<sup>-1</sup> g) varied depending on IMF content. Including IMF as co-variate in the model yielded similar results in FA groups as proportions of total FA.

## CONCLUSION

Forage from smallgrain winter annuals and alfalfa are different in nutrient composition and lipid composition, which may in part reflect in lipid profiles of beef. Finishing cattle on smallgrain winter annuals or alfalfa pasture generate different lipid profiles in the IMF of LM. Intramuscular lipid profiles from alfalfa finished beef would have greater PUFA a lower n-6 n-3<sup>-1</sup> ratio and slightly greater content of C18:2c9t11 than from winter annuals. Winter annuals would generate similar FA profiles.

Overall, carcass parameters and quality profiles of beef determined in this study suggest that finishing on smallgrain winter annuals or alfalfa pastures has potential for producing high quality beef. Winter annuals may differ in such a potential. Triticale and wheat pastures would generate

Table 2. Average proximate of forages across the study.

Tabla 2. Analisis proximal y contenido de lípidos de los forrajes.

	Rye	Trit	Wheat	Alf	SEM <sup>2</sup>	Model P-value F > Fo	P- values for contrasts <sup>4</sup>		
							Rye vs Wheat	R&T vs Wheat	Grass vs Alf
Dry matter, %	19.3	18.1	17.2	25.1	0.98	0.003	0.343	0.662	0.025
Crude protein, %	16.8	16.9	17.6	20.9	0.85	0.022	0.581	0.845	0.008
SCH, %	12.0	13.1	16.6	7.6	0.67	0.001	0.001	0.432	0.035
ADF, %	27.0	26.0	24.6	27.3	0.75	0.044	0.251	0.327	0.012
CP SCH <sup>-1</sup>	1.48	1.38	1.10	2.8	0.08	0.002	0.584	0.211	0.001
EE, g kg <sup>-1</sup> DM	26.5	27.5	27.9	28.0	0.67	0.128	-	-	-
FA, g kg <sup>-1</sup> DM	24.7	25.4	25.8	25.6	0.55	0.173	-	-	-

Rye = Cereal rye; Trit = Triticale; Wheat = Wheat pasture; Alf = Alfalfa pasture.

SCH= Soluble carbohydrates; ADF = Acid detergent fiber; CP = Crude protein; EE = Ether extract; FA = Fatty acids

Table 3. Effect of finishing on cereal rye (Rye), triticale (Trit), wheat (Wheat) or alfalfa (Alf) pasture on intramuscular fat content (mg/100 g) and lipid composition of the longissimus muscle of Angus steers.

Tabla 3. Efecto de la terminación sobre centeno (Rye), triticale (Trit), trigo (Wheat) o alfalfa (Alf) sobre el contenido de grasa intramuscular (IMF) (mg/100g) y la composición de lípidos de IMF del longísimus dorsi de novillos Angus.

	Rye	Trit	Wheat	Alf	SEM	Model P-value F > F <sub>0</sub>	P-values for contrasts		
							Rye vs Trit	Rye & Trit vs Wheat	Grasses vs Alf
IMF (g 100 <sup>-1</sup> g)	2.73	3.37	3.61	3.44	0.054	0.001	0.001	0.001	0.012
Proportion of FA (weight, %)									
SFA	45.7	45.8	44.7	45.1	0.394	0.452	-	-	-
MUFA	35.6	35.5	35.9	34.4	0.381	0.024	0.604	0.420	0.004
PUFA	6.8	7.34	7.03	7.79	0.096	0.001	0.023	0.004	0.001
PUFA/SFA	0.15	0.16	0.16	0.17	0.002	0.001	0.088	0.005	0.001
n-6 PUFA	4.63	4.95	4.8	4.71	0.104	0.234	-	-	-
n-3 PUFA	2.17	2.39	2.23	3.08	0.088	0.001	0.337	0.025	0.001
n-6:n-3 ratio	2.13	2.07	2.15	1.53	0.097	0.004	0.801	0.344	0.001
C18:2c9t11	0.67	0.76	0.73	0.84	0.023	0.004	0.022	0.487	0.002
Content (mg 100 <sup>-1</sup> g of muscle)									
SFA	1.246	1.544	1.613	1.549	0.034	0.001	0.001	0.001	0.022
MUFA	0.971	1.196	1.296	1.180	0.022	0.001	0.001	0.001	0.495
PUFA	0.186	0.247	0.254	0.268	0.006	0.001	0.001	0.001	0.002
n-6 PUFA	0.126	0.167	0.173	0.162	0.005	0.001	0.001	0.001	0.099
n-3 PUFA	0.059	0.081	0.080	0.106	0.004	0.001	0.002	0.001	0.001
C18:2c9t11	0.018	0.026	0.026	0.029	0.001	0.001	0.001	0.005	0.001
Content (mg 100 <sup>-1</sup> g of muscle) using IMF as a covariate in the model									
SFA	1.501	1.505	1.469	1.481	0.016	0.430	-	-	-
MUFA	1.170	1.166	1.181	1.129	0.015	0.033	0.676	0.169	0.011
PUFA	0.223	0.241	0.231	0.256	0.003	0.001	0.186	0.054	0.001
n-6 PUFA	0.152	0.163	0.158	0.155	0.004	0.820	-	-	-
n-3 PUFA	0.071	0.079	0.073	0.101	0.004	0.001	0.657	0.183	0.001
C18:2c9t11	0.022	0.024	0.024	0.028	0.001	0.026	0.428	0.514	0.005

n = 3 (pasture replicates); 3 pasture units treatment<sup>-1</sup> (10 animals in each pasture replicate).

Rye = Cereal rye; Trit = Triticale; Wheat = Wheat pasture; Alf = Alfalfa pasture.

IMF = Intramuscular fat; FA= Fatty acids; SFA = Saturated fatty acids; MUFA = Mono-unsaturated fatty acids; PUFA = Poly-unsaturated fatty acids; n-3 = Ω-3 fatty acids; n-6 = Ω-6 fatty acids.

more palatable, and marbled beef than cereal rye, and comparable with alfalfa pasture. Although not detected in shear force, alfalfa finished beef would be the preferred meat by sensory panel.

### Agradecimientos

Assistance of funding bodies, mentors or technical This research was funded by the National Institute of Agricultural Technology (INTA). Authors wish to thank the laboratory and field personnel of INTA Anguil Experiment Station, ITA (Food Technology Institute of INTA) and Carnes

Pampeanas Processing plant, who made this study possible.

### REFERENCES

- AMSA (1995). Research guidelines for cookery sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of meat. Chicago, IL: American Meat Science Association and National Livestock Meat Board.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Bailey, R. W. (1958). Reactions of pen-toses with anthrone.

Biochemistry Journal, 68, 669.

- Cross, H. R., Moen, R., & Stanfield, M. S. (1978). Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. *Food Science and Technology*, 37, 48-54.
  - Descalzo, A. M., Insani, E. M., Biolatto, A., Sancho, A. M., García, P. T., N. A. Pensel, N. A., et al. (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science*, 70, 35-44.
  - Dierking, R. M., Kallenbach, R. I., & Grun I. U. (2010). Effect of forage species on fatty acid content and performance on pasture-finished steers. *Meat Science* 85:597-605.
  - Folch, J., Lees, M. & Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
  - García, P. T., Pensel, N. A., Sancho, A. M., Latimori, N. J., Kloster, A. M., Amigone, M. A., et al. (2008). Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. *Meat Science*, 79, 500-508.
  - Goering, H. K. & Van Soest, P. J. (1970). Forage fiber analyses. Apparatus, reagents, procedures, and some applications. *Agriculture Handbook N° 379*. ARS, USDA, Washington, DC. 20 p.
  - Latimori, N. J., Kloster, A. M., García, P. T., Carduza, F. J., Grigioni, G., & Pensel, N. A. (2008). Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampean region. *Meat Science*, 79, 463-469.
  - 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. *Journal of Animal Science*, 83, 1167-1178.
  - Pariza, M.W., Park, Y., & Cook, M. E. (2001). The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress Lipid Research*, 40, 283-298.
  - Pordomingo, A. J., Grigioni, G., Carduza, F., & Volpi Lagreca, G. 2012. Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: I. Animal performance, carcass and meat quality. *Meat Science*. 90, 939-946.
  - Pordomingo, A. J., Grigioni, G., Carduza, F., & Volpi Lagreca, G. 2012. Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: II. Longissimus muscle proximate composition, cholesterol and fatty acids. *Meat Science*. 90, 947-955.
  - Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M., & de Mattos, D. (2004). Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66, 567-577.
  - SAS (1999). *SAS User's Guide: Statistics (Version 8)*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 3884 p.
  - Scollan, N.D., Choi, N. J., Kurt, E., Fisher, A. V., Enser, M. & Wood, J. D. (2001). Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British Journal of Nutrition*, 85, 115-124.
  - Wood, J.D., Enser, M, Fisher, A. V.; Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I, Hughes, S. I., & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Science*, 78, 343-358.
-

Descalzo, A.M.<sup>1,2</sup>; Nanni, M.<sup>1,2</sup>; Gasparovic, A.<sup>3</sup>; Rossetti, L.<sup>1</sup>; Islas-Trejo, A.<sup>4</sup>; Medrano, J.F. <sup>4</sup>; Pordomingo, A.J.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía y Cs. Agroalimentarias, Universidad de Morón

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Entre Ríos, Gualeguaychú

<sup>4</sup> Department of Animal Science, UC-Davis, Davis, CA, USA

<sup>5</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

## Natural antioxidants incorporated into *longissimus dorsi* muscles of pasture or grain-fed steers and their relation to gene expression

### ABSTRACT

The aim of this work was to study the prooxidant/antioxidant behavior in *longissimus dorsi* (LD) muscle and the concomitant gene expression related to incorporation of antioxidants. Two groups of crossbred steers were fed either pasture (P): reared on small-grain winter pasture and finished on alfalfa pasture or on a corn silage based diet (C): 68% corn silage, 15% sunflower flour, 5% hay, 2% vit/mineral. Significant differences ( $P < 0.05$ ) for  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene were  $2.24 \pm 0.44$  vs.  $1.66 \pm 0.49$ ;  $0.16 \pm 0.04$  vs.  $0.06 \pm 0.02$  respectively for P vs. C samples. No differences were detected for retinol, lutein and  $\gamma$ -tocopherol. Additionally, the effect of diet on antioxidant capacity (AOC) of hydrophilic and lipophilic antioxidants was evaluated using the FRAP-ferric reducing ability. AOC showed similar values for both groups. In addition, AOC values of the hydrophilic antioxidants were significantly higher than lipophilic values. TBARs values were similar for P and C groups in fresh samples. However, after the induction of oxidation with  $\text{FeSO}_4$  and ascorbic acid, P samples showed a higher resistance to oxidation compared with C samples. Gene expression was determined in m-RNA isolated from LD tissue by RT-PCR. Selected genes corresponded to: AOX2P: Non-selenium glutathione phospholipid-peroxidase;  $\alpha$ TAP:  $\alpha$ -tocopherol associated protein;  $\alpha$ -TTP:  $\alpha$ -tocopherol

transfer protein and RBP: retinol binding protein. Transcription assays showed that signals for  $\alpha$ -TAP and  $\alpha$ -TTP were less significant for P compared to C samples. Neither AOX2P nor RBP showed differential expression between diets. Pasture feeding enhanced the resistance to oxidation and could modulate gene expression related to tocopherol incorporation into LD muscle.

### INTRODUCTION

Natural antioxidants are incorporated into meat through dietary delivery. Many studies indicate that pasture feeding and rich-antioxidant supplements are the most important vehicles to enhance the antioxidant activity in muscle tissues [1]; [2]; [3]; [4]. Most of them may enhance or preserve the vitamin E content and its capacity to counteract the prooxidant effect of free radicals. Other authors showed the effectiveness of polyphenol rich extracts combined with vitamin E to enhance the oxidative stability of LT and ST muscles [5]. Polyphenols, vitamin C and E and carotenoids are natural constituents of fresh pasture and this way they may serve to preserve the tissues from lipid and protein oxidation [6]; [7]; [8]; [9]. Once into the tissues, the antioxidant network controls oxidation.

The adsorption of fat-soluble vitamins A, E and carotenoids occur within the small intestine of ruminants. They are incorporated into chylomi-

cons and transported into the liver. In the case of retinol, the retinol-binding protein (RBP) may bind retinol and deliver it from the liver to the tissues. This pathway can be modulated in plasma by dietary vitamin A in calves [10]. In the case of vitamin E, the liver tocopherol-transfer protein ( $\alpha$ -TTP) binds the alpha isomer in a selective way and this is the reason of  $\alpha$ -tocopherol to be the most abundant form of the vitamin E in mammalian tissues. The expression of a cytosolic protein,  $\alpha$ -TAP (SEC-14 like protein), could be related to the intracellular trafficking of vitamin E [11]; [12]. Therefore the incorporation of fat-soluble antioxidants into the muscle can be regulated by specific proteins that incorporate these molecules into the cells.

## MATERIALS AND METHODS

### Animals and diets

Twelve crossbreed steers were grown at INTA Experiment Station located at Anguil, La Pampa Province, Argentina. As growth rate differed for corn silage or pasture-fed animals, the latter continued on trial until slaughter weight was reached. Animals were slaughtered after reaching approximately 480 kg weight. Six animals per group were fed either Pasture (P): reared on small-grain winter annual pasture and finished on alfalfa pasture, or a corn silage based diet (C): 68% corn silage, 15% sunflower flour, 5% hay, 2% vit/mineral. LD samples were kept at  $-80^{\circ}\text{C}$  until analysis. All procedures used complied with national regulations concerning experimentation on farm animals.

### Oxidative stability, antioxidant vitamins and FRAP assay

Oxidation was determined by TBARS in fresh homogenates of LD muscle or after induction with  $\text{FeSO}_4$  and ascorbic acid for 30 min at  $37^{\circ}\text{C}$ . Total antioxidant capacity (AOC) was evaluated using the FRAP-ferric reducing ability assay either in hydrophilic and lipophilic homogenates fractions. Hydrophilic antioxidants were extracted from homogenates (1:2 w/vol) with phosphate buffer 0.05M, pH 7.8. Lipophilic fractions were obtained by extraction of homogenates with acetic-ethanol solution (1:3 vol/vol) [13]. Fat-soluble vitamins were extracted with n-hexane after saponification and determined by HPLC-UV/vis and fluorescence detection as described previously

Table 1. Primers used for m-RNA transcription assays.

Gene/ Accession number		Primer (5'-3')
AOX	F	AGGCATGAGCAACATGACTG
NM_174643	R	AATATCTCCCTCCCCACTG
$\alpha$ -TAP	F	GCATCTATGTCTCTGCGGTTT
AF_432353	R	CCCCAACTGTTGCATCTTCT
$\alpha$ -TTP	F	CACACTGGGACCCAAAAGTT
XM_587081	R	TGAAAGGCATGACGAACTG
RBP	F	AGGACGGGGACCAGTTCTAC
NM_001025343 /AF502256	R	CCCCTCCAGAAGAGTTTGTG

[14]. All chemicals were HPLC grade (J.T. Baker, Argentina). Ascorbic acid, vitamin standards, thiobarbituric acid, ferric chloride, ferrous sulfate and TPTZ were purchased from Sigma-Aldrich, Argentina.

### Gene transcription assays

Gene expression was determined in m-RNA isolated from LD samples by RT-PCR. Selected genes corresponded to: AOX (AOP2): Bos taurus anti-oxidant protein 2 (non-selenium glutathione peroxidase);  $\alpha$ TAP:  $\alpha$ -tocopherol associated protein;  $\alpha$ -TTP:  $\alpha$ -tocopherol transfer protein and RBP: retinol binding protein. The primers were designed at the University of California, Davis and purchased from IDf (CA, USA). As housekeeping genes 18s RNA was used. The later was purchased from Invitrogen (Argentina). NCBI nucleotide bovine database and the Primer 3 program were used to design specific primers (table 1).

Total RNA was extracted with TRIzol reagent (Invitrogen) according to the manufacturer's protocol. cDNA was synthesized using Taqman RT reagents (Applied Biosystems), following the manufacturer's instructions. Semiquantitative expression was determined using the imagine software on gels pictures and each value was standardized to the corresponding 18s signal.

### Statistical analysis

All data were analyzed using one way ANOVA and t statistics for differences between treatments or two-way ANOVA when stated with the SAS, Inc, USA.

