

# Efecto del periodo de días en alimentación para alcanzar el peso al sacrificio sobre características productivas, rendimiento de la canal y cortes y calidad de la carne de ovinos criollos alimentados con raciones totales<sup>1,2</sup>

*Abner A. Rodríguez-Carías<sup>3</sup>, Alana Bayne<sup>4</sup>, Aixa Rivera<sup>5</sup>  
y Susan Duckett<sup>6</sup>*

**J. Agric. Univ. P.R. 107(2):141-165 (2023)**

## RESUMEN

Se comparó el efecto del periodo de días en alimentación (DIA) para alcanzar el peso al sacrificio sobre características productivas, rendimiento de la canal caliente y fría y rendimientos de cortes primarios y al detal de corderos criollos alimentados en confinamiento con raciones totales (RT). La calidad de la carne incluyendo el perfil de ácidos grasos también fue determinada. La RT conteniendo 70% de alimento concentrado y 30% heno de gramíneas tropicales se ofreció al 4.5% del peso vivo del cordero en base seca hasta lograr determinar los DIA para alcanzar un peso al sacrificio de 20 a 25 kg (PS1) o de 46 a 50 kg (PS2). Tres jaulas con cuatro ovinos criollos de cinco a siete meses se utilizaron como unidades experimentales durante el periodo de DIA para alcanzar el PS1 y dos animales por jaula durante los DIA para alcanzar el PS2. En cada periodo de DIA se cuantificó el consumo voluntario (CV) por jaula de los corderos. Para determinar la ganancia en peso diaria (GPD) por animal y la conversión alimenticia (CA) por jaula, los corderos se pesaron semanalmente. Al obtener el PS1 y PS2, seis corderos de cada peso se sacrificaron en un matadero comercial para determinar el rendimiento de la canal caliente (RCC) y fría (RCF), y el rendimiento de cortes primarios y al detal con relación al peso de la canal fría. Los cortes primarios evaluados fueron nuca (N), costilla 1-5/pernil delantero (CPD), costillas 6-13

<sup>1</sup>Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 20 de enero de 2023.

<sup>2</sup>Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Alimentos y Agricultura (NIFA, por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura Federal, Proyecto Hatch 490 de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

<sup>3</sup>Catedrático, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, abner.rodriguez3@upr.edu

<sup>4</sup>Exestudiante Graduada, Programa de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez

<sup>5</sup>Especialista Jubilada, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, aixa.rivera4@upr.edu

<sup>6</sup>Catedrático, Animal and Veterinary Sciences Department, Clemson University, sducket@clemson.edu

(C), lomo (L) y pernil trasero (PT). Los cortes al detal incluyeron chuleta de hombro (CH), chuleta francesa (CF), costillas (CT), osobuco (O), pernil trasero (PTT) y fricase (F). Muestras del *Longissimus dorsi* se obtuvieron de cada canal para determinar la calidad de la carne evidenciada por pH, terneza, color, contenido de nutrientes y el perfil de ácidos grasos en el músculo. Los datos se analizaron utilizando un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos (DIA) y tres repeticiones (jaula) para las características productivas CV y CA y seis repeticiones (animal) para las demás variables evaluadas. Los DIA de los corderos criollos alimentados con RT para alcanzar el PS1 y PS2 fue de 42 y 128, respectivamente. El CV de la materia seca por jaula con relación al peso vivo de los animales y la GPD por cordero fue similar ( $P=0.05$ ) para ambos periodos de DIA; sin embargo, la CA fue menor ( $P<0.05$ ) en corderos al PS1 que al PS2. Sacrificar corderos al PS2 resultó en mayor ( $P<0.05$ ) RCC y RCF que en corderos sacrificados a un menor peso. El rendimiento de los cortes primarios CPD, L y PT y el de los cortes al detal CH, CT, O y PT fue mayor ( $P<0.05$ ) en corderos con PS2 que PS1. Los criterios de calidad de carne, color y terneza fueron similares ( $P=0.05$ ) para ambos pesos al sacrificio. El contenido de proteína fue mayor ( $P<0.05$ ) en carne de corderos de PS1 que PS2, pero el contenido de grasa bruta y lípidos totales fue menor. El contenido de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) n-3 y n-6 fue mayor ( $P<0.05$ ) en la carne de cordero con PS2, pero la relación AGPI n-6/n-3 fue menor ( $P<0.05$ ). Diferencias en el contenido de ácidos grasos individuales debido al periodo de DIA y peso al sacrificio también se observaron. En conclusión, el periodo de DIA para alcanzar el peso al sacrificio y el peso final a la matanza afecta las características productivas, rendimiento de la canal y cortes y la calidad de la carne del cordero criollo alimentado en confinamiento con RT. Recomendamos el sacrificio del cordero criollo a un peso vivo entre 46 a 50 kg debido al mayor RCC y RCF y rendimiento de cortes primarios y al detal de corderos sacrificados a un mayor peso, sin que se afecte negativamente la calidad de la carne.

Palabras clave: cordero, sistema de alimentación, engorde, calidad de la carne

#### ABSTRACT

Effect of the period of days on feed to reach slaughter weight on productive characteristics, carcass yield and cuts and meat quality of creole sheep fed with total rations

