



Figura 1. Texturómetro universal provisto de célula Warner-Bratzler.

agua (CRA). Método de Grau y Hamm (1953).

- Dureza. Método de cizallamiento de Warner-Bratzler (figura 1).
- pH. Medido al sacrificio y 24 horas tras el mismo.
- Composición fibrilar. Método de (Dubowitz y Brooke, 1973).
- Composición química. Humedad, cenizas, grasa total, proteína total, colágeno total y solubilidad del mismo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se puede observar los efectos del tipo de lactancia empleado (natural vs artificial) y del peso sacrificio (6 vs 10 kg) sobre los parámetros de calidad de la carne estudiados.

Los valores obtenidos para el pH fueron acordes con los presentados por otros autores para el ganado caprino (Heffron y Dreyer, 1975; Kim y col., 1991; Alvarez y col., 1995; Snell, 1996). El tipo de lactancia empleado no afectó al valor de pH en ninguno de los momentos estudiados, no observándose tendencia alguna motivada por este factor.

Estos resultados están en concordancia con lo expresado por Kirton y col. (1989) y por Sañudo y col. (1995) en corderos y cabras con distintos regímenes de alimentación. Por el contrario, Abouheif y col. (1995) y Solomon y col. (1986) sí

observaron una diferencia en el pH motivada por una mayor concentración de glucógeno en los animales alimentados con dietas altas en energía. Las leches consumidas por los cabritos en lactancia artificial y natural se diferenciaban en composición, pero esto no pareció afectar al pH del músculo por lo que probablemente los niveles de glucógeno serían similares en los cabritos de ambos tipos de lactancia.

El peso vivo sacrificio (PVS) si manifestó una clara tendencia en los niveles de pH, ya que mientras los animales criados con sus madres incrementaban el valor del pH al elevar el PVS, los alimentados con un lactorreemplazante lo presentaban más bajo al ser sacrificados con 10 kg de PVS.

Los resultados de Sañudo y col. (1996) en corderos criados con lactancia natural y posterior alimentación sólida mostraron un incremento en los valores de pH, mientras que para Marichal (2000) se redujeron al elevar el PVS de cabritos criados con lactancia artificial de 6 a 25 kg. Esta aparente contradicción del efecto del PVS podría tener relación con el hecho de que los animales alimentados con lactorreemplazante se incorporan más rápida y eficazmente a la alimentación de rumiante, aumentando así su ingesta de hidratos de carbono y presentando por ello mayores niveles de glucógeno muscular.

En referencia al color de la carne y comenzando por analizar la luminosidad (L), se observó que los valores obtenidos en la presente experiencia eran más altos que los observados por otros autores en cabras adultas (Babiker y col., 1990) o en cabritos sacrificados a pesos superiores (Snell, 1996).

Se ha puesto de manifiesto un efecto de la edad en estos animales, dado que la costumbre de sacrificio a pesos bajos instaurada en

La carne de cabra es menos grasa que la vaca (50-65%), cordero (42-59%) o ternera (25%).

