

# EFFECTO DE LA INCLUSIÓN EN LA DIETA DE CLA-60 Y DEL PESO AL SACRIFICIO SOBRE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL, PH Y COLOR MUSCULAR DE CABRITOS DE LA AGRUPACIÓN CAPRINA CANARIA CRIADOS MEDIANTE LACTANCIA ARTIFICIAL

ARGÜELLO HENRÍQUEZ, A.<sup>1</sup>; CAPOTE ÁLVAREZ, J.<sup>2</sup>; MARICHAL NODA, A.<sup>1</sup>; GINES RUIZ, R.<sup>1</sup> Y LÓPEZ FERNÁNDEZ, J. L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Transmontaña s/n. 35416 Arucas, Gran Canaria, (España).  
<sup>2</sup>Instituto Canario de Investigación Agraria. Apartado 60. La Laguna, Tenerife, (España).

## RESUMEN

40 cabritos de la Agrupación Caprina Canaria fueron agrupados en un diseño 2x2, siendo los factores de variación la inclusión de ácido linoleico conjugado (CLA-60) en la dieta y el peso al sacrificio (6 vs 10 kg). Tras el sacrificio, se valoró la composición tisular de la espalda (tejido muscular, óseo, grasa subcutánea, intermuscular y total), así como el pH y el color (CIE, LCH) en el momento del sacrificio (pH<sub>0</sub>, L<sub>0</sub>, C<sub>0</sub>, H<sub>0</sub>) y 24 horas tras el mismo (pH<sub>u</sub>, L<sub>u</sub>, C<sub>u</sub>, H<sub>u</sub>). El peso presentó efecto estadísticamente significativo en todos los tejidos de la composición tisular, reduciendo el porcentaje de tejido óseo e incrementándose los demás tejidos. De la misma manera la inclusión de CLA-60 en la dieta incrementa ligeramente los niveles de grasa total de la espalda (p=0,073). La inclusión de CLA-60 en la dieta incrementó de manera significativa los valores de pH en los cabritos alimentados con CLA-60 y sacrificados a 6 kg. En referencia al color, la inclusión de CLA-60 en la dieta no ejerció ningún efecto estadístico sobre el color del músculo, mientras que el incremento del peso de sacrificio, tiende a oscurecer ligeramente el mencionado color.

**Palabras clave:** Ácido linoleico conjugado, Peso sacrificio, Cabruto, Composición Tisular, pH y Color.

## INTRODUCCIÓN

El ácido linoleico conjugado (CLA) es una mezcla de isómeros posicionales y geométricos del ácido linoleico (C18:2, c9,c12). El principal isómero con actividad biológica es el conocido como ácido ruménico (C18:2, c9,t11) o bien CLA c9, t11. En la grasa presente en los rumiantes, el CLA c9, t11 representa aproximadamente entre el 80-85% de los isómeros encontrados, entre un 10 y un 13% de isómeros cis,trans/trans,cis, entre un cinco a un nueve por ciento de isómeros trans,trans, y menos de un uno por ciento de isómeros cis,cis (Fritsche and Fritsche, 1988, Jahreis *et al.*, 1999).

La formación de CLA c9,t11 por parte de los rumiantes, se produce al entrar en contacto el ácido linoleico (18:2, c9,c12) con la bacteria *Butyrivibrio fibrisolvens* presente de modo común en el rumen, siendo la enzima linoleato cis-12, trans-11-isomerasa la encargada de la transformación (Kepler *et al.*, 1966).