We compared the effect of the period of days on feed (DOF) to reach the slaughter weight on performance, hot and cold carcass yield, and wholesale (primal) and retail cuts of native lambs fed in confinement with total rations (TR). Meat quality including fatty acid profile was also determined. The TR containing 70% concentrate and 30% tropical grass hay was offered at 4.5% of the live weight of the lamb on a dry matter basis until the pre-established slaughter weight of 20 to 25 kg (SW1) or 46 to 50 kg (SW2) was achieved. Three feeding pens with four 'five- to seven-month-old' lambs were used as experimental units during the DOF period to reach SW1, and two animals per pen were used during the DOF period to reach SW2. During each DOF period, voluntary dry matter intake as a percentage of animal weight (DMI) per pen was quantified. To determine the daily weight gain (ADG) per animal and the feed conversion (FC) per pen, the lambs were weighed weekly. When SW1 and SW2 were achieved, six lambs per weight were slaughtered in a commercial abattoir to determine hot (HCY) and cold (CCY) carcass yield. The wholesale (primal) cuts evaluated were

neck (N), shoulder (SL), ribs 6-13 (RIB), loin (LN) and leg (LG); and retail cuts (RTC) included shoulder chop (SCH), French chop (FCH), ribs (RS), back leg (BL), shanks (SH), and stew meat (ST). Samples of *Longissimus dorsi* were obtained from each carcass to determine meat quality as evidenced by pH, tenderness, color, nutrient content, and fatty acid profile in the muscle. The data were analyzed using a completely randomized design with two treatments (DOF) and three repetitions (pen) for DMI and FC and six repetitions (animal) for the other variables evaluated. The DOF of native lambs fed with TR to reach SW 1 and SW2 were 42 and 128, respectively. The DMI of the dry matter per pen in relation to the live weight of the animals and the ADG per lamb were similar ( $P=0.05$ ) for both DOF periods, but FC was lower ( $P<0.05$ ) in lambs at SW1 than SW2. The HCY and CCY were greater ( $P<0.05$ ) in lambs slaughtered at SW2 than SW1. Yield from primal cuts SL, LN, and LG and retail cuts SCH, RS, SH, and BL were also higher in lambs at SW2 than those slaughtered at SW1. Meat quality, color, and tenderness criteria were similar ( $P=0.05$ ) for both slaughter weights. Crude protein was higher ( $P<0.05$ ) in lambs slaughtered at SW1 than at SW2, but crude fat and total lipid content were lower. The content of polyunsaturated fatty acids (PUFA) n-3 and n-6 content was higher ( $P<0.05$ ) in lambs at SW1 than SW2, but the PUFA n-6/n-3 ratio was lower ( $P<0.05$ ). Differences in individual fatty acid content due to DOF period and slaughter weight were also observed. In conclusion, the DOF period to reach the slaughter weight and the final weight at slaughter influences performance, yield of the carcass and cuts, and the quality of the meat of native lamb fed in confinement with total rations. We recommend the slaughter of native lambs at 46 to 50 kg because the yield was greater for carcass as well as wholesale (primal) and retail cuts of lamb slaughtered at heavier weights without affecting meat quality.

**Keywords:** lamb, feeding system, meat quality

## INTRODUCCIÓN

La producción de ovinos para producción de carne contribuye a la disponibilidad, al acceso y la estabilidad de los alimentos para el ser humano. Es decir, contribuye a la seguridad alimentaria tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Para el 2030, se estima un aumento en el consumo mundial de carne de cordero de un 15.7% (FAO, 2021). En Puerto Rico, la producción de pequeños rumiantes para carne, en su mayoría ovinos, ha despertado gran interés en los productores pecuarios. En la isla, los ovinos para producción de carne se crían mayormente bajo condiciones de manejo extensivo, pastoreando pastos tropicales naturalizados sin o con limitada suplementación. Desafortunadamente, la calidad del forraje y su disponibilidad en algunas épocas se ve afectada, lo que provoca disminución en el consumo de materia seca, pérdida de peso y potencial desarrollo de enfermedades en los animales (Rodríguez et al., 2014). Además, con este tipo de sistema extensivo los ovinos generalmente alcanzan su peso al sacrificio a una edad superior a los 12 meses, lo que resulta en la producción de carne de “mutton” y no de cordero (González et al., 2014). En siste-

mas intensivos de producción, los corderos confinados y alimentados con raciones totales (RT) con un alto contenido de granos de cereales han tenido resultados positivos, ya que se reduce el tiempo necesario para que el animal alcance el peso al sacrificio. Investigaciones relacionadas realizadas en el trópico de Puerto Rico (Ríos-Lugardo, 2020; Suárez-Rodríguez, 2019; Rosado-Huertas, 2019) han demostrado que, bajo condiciones de estrés por calor, es posible mejorar la productividad y las características de la canal de ovinos criollos alimentados con RT y con un peso al sacrificio menor de 25 a 30 kg. Suárez-Rodríguez (2019) reportó una ganancia en peso diaria de 200 g/d en corderos Katahdin alimentados en confinamiento con RT comparado con una ganancia de 56 g/d en corderos criollos en pastoreo. Rosado-Huertas (2019) reportó, en experimentos realizados en Puerto Rico, que es posible obtener ganancias de peso entre 139 a 213 g/d en corderos criollos alimentados con RT. El mismo autor indicó que el sistema de alimentación (intensivo o extensivo) afecta el peso y el rendimiento porcentual de los cortes mayoristas y al detal y la calidad de la carne. En otro estudio se reportó que alimentar corderos en crecimiento hasta 25 kg promedio con dietas que satisfacen los requerimientos proteicos y dos niveles porcentuales de NDT mayores al requerimiento (53%) bajo condiciones de estrés térmico no afectó su rendimiento productivo, rendimiento de la canal y cortes y parámetros de la calidad de la carne (Ríos-Lugardo, 2020).