	Lactancia natural		Lactancia artificial		Etiología		
	6 kg	10 kg	6 kg	10 kg	L	P	LxP
pH sacrificio	6.08	6.28	6.30	6.20	ns	ns	ns
pH 45 minutos	6.03	6.27	6.36	6.20	ns	ns	ns
pH 24 horas	3.99	3.89	5.73	6.49	ns	ns	ns
Color pH (%)	7.90	9.56	8.89	9.99	ns	ns	ns
Luminosidad	50.07	46.76	49.63	47.91	ns	0.014	ns
L 45 minutos	50.59	46.68	47.74	47.68	ns	ns	ns
L 24 horas	36.87	36.70	36.80	33.05	ns	0.076	ns
Crema sacrificio	9.08	11.30	10.43	9.74	ns	ns	ns
Crema 45 minutos	10.35	11.20	11.77	11.33	ns	ns	ns
Crema 24 horas	13.76	11.48	16.11	16.23	0.071	ns	ns
Hue sacrificio	26.79	27.54	29.70	28.11	ns	ns	ns
Hue 45 minutos	30.43	28.33	29.77	29.08	ns	ns	ns
Hue 24 horas	43.49	36.63	42.88	37.98	ns	ns	ns
Dureza (N)	58.40	50.07	66.71	57.13	ns	ns	ns
CMA (g capilares)	0.66	0.99	0.46	0.47	0.001	ns	ns
Burzumal (N)	78.31	76.63	78.40	77.24	ns	0.001	ns
Proteína (N)	18.87	20.07	19.86	19.58	ns	0.001	ns
Grasa (N)	1.20	1.31	0.96	1.04	ns	ns	ns
Colágeno (N)	1.16	1.17	1.12	1.16	ns	ns	ns
Colágeno (N)	0.60	0.36	0.96	0.38	ns	ns	ns
Acidifilado Colágeno (N)	70.49	63.52	65.63	76.30	ns	ns	ns
% Hierro Tipo I	31.00	40.00	22.81	26.53	ns	ns	ns
% Hierro Tipo IIa	46.00	28.66	23.80	42.20	ns	ns	ns
% Hierro Tipo III	20.00	31.33	31.85	31.14	ns	ns	ns
% Hierro Tipo II	76.00	71.33	67.88	75.46	ns	ns	ns
Area Tipo I (µ²)	484.27	681.04	389.10	584.06	ns	0.033	ns
Area Tipo IIa (µ²)	581.33	582.13	354.56	311.69	ns	ns	ns
Area Tipo III (µ²)	471.44	796.13	367.02	547.01	ns	0.166	ns
Area Tipo II (µ²)	310.73	943.90	362.44	531.58	ns	ns	ns

Metodología: error típico, L.- Lactancia, P.- Peso sacrificio

Tabla 1. Efecto del tipo de lactancia y peso sacrificio sobre los parámetros estudiados en el músculo Longissimus dorsi.

La crianza de cabritos mediante el empleo de un lactorreemplazante no repercute negativamente en la calidad química-física de la carne.

España para los cabritos determina este color tan claro de la carne. Esto se vio confirmado en el caso concreto de nuestros resultados ya que la carne de los cabritos sacrificados a mayor peso era ligeramente más oscura, si bien la reducción en el valor de L fue mínima y posiblemente no perceptible por el ojo humano.

Esta leve reducción también ha sido observada por Argüello y col. (1998) y Marichal (2000) en ganado caprino y por Sañudo y col. (1996) en corderos. La sustitución del alimento lácteo por uno sólido más rico en hierro posiblemente fue la causa de la misma.

La lactancia empleada no presentó efectos estadísticamente significativos sobre los valores de luminosidad, pero sí una tendencia en los animales de PVS de 10 kg, con mayores valores de L para los que consumieron lactorreemplazante. El hecho de no haber encontrado diferencias a los 6 kg de PVS quizá estuviera motivado por la similitud

en la cantidad de hierro en las dos dietas lácteas, 5 vs 4.4 ppm, lactorreemplazante y leche de cabra respectivamente (Moreno y col., 1993). Por el contrario, los cabritos de mayor PVS han incluido en su dieta alimento sólido, y si bien los animales de lactancia natural consumían algo menos que los de lactancia artificial el alimento al que accedían poseía una mayor concentración de hierro (24 vs 40 ppm en pienso starter y ración de las madres).

La dureza de la carne es considerada por algunos autores como uno de los atributos más importantes que aprecia un consumidor (Lawrie, 1998). Los valores observados en la presente experiencia estuvieron acordes con los observados por Kesava y col. (1984) en raza Black Bengal (5.77 kg), Argüello y col. (1998) en cabritos de la ACC (46 N),

Sañudo y col. (1995) en cabras adultas a los 7 días postsacrificio (3.15 a 4.42 kg), Babiker y col.

(1990) en cabras adultas y carne cocinada (4.0 kg) y por Johnson y col. (1995) en cabras de 20 kg de PVS y carne cocinada (59.8 y 70.6 N, LTL y SM respectivamente).