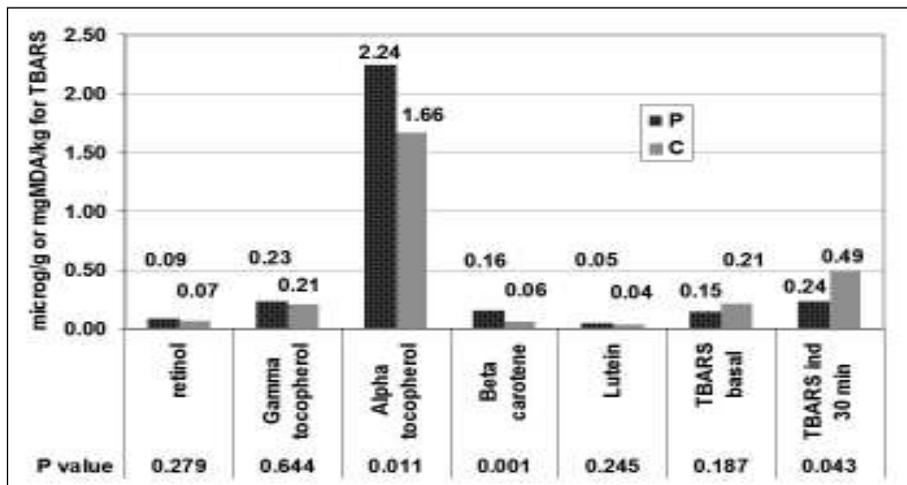


Figure 1.

## RESULTS AND DISCUSSION

Pasture feeding induced higher incorporation of  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene into the LD muscle as compared to concentrate diet. The other antioxidants, retinol, lutein and  $\gamma$ -tocopherol showed no significant differences attributable to the different diets (figure 1). The levels of the fat-soluble antioxidants were lower than the levels reported previously [7]; [8]. This could be the reason why TBARS levels in fresh meat were not significantly different among diets (TBARS basal; figure 1). However, natural antioxidants contributed to counteract the oxidation when ferrous iron and oxygen peroxide were used to induce a Fenton reaction within the homogenates (TBARS induced; Figure 1).

The total antioxidant capacity (AOC) was determined using the FRAP reaction in lipophilic and hydrophilic fractions of beef samples. AOC showed similar values for both groups (table 2). In addition, AOC values of the hydrophilic antioxidants were significantly higher than lipophilic values.

Table 2. Total antioxidant capacity (AOC) using FRAP reaction in lipophilic and hydrophilic meat homogenates.

Diet	AOC	mM/g fresh tissue
Pasture	hydrophilic	13.22 <sup>a</sup>
	lipophilic	8.33 <sup>b</sup>
Corn Silage	hydrophilic	13.44 <sup>a</sup>
	lipophilic	10.36 <sup>b</sup>

a Different letters within column indicate significant differences (P < 0.05)

This result differed from previous results obtained with *Psoas major* samples in a similar experiment [14], where FRAP values were higher in meat from pastured cattle.

Probably, a reaction time of 4 min. for AOC determination resulted scarce for the differentiation of treatments, as stated by other authors [13]. Gene expression assays were performed from the same beef samples which were analyzed for their biochemical properties.

RT-PCRs were performed for each primer set, including the 18s RNA as housekeeping gene to control the endogenous expression.

As shown in Table 3, retinol-binding protein (RBP) expression was similar for both treatments. The result was expected as there were not significant differences in the quantity of this vitamin determined in the samples. A similar result was observed for the antioxidant protein (AOX) similar to glutathione peroxidase non-selenium dependent. m-RNA signals were similar for both treatments. Surprisingly, the expression of  $\alpha$ -Tocopherol transfer protein ( $\alpha$ -TTP) and  $\alpha$ -tocopherol associated protein ( $\alpha$ -TAP or SEC-14 like protein) were lower in pasture samples when compared with corn silage samples.

Table 3. Semi-quantitative m-RNA expression in LD samples related to 18s m-RNA used as housekeeping gene.

Relation	RBP/18s	TTP/18s	AOX/18s	TAP/18s
Pasture	1.09163	0.48830	1.15702	0.94059
Corn Silage	1.18804	0.95912	1.31154	1.17896
P value	0.68435	0.03480	0.18480	0.03124

This result indicates that under productive conditions,  $\alpha$ -tocopherol is transferred into the tissues and that the presence of the alpha isomer within the cells could modulate its own delivery through the expression of specific transporters, depending on the dietary offer of this vitamin. However quantitative Real-time PCR analyzes should be performed on these genes related to tocopherol incorporation into LD tissue.

## CONCLUSIONS

This results present for the first time the expression of tocopherol transport genes in beef samples obtained under productive conditions. The overall antioxidant content in LD muscles was higher in pasture than in corn silage fed cattle, and this condition prevented the oxidation induced by a Fenton reaction in beef samples.

## Acknowledgments

The authors thank the IPCVA (Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina), the University of Morón for supporting the present work as a part of the INTA project PNCAR221. Appreciation is extended to the field personnel of INTA Anguil Experiment Station, who were key at carrying out the field trial of this study.

## REFERENCES

- Arnold, R. N., Arp, S. C., Scheller, K. K., Williams, S. N., and Schaefer, D. M. (1993). Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. *Journal of Animal Science*, 71(1), 105–118. (1)
- Liu, Q., Lanari, M. C., and Schaefer, D. M. (1995). A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *Journal of Animal Science*, 73(10), 3131–3140.
- Lynch, M. P., Kerry, J. P., Buckley, D. J., Faustman, C., and Morrissey, P. A. (1999). Effect of dietary vitamin E supplementation on the colour and lipid stability of fresh, frozen and vacuum-packaged beef. *Meat Science*, 52(1), 95–99.
- O'Grady, M.N., Monahan, F.J., Bailey, J., Allen, P., Buckley, D.J. and Keane, M.G. (1998) Colour-stabilising effect of muscle vitamin E in minced beef stored in high oxygen packs, *Meat Science*, 50(1), 73-80.
- Gobert, M., Gruffat, D., Habeanu, M., Parafita, E., Bauchart, D., and Durand, D. (2010). Plant extracts combined with vitamin E in PUFA-rich diets of cull cows protect processed beef against lipid oxidation, *Meat Science*, 85(4), 676-683.
- Mercier, Y., Gatellier, P., and Renner, M. (2004). Lipid and protein oxidation in vitro, and antioxidant potential in meat from Charolais cows finished on pasture or mixed diet. *Meat Science*, 66(2), 467–473.
- Yang, A., Brewster, M. J., Lanari, M. C., and Tume, R. K. Effect of vitamin E supplementation on [alpha]-tocopherol and [beta]-carotene concentrations in tissues from pasture- and grain-fed cattle, *Meat Science*, 60(1), 35-40.
- Descalzo, A.M., Insani, E.M., Biolatto, A., Sancho, A.M., García, P.T., and 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.
- Insani, E.M., Eyherabide, A., Grigioni, G., Sancho, A.M., Pensel, N.A. and Descalzo, A.M. (2008) Oxidative stability and its relationship with natural antioxidants during refrigerated retail display of beef produced in Argentina, *Meat Science*, 79(3), 444-452.
- Nonnecke, B.J., Roberts, M.P., Godkin, J.D., Horst, R.L., Hammell D.C., and Franklin, S.T. (2001). Influence of Supplemental, Dietary Vitamin A on Retinol-Binding Protein Concentrations in the Plasma of Preruminant Calves and , *J. Dairy Science*, 84(3), 641-648.
- Blatt, D.H., Leonard, S.W, and Traber, M.G. (2001). Vitamin E Kinetics and the Function of Tocopherol Regulatory Proteins. *Nutrition* 17:799–805.
- Stocker, A., Zimmer, S., Spycher, S. E. and Azzi, A. (1999) Identification of a novel cytosolic tocopherol-binding protein: structure, specificity, and tissue distribution. *JUBMB* 48: 49–55.
- Mahecha, L., Nuernberg, K., Nuernberg, G., Martin, J., Hubbermann, E.M., Knoel-ler, S., Claey, E., De Smet, S., and Dan-nenberger, D. (2011) Antioxidant enzyme activities and antioxidant capacity in long-issimus muscle from bulls fed diets rich in polyunsaturated fatty acids, *Food Chemistry*, 127(2), 379-386.
- Descalzo, A. M., Rossetti, L., Grigioni, G., Irurueta, M., Sancho, A. M., Carrete,J., and Pensel, N. A. (2007) Antioxidant status and odour profile in Argentine beef from pasture or grain-fed cattle. *Meat Science* 75: 299–307.

Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; Grigioni, G.<sup>2</sup>; Carduza, F.<sup>2</sup>; Volpi Lagreca, G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

## Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: I. Animal performance, carcass and meat quality

Efecto de la la estrategia de alimentación durante la recría sobre las características de la carne de vaquillonas terminadas en pastoreo:

I. Producción animal, caldiad de la res y de la carne

### ABSTRACT

This research evaluated effects of feedlot backgrounding on 40, 70 or 100% alfalfa hay diets (40hay, 70hay; 100hay, respectively) or pasture grazing (Pasture) before pasture finishing, on performance and beef characteristics of Angus heifers. Ninety six female calves were allocated to the four feeding strategies. Back-grounding took place during 114 days and subsequent pasture finishing over 132 days. Heifers of each strategy were slaughtered after 114 days (end of the feedlot period) and at end of the study when all remaining animals were finished on pasture. Effects of backgrounding were associated with rate of gain. Backgrounding strategies 40hay and Pasture resulted in the best performance. Beef attributes were similar. At the end of the feedlot period, 100hay was smaller and leaner, less tender and less juicy. At the end of the study, Pasture and 40hay heifers had on average the largest back fat thickness and intramuscular fat measurements. No treatment effects were detected for Warner-Bratzler shear force, muscle pH, muscle color and sensory panel attributes.

### INTRODUCTION

Animal performance and beef quality with pasture-based systems are quite variable and affected by the growing-finishing program (Choat et

al., 2003; Neel et al., 2007). Physiological maturity depends on genetics, but the growing program could have a major effect (Owens, Gill, Secrist & Coleman, 1995).

Growth performance and characteristics of beef from pasture- or grain-based finishing systems have been extensively researched (Realini, Duckett, Brito, Dalla Riza & Mattos, 2004; Descalzo et al., 2005; Noci, Monaham, French & Moloney, 2005; García et al., 2008; Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni & Pensel, 2008). Most studies (Realini, Duckett, Brito, Dalla Riza & Mattos, 2004; Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni & Pensel, 2008) have failed to detect major differences between grain and grass-finished cattle in beef tenderness determined by Warner-Bratzler shear force (WB) and sensory panel, for animals of similar age and finishing endpoint.

Pasture finished beef is usually leaner (lower intramuscular fat content) with different lean and colour characteristics than grain-finished cattle at a similar degree of external finish. This includes darker and less red with lower L\*, and a\* values and yellow colored fat (higher b\*) (Realini, Duckett, Brito, Dalla Riza & Mattos, 2004; Dunne, O'Mara, Monaham & Molones, 2006; Duckett, Neel, Fontenot & Clapham, 2009).

There has been limited research on feeding systems that include both, backgrounding and finishing phases with forage- and grain finishing.

Duckett, Neel, Fontenot and Clapham (2009) found no effect of supplementation level during winter backgrounding on beef characteristics of pasture- or concentrate-finished steers. But, effects of backgrounding in confinement on pasture finished beef have not been explored.

The objective of this research was to evaluate the effects of feedlot backgrounding or pasture grazing, before pasture finishing on performance and beef characteristics of Angus heifers.

## MATERIALS AND METHODS

This study was carried out at the Agricultural Experiment Station of INTA Anguil, La Pampa, Argentina, during 246 days, starting in June of 2005 (late fall). Ninety six- female Angus calves ( $196 \pm 13$  days old) weighing  $200.3 \pm 8.9$  kg, were allocated to 4 backgrounding strategies for 114 days, prior to finishing on pasture over a 132 day period.

The backgrounding strategies were based on 100% pasture grazing (no feedlot feeding or supplementation)-Pasture, or the feeding of diets with various amounts of alfalfa hay (AH) and concentrate (C) including 4ohay (40% AH/60% C), 7ohay (70% AH/30% C) and 10ohay (100% AH) (Table 1).

After allocation to strategies, animals from Pasture were grouped and turned out to grazing on pasture, and animals from 4ohay, 7ohay and 10ohay were placed in feeding pens in groups of 4

(6 pens per feeding strategy). Animals backgrounded in pens were offered the respective diets once a day, in excess to voluntary intake. Refusals were removed and weighed every day before feeding. If refusals were below 10% of the feed offered the previous day, diets were adjusted with an additional 10%. Hay was chopped to a 5 to 7.5 mm size for incorporation in the ration. The 4ohay and 7ohay diets were based on whole shelled corn and pelleted sunflower meal. A mineral and vitamin premix was incorporated in powder form. No implant or non-ionophore antibiotics were used. All backgrounding diets fed in feedlot were offered to their respective pens from the first day of the study.

Grazing animals utilized small-grain winter annuals from June 5th through November 4th, and alfalfa pasture from November 5th to the end of the study. Winter annuals were planted in early fall (from March 5th to March 20th) and offered in pure stands of cereal oats, cereal rye, triticale, barley and annual ryegrass. Paddocks were rotationally grazed on a system of 2-day-grazing and 60 to 75 day rest. All paddocks were grazed at the vegetative stage, removing approximately 50% of the standing forage. Paddocks that changed to reproductive stage were removed from the grazing scheme. Cereal oats and cereal rye were used to provide early winter forage; barley and triticale were used to provide late winter forage while annual ryegrass was used for spring pasture. This sequence of winter annuals was planned to offer nutritionally balanced forage and to minimize changes in quality.

Alfalfa pastures were grazed under a 5-day grazing 35-day rest rotational scheme. Available biomass of the alfalfa pasture was  $82 \pm 8\%$  alfalfa (*Medicago sativa* L.),  $13 \pm 5\%$  fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and  $5 \pm 4\%$  (crabgrass -*Digitaria sanguinalis*- + broadleaf weeds). Grazing of alfalfa pasture was initiated at approximate 50% alfalfa flowering (visual estimate) for the first paddock; pastures were then entered at 20 to 25% flowering by visual estimation.

Pasture availability was managed to offer forage (on dry matter -DM- basis) above 8% of the animal's body weight daily to avoid restrictions on voluntary intake. Forage availability and residual forage in the paddocks were estimated before entering and after leaving every paddock by hand

Table 1. Ingredient and proximate composition of feedlot backgrounding diets.

Ingredient composition	40hay	70hay	100hay
Whole shelled corn	45.02	29.5	0
Sunflower meal	11.5	0	0
Alfalfa hay	40	70	100
Urea	0.5	0.5	0
Vitamin & mineral premix	2.98	0	0
Proximate analysis			
Crude protein (%)	15.4	15.8	17.0
ADF* (%)	23.8	32.5	45.1
DM digestibility <sup>‡</sup> (%)	69.3	66.6	58.8
ME* (MJ/kg DM)	10.6	10.2	8.9
*Acid detergent fiber			
<sup>‡</sup> Dry matter digestibility			
*Metabolizable energy concentration (NRC, 1996)			

clipping 5 1-m<sup>2</sup> circles, at 3 cm from ground level. Botanical composition of the clipped forage was determined immediately, with separation into primary forage species prior to weighing separately, and transfer to the laboratory for DM analysis. Every 15 days, a composited sub-sample was saved for chemical analysis. Feeds offered in confinement were also sampled every 15 days and a composited sample was generated by individual ingredient and total mixed ration.

Feed intake in pens was measured by pen and determined as the average of the four animals for each pen. Orts were subtracted from the amount of feed offered the previous day (previous adjustment of DM content of feed and orts) and the resulting figure divided by the number of animals in the pen. Feed supplied and residual were measured every day. Animals were individually weighed using an electronic scale on days 0, 57, 114, 155, 181 and 246 of the study, after a 17-hour fast with no access to food.

### Slaughter and sampling

Two slaughters were established for assessment of meat characteristics. The first slaughter was performed after 114 days of the study which was considered the end of the backgrounding fee-

ding phase. Twelve heifers of each treatment were randomly selected and harvested regardless of degree of finish. This slaughter was conducted to determine how hay content affected carcass quality characteristics of the confinement-fed heifers (4ohay, 7ohay and 10ohay) versus the pastured animals (Pasture) of similar age. The remaining 12 animals of each treatment were slaughtered and the end of the 132-day pasture finishing period (final slaughter) when animals from Pasture were considered finished by visual observation of commercial buyers and the study was completed. All animals were harvested the same day to minimize age effects and allow for residual effects of the backgrounding phase.

Each slaughter took place at a federally inspected commercial abattoir, 115 km from the Experiment Station. After final weighing and before shipping, animals were kept 2 days on the respective diets to recuperate from fasting. Animals were moved and handled under a low-stress handling protocol. Eight hours of lariate were provided to the cattle after arrival at the abattoir before processing. After slaughter, carcasses were individually graded, weighed to determine hot carcass weight (HCW) and chilled at 20C. Forty eight hours after slaughter, a rib section encom-

Day of study	Backgrounding on			Pasture grazing	SE <sup>f</sup>
	40hay	70hay BW (kg)	100hay		
0	189.2	190.3	189.5	189.9	5.63
114*	298.9 c	258.8 b	236.5 a	283.0 c	7.57
181	345.3 c	315.8 b	294.1 a	337.9 c	5.32
246	394.1 c	369.1 b	352.6 a	392.6 c	6.78
Period	ADG (g/day)				
Backgr. period †	962 d	601 b	412 a	817 c	17.5
Finishing period ‡	721 a	835 b	879 c	830 b	25.8
Overall	833 c	727 b	663 a	824 c	21.6
SE <sup>§</sup>	22.1	18.9	25.2	23.7	
P =	0.001	0.001	0.001	0.647	

Table 2. Effect of increasing content of hay in feedlot, compared with pasture grazing during backgrounding on performance of pasture finished Angus heifers.