La producción de cortes de carne al detal de mayor tamaño y un mejor rendimiento con relación al peso de la canal fría de los animales es necesaria para mejorar la oferta al consumidor y generar una industria competitiva. Sin embargo, no existe información documentada sobre el desempeño productivo de ovinos criollos alimentados en confinamiento y sacrificados a un peso corporal mayor de 25 a 30 kg. Esta investigación se diseñó para evaluar el periodo de alimentación en días necesario para alcanzar un peso al sacrificio entre 20 a 25 kg y entre 46 a 50 kg en ovinos criollos alimentados en confinamiento con RT. Se evaluó, además, el efecto del periodo de días en alimentación con RT sobre características productivas, rendimiento de la canal y cortes, parámetros químicos y de calidad nutricional de la carne.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Animales y manejo*

Se utilizaron 12 corderos criollos (peso vivo inicial promedio = 16.59 kg) para evaluar el efecto de los días en alimentación (DIA) para alcanzar el peso a la matanza. Para este experimento, se preestablecieron dos pesos al sacrificio: de 22 a 25 kg y de 46 a 50 kg. El estudio se reali-

zó en el Proyecto de Pequeños Rumiantes en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Los doce corderos (de cinco a siete meses de edad) se distribuyeron en tres jaulas con cuatro animales en cada una durante el periodo de días para alcanzar de 22 a 25 kg de peso y dos animales por jaula durante el periodo de tiempo para alcanzar el peso a la matanza de 46 a 50 kg. Las jaulas, con unas dimensiones de 6.25 x 7.75 pies, estaban equipadas con comederos de cemento y acceso al agua y bloque de minerales. Los bloques minerales contenían una mezcla de macro y micro minerales y estuvieron disponibles durante todo el experimento (Red Trace Mineral Salt Brick)<sup>7</sup>. El agua siempre estuvo disponible *ad libitum* durante el transcurso de la prueba de alimentación. Se le inyectó a cada cordero, de manera intramuscular, medio mililitro de un complejo nutricional de vitaminas A, D y E. Los corderos se sometieron a dos semanas de adaptación a las facilidades, al manejo y la dieta experimental y se vacunaron contra enterotoxemia utilizando un producto comercial (Vision CD-T). Además, los animales fueron evaluados físicamente y desparasitados, según la escala, utilizando como criterio la coloración de la mucosa ocular descrita en la tarjeta de FAMACHA®.

#### *Ración total, consumo voluntario y ganancia en peso*

La RT utilizada en el experimento consistió en una mezcla de 30% de heno de gramíneas tropicales (HGT) y 70% de alimento concentrado (AC). Los ingredientes, ambos obtenidos de suplidores comerciales, fueron mezclados manualmente para obtener un contenido estimado de 13.3% de proteína bruta (PB) y un mínimo de 53% de nutrientes digeribles totales (NDT), según las recomendaciones del Concilio Nacional de Investigaciones (NRC, 2007) para ovinos en crecimiento con una ganancia mínimo de 150 g/d. El HGT, conteniendo una mezcla de hierba pajón (*Andropogum virginicus*) y hierba buffel (*Cenchrus ciliaris*), se trozó en partículas teóricas de 5 a 8 cm utilizando maquinaria comercial para evitar la selectividad animal. La RT se mezcló diariamente y se ofreció una vez al día en cantidades equivalentes al 4.5% del peso vivo en base seca del grupo de corderos por jaula. Cada 24 horas, se cuantificó por jaula la cantidad de alimento ofrecido y rechazado para determinar el consumo de materia seca del grupo de animales. Para determinar el periodo de DIA necesario para obtener los pesos de matanza preestablecidos (22 a 25 kg y 46 a 50 kg), cada semana los corderos se pesaron individualmente y se determinó la ganancia en peso

<sup>7</sup>Los nombres de compañías y de marcas registradas solo se utilizan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, ni endoso sobre otros productos o equipo que no se mencionan y puedan estar disponibles.

total (GPT) y ganancia en peso diaria (GPD). La conversión del alimento (CA) del grupo de corderos en cada jaula durante los dos periodos de alimentación hasta alcanzar el peso al sacrificio fue determinada como la cantidad de alimento consumido necesario para lograr un kilogramo de peso vivo.

#### *Rendimiento de la canal y cortes y ancho del ojo del músculo del lomo*

Al alcanzar los 22 a 25 kg de peso vivo, el primer grupo de seis corderos (dos de cada jaula) fue sacrificado y al alcanzar los 46 a 50 kg, se sacrificaron los seis corderos restantes. Los animales fueron transportados el día del sacrificio a un matadero comercial localizado en el municipio de Yauco. Una vez sacrificado, se calculó el rendimiento de la canal caliente de cada animal en el matadero comercial; el rendimiento de la canal fría se calculó 24 horas después de ser transportadas al Laboratorio de Procesamiento de Carne en la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

Cada canal se trozó en cinco cortes primarios: nuca (N), costillas 1-5/ pernil delantero (CPD), costillas 6 a la 13 (C), lomo (L) y pernil trasero (PT). Cada corte se pesó para calcular su rendimiento con relación al peso de la canal fría. Luego, se realizaron los cortes al detal: chuletas de hombro (CH), chuletas francesas (CF), pernil trasero (PT), costillas (C), osobuco (O) y fricasé (F). De cada corte al detal se tomó el peso y se calculó el rendimiento con relación al peso de la canal fría. Además de los cortes principales y al detal de cada canal, se pesó y calculó el rendimiento de descarte. De cada canal, también se determinó el área del músculo dorsal utilizando una rejilla de plástico de medición rápida diseñada para bovinos. Se colocó dicha rejilla encima del ojo de la costilla 12 y 13 y se identificaron los puntos que se encontraban dentro del área del músculo. El número total de puntos contados se dividió entre 10 para determinar el área en pulgadas.