La actividad biológica del CLA es variada y a veces controvertida, siendo quizá la actividad anticancerígena la más estudiada. En modelos de tumores mamarios de rata, pocos son los anticancerígenos con un claro efecto en la inhibición de la carcinogénesis, siendo uno de ellos el CLA (Parodi, 1999). Dos efectos parecen estar envueltos en este mecanismo, por un lado la inclusión en la dieta de ratones de CLA reduce significativamente la cantidad de síntesis de PGE2 en la epidermis, así como el incremento en la producción de retinol en el hígado y en menor medida en la glándula mamaria (Banni *et al.*, 1999, Kavanaugh *et al.*, 1999). En referencia a la prevención de la aterosclerosis, la bibliografía manifiesta una clara controversia, mientras que para Cook *et al.* (1993) y Banni *et al.* (1999) la inclusión de CLA en dietas con un alto contenido en grasa saturadas y colesterol reducía la formación de ateromas en conejos y hámsters, para Houseknecht *et al.* (1998) incrementaba los niveles de deposición lipídica en la aorta de ratones. Por esto, a día de hoy, es imposible predecir si el CLA tendrá un efecto antiaterogénico o aterogénico en humanos. Los nutrientes antioxidantes tienden a reducir la peroxidación de los lípidos, así como la producción de PGE2 (Jahreis *et al.*, 2000). La inclusión de CLA en la dieta de ratones jóvenes, produce unos mayores niveles de IL-2 y una mayor proliferación de linfocitos T (Hayek *et al.*, 1999). En cabritos, la inclusión de CLA en la dieta parece incrementar los niveles de L-Citrulina en suero lo que podría manifestar un mayor nivel basal de actividad de los macrófagos (Argüello, comunicación personal).

La composición corporal parece alterarse en los animales que reciben CLA en la dieta, de tal forma que la grasa corporal se reduce, incrementándose concomitantemente la cantidad de tejido muscular. Así ha quedado demostrado por las experiencias en ratones (West *et al.*, 1998, Park *et al.*, 1999) y en cerdos (Dugan *et al.* 1999, Ostrowska *et al.*, 1999). Park *et al.* (1997) observó que la reducción en la cantidad de grasa corporal, ha sido motivada por un incremento en la actividad de la palmitoyltransferasa y una reducción en el almacenaje de triacilglicéridos en el tejido adiposo.

En referencia al efecto de la inclusión de CLA en la dieta de cabritos lactantes, la bibliografía al respecto es inexistente, por lo que este trabajo es la primera aproximación a esta problemática, siendo el objetivo valorar como la inclusión de CLA (2%) en la dieta de cabritos criados en lactancia artificial afecta a la composición tisular, pH y color muscular de estos animales, sacrificados a dos pesos diferentes (6 y 10 kg).

## MATERIAL Y MÉTODOS

La presente experiencia se realizó en la Granja de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria cita en la localidad de Cardones en la isla de Gran Canaria. Para el presente estudio se contó con 40 cabritos machos nacidos de parto simple y doble y pertenecientes a la Variedad Majorera de la Agrupación Caprina Canaria (ACC). En el momento

del nacimiento se retiraron de la madre, se les desinfectó el cordón umbilical y se les identificó mediante una cadena numerada en el cuello. Posteriormente se pesaron (Peso Nacimiento, PNAC) y se les suministró calostro atemperado en biberón durante dos días, según Argüello (2000). Al tercer día los animales se asignan a cuatro lotes diferentes, según peso al sacrificio (6 y 10 kg) y presencia o no de CLA en la dieta. Se les suministró el alimento en dos tomas, mediante baldes provistos de 6 tetinas, adaptando la cantidad de alimento a las necesidades de los animales. El CLA-60 se incluyó al 2% y las dos dietas ensayadas se balancearon de tal manera que resultasen isocalóricas. La concentración del alimento fue la misma mientras duró la experiencia, no existiendo pienso de arranque ni agua en la dieta. Cuando los animales alcanzaban el peso sacrificio marcado (6 ó 10 kg), se procedía a su sacrificio en el matadero que posee la Facultad de Veterinaria. El pH y el color (CIE, L\*C\*H\*) de los músculos Longissimus toracis et lumborum y Semimembranosus fue medido en el momento del sacrificio (pH0, L0, C0, H0) y 24 horas tras el mismo (pHu, Lu, Cu, Hu). Tras el oreo, las espaldas izquierdas fueron diseccionadas para el cálculo de la composición tisular (Argüello *et al.*, 2001). El análisis estadístico efectuado consistió en un GLM procedure incluyendo el peso al nacimiento como covariable, y fue realizado con el paquete estadístico SPSS (v9.0).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra el efecto que sobre la composición tisular han manifestado el peso al sacrificio y la inclusión de CLA en la dieta. Destacamos en primer lugar la tendencia ( $p=0,073$ ) marcada por el CLA en la dieta a incrementar los valores de grasa total en la canal. Este incremento esta en contraposición con la bibliografía existente en cerdos y ratones donde la tendencia es a disminuir la grasa en la canal (West *et al.*, 1998, Dugan *et al.*, 1999, Ostrowska *et al.*, 1999, Park *et al.*, 1999). Los valores de grasa total observados en el grupo control son similares a los observados por Argüello (2000) en animales de igual grupo étnico y peso al sacrificio. Como se observa en la misma tabla el efecto del peso al sacrificio es el mismo que se ha descrito en experiencias anteriores (Argüello, 2000).