4ohay = 40% alfalfa hay (AH) – 60% concentrate (C); 7ohay = 70% AH-30% C; 10ohay = 100% AH

\* Last day for feedlot phase and day 0 for grazing phase of feedlot backgrounding strategies

† Backgrounding period: 114 days of study; n = 24

‡ 132 days on pasture for feedlot backgrounding strategies; n = 12

SE<sup>f</sup> = Standard error of treatment means in rows

SE<sup>§</sup> = Standard error of treatment means in columns for ADG comparisons of confinement phase versus grazing phase, within backgrounding strategy.

a, b, c, d Treatment means followed by a different letter in rows differ P < 0.05.

passing the 10th to 13th ribs was removed from the left side of each carcass. The rib sections were individually identified, bagged, vacuum packaged and kept for an additional 24-hour period at 20C. After chilling for 96 hours, rib sections were frozen and stored at -200C for subsequent analysis.

### Rib eye measures

Rib sections were split between the 12th and 13th rib using an electric saw. The 12th/13th rib interface was used for measuring back fat thickness (BFT), width and length of the ribeye using a ruler with a digital planimeter used for measuring *longissimus dorsi* muscle (LM) area (REA).

### Determination of instrumental tenderness and cooking loss

Steaks from the 13th rib were used in determination of Warner-Bratzler shear force (WB). A 2.5-cm thick steak was made from each frozen rib section with an electric saw. Steaks were allowed to thaw for 24 h at 4 oC and to bloom at room temperature for 4 h. After thawing, steaks were deboned, trimmed of subcutaneous fat and epimysium, weighed and grilled on a preheated Philips electric grill until internal temperature reached 710C (AMSA, 1995). Cooked steaks were weighed and cooled to less than 100C. Eight 1.3-cm wide cores were obtained from LM section, parallel to muscle fibers. Each core was sheared once across the middle, perpendicular to the long axis, using a Warner-Bratzler shear machine (model 300; G-R Manufacturing Co., Manhattan, Kansas, USA). Shear force was expressed in Newton (N). Cooking loss was determined by dividing the weight loss during cooking by the precooked weight and reported as a percentage.

### Muscle pH and color

Steaks from the 12th rib were thawed for 24 h at 40C and allowed to bloom at room temperature for 4 h. Muscle pH was measured using a pH meter (Thermo Orion model 420, USA), with a standardized combination electrode and 4.0 and 7.0 buffers for calibration. The electrode was inserted into the core of the LM section, parallel to the LM fibers.

Color determinations were performed on steaks from the 13th rib prior to processing for WB shear force. A B-K Gardner Color Vie Spectrophotometer (model 9000, USA) was used, according to AMSA (1995). The CIE Lab System was implemented, which provided the values for color components: L\* (black-white, lightness) and the chromatic co-ordinates a\* (+ to - from red to green) and b\* (+ to -, from yellow to blue component). Instrumental conditions included a 5-cm diameter aperture, D65-artificial and 100 standard angle observer. The measuring aperture was covered with a glass plate (B-K Gardner Inc, USA), and the instrument was calibrated against a white plate. Each sample was allowed to bloom for 45 min, prior to the first measurement, and 4 scans from each steak were averaged.

### Sensory panel analysis

The 11th rib sections were used to prepare steaks (2.5-cm thick) to be used in sensory evaluation. Once thawed (as previously described), the steaks were deboned, weighed and placed in a pre-heated electric grill until they reached a final internal temperature of 71 ± 0.5 oC (AMSA, 1995). After cooking, each steak was trimmed of fat and connective tissue, and the LM section was cut into

Table 3. Effect of increasing content of hay during the 114-day feedlot backgrounding period on dry matter intake (DMI), dry matter intake on body weight basis (DMIBW), metabolizable energy intake (MEI) and feed efficiency (FE) of Angus heifers.

	40hay	70hay	100hay	SE	Linear
DMI (kg/d)	7.35 b	7.01 ab	6.69 a	0.177 *	
DMIBW (g/kg BW)	30.1	31.2	31.4	0.160 ns	
MEI (MJ/d)	77.8	71.6	59.4	2.331 **	
FE (DMI/ADG)	7.6 a	11.7 b	16.2 c	0.671 **	

n = 6 pens (4 heifers/pen); 40hay = 40% alfalfa hay (AH) – 60% concentrate (C); 70hay = 70% AH- 30C; 100hay = 100% AH; ADG = Average daily gain; SE = Standard error or treatment means  
a, b, c Row means followed by different letter in rows differ P < 0.05; Linear = Probability of a linear response using con-trasts; ns = Non significant (P > 0.05) ; \* P < 0.05 ; \*\* P < 0.01

1-cm<sup>3</sup> cubes and immediately served to an eight-member trained sensory panel (Cross, Moen & Stanfield, 1978; AMSA, 1995). Each panel member evaluated two random cubes of each steak in a booth supplied with green light (ISO 8589, 1988). Panel members were provided with an evaluation form, salt free crackers and distilled water to rinse the palate. The samples were evaluated using a nine-point non-structured linear scale for juiciness (1 = extremely dry, 9 = extremely juicy), initial and sustained tenderness (1 = extremely tough, 9 = extremely tender), beef flavor (1 = extremely bland, 9 = extremely intense), and

amount of connective tissue (1 = very much, 9 = none). Panel members were also asked to report the description and the intensity of off-flavors on a 9-point scale (0 = none, 1 = extremely slight off-flavor to 8 = intense off-flavor).

#### Chemical analysis of forage and feed samples

Forage samples were dried at 60°C for 96 hours to constant weight in a forced air oven (AOAC, 1992). The composited feed and forage samples were analyzed for acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber content (NDF) using the methods of Goering & Van Soest (1970),

Table 4. Effect of increasing content of hay in feedlot, compared with pasture grazing during backgrounding on carcass characteristics of pasture finished Angus heifers.

	40hay	Backgrounding on		Pasture grazing	SE <sup>ε</sup>
		70hay	100hay		
At the end of the backgrounding phase <sup>1</sup>					
Hot carcass weight (kg)	173.0 d	142.5 b	125.3 a	162.5 c	2.72
RE length (cm)	9.58 b	9.71 b	9.02 a	9.60 b	0.186
RE width (cm)	5.62 b	5.68 b	5.01 a	5.73 b	0.159
REA (cm <sup>2</sup> )	54.5 b	54.7 b	51.2 a	55.8 b	1.562
BFT (mm)	8.24 c	6.46 b	2.53 a	5.77 b	0.379
IMF (%)	2.79 b	2.66 b	2.04 a	2.83 b	0.293
At the end of the 132-day pasture finishing period <sup>2</sup>					
Hot carcass weight (kg)	236.0 c	216.8 b	194.5 a	233.7 c	2.49
RE length (cm)	11.2 b	11.7 b	10.0 a	11.0 b	0.211
RE width (cm)	5.89 b	5.73 b	5.54 a	5.75 b	0.102
REA (cm <sup>2</sup> )	67.4 b	66.8 b	55.7 a	62.3 b	1.373
BFT (mm)	9.3 c	7.4 b	3.8 a	8.2 bc	0.426
IMF (%)	3.02 b	3.19 b	2.31 a	3.26 b	0.255
SE <sup>δ</sup>					
Hot carcass weight, kg	2.91 **	2.63 **	1.97 **	2.40 **	
RE length (cm)	0.114 *	0.161 *	0.183 *	0.149 *	
RE width (cm)	0.188 ns	0.161 ns	0.195 *	0.177 ns	
REA (cm <sup>2</sup> )	1.31 **	1.47 **	1.159 *	1.35 **	
BFT (mm)	0.33 **	0.29 *	0.41 **	0.37 **	
IMF (%)	0.181	0.127 *	0.139 *	0.105 *	

n = 12; 40hay = 40% alfalfa hay (AH) – 60% concentrate (C); 70hay = 70% AH:30% C; 100hay = 100% AH; Pasture = 100% pasture grazing;

<sup>1</sup> After 114 days of study; <sup>2</sup> End of study (246 days)

SE<sup>ε</sup> = Standard error of treatment means in rows; SE<sup>δ</sup> = Standard error for mean comparisons between slaughters within backgrounding strategy, followed by statistical significance: \* = P < 0.05, \*\* = P < 0.01 and ns = non significant (P > 0.05)

<sup>a, b, c</sup> Backgrounding strategy means followed by different letter in rows differ P < 0.05

RE = Rib eye; BFT = Back fat thickness; IMF = intramuscular fat of *longissimus dorsi* at 11th rib-section

and crude protein (CP) determined as Kejdahl N x 6.25 according to AOAC (1992). In addition, forage samples were analyzed for water soluble carbohydrate content (Bailey, 1958; Ovejero, 1987). Concentration of metabolizable energy (ME) of feeds and forages was estimated according to NRC (1996) equation. Ingredient composition and proximal analysis of feedlot backgrounding diets are presented in Table 1 and forage availability estimates and nutritional composition of forages are presented in Table 2.

### Statistical analyses

Data were analyzed with a model including a complete randomized design with backgrounding system and slaughter number in factorial arrangement, using GLM procedures of SAS (SAS, 1999). Animal was the experimental unit for weight, ADG, and carcass and beef quality parameters. Pen was the experimental unit for intake and feed efficiency for feedlot backgrounding data. Least square means were generated and separated using PDIFF option of SAS. Linear and quadratic contrasts were applied on the effect of level of hay in the diet during backgrounding (Bon-ferroni; SAS, 1999). Comparisons between slaughters within backgrounding strategies were preplanned, relevant to monitoring changes in beef attributes as diets changed.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Effects on animal performance

Backgrounding diets fed in confinement supplied less ME as hay content increased (Table 1). The diet of 10ohay had the least ME concentration. Although quality of pasture varied over time (Table 2), the sequence of pastures provided forage of consistent quality (above 65% DMD). Crude protein supplied was moderate but not limiting of animal performance according to NRC (1996) equations. After June, SCH increased and remained high in the winter annual pasture. Contents of SCH and CP for winter annuals, similar to contents reported here, were correlated with high gains (Pordomingo, A. J., Pordomingo, A.B. & Juan, 2007). According to NRC (1996) equations, estimated ME of forages grazed in this study (Table 2) allowed for weight gains greater than 700 g/day. Estimates were numerically similar, or at times greater than ME concentration of rations fed to

7ohay and 4ohay backgrounding strategies during the confinement phase (Table 1).

Forage availability was greater than 1000 kg DM/ha at all times (average = 1449 kg DM/ha) and use efficiency below 0.65 over the entire trial (average 0.56), which suggest that intake was not limited by forage supply. (Removed forage was always above 34 g DM/100 kg of body weight.)

Live weight and weight gain (ADG) data are presented in Table 2. The amount of hay in the diet was linearly ( $P < 0.001$ ) related to the decrease in ADG during the 114-day confinement backgrounding period (backgrounding phase). During the same period, ADG for Pasture cattle was greater ( $P < 0.021$ ) than cattle from 7ohay and 10ohay. Over the 132-day finishing period of pasture grazing, ADG of 7ohay, 10ohay and Pasture did not differ ( $P = 0.378$ ) and it was 127g greater ( $P < 0.05$ ) than ADG of 4ohay. Similar results on effects on animal performance of abrupt shifts from confinement feeding to pasture grazing were observed in previous studies of our research group (Pordomingo et al., 2007; 2009).

However, ADG for 4ohay during the feedlot backgrounding period compensated for the lower performance on pasture. For the length of the study, ADG was similar ( $P = 0.792$ ) between 4ohay and Pasture, while lowest ( $P < 0.011$ ) for 10ohay (Table 2). Daily gains of 7ohay and 10ohay improved ( $P < 0.001$ ) during the grazing period as compared to gains during the backgrounding period. A compensatory growth effect was present for 10ohay; which produced greater ( $P < 0.048$ ) ADG, compared with the others during the last 136 days on pasture. However, this was only a partial compensation as body weight at the end of the study was lowest ( $P < 0.012$ ) for 10ohay, followed by 7ohay, with both, 10oha and 7ohay, having lower ( $P < 0.05$ ) final body weight than 4ohay or Pasture. There was no difference in body weight ( $P = 0.673$ ) between 4ohay and Pasture at the end of the study. These findings agree with results of Neel et al. (2007), who reported that compensatory gain during finishing could not make up fully for the previous low rates of gain.

The effects of increasing amount of hay during backgrounding in feedlot on intake and feed efficiency are presented in Table 3. Dry matter intake decreased linearly ( $P < 0.05$ ) with increasing content of hay in the diet. In contrast, there were no differences ( $P = 0.510$ ) across diets when DMI was

expressed relative to body weight (DMI/BW). Similarly, a linear response was detected ( $P < 0.01$ ) for feed efficiency (DMI/ADG). As the amount of hay increased in the diet the animals converted feed into gain with lower efficiency, which could be attributed to the reduction in ME concentration.

### Effects on carcass characteristics

Although no interactions between the main effects on carcass characteristics were detected ( $P > 0.05$ ), data is reported by slaughter to visualize changes from the first to the second slaughter. All backgrounding strategies generated different ( $P < 0.01$ ) HCW at the second slaughter, performed at end of the backgrounding phase. Carcasses were heaviest ( $P < 0.05$ ) for 4ohay and the weight declined ( $P = 0.034$ ) as hay increased in the backgrounding diet. Carcasses of Pasture cattle were intermediate between those from 4ohay and 7ohay cattle. Length and width of RE and REA were similar ( $P > 0.255$ ) for 4ohay, 7ohay and Pasture at this slaughter. In contrast, muscle size estimates were smaller ( $P < 0.05$ ) for 10ohay compared with the other treatments. These differences are most likely due to the lower ADG and body weight for 10ohay cattle (Table 3). No differences were detected ( $P > 0.307$ ) among the other backgrounding strategies for the same variables at this point.

Feeding strategy effects were detected ( $P < 0.05$ ) for BFT and IMF at the first slaughter (Table 4). Across the feedlot-fed backgrounding diets, BFT declined linearly ( $P < 0.01$ ) with hay content. In turn, Pasture and 7ohay had similar ( $P = 0.211$ ) BFT. Back fat thickness and IMF were lowest ( $P < 0.05$ ) for 10ohay. No differences were detected ( $P = 0.452$ ) in IMF among the other strategies (Table 5). These findings are in agreement with previous reports (Duckett, Neel, Sonon, Fontenot, Clapham & Scaglia, 2007; Realini, Duckett, Brito, Dalla Rizza and Mattos, 2004; Byers, 1982). Byers (1982) concluded that lipid deposition is directly related with energy intake. In our study, BFT was linearly related to intake of ME (MEI) ( $BFT = 51.1 + 3.21 \cdot MEI$ ;  $r_2 = 0.998$ ;  $P = 0.021$ ) for confinement-fed backgrounding strategies at intermediate slaughter. A similar trend was detected ( $P = 0.113$ ) for IMF.

Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni and

Pensel (2008) detected differences in IMF content also, comparing pasture- and grain-fed beef. Interestingly, they found pasture-grazed steers have even greater IMF when supplemented with corn grain at 1% of BW level. In the same study, no differences in marbling score among 100% pasture-, pasture and grain supplemented- or feedlot-fed steers were detected. Their study went for a longer period of time and targeted for a heavier slaughter weight than ours.

At the end of the study (after the 132-day pasture finishing period), HCW of 4ohay and Pasture did not differ ( $P > 0.625$ ). On average, carcasses of these two treatments were heavier ( $P < 0.05$ ) than carcasses from 7ohay and 10ohay. Strategy 10ohay had the lightest ( $P < 0.05$ ) HCW (Table 5). Back grounding strategies, 4ohay, 7ohay and Pasture did not differ ( $P > 0.220$ ) in RE length, RE width, REA and IMF (Table 5). On average, steaks from 10ohay had shorter ( $P < 0.05$ ) RE length and RE width, and smaller ( $P < 0.05$ ) REA than steaks from the other backgrounding strategies. These results suggest that the slower rate of growth for 10ohay during backgrounding was not fully compensated during the finishing phase on pasture which reflected in lighter, smaller and leaner carcasses.

Although having performed at a lower ADG during the finishing phase on pasture, animals from 4ohay had similar ( $P = 0.199$ ) BFT to animals from Pasture at the end of the study. Similarly 7ohay was similar ( $P = 0.342$ ) to Pasture in BFT.

Lunt et al. (1985) reported no differences in carcass fatness between pasture and concentrate fed cattle slaughtered at a similar final weight. Back fat thickness decreased ( $P < 0.01$ ) with increased hay content during the backgrounding phase.