Sin embargo, fueron superiores a los relatados por Gallo y col. (1996) en LTL cocinado de cabritos criollos (3.2 kg) y netamente inferiores a los encontrados por Johnson y McGowan (1998) en cabras nativas de Florida y SM cocinado (9.1 kg). Diferencias en la preparación de la muestra y PVS son las que posiblemente han motivado los distintos resultados.

Los valores obtenidos para la CRA oscilaron entre 0.31 g (6.2%) y 0.72 g (14.4%) expelidos, siendo ligeramente inferiores a los relatados en la bibliografía para ganado caprino adulto por Sañudo y col. (1995) y Alvarez y col. (1995), pero similares a los observados por Argüello y col. (1998) y Marichal (2000) en cabritos de la ACC. Con toda probabilidad el mayor PVS de los primeros fue el factor que influyó en la mencionada diferencia.

En cuanto a la evaluación de los efectos, mientras que en la elevación del PVS no se encontró significación en ningún momento, la lactancia empleada sí ejerció efecto significativo.

La alimentación recibida por los animales sí que ha desarrollado un marcado efecto sobre la CRA, siendo los animales criados con lactorreemplazante los que poseyeron una carne con menor cantidad de jugo expelido. Si bien son escasos los trabajos al respecto en ganado caprino, sí ha sido reportada una tendencia a disminuir la CRA conforme se incrementaba la condición corporal de cabras adultas (Sañudo y col., 1995).

En el caso del presente trabajo, el pH y el contenido en proteína podrían haber jugado un papel tras-

cedental en la mayor CRA de los animales de lactancia artificial. En este sentido, el valor medio del pH a las 24 horas postsacrificio de los animales criados con sus madres fue de 5.64, mientras que los alimentados con lactorreemplazante presentaron un pH medio de 5.66, siendo este incremento inferior al rango (5.5-6.5) en el que Hamm (1972) consideraba que se podrían producir grandes alteraciones en la CRA. Indudablemente, ese mayor pH mostrado por los cabritos de lactancia artificial hizo que las proteínas se encontrasen más alejadas de su punto isoeléctrico y así ejercieran más atracción sobre el agua.

En referencia a la composición química, en primer lugar se observa que el porcentaje de humedad, en comparación con otras razas, es algo superior en nuestros animales, oscilando entre un 76 y un 78%, posiblemente ocasionado por un menor PVS, ya que, como se verá con posterioridad, la elevación del mismo reduce la proporción de agua en la carne. Los porcentajes de proteína también son característicos de animales muy jóvenes (18-20% aproximadamente), al igual que la grasa acumulada en el músculo (0.9 a 1.6%). Si bien la grasa es un tejido de deposición tardío, en el caprino concurre otra circunstancia, como es la deposición visceral de la misma. Estas dos razones aportadas pueden explicar los bajos porcentajes de grasa observados en comparación con las otras razas caprinas.

El tipo de alimentación recibida no tuvo efecto sobre la composición química, lo que concuerda con lo observado por Mueller y col. (1985) en cabritos de similar peso y tipo de alimentación.

Con el incremento del PVS, las fibras se van desarrollando y el músculo madura, de tal forma que se reduce el porcentaje de humedad presente en la carne a expen-

Criar cabritos en lactancia artificial hasta los 10 kg de peso vivo redonda en un mayor beneficio por parte del ganadero sin que se vea mermada la calidad de la carne producida.

En ganado caprino se puso de manifiesto por Gaili y Ali (1985) un incremento del área de las fibras al ser los animales sometidos a una alimentación de engorde. De igual forma Moddy y col. (1980) observaron, trabajando con corderos, un efecto de la alimentación sobre el tamaño de las fibras tipo I. También en ganado vacuno, pero en este caso sometido a dos meses de restricción alimentaria, Yambayamba y Price (1991) demostraron la reducción del área de las fibras. Este efecto de la alimentación sobre el área de las fibras ha sido exhaustivamente estudiado por Yamaguchi y col. (1993) los cuales observaron en músculos de rata una reducción del peso del músculo, y por tanto del área de sus fibras, cuando los animales eran alimentados por debajo de sus necesidades.