**Tabla 1. Efecto de la inclusión de CLA en la dieta y peso al sacrificio sobre la composición tisular**

(% sobre peso de la espalda)	Control		CLA		Efectos		
	6 kg	10 kg	6 kg	10 kg	C	P	CxP
Hueso	34,52±2,42	29,09±2,07	35,76±3,45	29,07±2,08	NS	0,001	NS
Músculo	58,29±0,91	62,23±2,17	56,18±2,69	60,67±3,67	NS	0,001	NS
Grasa subcutánea	1,15±0,39	2,21±0,48	1,84±0,55	2,67±0,49	NS	0,031	NS
Grasa intermuscular	2,38±0,96	4,22±0,82	2,60±0,62	4,62±1,03	NS	0,001	NS
Grasa total	3,53±0,68	6,43±0,94	4,44±0,60	7,29±0,95	0,073	0,001	NS
Despojos	1,64±0,26	1,46±0,43	2,13±0,95	1,63±0,73	NS	NS	NS

CLA.- Ácido Linoleico Conjugado. Efectos, C.- CLA, P.- Peso, CxP.- Interacción. NS.- no significativo

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos en cuanto a la evolución del pH. Es evidente la interacción que existe entre los dos factores estudiados, produciéndose un incremento en el valor de pH en los animales que ingieren CLA en la dieta y que son sacrificados a los 6 kg de peso en los dos músculos ensayados. Una relación del metabolismo energético de la fibra muscular con el CLA podría ser la causa de este comportamiento. Joo *et al.* (2002) y Wiegand *et al.* (2001) no han observado alteraciones en el pH final en cerdos suplementados con CLA en la dieta, por lo que la investigación de los niveles de glucógeno muscular se hacen necesarios para una mejor comprensión de los resultados obtenidos. Por otro lado, el efecto del incremento de los valores de pH al incrementar el PVS ya ha sido descrito con anterioridad en la mencionada agrupación racial (Argüello, 2000). El pH observado en el grupo control es similar a los observados en otros trabajos en la misma raza (Argüello, 2000).

**Tabla 2. Efecto de la inclusión de CLA en la dieta y peso al sacrificio sobre el pH muscular**

	Control		CLA		Efectos		
	6 kg	10 kg	6 kg	10 kg	C	P	CxP
Longissimus toracis et lumborum							
PHO	5,96±0,15	6,25±0,44	6,87±0,16	6,26±0,31	0,001	NS	0,002
PHu	5,49±0,13	5,63±0,25	6,14±0,46	5,44±0,08	0,039	0,013	0,001
Semimembranosus							
PHO	6,06±0,09	6,20±0,51	6,79±0,20	6,38±0,30	0,005	NS	0,069
PHu	5,50±0,17	5,55±0,28	6,03±0,37	5,51±0,11	0,022	0,027	0,010

CLA.- Ácido Linoleico Conjugado. Efectos, C.- CLA, P.- Peso, CxP.- Interacción. NS.- no significativo.