Improved gains during grazing were apparently not sufficient for 10ohay to reach muscle size, BFT and IMF of the other strategies. The present experiment, therefore, suggests that performance during backgrounding could affect muscle size, BFT and IMF of pasture finished animals. Duckett, Neel, Sonon, Fontenot, Clapham and Scaglia (2007) found the same relationship between growth rate during the stocker phase and IMF in feedlot finished steers. Conversely, they found no relationship of stocker gains with IMF of pasture finished animals. It should be noted,

however, that animals in the experiment cited were leaner at slaughter than animals from this experiment.

Animals from the final harvest (132 older) had greater ( $P < 0.05$ ) HCW, RE length, REA and BFT than animals from the first harvest. Intramuscular fat content was similar between harvests ( $P > 0.146$ ) for 40hay, 100hay and Pasture strategies. Only 70hay animals had a significant increase ( $P = 0.0381$ ) in IMF from the slaughter performed at the end of the backgrounding phase to the final slaughter. Increase in carcass size and would be expected as animals grow. But, fat deposition is

related to energy surplus beyond needs for growth. Animals from this study had noticeable BFT but such a degree of outside fatness correlated poorly with IMF ( $r = 0.204$ ;  $P = 0.207$ ). It could be suggested that the combination of genetics and age at slaughter are at least partially responsible for this outcome. Robelin (1981, 1986) suggested a linear increase for IMF while and exponential increase in BFT takes place in well fed cattle.

#### Effects on WB shear force (WB) and cooking loss

No significant interactions between slaughters were detected ( $P > 0.05$ ) for WB and cooking loss,

Table 5. Effects of increasing content of hay in feedlot, compared with pasture grazing during backgrounding on beef quality of pasture finished Angus heifers.

	Backgrounding on			Pasture grazing	SE <sup>f</sup>
	40hay	70hay	100hay		
At the end of the backgrounding phase <sup>1</sup>					
WB shear force (N)	29.1 a	29.7 ab	32.7 b	29.4 a	1.235
Cooking loss (%)	34.3	35.8	35.2	35.3	0.478
pH	5.63	5.68	5.70	5.65	0.038
L*	38.2 b	37.3 a	37.2 a	37.9 b	0.209
a*	16.8 a	17.0 a	17.7 b	17.1 a	0.192
b*	14.8 a	15.2 ab	15.3 b	15.6 b	0.157
At the end of the 132-day pasture finishing period <sup>2</sup>					
WB shear force (N)	26.0	27.7	28.7	28.4	1.833
Cooking loss (%)	28.7 a	29.31 a	31.2 b	28.2 a	0.601
pH	5.58	5.62	5.56	5.62	0.044
L*	35.8	36.0	36.3	36.2	0.236
a*	16.8	16.6	15.9	16.2	0.212
b*	15.4 a	15.8 a	15.7 a	16.3 b	0.181
SE <sup>g</sup>	1.121*	1.045 ns	1.314 **	1.252 ns	
Cooking loss (%)	0.365 **	0.448 **	0.682 *	0.522 **	
pH	0.053 ns	0.068 ns	0.061 ns	0.042 ns	
L*	0.244 **	0.251 **	0.202 *	0.219 **	
a*	0.176 **	0.207 **	0.211 **	0.195 **	
b*	0.199 *	0.168 *	0.174 ns	0.193 *	

n = 12

40hay = 40% alfalfa hay (AH) – 60% concentrate (C); 70hay = 70% AH-30% C; 100hay = 100% AH; Pasture = 100% pasture grazing

<sup>1</sup> After 114 days of study.

<sup>2</sup> End of study (246 days).

SE<sup>f</sup> = Standard error for means in rows

SE<sup>g</sup> = Standard error for mean comparisons between slaughters within backgrounding strategy, followed by statistical significance:

\* =  $P < 0.05$ , \*\* =  $P < 0.01$  and ns = non significant ( $P > 0.05$ ).

BFT = Back fat thickness

<sup>a, b</sup> Backgrounding strategy means followed by different letter in rows differ  $P < 0.05$

but trends were noted ( $P < 0.113$ ). Effects of backgrounding strategies were detected ( $P < 0.05$ ) for WB at the end of the 114-day backgrounding phase (Table 5). On average, steaks from 10ohay required greater ( $P < 0.05$ ) WB than steaks from 4ohay and Pasture, but did not differ from 7ohay ( $P = 0.135$ ). Conversely, no treatment effects were detected ( $P > 0.441$ ) in WB at the end of the study. Scientific literature is not conclusive regarding tenderness and finishing systems. Several studies (Mitchell, Reed & Rogers, 1991; Bennett et al., 1995; Hedrick et al., 1983) reported pasture finished beef less tender than concentrate finished. However, significant amount of research (Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni & Pensel, 2008; Duckett, Neel, Sonon, Fontenot, Clapham & Scaglia, 2007, Mandell, Buchanan-Smith & Campbell, 1998) have found no differences in WB ratings between feedlot-fed and pasture fed beef when animals were finished to similar age or fatness endpoint. No differences in WB values between steaks from concentrate- and pasture-finished steers despite differences in carcass weight, fatness and temperature during chilling have been reported (Realini, Duckett, Brito, Dalla Rizza & Mattos, 2004).

Interestingly, steaks from final slaughter across all backgrounding strategies required similar ( $P = 0.065$ ) WB than steaks from the slaughter at the end of the backgrounding phase, which were harvested from animals 4.5 month younger on average. Pasture and 7ohay showed similar WB values between slaughters ( $P = 0.579$  and  $0.171$ , respectively); while a decrease in WB was observed for 4ohay and 10ohay ( $P = 0.054$  and  $0.008$ , respectively) (Table 5). It should be pointed that animals from the final slaughter had greater ( $P < 0.05$ ) IMF than animals from the intermediate slaughter.

Effects of backgrounding strategy on cooking loss of beef from the intermediate slaughter were not detected ( $P = 0.243$ ), but effects were detected ( $P = 0.031$ ) in beef from the final slaughter (Table 6). Beef from strategy 10ohay had greater loss than beef from the others ( $P < 0.037$ ). Cooking loss from LM steaks of the final slaughter was on average 16% lower than from steaks of the intermediate slaughter for all strategies ( $P = 0.051$ ). Previous research has reported a positive correlation between IMF and water holding capacity of muscles (Savell, Cross & Smith, 1986).

## Effects on color and pH

No differences were detected ( $P = 0.377$ ) in LM pH across backgrounding strategy at the end of the back grounding phase (Table 5). At this point, LM  $L^*$  differed ( $P < 0.05$ ) among treatments. Strategies 4ohay and Pasture had higher  $L^*$  ( $P < 0.05$ ), compared to 7ohay and 10ohay. Feeding strategy 10ohay had the lowest values. Redness ( $a^*$ ) of LM samples increased ( $P < 0.05$ ) with the proportion of hay in the diet. Pasture yielded an intermediate value, similar ( $P = 0.376$ ) to 4ohay and 7ohay. Bidner et al. (1986) and Bennett et al. (1995) reported darker color scores for pasture vs grain fed lean beef. Yellowness ( $b^*$  value) of LM was greater ( $P < 0.05$ ) for Pasture vs 4ohay, and similar ( $P = 0.310$ ) to 7ohay and 10ohay. These results differ from findings of Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni and Pensel (2008), Duckett, Neel, Sonon, Fontenot, Clapham and Scaglia (2007), and Realini, Duckett, Dalla Rizza and Mattos (2004), who did not detect differences in  $b^*$  between pasture- and grain-fed beef.

A decrease ( $P < 0.034$ ) in beef  $L^*$  with increasing hay in the diet for the slaughter of end of the backgrounding phase was detected in the present study. Other studies found pasture finished beef darker (lower  $L^*$ ) and less red ( $a^*$ ) than concentrate fed cattle (Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni & Pensel, 2008; Realini, Duckett, Brito, Dalla Rizza & Mattos, 2004; McCaughey & Clipef, 1996; Bidner et al., 1986; Bennett et al., 1995; Duckett, Neel, Fontenot & Clapham, 2009; Dunne, O'Mara, Monahan & Molones, 2006). The cited studies, however, differ greatly from ours in age and weight at slaughter.

No backgrounding strategy effects ( $P > 0.240$ ) were detected in LM pH at the end of the study (Table 5). Similarly, various studies did not detect differences in LM pH between concentrate or pasture fed cattle (Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni & Pensel, 2008; Bidner et al., 1986; Morris, Purschas & Burnham, 1997; Realini, Duckett, Brito, Dalla Rizza and Mattos, 2004). In contrast, Duckett, Neel, Fontenot and Clapham (2009) found greater LM pH in pasture finished steers. The authors attributed this difference to the possibility of lower gluconeogenic substrate, thus, lower glycogen available in LM of pasture fed cattle.

Likewise, no backgrounding strategy effects were detected in color estimates ( $P > 0.226$ ) for

LM L\* and a\* factors (Table 6) after finishing on pasture. Lack of differences in L\* factor would be consistent with lack of effects in pH. Cornforth (1994) noted the influence of muscle pH with light scatter at the cut surface. Increased pH favors oxygen consumption and water holding capacity, which reduces the oxymyoglobin layer and less scatter of incident light. Bidner et al. (1986) and Dunne, O'Mara, Monahan and Molones (2006) found higher myoglobin or heme pigments in LM of forage-finished steers, when fattened to a similar degree.

At the end of the study, no effects ( $P = 0.532$ ) were detected in LM pH, L\* or a\*. But, backgrounding strategy affected ( $P = 0.042$ ) the LM b\* factor. After finishing for 132 days on pasture, Pasture had higher ( $P < 0.05$ ) b\* values in LM than 4ohay. Strategies 7ohay and 10ohay did not differ ( $P > 0.151$ ) from Pasture. Realini, Duckett, Dalla Rizza and Mattos (2004) failed to detect differences between concentrate and pasture finished cattle in LM b\*. Other research found a lower LM b\* value for pasture vs concentrate finished steers (Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni & Pensel, 2008; Duckett, Neel, Sonon, Fontenot, Clapham & Scaglia, 2007). The same authors found a greater b\* value for subcutaneous fat of pastured steers. Increased yellowness is associated with increased deposition of beta carotene (Simonne, Green & Bransby, 1996; Bennett et al., 1995; Yang, Lanari, Brewster & Tume, 2002 a, b), and carotene deposition is largely dependent on intake of carotenoids. Although hay has lower carotene content than fresh pasture (Tume & Yang, 1996), heifers in this study were exposed to different levels of carotene intake content during backgrounding (as treatments varied in hay level or animals were exposed to grazing).

### Sensory panel

Interactions between backgrounding strategy and slaughter were detected ( $P < 0.05$ ) for initial and sustained tenderness. Sensory panel failed to detect ( $P > 0.118$ ) differences in tenderness between slaughters for strategies that included confinement feeding during backgrounding. But, a slight decline in tenderness score was detected ( $P < 0.045$ ) for Pasture.

Sensory panel detected 10ohay less tender ( $P < 0.05$ ) than the other backgrounding strategies

at the slaughter at the end of the backgrounding phase (Table 6). At that point, no differences were noted ( $P > 0.248$ ) among 4ohay, 7ohay and Pasture for initial and sustained tenderness scores. At the end of the study, no backgrounding strategy effects on initial and sustained tenderness score were detected ( $P > 0.437$ ) (Table 6).

No interactions ( $P = 0.366$ ) on flavor scores were detected between slaughters and backgrounding strategies. Slaughter had no effect ( $P = 0.765$ ) on flavor (Table 6). No backgrounding strategy effects were detected ( $P > 0.05$ ) in beef flavor at first slaughter. Previous studies reported lower beef flavor and greater off-flavor scores in forage-finished compared with concentrate finished beef (Duckett, Neel, Fontenot & Clapham, 2009; Mandell, Buchanan-Smith & Campbell, 1998). But these studies harvested older and fatter animals than the animals harvested at end of the backgrounding phase in our study.

At the end of the study, all backgrounding strategies were similar ( $P > 0.465$ ) in beef flavor (Table 6). Similarities in IMF content of LM across feeding strategies may be partially responsible for the lack of differences in flavor. A positive correlation between IMF and beef flavor, and a negative correlation with off-flavor was proposed by Duckett, Neel, Fontenot and Clapham (2009), who suggested that IMF content influences sensory perception of flavors. Moreover, length of aging period could be a major factor at developing beef flavor intensity and off-flavor differences (Duckett, Neel, Fontenot & Clapham, 2009). In contrast with the cited research where beef was aged for 14 days, steaks from the present study were minimally-aged (beef was chilled during 96 hours after harvest and frozen), which could also explain the lack of differences among backgrounding strategies at intermediate slaughter.

No interactions ( $P = 0.068$ ) between slaughter and backgrounding strategy were detected for juiciness scores. At the end of the backgrounding phase, backgrounding strategies 4ohay, 7ohay and Pasture had similar juiciness scores ( $P > 0.292$ ), and different ( $P < 0.05$ ) from 10ohay, which was less juicy. Duckett, Neel, Fontenot and Clapham (2009) found greater juiciness scores for steaks from concentrate- vs pasture-fed steers. Their study, however, compared steaks with 2.3 and 4% intramuscular fat from pasture and con-

Table 6. Effects of increasing content of hay in feedlot, compared with pasture grazing during backgrounding on sensory quality of pasture finished Angus heifers.

	Backgrounding on			Pasture grazing	SE <sup>c</sup>
	40hay	70hay	100hay		
At the end of the backgrounding phase <sup>1</sup>					
Initial tenderness	6.80 b	7.10 b	6.37 a	6.95 b	0.103
Sustained tenderness	6.93 b	7.12 b	6.42 a	7.24 b	0.096
Beef flavor	6.02	6.07	6.05	6.23	0.175
Juiciness	6.60 b	6.45 b	5.36 a	6.45 b	0.276
Connective tissue	6.56	6.45	6.51	6.48	0.115
At the end of the 132-day pasture finishing period <sup>2</sup>					
Initial tenderness	6.62	6.72	6.30	6.62	0.125
Sustained tenderness	6.88	6.74	6.45	6.60	0.098
Beef flavor	6.03	6.18	6.22	6.10	0.144
Juiciness	6.33 b	6.48 b	5.30 a	6.29 b	0.168
Connective tissue	6.54	6.55	6.49	6.54	0.141
SE <sup>d</sup>					
Initial tenderness	0.104 ns	0.098 ns	0.121 ns	0.087 *	
Sustained tenderness	0.125 ns	0.105 ns	0.114 ns	0.102 *	
Beef flavor	0.201 ns	0.188 ns	0.195 ns	0.173 ns	
Juiciness	0.257 ns	0.235 ns	0.281 ns	0.269 ns	
Connective tissue	0.166 ns	0.158 ns	0.162 ns	0.137 ns	

n = 12

40hay = 40% alfalfa hay diet, 70hay = 70% alfalfa hay diet) or on pasture).

<sup>1</sup> After 114 days in feedlot

<sup>2</sup> 114 days in feedlot followed by 132 days on pasture for 40hay, 70hay, and 246 days for Pasture

SE = Standard error of treatment means

SE<sup>d</sup> = Standard error for mean comparisons between slaughters within backgrounding strategy followed by statistical significance:

\* =  $P < 0.05$ , ns = non significant  $P > 0.05$

<sup>a, b</sup> Treatment means followed by different letter in rows differ  $P < 0.05$

centrate finished steers, respectively. Juiciness and palatability seem associated to deposition of IMF (Savell, Cross & Smith, 1986). According to these authors, the minimum IMF content required for acceptable palatability is 3% IMF. Except for 100hay, all other treatments of our study were above 3% IMF. Therefore, juiciness appears to be more related to IMF than to finishing system. Lower juiciness of 100hay carcasses from intermediate slaughter could be partially explained by the lower IMF of this treatment and consequently lower water holding capacity.

After the 132-day pasture finishing period, strategy 100hay was less juicy ( $P = 0.028$ ) than the other strategies. This observation would be consistent with the lower IMF content and greater

cooking loss also detected for this treatment and could be interpreted as a residual effect of backgrounding strategy.

Sensory panel failed to detect differences among backgrounding strategies in connective tissue estimates within each harvest ( $P > 0.522$ ) or between harvests ( $P > 0.776$ ) (Table 6). Connective tissue has been inversely associated to tenderness and animal age (Purslow, 2005). Increasing collagen fibre diameter and development of mature crosslinks from immature divalent forms (Shorthose & Harris, 1990) accompany development of thermal and mechanical stability of intramuscular connective tissue, which correlates with increased muscle toughness (Bailey, Paul & Knott, 1998; McCormick, 1994, 1999). However,

research on the relationships between collagen maturation and toughness is not conclusive in beef animals in the age range 400-800 days (Avery, Sims, Warkup, & Bailey, 1998). According to this, ages at slaughter and age difference of animal groups from the first to second slaughter of our study were not significant to express detectable differences in connective tissue. Similarly, Dikeman et al. (1986) reported no age effect on connective tissue content of bulls and steers slaughtered at four ages. More recently, Schonfeldt and Strydom (2010) found no effect of age of South African cattle and intramuscular collagen content. The same authors reported collagen solubility more sensitive to age than collagen content.

