

Lucero Borja, J.¹; Pouzo, L.B.^{2,3}; Langman, L.⁴; Carduza, F.⁴; Corva, P.²; Santini, F.J.^{2,3}; Pavan, E.^{2,3}

¹ Curso de Posgrado en Producción Animal, FCA-UNMdP, Balcarce, Argentina

² FCA-UNMdP, Balcarce, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

⁴ 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 ¹					Contraste ²		
	VP	VL	NP	VC	EEM	1	2	3
Periodo de engorde, d								
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 ³	379	318	384	418	10,03	<0,01	0,73	<0,01
ADPV ⁴ , kg	0,47	0,47	0,55	0,21	0,04	0,98	0,24	<0,01
Características de la res								
Peso res caliente, kg	211	160	205	213	5,54	<0,01	0,43	0,82
Rendimiento ⁵	55,7	50,5	53,4	51,7	0,02	0,02	0,28	0,06
Grasa de riñonada ⁶ , % 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 ⁷ , cm ²	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

¹ VP, vaquillona pesada; VL, vaquillona liviana; NP, novillito pesado; VC, vaca refugio.

² Contrastes preplaneados: 1, VP vs VL; 2, VP vs NP; 3, VP vs VC.

³ preencierre de 6 horas.

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

⁵ Rendimiento = peso de res caliente/peso de preembraque*100.

⁶ En el caso de NP incluye la grasa de capadura

⁷ AOB, área de ojo de bife en cm².

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

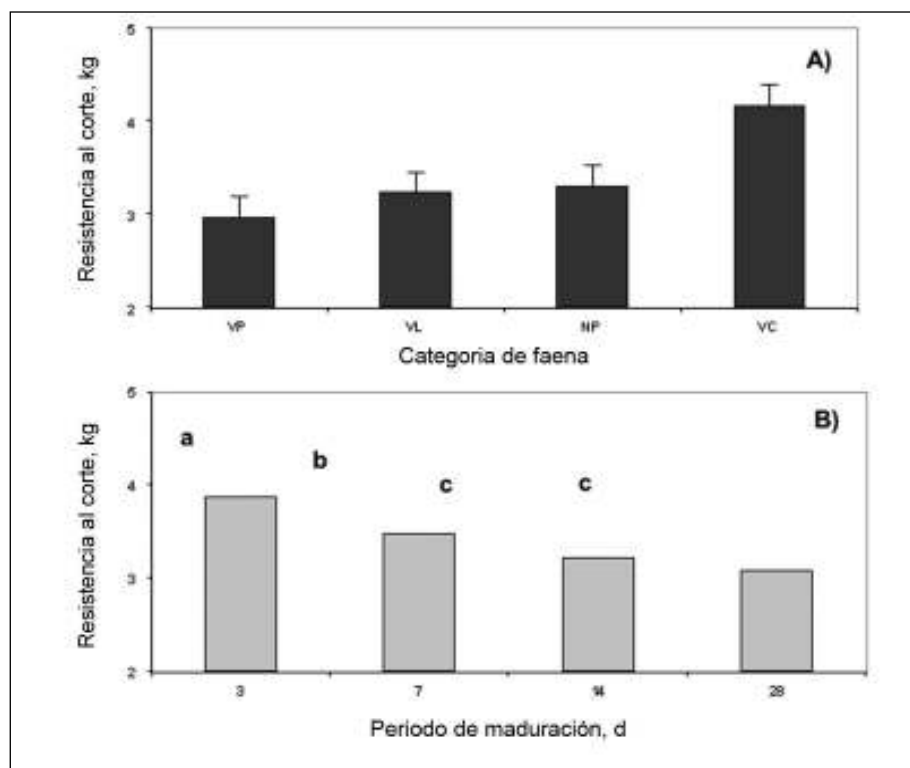


Figura 1. **A)** Efecto de la categoría animal faenada sobre la resistencia al corte promedio de los músculos longissimus y gluteus medius (contrastes preplaneados: VP vs. VL, $P = 0,25$; VP vs. NP, $P = 0,15$; VP vs. VC, $P < 0,001$). **B)** Efecto del período de maduración sobre la resistencia al corte 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.
-