El color de la carne es examinado en la tabla 3. La elevación del peso al sacrificio manifiesta un efecto estadísticamente significativo, oscureciendo ligeramente el color (reducción del Cromo) aunque mucho mas manifiesta en los animales del grupo control. Por otro lado la inclusión de CLA en la dieta no manifiesta efecto estadístico alguno sobre los parámetros de color analizados, si bien existe una tendencia, similar en los dos músculos analizados a reducir la luminosidad y el ángulo Hue en los animales sacrificados a los 6 kg y alimentados con CLA en la dieta de igual manera que sucede en cerdos (Joo *et al.*, 2002).

**Tabla 3. Efecto de la inclusión de CLA en la dieta y peso al sacrificio sobre el color muscular**

	Control		CLA		Efectos		
	6 kg	10 kg	6 kg	10 kg	C	P	CxP
Longissimus toracis et lumborum							
LO	57,25±3,03	51,08±3,19	50,33±2,85	52,57±3,97	NS	NS	NS
Croma0	10,60±1,69	10,59±2,90	9,94±0,90	9,25±2,63	NS	NS	NS
Hue0	36,86±9,28	31,56±7,28	29,29±5,57	36,75±11,54	NS	NS	NS
Lu	59,86±2,40	57,13±3,91	55,09±2,75	58,08±3,78	NS	NS	NS
Cromau	11,30±2,87	15,63±4,10	11,72±1,29	12,12±2,11	NS	0,053	NS
Hueu	35,14±7,69	39,68±8,80	27,59±3,02	41,65±12,17	NS	NS	NS
Semimembranosus							
LO	55,40±1,18	52,49±3,30	51,86±2,76	55,08±3,41	NS	NS	NS
Croma0	7,79±1,61	10,13±1,80	9,91±2,49	8,30±2,12	NS	NS	NS
Hue0	33,36±16,71	33,17±6,33	32,18±7,19	41,08±13,62	NS	NS	NS
Lu	59,47±2,47	56,74±2,98	55,95±2,38	57,76±3,88	NS	NS	NS
Cromau	9,02±2,23	13,18±3,54	10,85±2,43	11,49±3,31	NS	0,066	NS
Hueu	36,51±10,57	41,84±8,64	28,89±7,49	36,74±9,45	NS	NS	NS

CLA.- Ácido Linoleico Conjugado. Efectos, C.- CLA, P.- Peso, CxP.- Interacción. NS.- no significativo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARGÜELLO, A. 2000. Lactancia artificial de cabritos: importancia del encalostrado, crecimiento, calidad de la canal y de la carne. Tesis Doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.
- ARGÜELLO, A.; CAPOTE, J.; GINES, R.; LÓPEZ, J. L. 2001. Prediction of kid carcass composition by use of joint dissection. *Livestock Production Science*, 67, 293-295.
- BANNI, S.; ANGIONI, E.; CASU, V.; MELIS, M. P.; CARTA, G.; CORONGIU, F. P.; THOMPSON, H. J. 1999. Decrease in linoleic acid metabolites as a potential mechanism in cancer risk reduction by conjugated linoleic acid. *Carcinogenesis*, 20, 1019-1024.
- COOK, M. E.; MILLER, C. C.; PARK, Y.; PARIZA, M. W. 1993. *Poultry Science*, 72, 1301-1305.
- DUGAN, M. E. R.; AALHUS, J. L.; JEREMIAH, L. E.; KRAMER, J. K. G.; SCHAEFER, A. L. 1999. *Canadian Journal of Animal Science*, 79, 45-51.
- FRITSCHÉ, S.; FRITSCHÉ, J. 1998. Occurrence of conjugated linoleic acid isomers in beef. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 75, 1449-1451.
- HAYEK, M. G.; HAN, S. N.; WU, D.; WATKINS, B. A.; MEYDANI, M.; DORSEY, J. L.; SMITH, D. E.; MEYDANI, S. N. 1999. Dietary conjugated linoleic acid influences the immune response of young and old C57BL/6NCrIBR mice. *Journal of Nutrition*, 129, 32-38.