## CONCLUSIONS

Findings of this study suggest that performance would be more important than the nature of the diet during backgrounding to ensure minimum juiciness and tenderness of pasture finished beef. Low rates of gain during backgrounding would not be fully compensated during a finishing phase on pasture, and the resulting beef could be leaner, less tender and less juicy.

Within the constraints of this study, backgrounding on 40 to 70% alfalfa-hay diets over 4 months would have no significant effects on WB shear force and main sensory attributes of pasture finished beef, compared to backgrounding on 100% pasture grazing.

Further research would be needed to better adjust target gains during backgrounding and length of the pasture finishing period for maximizing beef quality of pasture finished beef.

## Acknowledgements

This research was founded by the National Institute of Agricultural Technology (INTA). We wish to thank the laboratory and field personnel of INTA Anguil Experiment Station, INTA Food Technology Institute and DISCO S.A. Processing plant, who made this study possible.

## REFERENCES

• Avery, N. C., Sims, T. J., Warkup, C., & Bailey, A. J. (1998). The role of collagen in meat toughness; an assessment of the influence of metabolic age. In Proceedings of the 44th

international congress of meat science and technology, Barcelona, Spain (Vol. II, pp. 720–721)

• Bailey, A. J., Paul, R. G., & Knott, L. (1998). Mechanisms of maturation and ageing of collagen. *Mechanisms of Ageing and Development*, 106, 1–56.

• AMSA (1995). Research guidelines for cookery sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of meat. Chicago, IL: American Meat Science Association and National Livestock Meat Board.

• AOAC (1992). Official methods of analysis (1992). 15th ed. 3er supplement, Arlington, VA, USA. 70 p.

• Bailey, R. W. (1958). Reactions of pentoses with anthrone. *Biochemistry Journal*, 68, 669.

• Bennett, L. L., Hammond, A. C., Williams, M. J., Kunkle, W. E., Johnson, D. D., Preston, R. L. & Miller, M. F. (1995). Performance, carcass yield, and carcass quality characteristics of steers finished on rhizome peanut (*Arachis glabrata*)-tropical grass pasture or concentrate. *Journal of Animal Science*. 73, 1881–1887.

• Bidner, T. D., Schupp, N. R., Mohamad, A. B., Rumore, N. C., Montgomery, R. E., Bagley, C. P. & Mc Millin, K. W. (1986). Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finished on all forage or high energy diet. *Journal of Animal Science*, 62, 381–387.

• Byers, F. M. (1982). Nutritional factors affecting growth of muscle and adipose tissue in ruminants. *Federation Proceedings*, 41, 2562–2566.

• Choat, W. T., Krehbiel, C. R., Duff, G. C., Kirksey, R. E., Lauriault, L. M., Rivera, J. D., Capitan, B. M., Walker, D. A., Donart, G. B., & Goad, C. L. (2003). Influence of grazing dormant native range or wheat pasture on subsequent finishing cattle performance, carcass characteristics, and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science*, 81, 3191–3201.

• Cornforth, D. (1994). Color –Its bases and importance. Pages 34–78 in *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products*. A. M. Pearson and T. R. Dutson, ed. *Advances in Meat Research Series*, vol. 9.

• Cross, H. R., Moen, R., & Stanfield, M. S. (1978). Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. *Food Science and Technology*, 37, 48–54.

• Descalzo, A. M., Insani, E. M., Biolatto, A., Sancho, A. M., García, P. T., N. A. Pensel, N. A., et al. (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science*, 70, 35–44.

• Dikeman, M. E., Reddy, G. B., Arthaud, V. H., Tuma, H. J., Koch, R. M., Mandigo, R. W. & Axe, J. B. (1986). Longissimus muscle quality, palatability and connective tissue histological characteristics of bulls and steers fed different energy levels and slaughtered at four ages. *Journal of Animal Science*, 63, 92–101.

- Duckett, S. K. Neel, J. P. S., Sonon, R. N., Jr., Fontenot, J. P., Clapham, W. M., & Scaglia, G. (2007). Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: II. Ninth tenth eleventh-rib composition, muscle color, and palatability. *Journal of Animal Science*, 85, 2691-2698.
- Duckett, S. K., Neel, J. P.S., Fontenot, J. P., & Clapham, W. M. (2009). Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: III. Tissue proximate, fatty acid, vitamin, and cholesterol content. *Journal of Animal Science*, 87, 2961-2970.
- Dunne, P. G, O'Mara, F. P., Monahan, F. P., & Molones, A. P. (2006). Changes in colour characteristics and pigmentation of subcutaneous adipose tissue and M. *longissimus dorsi* of heifers fed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Meat Science*, 74, 231-241.
- García, P. T., Pensel, N. A., Sancho, A. M., Latimori, N. J., Kloster, A. M., Ami-gone. M. A. & Casal, J. J., 2008. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. *Meat Science*, 79, 500-508.
- Goering, H. K.. & Van Soest. P. J. (1970). Forage fiber analyses. Apparatus, re-agents, procedures, and some applications. *Agriculture Handbook N° 379*. ARS, USDA, Washington, DC. 20 p.
- Hedrick, H. B., Paterson, J. A., Matches, A. G., Thomas, J. D., Morrow, R. E, Stringer, W. C. et al. (1983). Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn-silage and corn grain. *Journal of Animal Science*, 47, 791-801.
- ISO 8589 (1988). Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms.
- Latimori, N. J., Kloster, A. M., García, P. T., Carduza, F. J., Grigioni, G., & Pensel, N. A. (2008). Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampean region. *Meat Science*, 79, 463-469.
- Lunt, D. K, Smith, G. C., McKeith, F. K., Savell, J. W., Riewe, M. E., Horn, F. P., & Coleman, S. W. (1985). Techniques for predicting beef carcass composition. *Journal of Animal Science*, 60, 1201-1207.
- Mandell, I. B., Buchanan-Smith, J.G., & Campbell, C. P. (1998). Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *Journal of Animal Science*, 76, 2619-2630.
- McCaughey, W. P., & Clipef, R. L. (1996). Carcass and organoleptic characteristics of meat from steers grazed on alfalfa/grass pastures and finished on grain. *Canadian Journal of Animal Science*, 76, 149-152.
- McCormick, R. J. (1994). The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat Science*, 36, 79-91.
- McCormick, R. J. (1999). Extracellular modifications to muscle collagen: implications for meat quality. *Poultry Science*, 78, 785-791.
- Mitchell, G. E., Reed, A. W., & Rogers, S. E. (1991). Influence of feeding regimen on the sensory qualities and fatty acid contents of beef steaks. *Journal of Food Science*, 56, 1102-1106.
- Morris, S. T., Purchas, R. W., & Burnham, D. L. (1997). Short-term grain feeding and its effect on carcass and meat quality. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 57, 275-277.
- Neel, J. P. S., Fontenot, J. P., Clapham, W. M., Duckett, S. K., Felton, E. D., Scaglia, G., & Bryan, W. B. (2007). Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: I Animal Performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*, 85, 2012-2018.
- 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. *Journal of Animal Science*, 83, 1167-1178.
- NRC, National Research Council. (1996). *Nutrient Requirements of beef cattle*. National Academy Press. 7th Ed. Washington, D.C.
- Ovejero, F. (1987). Evaluación química – biológica de los forrajes. Dirección de desarrollo de recursos humanos. COM-CAL.
- Owens, F. N, Gill, D.R., Secrist, D. S., & Coleman, S. W. (1995). Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 73, 3152-3172.
- Pordomingo, A. J., Pordomingo, A.B., & Juan, N. A. (2007). Relación entre el aumento de peso de novillos sobre verdes de invierno y parámetros de calidad del verdeo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27(1), 83-84.
- Pordomingo, A. J., Volpi Lagreca, G., Pordomingo, A. B., Stefanazzi, I. N., Eleva, S. G., & Otermin, M. D. (2007). Efecto de la concentración energética de las dietas de recría a corral sobre el crecimiento en el corral y en pastoreo subsiguiente. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27(1), 78-79.
- Pordomingo, A.J., Kent, F., Pordomingo, A.B., Miranda, A., Volpi Lagreca, G., Alende, M., & Lernoud, P. (2009). Efecto del nivel de alimentación durante la recría a corral sobre la performance productiva en el pastoreo subsiguiente. *Revista Argentina de Producción Animal*, 29 (1), 239-240.
- Purslow, P. P. (2005). Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Science*, 70, 435-447.
- Robelin, J. (1981) Cellularity of bovine adipose tissues: developmental changes from 15 to 65 percent mature weight. *Journal of Lipid Research*, 22, 452-457.
- Robelin, J. (1986) Growth of adipose tissues in cattle: partitioning between depots, chemical composition and cellularity. *Livestock Production Science*, 14, 349-364.
- Realini, C. E.; Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M., & de Mattos, D. (2004). Effect of pasture vs. concentrate fee-

ding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66, 567-577.

- SAS (1999). *SAS User's Guide: Statistics (Version 8)*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 3884 p.
  - Savell, J. W., Cross, H. R., & Smith, G. C. (1986). Percentage ether extractable fat and moisture content of beef longissimus muscle as related to USDA marbling score. *Journal of Food Science*, 51, 838.
  - Schonfeldt, H. C. & Strydom, P. E. (2010). Effect of age and cut tenderness on South African beef. *Meat Science*, 87, 206-218.
  - Shorthose, W. R., & Harris, P. V. (1990). Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *Journal of Food Science*, 55, 1-14
  - Simonne, A. H., Green, N. R., & Bransby, D. I. (1996). Consumer acceptability and beta-carotene content of beef as related to cattle finishing diets. *Journal of Food Science*, 61, 1254-1257.
  - Tume, R. K., & Yang, A. (1996). Fat color in beef. *Meat Focus International (March)*, 81.
  - Yang, A., Lanari, M. C., Brewster, M., & Tume, R. K. (2002a). Effect of vitamin E supplementation on alpha-tocopherol and beta-carotene concentrations in tissues from pasture- and grain fed cattle. *Meat Science*, 60, 35-40.
  - Yang, A., Lanari, M. C., Brewster, M., & Tume, R. K. (2002b). Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Science*, 60, 41-50.
-

Pordomingo, A.J.<sup>1</sup>; García, T.P.<sup>2</sup>; Volpi Lagreca, G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Anguil, La Pampa

<sup>2</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar

## Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: II. *Longissimus muscle* proximate composition, cholesterol and fatty acids

Efecto de la la estrategia de alimentación durante la recría sobre las características de la carne de vaquillonas terminadas en pastoreo: II. Composición proximal, contenido de colesterol y perfil de ácidos grasos del músculo *Longissimus dorsi*

### ABSTRACT

This study evaluated effects of feedlot backgrounding strategies (40, 70 or 100% alfalfa hay diets) or pasture grazing on moisture, protein, total lipids, ash, cholesterol concentration, and lipid profiles of the *longissimus dorsi* muscle (LM) of pasture finished Angus heifers. Ninety six calves were allocated to the strategies over a 114-day period, followed by pasture grazing over 132 days. At the end of the backgrounding stage, the concentration of omega-3 (n-3) fatty acids was highest in the Pasture group and this difference persisted ( $P < 0.032$ ) until the end of the 132 day pasture finishing phase. Similarly, the n-6/n-3 ratio was lowest in the Pasture group at the end of backgrounding and after pasture finishing. Backgrounding diets based on 70 and 100 % hay or pasture grazing showed greater ( $P < 0.041$ ) conjugated linoleic acid (CLA) concentration in the lipid fraction than 40% hay. Results suggested that residual effects of backgrounding strategies could be detected in intramuscular fat of pasture finished heifers.

### INTRODUCTION

A higher content of conjugated linoleic fatty acid (C18:2 cis9-trans11; CLA) in foods and lower omega 6 polyunsaturated fatty acid (n-6)/omega 3 polyunsaturated (n-3) fatty acid ratio have been shown to be beneficial to human health (Simopoulos, 1991; 2004; Pariza, Park, & Cook, 2001; Wood et al., 2008). Pasture finished animals have been shown to have a greater content of total polyunsaturated fatty acids (PUFA), n-3, CLA and linolenic (C18:3 n-3) fatty acids, and lower n-6/n-3 ratio than grain finished animals (Realini, Duckett, Brito, Dalla Riza & Mattos, 2004; Descalzo et al., 2005; Noci, Monaham, French & Moloney, 2005; García et al., 2008; Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni & Pensel, 2008). Fatty acid profiles in muscle and adipose tissue are affected by type of feed or forage, biohydrogenation kinetics, and turnover of fat (Raes, de Smet & Demeyer, 2004; Nuernberg et al., 2005; Wood et al., 2008). Residual effects of diets and feeding regimes have been less researched however. Duckett, Neel, Fontenot and Clapham (2009) found no effect of supplementa-

tion level during winter backgrounding on beef characteristics of pasture- or concentrate-finished steers. Feedlot feeding could be a strategy to stock animals before the growing season and finish them on grass, but information of its residual effects on pasture finished beef is needed to better assess beef characteristics. Effects of backgrounding in feedlot diets have not been explored. Therefore, the objective of this research was to evaluate the effects of feedlot feeding of heifers on increasing amounts of hay or pasture grazing during the backgrounding phase prior to finishing on pasture on intramuscular fat (IMF), cholesterol and lipid profiles of the longissimus muscle. This is a companion paper to that of Pordomingo, Grigioni, Carduza and Volpi Lagreca (2011) which dealt with performance, carcass and meat quality.

## **MATERIALS AND METHODS**

This study was carried out at the Agricultural Experiment Station of INTA Anguil, La Pampa, Argentina, during 246 days. Starting in June of 2005 (late fall), 96 female Angus calves of  $196 \pm 13$  days of age and weighing  $200.3 \pm 8.9$  kg, were allocated to 4 backgrounding strategies for 114 days, prior to finishing on pasture over 132 days. Strategies were the following diets: 4ohay = 40%-alfalfa hay (AH) 60%-concentrate (C); 7ohay = 70% AH-30% C; 10ohay = 100% alfalfa hay, and Pasture = 100% pasture grazing (no feedlot or supplemental feeding at any time).

After allocation to strategies, animals on the Pasture treatment were grouped and turned out to pasture. Animals from feedlot backgrounding strategies were placed in feeding pens in groups of 4 (6 pens per feeding strategy) and were offered the respective diets once a day. Refusals were removed and weighed every day before feeding. If refusals were below 10% of the feed offered the day before, diets were adjusted adding an additional 10%. Hay was chopped to a 5 to 7.5 mm size for incorporation in the ration. The 4ohay and 7ohay diets were based on whole shelled corn and sunflower seed meal. Sunflower seed meal was provided in pellet form. A mineral and vitamin premix was incorporated in powder form. Ingredient and proximal composition of backgrounding diets are presented in the companion paper). No implant or non-ionophore antibiotics

were used. All diets were offered to their respective pens from the first day of the study.

Animals on pasture grazed small-grain winter annuals and alfalfa pastures. Details on sequences of forages, availability and allocation are provided in Pordomingo, Grigioni, Carduza and Volpi Lagreca (2011). Likewise, additional information on feedlot diets, pasture yields and quality, animal performance, beef sensory attributes and back fat thickness are described and discussed in the cited paper.

### **Slaughters and sampling**

Two slaughters were established for assessment of chemical profiles. The first slaughter (after the end of the feedlot backgrounding phase), was performed after 114 days of the study, the end of the feedlot feeding period. This slaughter was conducted to determine effects of hay content in the diet after feedlot versus pasture backgrounding on beef quality characteristics of heifers of the same age. Twelve heifers of each treatment were randomly selected and harvested regardless of degree of finish. A second slaughter was performed at the end of the study, after a 132-day pasture finishing period, when animals from Pasture were considered finished by visual observation by commercial buyers. All animals were harvested the same day to minimize age differences and allow for expression of re-sidual effects from the backgrounding strategies.

Each slaughter took place at a federal-inspected commercial abattoir, 115 km from the Experiment Station. After final weighing and before shipping, animals were kept 2 days on the respective diets to recuperate from fasting. Animals were moved and handled under a low-stress handling protocol. Arrivals to the abattoir were planned to allow for an 8-hour rest prior to processing. After slaughter, carcasses were individually graded, weighed and preserved at 20°C. Forty eight hours after slaughter, a rib section encompassing the 10th to 13th ribs was removed from the left side of each carcass. The rib sections were individually identified, bagged, vacuum packaged and kept for an additional 24-hour period at 20°C. After chilling for 96 hours, rib sections were frozen and stored at -200°C for subsequent analysis.