#### *Calidad y contenido nutricional de la carne*

Para evaluar el efecto del peso del cordero a la matanza sobre criterios utilizados para determinar la calidad de la carne, de cada canal se tomaron muestras del músculo *Longissimus dorsi*. En cada una de las muestras se evaluó el pH, el color y la terneza. La determinación de pH se realizó con un medidor de pH (Thermo Scientific) previamente calibrado con soluciones amortiguadoras de pH 7.0 y 4.0. Cada una de las muestras de músculo evaluadas fue colocada en un envase de 50 mL con 10 mL de agua destilada. La mezcla fue homogenizada manualmente para la lectura de pH correspondiente. Estas lecturas se realizaron en triplicado. El color fue determinado utilizando un colorímetro (Hunter Lab MiniScan, Hunter Associates

Laboratory Inc., Reston, VA) MiniScan EZ Spectrophotometer. De cada muestra se tomaron tres medidas con el lente del instrumento en lugares en donde había ausencia de tejido conectivo y grasa visible. Se cuantificó las medidas utilizando los valores de luminosidad ( $L^*$ ), el espectro del color rojo a verde ( $a^*$ ) y el espectro del color amarillo a azul ( $b^*$ ). Para la determinación de terneza de la carne cruda se utilizó el instrumento de Warner-Bratzler (WBS, Salter modelo 3000) según establecido por la Asociación Americana de Ciencias de la Carne (AMSA, 1996) (Salter, Modelo 3000). Este mide la fuerza necesaria (kg) para cortar un trozo de carne. Se obtuvieron tres muestras en forma de cilindro con un sacabocado (1.77 cm). Las muestras se cortaron a favor de las fibras musculares y libre de tejido conectivo y se colocaron en el medio del dispositivo para medir su fuerza tanto en kilogramos como libras.

Para determinar la composición nutricional, se analizó en cada muestra el contenido de agua, materia seca (MS), materia inorgánica o minerales (MI), proteína bruta (PB) y grasa bruta (GB). La determinación de MS, humedad y MI se realizó a través del método proximal o de Weende. Dicho método separa la MS y la humedad de un alimento, la MS se utiliza para cuantificar los componentes orgánicos como PB, GB y MI. Para la determinación de MS y el porcentaje de humedad, las muestras de carne se colocaron en un horno convencional a  $65^{\circ}\text{C}$  durante dos semanas. Las muestras secas de cada cordero se molieron y enviaron a un laboratorio comercial para la determinación del contenido de PB (Dairy One Lab, Ithaca, NY). El porcentaje de MI se determinó incinerando los nutrientes a  $550^{\circ}\text{C}$  por ocho horas y el porcentaje de materia orgánica (MO) se obtuvo por diferencia ( $100 - \text{MI} = \text{MO}$ ). El contenido de grasa intramuscular se determinó utilizando la extracción etérea con solvente orgánico (éter de petróleo) con el equipo ANKOM<sup>XT10</sup> Extraction System. Para el perfil de ácidos grasos, se enviaron muestras de los músculos a la Universidad de Clemson en el estado de Carolina del Sur. Antes del envío, las muestras de carne se congelaron, liofilizaron y trituraron en un procesador de alimentos. Los ácidos grasos ésteres se analizaron utilizando cromatografía de gas con el equipo Agilent 7673A. La separación de los componentes se logró utilizando *Superlco 100-m SP2560* (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO) columna capilar. La temperatura se elevó de  $150$  a  $160^{\circ}\text{C}$ , incrementando  $1^{\circ}\text{C}$  por minuto; desde  $160$  a  $167^{\circ}\text{C}$ , incrementando  $0.2^{\circ}\text{C}$  por minuto; desde  $167$  a  $225^{\circ}\text{C}$ , incrementando  $1.5^{\circ}\text{C}$  por minuto y luego permaneció en  $250^{\circ}\text{C}$  por 16 minutos. El hidrógeno fue el gas de transporte, utilizado a una razón de 1 mL por minuto. Los ácidos grasos individuales se identificaron comparando tiempos de retención.

*Análisis estadístico*

Los datos de consumo voluntario y conversión alimenticia se analizaron a través del tiempo según un diseño completamente aleatorizado (DCA) con dos tratamientos (periodo en días de alimentación para alcanzar el peso al sacrificio) y tres repeticiones, utilizando la jaula como unidad experimental. La cantidad de corderos por jaula durante el primer y segundo periodo fue de cuatro y dos animales, respectivamente. Para el análisis de los datos, se utilizó el procedimiento PROC GLIMMIX del programa estadístico SAS (2009). Para analizar los datos de ganancia en peso total y diaria, las características de la canal y la calidad de la carne, se utilizó el mismo diseño y paquete estadístico, pero utilizando el cordero individual (N = 6 para la primera matanza y N = 5 para la segunda matanza) por tratamiento como unidad experimental.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los ingredientes de la RT utilizada en este estudio son comúnmente utilizados entre los ovinocultores locales para la alimentación de los rebaños. Para determinar la composición química nutricional del HGT y el AC, se analizaron muestras representativas para el contenido de MS, PB, fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) y se estimó su contenido porcentual de NDT en un laboratorio comercial de alimentos (“Forage Testing Laboratory”, “Dairy One Inc.”, Ithaca, NY) (Cuadro 1).

Tal como esperado, el contenido nutricional de los dos ingredientes coincide con valores reportados en experimentos similares donde se utilizó HGT como parte basal de dietas para corderos en el trópico de Puerto Rico (Ríos-Lugardo, 2020; Suárez-Rodríguez, 2019; Rosado-Huertas, 2019; Benabe-Carlo, 2018; Martínez-Loarte, 2013) y en el caso del AC coincide con la etiqueta del producto comercial. El HGT presentó altos valores de FDN (67.60%) y bajo contenido de PB (6.25%), mientras que el contenido proteico del AC fue tal como esperado (16.10%).

CUADRO 1.—*Composición química de los alimentos utilizados en la ración total.*

Componente (%)	HGT	AC
MS <sup>1</sup>	92.30	90.15
PB <sup>2,6</sup>	6.25	16.01
FDN <sup>3,6</sup>	67.60	30.05
FDA <sup>4,6</sup>	42.60	9.40
NDT <sup>5,6</sup>	48.15	68.50

<sup>1</sup>Materia Seca, <sup>2</sup>Proteína Bruta, <sup>3</sup>Fibra Detergente Neutro, <sup>4</sup>Fibra Detergente Ácida, <sup>5</sup>Nutrientes Digeribles Totales, <sup>6</sup>Base Seca Media de seis repeticiones.