Cuando el PVS pasó de 6 a 10 kg, se observó un incremento del área de las fibras musculares. Dicho incremento se debió al crecimiento hipertrófico de las mismas ya descrito por Staun (1963), Davies (1972) y Swatland (1975). Una vez más, la actividad de los músculos determinó un mayor crecimiento en aquellos que poseen una mayor actividad. Como ya ha sido determinado por Yamaguchi y col. (1993), es el peso de los animales y no la edad lo que determina el área de sus fibras, y así se ha puesto de manifiesto en este trabajo al presentar animales de diferente edad e igual peso similares áreas en sus fibras musculares.

CONCLUSIÓN

Tras la exposición y discusión de los resultados se puede concluir que el empleo de lactorreemplazantes en la nutrición de cabritos, no altera la calidad química-física de la carne producida por los mismos, así como que la elevación del PVS no reduce la calidad de la carne producida por los cabritos. Si bien, su aspecto externo cambia ligeramen-

te, por tanto, criar cabritos en lactancia artificial hasta los 10 kg de PVS redundará en un mayor beneficio por parte del ganadero sin que se vea mermada la calidad de la carne producida.

BIOGRAFÍA

ANASTASIO ARGÜELLO HENRÍQUEZ

Se licenció en Veterinaria en la ULPGC en 1995.

Posteriormente inició sus estudios de doctorado en el Departamento de Patología Animal, Producción Animal, Bromatología y Tecnología de los Alimentos como becario del Gobierno de Canarias y obtuvo el grado de Doctor en el año 2000.

Desde el término de sus estudios a la actualidad ha participado en 12 proyectos de investigación, en la publicación de 31 artículos internacionales, 12 de carácter nacional y 39 comunicaciones a congresos tanto nacionales como internacionales.

Actualmente es Profesor Titular de Universidad en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Dirección: Facultad de Veterinaria, ULPGC.
Transmontaña s/n,
35416-Arucas.
Teléfono: 928451093,
Fax: 928451142.
e-mail: aarguello@dpat.ulpgc.es

cles of anaesthetised and stunned Boer goats, *Capra Hircus*. *Journal of Animal Science*, 5: 61-65.

Ibebunjo, C. (1994). Morphologic and morphometric characteristics of limb muscles of the goat. *Small Ruminant Research*, 13: 227-286.

Johnson, D.D.; McGowan, C.H.; Nurse, G. y Anous, M.R. (1995). Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. *Small Ruminant Research*, 17: 57-63.

Johnson, D.D. y McGowan, C.H. (1998). Diet/management effects on carcass attributes and meat quality of young goats. *Small Ruminant Research*, 28: 93-98.

Kesava, R.V.; Anjaneyulu, A.S.R. y Lakshmanan, V. (1984). A note on carcass and meat characteristics of Black Bengal male goats. *Journal of Food Science and Technology, India*, 21(3): 183-184.

Kim, J.S.; Kim, Y.G.; Lee, H.G.; Kang, J.S.; Kim, Y.S.; Jin, S.K.; Park, T.S. y Park, G.B. (1991). Changes in physicochemical properties of Korean native goat meat during cold and frozen storage. *Korean Journal of Animal Science*, 33(11): 787-794.

Kirton, A.H.; Thorrold, B.S. y Mercer, G.J.K. (1989). Effect of liveweight gain or loss on lamb meat quality. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production*, 49: 127-131.

Lawrie, R.A. (1998). *Ciencia de la carne*. 3ª edición española. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España.

Lowrie, M.B.; More, A.F.K. y Vrbová, G. (1989). The effect of

load on the phenotype of the developing rat soleus muscle. *Pflügers Archiv.*, 415: 204-208.