Intramuscular moisture, protein, ash, fat, cholesterol and fatty acid composition

After thawing for 24 hours at 4 °C and at room

temperature for 4 hours, the longissimus muscle (LM) portion of the 12th-rib section was cut into 2 steaks and used for determination of moisture, protein, ash, intramuscular fat (IMF), cholesterol and fatty acid (FA) composition. Duplicate 5-g samples of LM were analyzed for nitrogen content in a Tecator apparatus. (Method 981.10; AOAC, 2000) and multiplied by 6.25 to determine crude protein (CP) content. Moisture was determined by weight loss after drying a LM sample (in 5-g duplicates) at 100 oC for 24 hours. Total ash was determined by ashing the sample at 600 oC for 8 hours (Method 920.153; AOAC, 2000).

Intramuscular fat (IMF) was determined by extracting the lipid fraction from 10-g aliquots of LM with solvent (hexane) in a Tecator apparatus (Method 991.36; AOAC, 2000). In preparation, samples were trimmed of all external fat, and minced in a blade grinder. Total lipids for cholesterol and fatty acid analysis were extracted from 5-g aliquot samples of LM according to Folch, Lees and Stanley (1957). Cholesterol content was determined according to Du and Ahn (2002) and quantified using stigmasterol as internal standard into each sample.

Fatty acid methyl esters (FAME) were prepared according to Pariza, Park, and Cook (2001), and measured by gas chromatography of FAME in Chrompack CP 900 apparatus fitted with a flame ionization detector. For FAME separation a capillary column CP-Sil 88 (100 m x 0.25 mm i.d.; Chrompack Inc., Middleburg, The Netherlands)

was used, with nitrogen gas as carrier. The oven temperature was programmed at 70 oC for 4 min, increased from 70 to 170 oC at a rate of 13 oC/min and from 170 to 200 oC increased at a rate of 1 oC/min (García & Casal, 1993). Individual fatty acids were identified by comparing relative retention times to retention times of standards (PUFA-2 Animal Source, Supelco). Results were expressed as percentages of total fatty acids. Main individual fatty acids were grouped in saturated fatty acids (SFA = myristic (C14:0) + palmitic (C16:0) + stearic (C18:0)), monounsaturated fatty acids (MUFA = myristoleic (C14:1) + palmitoleic (C16:1) + oleic (C18:1)) and polyunsaturated fatty acids (PUFA = n-3 + n-6 fatty acids), n-3 fatty acids (linolenic (C18:3) + eicosapentaenoic (EPA; C20:5) + docosapentaenoic (C22:5; DPA) + docosahexaenoic (DHA; C22:6), n-6 fatty acids (linoleic (C18:2) + dihomo-gamma-linolenic (DGLA; C20:3) + arachidonic (AA; C20:4) + docosatetraenoic (adrenic; C22:4).

### Statistical analyses

Data were analyzed in a completely randomized design with backgrounding strategy and slaughter number in factorial arrangement, using GLM procedures of SAS (SAS, 1999). Animal was the experimental unit. Least square means were generated using GLM option of SAS and separated using PDIF when a treatment effect was detected significant ( $P < 0.05$ ). Linear contrasts were applied for analysis of hay level in the diet

	Trt x Slaughter interaction	Trt effect	
		Slaughter 1	Slaughter 2
Moisture (%)	0.454	0.003	0.733
Protein (%)	0.823	0.685	0.712
IMF (%)	0.205	0.001	0.001
Ash (%)	0.743	0.497	0.413
Cholesterol (mg/100 g)	0.078	0.119	0.175
Total FA (g/100 g)	0.138	0.012	0.022
SFA (%)	0.560	0.544	0.465
MUFA (%)	0.104	0.004	0.254
PUFA (%)	0.161	0.217	0.033
PUFA/SFA	0.125	0.319	0.352
n-6 PUFA (%)	0.005	0.002	0.612
n-3 PUFA (%)	0.001	0.001	0.042
n-6/n-3	0.085	0.001	0.001

Table 1. Significance values (P) for the interaction between feeding strategy (Trt) during backgrounding and slaughter number, and for the feeding strategy effect within slaughter for constituents of the longissimus dorsi muscle and fatty acid groups of the intramuscular fat (IMF).

during backgrounding and for Pasture versus feedlot backgrounding.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Proximate analysis and cholesterol of LM

No feeding strategy by slaughter number interactions were detected ( $P > 0.205$ ) for moisture, protein, IMF or ash content of LM (Table 1). But, interactions were significant ( $P < 0.05$ ), for FA groups and single FA concentrations. Therefore, data was analysed and reported by slaughter (Table 2).

At the end of the backgrounding phase (first slaughter), LM from 100hay had greater moisture content ( $P < 0.044$ ), compared with the 40hay (Table 2). This response was not evident ( $P = 0.733$ ) after 132-day finishing on pasture (Table 2). No effects of feeding strategy was detected ( $P > 0.413$ ) in protein and ash at any harvest. No slaughter effect was detected ( $P > 0.204$ ) on moisture, protein and ash.

Effects of backgrounding strategy on IMF concentration were detected ( $P < 0.001$ ). On average, LM from 100hay had the lowest ( $P < 0.025$ ) concentration in both slaughters. Pasture had similar

Table 2. Effect increasing content of hay in feedlot (Fd), compared with pasture grazing (Pas) during backgrounding on moisture, protein, lipid, ash and cholesterol contents of longissimus muscle of pasture finished Angus heifers.

	Backgrounding strategies <sup>ψ</sup>				SEM	Contrasts	
	40hay	70hay	100hay	Pasture		Fd vs Pas <sup>1</sup>	Linear <sup>2</sup>
Moisture (%)							
Slaughter 1 <sup>‡</sup>	74.3 a	74.8 a,b	76.6 b	75.2 a,b	0.811	0.317	0.041
Slaughter 2 <sup>£</sup>	73.4	73.3	75.2	73.6	0.932	0.765	0.380
SEM§	0.772	0.684	0.705	0.556			
P*	0.817	0.778	0.833	0.741			
Protein (%)							
Slaughter 1	22.1	22.1	22.2	22.1	0.578	0.780	0.613
Slaughter 2	22.0	21.9	22.0	22.0	0.484	0.920	0.795
SEM§	0.602	0.491	0.573	0.449			
P	0.793	0.615	0.779	0.782			
Ash (%)							
Slaughter 1	1.20	1.18	1.21	1.19	0.087	0.912	0.522
Slaughter 2	1.18	1.17	1.18	1.18	0.077	0.833	0.681
SEM§	0.075	0.082	0.06	0.067			
P	0.453	0.487	0.204	0.521			
IMF (%)							
Slaughter 1	2.79 b	2.66 b	2.04 a	2.83 b	0.293	0.677	0.042
Slaughter 2	3.02 b	3.19 b	2.31 a	3.26 b	0.255	0.582	0.027
SEM§	0.181	0.127	0.139	0.105			
P	0.132	0.031	0.035	0.027			
Cholesterol (mg/100 g)							
Slaughter 1	45.3	45.7	40.2	44.5	2.265	0.461	0.127
Slaughter 2	46.5	45.58	44.3	45.8	2.311	0.722	0.363
SEM§	1.691	1.735	1.168	1.454			
P	0.618	0.775	0.025	0.666			

n = 12 carcasses per treatment within each slaughter

ψ 40hay = 40% alfalfa hay feedlot diet; 70hay = 70% alfalfa hay feedlot diet; 100hay = 100% alfalfa hay feedlot diet; Pasture = Pasture grazing

<sup>1</sup> P value for significance of contrasts for feedlot backgrounding vs pasture grazing strategies

<sup>2</sup> P value for significance of contrasts for increasing level of hay for the feedlot backgrounding strategies.

<sup>‡</sup> At the end of backgrounding phase, day 114 of study

<sup>£</sup> After the 132-day finishing phase on pasture. day 246 of study

SEM = Standard error of treatment means in rows

§ Standard error for slaughter means in columns within feeding strategy.

a, b Means in the same row with a common letter or with no letter after them do not differ significantly at  $P > 0.05$

\*P values for comparisons between slaughters within backgrounding strategy.

( $P > 0.320$ ) concentration to 4ohay and 7ohay (Table 2). Across strategies, IMF increased ( $P = 0.021$ ) from the first slaughter at the end of backgrounding to the second, after pasture finishing. Such increase was significant ( $P < 0.035$ ) for 7ohay, 10ohay and Pasture. Although strategy 4ohay was similar to Pasture in IMF at the end of backgrounding, the slower rate of gain on pasture during the finishing phase could have prevented further increase of lipid concentration in this treatment. The performance data of this study was reported by Pordomingo, Grigioni, Carduza and Volpi Lagreca (2011).

Effects of backgrounding strategy on LM cholesterol concentration was not detected ( $P > 0.127$ ) within slaughter. However, an interactive effect was detected ( $P = 0.078$ ) between strategy and slaughter. A slaughter effect was detected ( $P < 0.025$ ) for 10ohay. In agreement with these results, Duckett, Neel, Fotenot and Clapham (2009) reported leaner beef, greater moisture content and no differences in LM cholesterol for grass versus grain-fed steers. In contrast, Garcia et al. (2008) reported slightly lower cholesterol for pasture finished steers.

On average, animals of this study on 10ohay gained weight at a slower rate than the other treatments during backgrounding (reported by Pordomingo, Grigioni, Carduza and Volpi Lagreca, 2011a) and finished with less ( $P < 0.05$ ) IMF than the others. Present in cell membranes, cholesterol of LM may have not been greatly affected by lipid concentration within the range of this study, but a positive correlation ( $r = 0.93$ ;  $P < 0.004$ ) was found between lipid fraction and cholesterol across diets for the slaughter at the end of the backgrounding phase. No correlation, however, was detected ( $P > 0.237$ ) between IMF and cholesterol at the slaughter after the 132-day pasture finishing phase.

### Lipid profiles

Interactions between feeding strategies and slaughters were detected ( $P < 0.05$ ) for n-6 and n-3 FA groups and FA ratios (Table 1). Therefore data are presented by slaughter (Table 2).

### Slaughter at the end of the backgrounding phase

Total FA concentration was lower ( $P < 0.031$ ) for 10ohay compared with the other treatments at

this sampling point (Table 3), which paralleled the response in IMF. No backgrounding strategy effects were detected ( $P > 0.217$ ) for SFA and PUFA proportions or the PUFA/SFA ratio of the IMF. Effects were noted ( $P = 0.004$ ) for MUFA (Table 1). Pasture heifers showed the lowest ( $P < 0.05$ ) concentration, followed by 10ohay. Strategies 4ohay and 7ohay resulted in similar ( $P = 0.256$ ) MUFA concentration (Table 3).

Similarly, Neel, Fotenot and Clapham (2009) found no differences ( $P = 0.412$ ) in SFA contents between feedlot and pasture finished treatments. Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni and Pensel (2008) reported greater SFA for pasture fed vs. grain fed steers. Duckett, Neel, Sonon, Fontenot, Clapham and Scaglia (2007), Realini, Duckett, Dalla Rizza and Mattos (2004), and Ioth, Johnson, Corsgrove, Mui and Purschas (1999) found a greater PUFA/SFA ratio for pasture-fed cattle. But, no research with similar final weight to the harvest at the end of the backgrounding phase of this study has been reported.

Pasture had lower ( $P < 0.021$ ) n-6 concentration than the feedlot backgrounding strategies, and particularly compared with 4ohay and 7ohay ( $P < 0.001$ ). No significant differences ( $P > 0.327$ ) were detected among 4ohay, 7ohay and 10ohay (Table 3). Strategy 10ohay did not differ ( $P > 0.211$ ) from any of the others. Conversely, an increase was detected ( $P < 0.01$ ) for n-3 concentration with increasing hay in the diet of feedlot backgrounding strategies. Pasture showed the greatest n-3 level compared with the other strategies ( $P = 0.035$ ), 54% higher ( $P < 0.018$ ) than 10ohay (Table 3).

The n-6/n-3 ratio decreased ( $P < 0.012$ ) with the amount of hay in the diet for the feedlot backgrounding strategies. The ratio for Pasture animals was the lowest of all treatments ( $P < 0.001$ ), and 59% lower than the ratio for 10ohay animals, which was the lowest ( $P < 0.007$ ) of the feedlot backgrounding strategies (Table 3). A linear decrease in the n-6/n-3 ratio was noted ( $P < 0.012$ ) with increasing amount of hay in the feedlot backgrounding diet (Table 3).

These findings are in agreement with reports of several studies reported in the literature over the last decade (Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni & Pensel, 2008; Duckett, Neel, Sonon, Fontenot, Clapham & Scaglia, 2007; Duckett, Wagner, Yates, Dolezal & May, 1993;

Table 3. Effect increasing content of hay in feedlot (Fd), compared with pasture grazing (Pas) during backgrounding on longissimus muscle fatty acid groups and group ratios of pasture finished Angus heifers.

	Backgrounding strategies <sup>†</sup>			SEM	Contrasts	Fd vs Pas <sup>1</sup>	Lin <sup>2</sup>
	40hay	70hay	100hay	Pasture			
Total FA (g/100g)							
Slaughter 1 <sup>‡</sup>	2.51 b	2.42 b	1.86 a	2.58 b	0.202	0.076	0.084
Slaughter 2 <sup>‡</sup>	2.75 b	2.86 b	2.06 a	2.95 b	0.321	0.102	0.243
SEM §	0.166	0.131	0.158	0.147			
P*	0.227	0.032	0.148	0.038			
SFA (%)							
Slaughter 1	42.7	43.0	43.1	43.1	0.566	-	-
Slaughter 2	43.0	41.8	42.5	43.2	0.735	-	-
SEM §	0.388	0.335	0.297	0.432			
P	0.519	0.461	0.667	0.815			
MUFA (%)							
Slaughter 1	36.6 c	35.5 c	32.6 b	30.2 a	0.385	0.043	0.032
Slaughter 2	34.6	32.3	31.8	32.4	0.691	-	-
SEM §	0.255	0.204	0.328	0.265			
P	0.033	0.018	0.256	0.002			
PUFA (%)							
Slaughter 1	8.30	7.98	7.85	8.73	0.598	-	-
Slaughter 2	8.45	8.13	8.37	8.68	0.533	-	-
SEM §	0.334	0.307	0.120	0.381			
P	0.389	0.747	0.568	0.716			
PUFA/SFA							
Slaughter 1	0.194	0.186	0.182	0.203	0.041	-	-
Slaughter 2	0.196	0.195	0.197	0.201	0.022	-	-
SEM §	0.016	0.015	0.018	0.012			
P	0.811	0.683	0.459	0.793			
n-6 PUFA (%)							
Slaughter 1	6.66 b	6.13 b	5.40 a,b	4.95 a	0.445	0.021	0.192
Slaughter 2	5.78	5.49	5.44	5.17	0.318	-	-
SEM §	0.329	0.322	0.415	0.312			
P	0.002	0.005	0.583	0.271			
n-3 PUFA (%)							
Slaughter 1	1.64 a	1.85 a	2.45 b	3.78 c	0.155	0.035	0.001
Slaughter 2	2.67 a	2.64 a	2.93 a	3.51 b	0.196	0.032	0.334
SEM §	0.122	0.145	0.173	0.164			
P	0.001	0.001	0.007	0.312			
n-6/n-3 ratio							
Slaughter 1	2.16 b	2.08 b	1.86 b	1.47 a	0.088	0.001	0.012
Slaughter 2	4.06 c	3.31 c	2.2 b	1.31 a	0.252	0.025	0.011
SEM §	0.117	0.124	0.123	0.099			
P	0.001	0.008	0.007	0.307			

n = 12 carcasses per treatment within each slaughter

ψ 40hay = 40% alfalfa hay feedlot diet; 70hay = 70% alfalfa hay feedlot diet; 100hay = 100% alfalfa hay feedlot diet; Pasture = Pasture grazing

<sup>1</sup> P value for significance of contrasts for feedlot backgrounding vs pasture grazing strategies

<sup>2</sup> P value for significance of contrasts for increasing level of hay for the feedlot backgrounding strategies.

<sup>‡</sup> At the end of backgrounding phase, day 114 of study

<sup>‡</sup> After the 132-day finishing phase on pasture. day 246 of study

SEM = Standard error of treatment means in rows

§ Standard error for slaughter means in columns within feeding strategy.

<sup>a, b</sup> Means in the same row with a common letter or with no letter after them do not differ significantly at P > 0.05

\*P values for comparisons between slaughters within backgrounding strategy.

Noci, Monaham, French & Moloney, 2005; Realini, Duckett, Brito, Dalla Riza & Mattos, 2004; Enser, Hallett, Hewett, Fursey, Wood & Harrington, 1998) were pastured animals always show a lower ratio than animals fed on stored feeds or grain.

Interactions between feeding strategies and slaughters were detected ( $P < 0.05$ ) for concentrations of single FA (Table 4). Therefore, data was reported by slaughter. Among single FA comparisons, myristic (C14:0) acid concentration was not affected by the feeding strategy ( $P = 0.112$ ), while pentadecyclic (C15:0) acid increased ( $P = 0.009$ ) with the hay content in the diet. Pasture shared with 100hay the highest values for C15:0 (Table 3).