Los valores de NDT de la fuente de forraje y grano (48.15% y 68.50% para HGT y AC, respectivamente) también coinciden con resultados obtenidos por otros autores que evaluaron el mismo tipo de alimentos (Ríos-Lugardo, 2020; Rosado-Huertas, 2019; Suárez-Rodríguez, 2019). El porcentaje de inclusión del HGT y del AC en la RT utilizada en este experimento fue de 30% y 70%, respectivamente, lo que resulta en un contenido proteico de 13.08% y un contenido energético de 62.39%. La RT satisface el requerimiento proteico y excede por 9.39 unidades porcentuales el contenido energético comparado con los requerimientos recomendados de PB y NDT de ovinos en crecimiento para obtener una ganancia en peso de 150 g/d (NRC, 2007).

En este estudio el ofrecimiento diario de la RT por jaula durante todo el periodo experimental fue equivalente al 4.5% del peso vivo del grupo de ovinos en base seca. Según descrito anteriormente, y a base del peso de sacrificio previamente establecido, la alimentación de los corderos se dividió en dos periodos o DIA hasta alcanzar el peso al sacrificio predeterminado. Los corderos se alimentaron durante 42 días para alcanzar el peso al sacrificio de 22 a 25 kg y durante 128 días para alcanzar un peso al sacrificio de 46 a 50 kg. Para reportar los resultados de este estudio, se dividió el experimento en dos periodos de días en alimentación: (1) de 1 a 42 y (2) de 49 a 128. Se utilizaron 12 corderos para el primer periodo de días en alimentación y seis animales en el segundo periodo. Al disminuir la cantidad de corderos de cuatro a dos ejemplares por jaula entre periodos de días de alimentación (del día 43 al 48) se realizó un periodo de readaptación de los corderos a la nueva densidad poblacional por jaula.

Durante la prueba de alimentación el consumo voluntario de la RT de los corderos por jaula fue equivalente al 4.5% de su peso en base seca y consistente en los dos periodos de días en alimentación (Cuadro 2). El consumo voluntario de la RT fue equivalente al 97.29% y 96.99% de su ofrecimiento para los corderos alimentados durante los

CUADRO 2.—*Efecto del periodo de días en alimentación para alcanzar el peso al sacrificio sobre el consumo voluntario de la materia seca de corderos criollos alimentados en confinamiento con raciones totales.*

Alimento (kg) <sup>1</sup>	Días en Alimentación		EEM <sup>4</sup>	P
	1-42 <sup>2</sup>	49-128 <sup>3</sup>		
Ofrecido	4.07	4.32	0.78	0.261
Rechazado	0.11	0.13	0.14	0.245
Consumido	3.96	4.19	0.86	0.162

<sup>1</sup>promedio por jaula, <sup>2</sup>valores de cuatro corderos por jaula, <sup>3</sup>valores de dos corderos por jaula, <sup>4</sup>Error Estándar de la Media.

primeros 42 y últimos 79 días del experimento, respectivamente. Estos resultados indican una alta aceptabilidad de la RT por los corderos independientemente de su edad y una capacidad de consumir el 4.5% de materia seca con relación a su peso vivo (PV/BS).

Los resultados del consumo voluntario de los corderos con relación a su peso vivo en base seca (PV/BS) obtenidos en este experimento son similares a experimentos previos que evaluaron el uso de RT en la alimentación de ovinos en confinamiento criados bajo condiciones tropicales (Ríos-Lugardo, 2020; Suárez-Rodríguez, 2019; Rosado-Huertas, 2019). En dichos experimentos también se evaluó el uso de RT para corderos con una baja o mediana proporción de HGT y un alto contenido de AC o granos y se observó un consumo voluntario animal superior al 3% de su PV/BS.

En otro experimento reciente, Suárez-Rodríguez (2019) reportó un consumo de materia seca equivalente al 3.14% PV/BS en corderos de la raza Katahdin (PV = 27.3 kg) alimentados durante 28 días con RT conteniendo 30% de HGT, 15.4% harina de soya, 54.6% maíz en grano y un bloque mineral. Rosado-Huertas (2019) también observó un consumo de 3.1% PV/BS en corderos en crecimiento alimentados con dietas conteniendo proporciones iguales de HGT y AC o una mezcla de HGT y granos de maíz y harina de soya. Ríos-Lugardo (2020) reportó que el consumo de corderos alimentados con RT conteniendo dos niveles de NDT e igual contenido de PB fue de 3.35% y 3.76% de su PV/BS.

Tal como esperado, el peso final al sacrificio y la GPT de corderos alimentados durante 42 días fue menor ( $P < 0.05$ ) que en aquellos alimentados por 128 días (Cuadro 3). Sin embargo, en este estudio la GPD fue similar entre ambos grupos experimentales. El promedio en GPD en ambos grupos de corderos fue de 226.5 g, valor que excede por 76.5 la ganancia esperada de 150 g/d. Esta diferencia positiva en la GPD respecto al valor esperado podría estar relacionada con el alto consumo

CUADRO 3.—*Efecto del periodo de días en alimentación para alcanzar el peso al sacrificio sobre la ganancia en peso y conversión alimenticia de corderos criollos alimentados en confinamiento con raciones totales.*

Componente (kg)	Días en Alimentación			P
	1-42 <sup>1</sup>	49-128 <sup>2</sup>	EEM <sup>3</sup>	
Peso inicial	16.59	29.31	14.94	0.01
Peso final	25.95	47.27	18.16	0.01
Ganancia Total	9.36	17.95	6.58	0.01
Ganancia en peso diaria (g)	223.00	230.00	2.12	0.25
Conversión Alimenticia	4.56	8.29	2.05	0.01

<sup>1</sup>valores de doce corderos, <sup>2</sup>valores de seis corderos, <sup>3</sup>error estándar de la media.

voluntario de las dietas (4,5% PV/BS) y su mayor contenido energético comparado al recomendado para corderos en crecimiento. Es importante señalar la capacidad que tiene el ovino criollo para lograr GPD superiores a los 200 g, de brindársele la alimentación adecuada con dietas que satisfagan sus requerimientos nutricionales y condiciones óptimas de crianza. En investigaciones relacionadas, en corderos criollos y de razas puras alimentados en confinamiento con RT y los recursos alimenticios disponibles, se han reportado GPD que coinciden con los hallazgos del presente estudio.

