

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

¹ CIC, Buenos Aires, Argentina; ² CONICET, Argentina;

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

¹ 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).

² 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 de 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 graso 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-insaturada. 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. Biologi-cal 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 stters grazing endophyte-free tall fescue. li. Effects on subcutaneous fatty acid con-tent 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 die-tary palmitoleic acid on plasma lipopro-teín profile and aortic cholesterol accu-mulation 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 patelet *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. Eg-gelston. 2003. Effects of forage and sun-flower oil levels on ruminal biohydro-genation 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 argen-tinean 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.