Concentrations of palmitic (C16:0) and margaric (C17:0) acids increased ( $P < 0.007$ ) with content of grain in the diet. Pasture shared the lowest values with 100hay (Table 5). Concentration of stearic acid (C18:0) on the other hand, increased with hay content ( $P = 0.005$ ), and was greatest for Pasture, compared with the feedlot feeding strategies ( $P = 0.036$ ). Duckett, Neel, Fontenot and Claphman (2009) reported similar trends in con-

centrations of these single FA as affected by pasture or feedlot finishing.

Concentrations of myristoleic (C14:1), palmitoleic (16:1), heptadecanoic (C17:1) acids declined linearly ( $P < 0.037$ ) with increasing hay in the feedlot diet (Table 5). Pasture had the lowest ( $P < 0.029$ ) concentrations for the three acids, statistically similar ( $P > 0.073$ ) to 100hay.

Concentration of cis-9 oleic acid (C18:1 cis-9) declined ( $P = 0.041$ ) with increasing hay in feedlot diets, and concentration of Pasture was lower than the other ( $P < 0.004$ ). Reduction in cis-9 oleic acid content with increased fiber has been reported by Duckett, Neel, Fontenot and Claphman (2009), García et al. (2008) and Faucitano et al. (2008).

Trans-11 vaccenic acid (C18:1 trans-11) concentrations in IMF increased ( $P < 0.015$ ) with hay in the diet and were greatest ( $P < 0.012$ ) for Pasture, compared with the average of feedlot treatments (Table 5). Although numerically higher for Pasture, 100hay and Pasture had statistically similar ( $P = 0.059$ ) concentrations. Trans-11 vac-

	Trt x Slaughter	Trt effect	
	interaction	Slaughter 1	Slaughter 2
C14:0	0.123	0.492	0.388
C15:0	0.086	0.044	0.631
C16:0	0.187	0.013	0.292
C17:0	0.044	0.021	0.067
C18:0	0.035	0.045	0.215
C14:1	0.311	0.036	0.161
C16:1	0.066	0.022	0.218
C17:1	0.021	0.015	0.096
C18:1 cis-9	0.040	0.041	0.195
C18:1 trans	0.002	0.001	0.088
C18:2 ci-9, t-11	0.025	0.015	0.029
C18:2 n-6	0.061	0.017	0.644
C20:3 n-6	0.015	0.002	0.001
C20:4 n-6	0.118	0.445	0.370
C22:4 n-6	0.155	0.017	0.592
C18:3 n-3	0.027	0.025	0.041
C20:5 n-3	0.133	0.004	0.007
C22:5 n-3	0.001	0.001	0.760
C22:6 n-3	0.041	0.001	0.045
C18:2/C18:3	0.024	0.001	0.003

Table 4. Significance values ( $P$ ) for the interaction between feeding strategy (trt) during backgrounding and slaughter number (Sl), and for the feeding strategy effect within slaughter for single fatty acids of the longissimus dorsi IMF fraction.

Table 5. Effect of increasing content of hay in feedlot (Fd), compared with pasture grazing (Pas) during backgrounding on saturated and monounsaturated fatty acid concentrations (% of FA) in the longissimus muscle fatty acid profile of pasture finished Angus heifers.

	Backgrounding strategies <sup>†</sup>			SEM Pasture	Contrasts	Fd vs Pas <sup>‡</sup>	Lin <sup>‡</sup>
	40hay	70hay	100hay				
C14:0							
Slaughter 1 <sup>*</sup>	2.53	2.35	2.42	2.31	0.107	-	-
Slaughter 2 <sup>‡</sup>	2.48	2.41	2.33	2.24	0.121	-	-
SEM §	0.09	0.11	0.087	0.106			
P <sup>*</sup>	0.374	0.288	0.295	0.613			
C15:0							
Slaughter 1	0.44 a	0.49 a,b	0.52 b,c	0.63 c	0.085	0.114	0.009
Slaughter 2	0.48	0.47	0.47	0.57	0.086	-	-
SEM §	0.078	0.069	0.091	0.082			
P	0.312	0.511	0.229	0.378			
C16:0							
Slaughter 1	25.0 b	23.7 a,b	23.6 a	22.2 a	1.018	0.351	0.007
Slaughter 2	24.4	23.1	22.6	23.1	1.214	-	-
SEM §	1.03	1.11	1.11	0.92			
P	0.472	0.518	0.571	0.443			
C17:0							
Slaughter 1	1.55 b	1.40 a,b	1.38 a	1.13 a	0.126	0.145	0.004
Slaughter 2	1.36	1.23	1.25	1.18	0.102	-	-
SEM §	0.125	0.092	0.114	0.107			
P	0.205	0.119	0.418	0.622			
C18:0							
Slaughter 1	15.2 a	16.9 a,b	17.1 b,c	18.6 c	0.653	0.036	0.005
Slaughter 2	16.1	16.2	17.6	17.9	0.778	-	-
SEM §	0.557	0.602	0.597	0.621			
P	0.276	0.781	0.824	0.655			
C14:1							
Slaughter 1	0.67 b	0.62 a,b	0.49 a	0.41 a	0.114	0.175	0.037
Slaughter 2	0.39	0.42	0.38	0.35	0.083	-	-
SEM §	0.081	0.075	0.092	0.077			
P	0.001	0.002	0.034	0.046			
C16:1							
Slaughter 1	3.55 b	3.42 b	3.04 a,b	2.91 a	0.177	0.050	0.023
Slaughter 2	3.08	3.13	2.98	3.02	0.203	-	-
SEM §	0.22	0.231	0.227	0.196			
P	0.046	0.076	0.366	0.312			
C17:1							
Slaughter 1	1.45 b	1.32 b	1.27 a,b	0.98 a	0.102	0.317	0.004
Slaughter 2	1.35	1.30	1.32	1.28	0.093	-	-
SEM §	0.095	0.096	0.095	0.089			
P	0.129	0.415	0.177	0.036			
C18:1 cis-9							
Slaughter 1	32.4 b	31.4 b	29.1 b	26.8 a	0.933	0.004	0.041
Slaughter 2	31.1	28.8	28.4	29.0	1.137	-	-
SEM §	1.07	1.13	1.13	1.05			
P	0.345	0.103	0.186	0.022			
C18:1 trans-11							
Slaughter 1	1.12 a	1.34 a	3.12 b	3.47 b	0.095	0.012	0.015
Slaughter 2	2.89	3.13	3.26	3.18	0.152	-	-
SEM §	0.112	0.099	0.105	0.101			
P	0.005	0.001	0.693	0.029			

n = 12 carcasses per treatment within each slaughter

ψ 40hay = 40% alfalfa hay feedlot diet; 70hay = 70% alfalfa hay feedlot diet; 100hay = 100% alfalfa hay feedlot diet; Pasture = Pasture grazing

<sup>†</sup> P value for significance of contrasts for feedlot backgrounding vs pasture grazing strategies

<sup>‡</sup> P value for significance of contrasts for increasing level of hay for the feedlot backgrounding strategies.

<sup>\*</sup> At the end of backgrounding phase, day 114 of study

<sup>‡</sup> After the 132-day finishing phase on pasture, day 246 of study

SEM = Standard error of treatment means in rows

§ Standard error for slaughter means in columns within feeding strategy.

a, b Means in the same row with a common letter or with no letter after them do not differ significantly at P > 0.05

\*P values for comparisons between slaughters within backgrounding strategy.

enic acid in 10ohay and Pasture were 153 and 182% greater ( $P < 0.001$ ) than the average of 7ohay and 4ohay. Lower content of trans-11 vaccenic acid as re-sult of increased grain concentration in the diet has been also reported in the literature (Duckett, Neel, Fontenot & Claphman, 2009; Faucitano et al., 2008).

Concentration of CLA for Pasture was greater ( $P < 0.001$ ) than the concentration for the average of feedlot backgrounding diets. Concentration of CLA for Pasture doubled the level of CLA for 4ohay and 7ohay and was 33% higher ( $P < 0.001$ ) than the concentration for 10ohay (Table 6). A linear increase was detected ( $P < 0.015$ ) with increasing hay in the feedlot diets. Several studies (Duckett, Neel, Fontenot & Clapham, 2009; Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni & Pensel, 2008; García et al., 2008; Poulson, Dhiman, Ure, Cornforth & Olson, 2004; Realini, Duckett, Brito, Dalla Riza & Mattos, 2004; Yang, Lanari, Brewster & Tume, 2002; French et al., 2000) have found greater CLA content in IMF of pasture- versus concentrate-finished cattle. Research suggested also that exposure of grazing cattle to supplemental starch could considerably reduce CLA levels in IMF. French et al. (2000) reported 10.8 and 3.7 mg total CLA/g IMF in LM from grass fed and concentrate supplemented grass-fed beef, respectively. Similar responses were reported by Shanta, Moody and Tabeidi (1997) who found less CLA/g of IMF in semi-membranous muscle for corn supplemented than non-supplemented grass-fed steers. Latimori, Kloster, García, Carduza, Grigioni and Pensel (2008) reported a decline in CLA content in IMF as supplemental starch increased in the diet of alfalfa pasture-grazed steers. French et al. (2000) reported a linear relationship between the proportion of grass in the diet and CLA concentration in IMF, and pointed out the greater contribution to CLA of growing, leafy pastures, compared with stored feeds or grains. In our study, the CLA concentration was 33% higher ( $P < 0.001$ ) for Pasture compared with 10ohay animals. This would confirm a relationship between a linolenic rich diet and CLA content IMF (despite high biohydrogenation of dietary C18:3 n-3 in the rumen).

Linoleic acid (C18:2 n-6) decreased ( $P = 0.021$ ) linearly with increasing hay in the feedlot diet (Table 6). But, the lowest concentration was

detected for Pasture, which was different ( $P = 0.023$ ) from the other backgrounding strategies (Table 2). In contrast, Duckett, Neel, Fontenot & Clapham, 2009; Mandell, Buchanan-Smith & Campbell (1998) found no differences in linoleic acid between pasture and grain finished animals.

Concentrations of DGLA (C20:3 n-6) and adrenic (C22:4 n-6) acids increased ( $P < 0.033$ ) with grain in the diet. Similar trends were re-ported by Realini, Duckett, Brito, Dalla Riza & Mattos, 2004, and Garcia et al. (2008) for these acids. No effects were detected ( $P = 0.245$ ) for C20:4 n-6 concentrations with feeding systems during the backgrounding phase (Table 6).

Among the individual n-3 FA, concentrations of linolenic (C18:3) increased ( $P < 0.038$ ) with the amount of hay in the feedlot diet. Pasture generated greater concentration of this acid, compared with the feedlot diets ( $P = 0.028$ ) (Table 6). Likewise, concentrations of EPA (C20:5), DPA (C22:5) and DHA (C22:6) were greater ( $P < 0.008$ ) for Pasture, compared with the feedlot backgrounding strategies (Table 6). A linear increase with increasing hay in the diet was detected ( $P < 0.033$ ) for these acids. And, an increment of concentrations was noted particularly when the when grain was absent in the diet (10ohay vs 7ohay and 4ohay;  $P < 0.045$ ).

A significant reduction in C18:2/C18:3 with increasing amount of alfalfa hay in the feedlot backgrounding diet was detected ( $P < 0.012$ ). Animals from Pasture had a lowest ratio ( $P < 0.027$ ), compared with the other feeding strategies, 28% lower than the ratio for 10ohay (Table 6).

### **Slaughter after 132-day pasture finishing phase**

Total FA followed a similar trend as IMF. Although grazed on the same pasture for 132 days, 10ohay remained with lower ( $P < 0.022$ ) total FA concentration than the other backgrounding strategies. No treatment effects ( $P > 0.278$ ) were detected for SFA, MUFA and PUFA concentrations in the IMF, or the PUFA/SFA ratio after 132-day pasture finishing (Table 1). Concentrations are reported in Table 3.

Concentrations of MUFA did not differ among treatments ( $P = 0.254$ ) (Table 3). But, effects of backgrounding strategies were detectable ( $P = 0.033$ ) in the PUFA fraction (Table 6).

Noci, Monahan, French and Moloney (2005)

Table 6. Effect of increasing content of hay in feedlot (Fd), compared with pasture grazing (Pas) during backgrounding on polyunsaturated fatty acid concentrations (% of FA) in the longissimus muscle of pasture finished Angus heifers.

	Backgrounding strategies <sup>†</sup>			SEM	Contrasts	Fd vs Pas <sup>‡</sup>	Lin <sup>2</sup>
	40hay	70hay	100hay	Pasture			
<b>C18:2 cis-9, trans-11 (CLA)</b>							
Slaughter 1 <sup>§</sup>	0.41 a	0.39 a	0.57 b	0.76 c	0.124	0.001	0.015
Slaughter 2 <sup>‡</sup>	0.51 a	0.59 a,b	0.58 a,b	0.66 b	0.051	0.065	0.071
SEM §	0.063	0.065	0.056	0.058			
P	0.008	0.005	0.655	0.031			
<b>C18:2 n-6</b>							
Slaughter 1	4.77 b	4.25 b	3.62 a,b	3.17 a	0.364	0.023	0.021
Slaughter 2	3.62	3.48	3.51	3.33	0.209	-	-
SEM §	0.199	0.203	0.207	0.195			
P	0.007	0.031	0.522	0.264			
<b>C20:3 n-6</b>							
Slaughter 1	0.48 b,c	0.43 b	0.29 a	0.27 a	0.075	0.001	0.035
Slaughter 2	0.64 b	0.45 a	0.32 a	0.29 a	0.085	0.002	0.028
SEM §	0.075	0.073	0.07	0.073			
P	0.026	0.251	0.235	0.342			
<b>C20:4 n-6</b>							
Slaughter 1	1.14	1.27	1.34	1.40	0.235	-	-
Slaughter 2	1.34	1.42	1.45	1.43	0.263	-	-
SEM §	0.208	0.214	0.243	0.229			
P	0.403	0.291	0.558	0.705			
<b>C22:4 n-6</b>							
Slaughter 1	0.27 b	0.18 a	0.15 a	0.11 a	0.037	0.155	0.012
Slaughter 2	0.18	0.14	0.16	0.12	0.042	-	-
SEM §	0.045	0.044	0.038	0.037			
P	0.225	0.315	0.662	0.439			
<b>C18:3 n-3</b>							
Slaughter 1	1.01 a	1.22 b	1.54 c	1.87 d	0.092	0.029	0.038
Slaughter 2	1.35 a	1.38 a	1.59 a,b	1.75 b	0.101	0.039	0.054
SEM §	0.097	0.096	0.104	0.105			
P	0.001	0.048	0.717	0.552			
<b>C20:5 n-3</b>							
Slaughter 1	0.26 a	0.27 a	0.41 b	0.62 c	0.088	0.008	0.029
Slaughter 2	0.35 a	0.43 a	0.46 a	0.67 b	0.077	0.026	0.166
SEM §	0.059	0.057	0.078	0.082			
P	0.006	0.001	0.250	0.613			
<b>C22:5 n-3</b>							
Slaughter 1	0.29 a	0.27 a	0.39 b	1.12 c	0.081	0.001	0.033
Slaughter 2	0.85	0.71	0.75	0.93	0.106	-	-
SEM §	0.093	0.111	0.075	0.088			
P	0.001	0.001	0.001	0.395			
<b>C22:6 n-3</b>							
Slaughter 1	0.08 a	0.09 a,b	0.11 b	0.17 c	0.027	0.003	0.025
Slaughter 2	0.12 a	0.12 a	0.13 a	0.16 b	0.098	0.042	0.554
SEM §	0.045	0.051	0.036	0.055			
P	0.336	0.215	0.402	0.816			
<b>C18:2/C18:3</b>							
Slaughter 1	4.72 d	3.48 c	2.35 b	1.7 a	0.078	0.027	0.012
Slaughter 2	2.68 c	2.52 b,c	2.21 b	1.9 a	0.129	0.025	0.003
SEM §	0.082	0.86	0.094	0.085			
P	0.001	0.001	0.285	0.333			

n = 12 carcasses per treatment within each slaughter

‡ 40hay = 40% alfalfa hay feedlot diet; 70hay = 70% alfalfa hay feedlot diet; 100hay = 100% alfalfa hay feedlot diet; Pasture = Pasture grazing

<sup>†</sup> P value for significance of contrasts for feedlot backgrounding vs pasture grazing strategies

<sup>‡</sup> P value for significance of contrasts for increasing level of hay for the feedlot backgrounding strategies.