Es también importante señalar que en todos los estudios locales que han utilizado RT en la alimentación del cordero las GPD han sido mayores que en animales alimentados en pastoreo de gramíneas tropicales con o sin suplementación (Bayne-Hernández, 2021; Suárez-Rodríguez, 2019; Collazo et al., 2018). Estos últimos autores reportaron ganancia de peso inconsistente en animales criados en pastoreo con un promedio de GPD de 48 a 75 g y un periodo de alimentación en días muy superior al obtenido en este estudio para alcanzar el peso óptimo al sacrificio.

En este experimento, a pesar de que el consumo voluntario en relación con el PV/BS de los corderos con un rango en peso entre 16 y 26 kg fue similar al de aquellos con un peso entre 25 y 48 kg, la conversión alimenticia de los corderos de menor peso y alimentados durante siete semanas fue menor que la observada en animales con un peso vivo mayor y alimentados durante el periodo de 49 a 128 días. La CA de los corderos más livianos fue de 4.56 comparada con 8.29 de los animales más pesados. Sin embargo, en ambos grupos los valores están dentro del rango óptimo (3.50 a 8.00) para corderos alimentados en confinamiento con RT conteniendo proporciones de granos mayor a 65% (Lima et al., 2017). La mayor CA en los corderos más pesados podría explicarse por los cambios en los procesos fisiológicos que ocurren durante el crecimiento y engorde animal y su relación con el desarrollo muscular y deposición de tejido adiposo (Lima et al., 2017).

La CA obtenida en este estudio también coincide con los valores reportados por Rosado-Huertas (2019), quien indicó que ovinos alimentados bajo confinamiento con RT conteniendo proporciones de 50:50 de HGT y AC o una mezcla de maíz picado y harina de soya obtuvieron valores de CA entre 6.55 y 4.63, respectivamente. Ríos-Lugardo (2020) reportó en otro estudio valores de CA de 7.29 y 7.28 en corderos alimentados con dietas conteniendo 66.12 y 73.3 % de NDT y 13.3% de PB, respectivamente.

El cambio en peso vivo a través del tiempo fue consistente para los dos grupos de corderos durante ambos periodos de alimentación para alcanzar el peso al sacrificio predeterminado (Figura 1). El cambio en

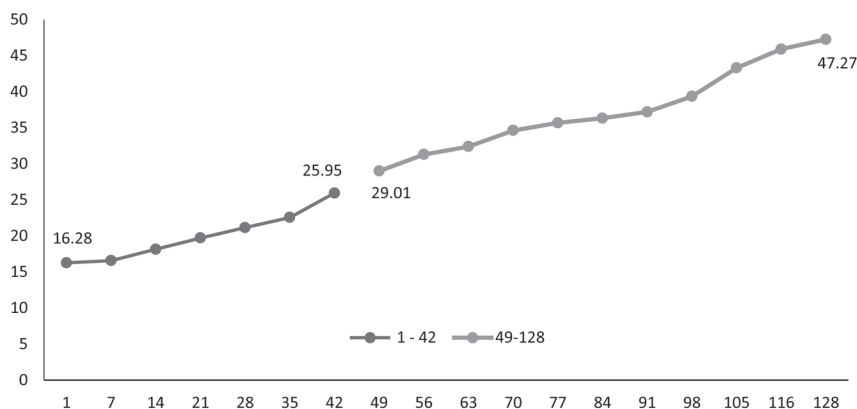


FIGURA 1. Cambio en peso vivo de corderos criollos alimentados en confinamiento con raciones totales durante dos periodos de días de alimentación para alcanzar el peso al sacrificio.

peso vivo positivo directamente proporcional con el aumento en días del periodo de alimentación observado en este estudio es una de las ventajas de los sistemas de alimentación intensivos utilizando RT comparado con animales alimentados bajo condiciones extensivas donde los cambios en peso pueden verse afectados negativamente a través del tiempo. En sistemas extensivos la productividad animal (ej., consumo voluntario y ganancia en peso) se ve comúnmente afectada por factores del alimento (ej., disponibilidad y calidad del pasto), ambiente (estrés por calor o precipitación pluvial), o el mismo animal (ej., raza, tamaño, índice de condición corporal). Lo contrario ocurre en animales alimentados en confinamiento con RT, donde se obtiene un crecimiento más rápido y ganancias de peso diario constantes.

En resumen, los resultados de la primera parte de este estudio indican que el peso del animal y la duración en días de la alimentación no afectaron el consumo voluntario con relación al PV/BS, pero animales de menor peso tuvieron una menor conversión alimenticia que aquellos de mayor tamaño. Este tipo de sistema intensivo utilizando RT que satisfagan los requerimientos nutricionales de los animales es una opción para la alimentación del cordero criollo, ya que se obtiene ganancia en peso diaria constante y se genera la posibilidad de programar fecha al sacrificio predeterminada con un peso ideal al mercado.

Además de caracterizar el consumo voluntario, la ganancia en peso vivo y la CA de los corderos en este experimento, uno de los objetivos principales fue evaluar el porcentaje de rendimiento de la canal caliente y fría. Además, se determinó el ancho del ojo del lomo y el peso y rendimiento de los cortes principales y al detal. Los parámetros quími-

cos y nutricionales de calidad de la carne incluyendo el perfil de ácidos grasos de la carne de los animales sacrificados a dos pesos diferentes también fueron evaluados.