Marichal, A. (2000). Estudio de las características físico-químicas e histológicas de la carne de cabrito de la Agrupación Caprina Canaria. Tesina de Licenciatura, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España, 138 pp.

May, M.L.; Dikeman, M.E. y Schalles, R. (1977). Longissimus muscle histological characteristics of Simmental x Angus, Hereford x Angus and Limousin x Angus crossbred steers as related to carcass composition and meat palatability traits. *Journal of Animal Science*, 44: 571-580.

Melton, C.; Dikeman, M.; Tuma, H.J. y Schalles, R. (1974). Histochemical relationships of muscle biopsies to bovine meat quality and carcass composition. *Journal of Animal Science*, 38: 24.

Moody, W.G.; Kemp, J.D.; Mahyuddin, M.; Jonhston, D.M. y Ely, D.G. 1980. Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on histological properties of lamb carcasses. *Journal of Animal Science*, 50(2): 249-256.

Morbidini, L.; Sarti, D.M.; Pollidori, P. y Valigi, A. (1999). Carcass, meat and fat quality in italian Merino derived lambs obtained with "organic" farming system. *FAO-CIHEAM Network on sheep and goat*. Molina de Segura, Murcia, España, 23-25 de septiembre.

Moreno, R.; Amaro, M.A. y Zurera, G. (1993). Micronutrients in natural cow, ewe and goat milk. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 4(1): 37-46.

Mueller, R.; Steinhart, H. y Scheper, J. (1985). Carcass composition and meat quality of kids. Influence of feeding. *Fleischwirtschaft*, 65(2): 194-196.

Sañudo, C.; Alvarez, F.; Campo, M.; Olleta, J.L.; Delfa, R. y González, C. (1995). Influence de la note d'état corporel des chèvres adultes sur qualité de la viande. *Options méditerranéennes*, 27: 171-177.

Sañudo, C.; Santolaria, M.P.; María, G.; Osorio, M. y Sierra, I. (1996). Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. *Meat Science*, 42(2): 195-202.

Snell, H. (1996). Schlachtkörpermerkmale von ziegenlammern der rassen bunte Deutsche edelziege, buren-und kaschmirziege sowie kreuzungen. *Fleischwirtschaft*, 76(12): 1335-1339.

Solomon, M.B.; Lynch, G.P. y Berry, E.W. (1986). Influence of animal diet and carcass electrical stimulation on the quality of meat from youthful ram lambs. *Journal of Animal Science*, 62: 139-146.

Staun, H. (1963). Various factors affecting number and size of muscle fibers in the pig. *Acta. Agr. Scand.*, 13: 293.

Sugie, H. y Verity, A. (1985). Postnatal histochemical fiber type differentiation in normal and hypothyroid rat soleus muscle. *Muscle and Nerve*, 8: 654-660.

Swatland, H.J. (1975). Histochemical development of myofibres in neonatal piglets. *Research Veterinary Science*, 18: 253.

USDA. (1989). Official United States Standards for grades of carcass beef. USDA, Agricultural Marketing Service, Washington, DC, USA.

Van Niekerk, W.A. y Casey, N.H. (1988). The Boer goat. II Growth, nutrient requirements, carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, 1: 355-368.

Viera y Clavijo, J. (1982). Noticias de la Historia general de las Islas Canarias. Ed. Goya, Santa Cruz de Tenerife, España.

Vrbová, G.; Navarrete, R. y Lowrie, M. (1985). Matching of muscle properties and motoneurone firing patterns during early stages of development. *Journal of Experimental Biology*, 115: 113-123.

Yamaguchi, A.; Horio, Y.; Sakuma, K. y Katsuta, S. (1993). The effect of nutrition on the size and proportion of muscle fibre types during growth. *J. Anat.*, 182: 29-36.

Yambayamba, E. y Price, M.A. (1991). Fiber type proportions and diameters in the longissimus muscle of beef heifers undergoing catch-up (compensatory) growth. *Can. Journal of Animal Science*, 71: 1031-1035.

Patrocinador de esta investigación:

**EXCMO. AYUNTAMIENTO DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA.**