<sup>§</sup> At the end of backgrounding phase, day 114 of study

<sup>‡</sup> After the 132-day finishing phase on pasture, day 246 of study

SEM = Standard error of treatment means in rows

§ Standard error for slaughter means in columns within feeding strategy.

a, b Means in the same row with a common letter or with no letter after them do not differ significantly at  $P > 0.05$

\*P values for comparisons between slaughters within backgrounding strategy.

reported no differences in SFA, MUFA and PUFA proportions in IMF of beef heifers when finishing systems were compared. Greater SFA and MUFA and lower PUFA values were reported in their study compared to ours. Duckett, Neel, Fontenot and Clapham (2009) reported similar SFA and MUFA contents in concentrate- and pasture finished steers. In Uruguay, Realini, Duckett, Dalla Rizza and Mattos (2004) found greater MUFA and lower PUFA proportions in concentrate-finished compared with pasture-finished steers. Values for PUFA/SFA ratio found here were similar to ratios reported by Realini, Duckett, Dalla Rizza and Mattos (2004) for pasture fed steers. Duckett, Wagner, Yates, Dodezal & May (1993) reported a higher ratio (0.26) for pasture-fed cattle that had an IMF content of 2.52%. Raes, de Smet and Demeyer (2001) found lean animals to have high ratios. Scollan, Choi, Kurt, Fisher, Enser and Wood (2001) reported a negative relationship between fatty acid concentration in muscle and PUFA/SFA ratio.

No treatment effects were detected for n-6 FA concentration ( $P = 0.612$ ; Table 1) and averaged 5.47%. But effects were detected ( $P < 0.042$ ) for n-3. Pasture animals had 27.6% greater ( $P=0.032$ ) n-3 concentration than the other strategies. No differences were detected ( $P > 0.198$ ) in n-3 concentration among the feedlot backgrounding strategies (4ohay, 7ohay and 10ohay) (Table 3).

Vatansver et al. (2001) noted that feed-stuffs rich in C18:3 n-3 (such as green pasture), increase deposition of n-3 in LM and subcutaneous adipose tissue, and suggested that deposition is greater the longer the animals spend on pasture. In a lesser extent, hay and pasture silage generate a similar response (Noci, Monahan, French & Moloney, 2005; Warren, Scollan, Enser, Hughes, Richardson & Wood, 2008).

Backgrounding strategy effects were detected ( $P < 0.037$ ) on the n-6/n-3 fatty acid ratio. Residual effects of backgrounding on the n-6/n-3 ratio were still detected after 132 days of grazing. Pasture showed a 59% lower n-6/n-3 than the other backgrounding strategies ( $P < 0.025$ ; 1.31:1 vs 3.19:1, respectively).

No feeding strategy effects were detected ( $P > 0.067$ ; Table 1) for the single SFA (C14:0; C15:0, C16:0, C17:0 and C18:0) and MUFA (C14:1, 16:1, C17:1, C18:1). Treatment means are reported on Table 5.

Differently, effects on CLA concentration in IMF remained detectable ( $P < 0.029$ ). Concentration of CLA for Pasture were still greater ( $P = 0.017$ ) than concentration for 4ohay (Table 6). Noci, Monahan, French and Moloney (2005) and Scollan, Choi, Kurt, Fisher, Enser and Wood (2001) noted a positive relationship between non-polar fat deposition and CLA content. The same authors detected increased deposition of CLA in IMF with increasing time on growing pasture, and a noticeable difference took place at 158 days on pasture. Their work also showed a slow turnover of fat when animals are kept in good and steady plain of nutrition. In the present study, the lower CLA concentration in IMF noted in 4ohay compared with 7ohay, 10ohay and Pasture could have been related to lower CLA deposition during the backgrounding phase.

Concentration of C18:2 n-6 in IMF was similar ( $P = 0.644$ ) between treatments at this slaughter. Similarly, no backgrounding strategy effects were detected for C20:4 n-6 ( $P = 0.370$ ), C22:4 n-6 ( $P = 0.592$ ). Conversely, concentration of C20:3 n-6 remained higher in feedlot backgrounding strategies versus Pasture ( $P < 0.001$ ) and a linear decrease ( $P = 0.035$ ) was still evident for the feedlot backgrounded animals. In turn, concentrations of DGLA (C20:3 n-6) were greater ( $P < 0.038$ ) for 4ohay compared with the others (Table 6).

Concentration of C18:3 n-3 was greater ( $P < 0.039$ ) for Pasture compared with feedlot backgrounding strategies, and a linear increase with hay content in the backgrounding diet remained detectable ( $P = 0.054$ ) (Table 6). Heifers from Pasture had greater ( $P < 0.01$ ) concentrations of C18:3 n-3 in IMF than heifers from 4ohay and 7ohay.

Concentrations of C20:5 n-3 and C22:6 n-3 remained greater ( $P < 0.042$ ) for Pasture than for the feedlot backgrounding strategies. No effects were detected ( $P = 0.760$ ) for C22:5 n-3.

Consequently, Pasture heifers had the lowest C18:2/C18:3 ratio, which differed from the other treatments ( $P < 0.025$ ). Between treatments with feedlot-feeding background, the ratio decreased linearly ( $P = 0.003$ ) with the amount of hay in the diet offered during the backgrounding phase (Table 6).

### Comparisons between slaughters

Total FA content (g/100g of muscle) increased in 7ohay ( $P = 0.032$ ) and Pasture ( $P = 0.038$ ) from

the first to the second slaughter (Table 3). No significant changes were detected for 4ohay and 10ohay ( $P > 0.148$ ). Concentration of MUFA in IMF decreased ( $P < 0.033$ ) for strategies 4ohay, 7ohay and Pasture. No changes in concentration were detected ( $P > 0.120$ ) for SFA and PUFA groups or the PUFA/SFA ratio (Table 3).

A decrease in n-6 PUFA and increase in n-3 PUFA groups for 4ohay and 7ohay were detected ( $P < 0.008$ ). An increase in n-3 PUFA concentration was detected ( $P = 0.007$ ) also for 10ohay (Table 3). No slaughter effect on PUFA groups, n-6 and n-3, was detected ( $P > 0.217$ ) for Pasture. As expected, a 43 and 37% decrease ( $P < 0.008$ ) in the n-6/n-3 ratio in IMF took place for 4ohay and 7ohay, respectively (Table 3). A decrease in the n-6/n-3 ratio for 10ohay was detected ( $P < 0.007$ ) also, and no change ( $P = 0.307$ ) was detected for Pasture.

No slaughter effects were detected ( $P > 0.119$ ) for concentrations of the single saturated fatty acids in IMF (Table 3).

Among concentrations of MUFA, however, C14:1 increased ( $P < 0.046$ ) across all feeding strategies, and C16:1 increased ( $P < 0.002$ ) in the 4ohay and 7ohay strategies. Concentrations of C17:1 and C18:1 cis-9 increased in Pasture ( $P = 0.036$ ;  $P = 0.022$ , respectively). Concentration of C18:1 trans-11 increased for all feeding strategies during backgrounding ( $P < 0.029$ ), except for 10ohay ( $P = 0.693$ ). It should be noted that C18:1 trans-11 was already high at first slaughter, compared with the other feeding treatments, which could be the reason for this lack of response.

Concentrations of CLA increased ( $P < 0.031$ ) for 4ohay and 7ohay from the first slaughter to the second (Table 6). No changes in CLA were detected for 10ohay ( $P = 0.655$ ). And, a decrease was noted ( $P < 0.058$ ) for Pasture. Interpretation for such decrease are beyond the scope of this study since pasture type was different from the first to the second slaughter (details on pastures are provided in Pordomingo, Grigioni, Carduza and Volpi Lagreca, 2011) and animal age could be involved. Specific research would be needed to address this question.

Concentrations of C18:2 n-6 decreased ( $P < 0.031$ ) from the first to the second slaughter for the strategies that included grain in the backgrounding diet and no effects were detected for

10ohay or Pasture ( $P > 0.522$ ). Conversely, C20:3 n-6 increased ( $P = 0.026$ ) for 4ohay (Table 6). No changes were detected for C20:4 n-6 ( $P > 0.291$ ) and C22:4 n-6 ( $P > 0.315$ ) concentrations.

Among n-3 fatty acids, concentrations of C18:3, C20:5 and C22:5 of 4ohay and 7ohay increased ( $P < 0.05$ ) from the first to the second slaughter. In addition, C22:5 of 10ohay also increased ( $P < 0.001$ ). No changes were detected ( $P > 0.215$ ) for C22:6 n-3.

Finally, the C18:2/C18:3 ratio resulted lower ( $P < 0.001$ ) for the second slaughter, compared with the first, in 4ohay and 7ohay.

### Effects using IMF as a covariate in the statistical analysis

Under the hypothesis that IMF could be responsible for the effects detected in lipid profiles, data was analyzed also using IMF (mg/100g or muscle) as a covariate. Including IMF as a covariant factor in the model, however, it did not remove the effects of the backgrounding strategy. At the end of the backgrounding phase, diet effects remained significant ( $P < 0.05$ ) for n-6, n-3 and n-6/n-3 ratios. As detected before, Pasture and 10ohay animals retained lower ( $P < 0.05$ ) n-6 and n-6/n-3 ratio. Concentration of n-3 increased with hay in the diet or with pasture grazing. After the 132-day pasture finishing period, n-6 concentration remained similar across backgrounding strategies ( $P > 0.414$ ) and LM n-3 concentration was greater ( $P < 0.05$ ) for Pasture. Likewise, the n-6/n-3 ratio remained the lowest ( $P < 0.05$ ) for Pasture ( $P < 0.025$ ).

Including IMF as covariate did not remove ( $P < 0.05$ ) the effects of backgrounding diets on concentrations of the main single lipids at any of the slaughters. Effects and trends reflected similar results as previously described. At the end of the backgrounding phase, feedlot diets containing 70 or 100% hay and pasture grazing had greater ( $P < 0.05$ ) CLA. Concentration of single n-3 fatty acids was higher ( $P < 0.05$ ) for 100 hay and Pasture, compared with 4ohay and 7ohay.

After the 132-day pasture finishing period, no differences in CLA concentrations were detected ( $P = 0.613$ ) across backgrounding strategies. However, concentrations of the relevant single n-3 fatty acids in IMF remained higher ( $P < 0.05$ ) for Pasture. Concentration of C20:3 n-6 was greatest

( $P < 0.05$ ) for 40hay and declined with the amount of hay in the diet or pasture grazing during backgrounding.

## CONCLUSIONS

Results pointed out that the effects of backgrounding on feedlot-based diets on n-3 and n-6 fatty acids, the and n-6/n-3 and C18:2/C18:3 ratios would not entirely disappear after 132 days of grazing. Results suggested that diet effects on FA profiles of LM IMF of growing heifers would express early and remain controlled by the diet. Even at light weight, a decrease in n-6/n-3 and C18:2/C18:3 ratios with increasing amount of hay in the diet during a feedlot backgrounding phase would be expected. In turn, Pasture grazing would result in the lowest n-6/n-3 ratio and the greatest n-3 concentration in IMF. Concentration of CLA would be lower for backgrounding strategies that included grain. Pasture grazing is likely to generate greater CLA concentration in IMF than feedlot backgrounding diets.

More research would be needed to further determine interactive effects of backgrounding strategies, length of the finishing period on pasture, type of forage and fattening endpoint on IMF content and lipid profiles.

## Acknowledgements

This research was funded by the National Institute of Agricultural Technology (INTA). We wish to thank the laboratory and field personnel of INTA Anguil Experiment Station, INTA Food Technology Institute at Castelar and DISCO S.A. processing plant, who made this study possible.

## REFERENCES

- AOAC (2000). Official methods of analysis. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Descalzo, A. M., Insani, E. M., Biolatto, A., Sancho, A. M., García, P. T., N. A. Pensel, N. A., et al. (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science*, 70, 35-44.
- Du, M. & Ahn, D. U. (2002). Simultaneous analysis of tocopherols, cholesterol, and phytosterols using gas chromatography. *Journal of Food Science*. 67,1696-1700.
- Duckett, S. K. Neel, J. P. S., Sonon, R. N, Jr., Fontenot, J. P., Clapham, W. M. & Scaglia, G. (2007). Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: II. Ninth tenth eleventh-rib composition, muscle color, and palatability. *Journal of Animal Science*, 85, 2691-2698.
- Duckett, S. K., J.P.S. Neel, J. P.S., Fontenot, J. P. & Clapham, W. M. (2009). Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: III. Tissue proximate, fatty acid, vitamin, and cholesterol content. *Journal of Animal Science*, 87, 2961-2970.
- Duckett, S. K., Wagner, D. G., Yates, I. D., Dolezal, H. G. & May, S. G. (1993). Effects of time on feed on beef nutrient composition. *Journal of Animal Science*, 71, 2079-2088.
- Enser, M., Hallett, K. G., Hewett, B., Fursey, G. A. J., Wood, J. D. & Harrington, G. (1998). Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, 49, 329-341.
- Fautitano, L., Chouinard, P. Y., Fortin, J., Mandell, I. B., Lafreniere, C., Girard, C. L., & Berthiaume, R. (2008). Comparison of alternative beef production systems based on forage finishing or grain-forage diets with or without growth promotants:2. Meat quality, fatty acid composition, and overall palatability. *Journal of Animal Science*, 86, 1678-1689.
- Folch, J., Lees, M. & Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O'riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J. & Moloney, A. P. (2000). Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, 78, 2849-2855.
- García, P. T. & Casal, J.J. (1993). Argentine beef lipids. *Fleischwirtschaft*, 73, 755-758.
- García, P. T., Pensel, N. A., Sancho, A. M., Latimori, N. J., Kloster, A. M., M. Amigone, A. & Casal, J. J. (2008). Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. *Meat Science*, 79, 500-508.
- Ioth, M., C. B. Johnson, C. B., Corsgrove, G. P., Mui, P. D., and Purchas, D. W. (1999). Intramuscular fatty acid composition of neutral and polar lipids for heavy-weight Angus and Simmental steers finished on pasture or grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 821-827.
- Latimori, N. J, Kloster, A. M., García, P. T., Carduza, F. J., Grigioni, G. & Pensel, N. A. (2008). Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampean region. *Meat Science*, 79, 463-469.
- Mandell, I.B., Buchanan-Smith, J.G. & Campbell, C. P.

- (1998). Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *Journal of Animal Science*, 76, 2619-2630.
- 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. *Journal of Animal Science*, 83, 1167-1178.
  - Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N. D., Wood, J. D., Nute, G. R., & Richardson, R. I. (2005). Effect of grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science*, 94, 137-147.
  - Pariza, M.W., Park, Y., & Cook, M. E. (2001). The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress Lipid Research*, 40, 283-298.
  - Pordomingo, A.J., Grigioni, G., Carduza, F. & Volpi Lagreca, G. 2011. Effect of feeding treatment during the backgrounding phase on beef production from pasture on: I. Animal performance, carcass and meat quality. *Meat Science* (in press).
  - Poulson, C.S.; Dhiman, T. R., Ure, A. L., Cornforth, D. & Olson, K. C. (2004). Conjugated linoleic acid content of beef from cattle fed diets containing high grain, CLA, or raised on forages. *Livestock Production Science*, 91, 117-128.
  - Raes, K., de Smet S., & Demeyer, D. (2001). Effect of double-muscling in Belgian Blue young bulls on the intramuscular fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid and poly-unsaturated fatty acids. *Lipids*, 32, 853-858.
  - Raes, K., de Smet, S., & Demeyer, D. (2004). Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lambs, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 113, 199-221.
  - Realini, C.E.; Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M., & de Mattos, D. (2004). Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66, 567-577.
  - SAS (1999). *SAS User's Guide: Statistics (Version 8)*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 3884 p.
  - Scollan, N.D., Choi, N. J., Kurt, E., Fisher, A. V., Enser, M. & Wood, J. D. (2001). Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British Journal of Nutrition*, 85, 115-124.
  - Shanta, N. C., Moody, W. G. & Tabeidi, Z. (1997). A Research note: Conjugated linoleic acid concentration in semi-membranosus muscle of grass- and grain-fed and zeranol-implanted beef cattle. *Journal of Muscle Foods*, 8, 105-110.
  - Simopoulos, A.P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American Journal of Clinical Nutrition*, 54, 438-463.
  - Simopolous, A.P. (2004). Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International*, 20, 77-90.
  - Vatansever, J., Kurt, E., Enser, M., Nute, G. R., Scollan, N. D., Wood, J. D. & Richardson, R. I. (2000). Shelf life and eating quality of beef from cattle of different breeds given diets differing in n-3 polyunsaturated fatty acid composition. *Journal of Animal Science*, 71, 471-482.
  - Warren, H. E., Scollan, N. D., Enser, M., Hughes, S. I., Richardson, R. I. & Wood, J. D. (2008). Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Science*, 78, 256-269.
  - Wood, J.D., Enser, M, Fisher, A. V.; Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I, Hughes, S. I., & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Science*, 78, 343-358.
  - Yang, A., Lanari, M. C., Brewster, M., and Tume, R. K. (2002). Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Science*, 60, 41-50.
-

Esta publicación compila la mayoría de la investigación en calidad de carne bovina producida en los proyectos de INTA, en el marco del Proyecto Integrado de Carne Bovina. La información generada permite visualizar efectos de la alimentación, los sistemas de producción, el biotipo animal 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 objetivamente las oportunidades de la carne bovina argentina a partir de sus propiedades intrínsecas. El compilado incorpora también aportes a la ciencia básica de la carne bovina.



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación

EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas"  
Ruta 5 Km 580 - CC 11 - Anguil (6326) - La Pampa  
TE: 02954 - 495057