El peso promedio a la matanza del grupo de corderos correspondiente al periodo de alimentación de 42 días (1.4 meses) fue de 22.72 kg, mientras que en aquellos alimentados de 49 a 128 días (4.26 meses) fue de 46.78 kg (Cuadro 4). Es importante señalar que la edad de los animales al sacrificio en ambos grupos de animales fue menor de 12 meses, aproximadamente de seis a siete meses el primer grupo y de nueve a 11 meses el segundo, edad máxima para clasificarse como carne de cordero.

El rendimiento de la canal caliente y la canal fría de los corderos alimentados en confinamiento con la RT durante 128 días y un peso promedio al sacrificio de 46.78 kg fue mayor ( $P < 0.05$ ) que en aquellos alimentados durante 42 días y un peso promedio a la matanza de 22.72 kg (Cuadro 4). En este experimento, el rendimiento de la canal caliente y fría de los corderos más pesados al sacrificio fue 4.83 y 4.73 unidades porcentuales mayor que corderos más livianos, respectivamente.

Asimismo, y tal como esperado, el ojo del ancho del lomo en animales más pesados al sacrificio fue de mayor tamaño ( $P < 0.05$ ) que en aquellos más livianos. El tamaño del ojo del lomo de los corderos sacrificados a un mayor peso coincide con valores reportados en estudios realizados en Brasil con corderos de la Raza Santa Inés (Rufino et al., 2013), pero menor a los reportados con razas cárnicas criadas en clima templado (Polypay and Dorset) y sacrificados a 57 kg de peso vivo (Abdulkhaliq et al., 2002).

CUADRO 4.—*Efecto del periodo de días en alimentación para alcanzar el peso al sacrificio sobre el rendimiento de la canal caliente y fría y ancho del ojo del lomo de corderos criollos alimentados con raciones totales.*

Componente	Días en Alimentación			P
	1-42 <sup>1</sup>	49-128 <sup>2</sup>	EEM <sup>3</sup>	
Peso (kg)				
Matanza	22.72	46.78	18.26	0.01
Canal caliente	9.27	21.33	10.78	0.01
Canal fría	9.08	20.88	11.24	0.01
Rendimiento (%)				
Canal caliente	40.74	45.57	2.10	0.01
Canal fría	39.83	44.56	2.08	0.01
Ancho del ojo del lomo (cm)	11.09	18.08	2.16	0.01

<sup>1</sup>valores de seis corderos, <sup>2</sup>valores de cinco corderos, <sup>3</sup>error estándar de la media.

Estos resultados coinciden con investigaciones relacionadas que indican que corderos sacrificados con un mayor peso tienen un rendimiento porcentual de la canal caliente y fría más alto que animales más livianos (Dilara et al., 2021; Kahsu et al., 2021). En el citado estudio, ovinos de la raza Kivircik y Kangal Akkaraman fueron sacrificados a 20, 28, 36, 44 y 52 kg de peso vivo y se observó que en animales más pesados (44 y 52 kg) al sacrificio el rendimiento de la canal caliente y fría fue mayor que en aquellos con un peso menor de 36 kg. Asimismo, en corderos sacrificados a un peso promedio de 22.72 kg, los valores porcentuales del rendimiento de la canal caliente y fría obtenidos en este estudio coinciden con resultados de experimentos locales utilizando corderos criollos con peso vivo menor de 30 kg como unidades experimentales (Ríos-Lugardo, 2020; Suárez-Rodríguez et al., 2019; Rosado-Huertas, 2019; Rodríguez et al., 2014). Ríos-Lugardo (2020) reportó rendimientos de la canal caliente y fría de 38.20% y 37.35% en corderos criollos alimentados con dietas isonitrogenadas con alto contenido porcentuales de NDT y sacrificados a 25 kg de peso. Rosado-Huertas (2019) reportó valores de rendimiento de canal caliente de 39.33% y 40.19% en corderos criollos alimentados con dietas conteniendo HGT y CC o HGT y una mezcla de maíz picado y harina de soya, respectivamente. En ese mismo experimento los porcentajes de rendimiento de la canal fría fueron de 37.75% en corderos alimentados con HGT y AC y de 38.41% para aquellos alimentados con la mezcla de heno, maíz y soya; en ambos casos los valores fueron menores a 40% de rendimiento.

El peso de los cortes principales, nuca, costillas (1-5) y pernil delantero), costillas (6-13), pernil trasero, lomo y pernil trasero, luego del trozado de las canales, lógicamente fue mayor ( $P < 0.05$ ) en corderos más pesados al sacrificio que en animales más livianos (Cuadro 5). Sin embargo, solamente en dos de dichos cortes el rendimiento con relación al peso de la canal fría fue mayor ( $P < 0.05$ ) en los corderos más pesados al sacrificio comparado con los de menor peso a la matanza. El rendimiento de las costillas (1-5) en conjunto con el pernil delantero y el lomo fue mayor ( $P < 0.05$ ) en corderos con un peso al sacrificio de 46.78 kg que en aquellos de 22.46 kg a la matanza por 1.74 y 1.51 unidades porcentuales, respectivamente. No se observó diferencias atribuibles al peso de matanza sobre el rendimiento de los cortes nuca y costillas (6-13). Sin embargo, en corderos más livianos al sacrificio el rendimiento del pernil trasero fue mayor ( $P < 0.05$ ), por 5.63 unidades porcentuales, que en animales más pesados.