- HOUSEKNECHT, K. L.; van der HEUVEL, J. P.; MOYA-CAMARERA, S. Y.; PORTOCARRERO, C. P.; PECK, L. W.; NICKEL, K. P.; BELURY, M. A. 1998. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat. *Biochemist Biophysic Research*, 244, 678-682.
- JAHREIS, G.;FRITSCH, J.;MÖCKEL, P.;SCHÖNE, U.; MÖLER, U.; STEINHART, H. 1999. The potential anticarcinogenic conjugated linoleic acid, cis-9,trans-11 C18:2, in milk of different species: cow, goat, ewe, sow, mare, woman. *Nutrition Research*, 19, 1541-1549.
- JAHREIS, G.; KRAFT, J.; TISCHENDORF, F.;SCHÖME, F.; von LOEFFELHOLZ, C. 2000. Conjugated linoleic acid: physiological effects in animal and man with special regard to body composition. *European Journal of Lipid Science Technology*, 102, 695-703.
- JOO, S. T.; LEE, J. I.; HA, Y. L.; PARK, G. B. 2002. Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, and water-holding capacity of pork loin. *Journal of Animal Science*, 80, 108-112.
- KAVANAUGH, C. J.; LIU, K. L.; BELURY, M. A. 1999. Effect of dietary conjugated linoleic acid on phorbol ester-induced PGE2 production and hyperplasia in mouse epidermis. *Nutrition and cancer*, 33, 132-138.
- KEPLER, C. R.;HIRONS, K. P.; McNEILL, J. J.;TOVE, S. B. 1966. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *Journal of biological Chemistry*, 241, 1350-1354.
- OSTROWSKA, E.; MURALITHARAN, M.;CROSS, R.; BAUMAN, D.E.; DUNSHEA, F. R. 1999. Dietary conjugated linoleic acid increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. *Journal of Nutrition*, 129, 2037-2042.
- PARK, Y.; ALBRIGHT, K. J.; LIU, W.; STORKSON, J. M.;COOK, M. E.; PARIZA, M. W.1997. Effects of conjugated linoleic acid on body composition mice. *Lipids*, 32, 853-858.
- PARK, Y.; ALBRIGHT, K. J.; STORKSON, J. M.; LIU, W.;COOK, M. E.; PARIZA, M. W.1999. Changes in body composition in mice during feeding and withdrawal of conjugated linoleic acid. *Lipids*, 34, 243-248.
- PARODI, P. W.1999. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*, 82, 1339-1349.
- WEST, D. B.; DELANY, J. P.;CAMET, P. M.; BLOHM, F.; TRUETT, A. A.; SCIMECA, J. A. 1998. Effects of conjugated linoleic acid on body fat and energy metabolism in the mouse. *American Journal of Physiology*, 275, 667-672.
- WIEGAND, B. R.; PARRISH, F. C.; SWAN, J. E.; LARSEN, S. T.; BAAS, T. J. 2001. Conjugated linoleic acid improves feed efficiency, decreases subcutaneous fat, and improves certain aspects of meat quality in stress-genotype pigs. *Journal of Animal Science*, 79, 2187-2195.

---

## SUMMARY

40 Canary Caprine Group kids were allotted in a 2x2 design. CLA-60 and weight at slaughter were variation factors. After slaughter and chilling, carcass composition (lean, subcutaneous and intermuscle fat and bone) was recorded. pH and color (CIE, L\*C\*H\*) were recorded at slaughter time (pH0, L0, C0, H0) and 24 hours after that (pHu, Lu, Cu, Hu). Weight at slaughter effect was statistically significant in all tissues, decreasing bone percent and increasing the others when increase from 6 to 10 kg. CLA-60 diet increases the fat percent in carcass composition and pH from 6 kg slaughter weight. In opposite to that, CLA did not affect any color parameter, while weight at slaughter increase produce meat darker.

**Key words:** Conjugated linoleic acid, Weight at slaughter, Kids, Carcass composition, pH and Color.

---