Independientemente del peso al sacrificio de los corderos evaluados en este estudio, los valores de rendimiento porcentuales de los cortes principales obtenidos coinciden con experimentos previos realizados

CUADRO 5.—*Efecto del periodo de días en alimentación para alcanzar el peso al sacrificio sobre el peso y el rendimiento de los cortes primarios de corderos criollos alimentados con raciones totales.*

Componente	Periodo de alimentación (d)			
	42 <sup>1</sup>	128 <sup>2</sup>	EEM <sup>3</sup>	P
Peso a la matanza (kg)	22.72	46.78	18.26	0.01
Peso de los cortes principales (kg)				
Nuca	0.46	1.12	0.41	0.01
Costillas (1-5) y Pernil Delantero	2.68	6.54	1.78	0.01
Costillas (6-13)	1.65	3.94	1.12	0.01
Lomo	1.06	2.74	0.85	0.01
Pernil Trasero	3.28	6.34	2.92	0.01
Rendimiento de cortes principales (%)				
Nuca	5.09	5.26	0.89	0.83
Costillas (1-5) y Pernil Delantero	29.56	31.30	0.45	0.05
Costillas (6-13)	18.21	18.82	0.16	0.32
Lomo	11.55	13.06	0.11	0.01
Pernil Trasero	36.01	30.38	0.75	0.01

<sup>1</sup>valores de seis corderos, <sup>2</sup>valores de cinco corderos, <sup>3</sup>error estandar de la media.

con el ovino criollo de Puerto Rico alimentado con raciones totales (Ríos-Lugardo, 2020; Rosado-Huertas, 2019). El PT fue el corte principal de mayor peso y rendimiento en ovinos sacrificados a los 22.72 kg (media= 3.28 kg y 36.01%) o 46.78 kg (media = 6.34 kg y 30.38%) seguido de la C/PD (media= 2.68 kg y 29.56% para corderos de 22.42 kg, y media = 6.54 kg y 31.30% para ovinos de 46.78 kg) y las costillas (media= 1.65 kg y 18.21% para corderos de 22.72 kg, y media = 3.94 kg y 18.82% para ovinos de 46.78 kg). En ambos grupos de animales el lomo y la nuca fueron los cortes con menos peso y rendimiento. En ambos grupos de animales el rendimiento porcentual de la nuca con relación al peso de la canal fría fue menor de 3% (1.06 vs. 2.74) y el del lomo menor de 14% (11.38 vs. 13.06).

Además del efecto del periodo de alimentación en días para alcanzar el peso al sacrificio sobre el peso y rendimiento de los cinco cortes principales, también se evaluó el peso y rendimiento de seis cortes al detal (Cuadro 6). Los cortes evaluados fueron chuleta de hombro, chuleta francesa, pernil trasero, costillas, osobuco y fricasé.

Para propósitos de este estudio, no se cuantificó el peso y el rendimiento de las chuletas de lomo, ya que este corte se utilizó para obtener las muestras para determinar la calidad química y nutricional de la carne. Además, el fricasé se obtuvo mayormente del trozado de la nuca y se cuantificó el peso y rendimiento del descarte.

CUADRO 6.—Efecto del periodo de días en alimentación para alcanzar el peso al sacrificio sobre el peso y el rendimiento de los cortes al detal de corderos criollos alimentados con raciones totales.

Componente	Periodo de Alimentación (d)			P
	42 <sup>1</sup>	128 <sup>2</sup>	EEM <sup>3</sup>	
Peso a la Matanza (kg)	22.72	46.78	18.26	0.01
Cortes al detal (kg)				
Chuleta de Hombro	1.67	5.01	1.76	0.01
Chuleta Francesa	0.89	2.09	1.07	0.01
Costillas	0.67	1.74	0.58	0.01
Osobuco	0.60	1.71	0.31	0.01
Pernil Trasero	2.78	5.30	1.41	0.01
Fricasé	1.15	2.71	1.06	0.01
Rendimiento de cortes al detal (%)				
Chuleta de Hombro	18.56	23.99	3.08	0.01
Chuleta Francesa	9.77	10.05	0.65	0.69
Costillas	6.97	8.38	0.87	0.01
Osobuco	6.81	8.20	0.91	0.01
Pernil Trasero	25.39	30.50	3.09	0.01
Fricasé	12.66	13.06	0.49	0.59

<sup>1</sup>valores de seis corderos, <sup>2</sup>valores de cinco corderos, <sup>3</sup>error estándar de la media.

Similar a los cortes principales no se observó efecto del peso al sacrificio de los corderos sobre el peso de los cortes al detal. Sin embargo, los datos de rendimiento de los cortes al detal con relación al peso de la canal fría obtenidos en este experimento coinciden con los reportados en ovinos criollos en los estudios de Ríos-Lugardo (2020) y Rosado-Huertas (2019). En ambos grupos de animales el peso y el rendimiento con relación al peso de la canal fría fue en orden descendente, pernil trasero, chuleta de hombro, fricasé, chuleta francesa, costillas y osobuco. Tal como esperado, el peso de los cortes al detal fue mayor ( $P < 0.05$ ) en animales más pesados al sacrificio que en aquellos de menor peso. Sin embargo, se observó diferencias en el rendimiento de dichos cortes con relación al peso de la canal fría en corderos sacrificados a los 22.72 versus 46.78 kg. El rendimiento de las chuletas francesas y del fricasé fue similar para ambos grupos de animales. Sin embargo, en corderos sacrificados a los 46.78 kg de peso vivo el rendimiento de los otros cuatro cortes al detal evaluados en este experimento, chuleta de hombro, costillas, pernil trasero y osobuco, fue mayor ( $P < 0.05$ ) que en animales sacrificados a los 22.72 kg. El porcentaje de rendimiento de las chuletas de hombro fue 5.43 unidades porcentuales mayor en corderos más pesados al sacrificio que en aquellos más livianos, mientras que el pernil trasero, las costillas y el osobuco fue superior por 5.11,



1.41 y 1.39 unidades porcentuales. Lo anterior es indicativo de que sacrificar el cordero criollo a ese rango de peso vivo (45 a 50 kg) maximiza el rendimiento de los cortes al detal y debe ser el peso recomendado para la matanza, sujeto al análisis de mercado y costos. Es importante señalar el bajo peso y rendimiento del descarte en la canal de ovinos independiente del peso al sacrificio. En ovinos sacrificados a los 22 kg, el peso y el porcentaje de rendimiento del descarte fue 0.22 kg y 2.43%, respectivamente, mientras que en aquellos sacrificados a los 47 kg el peso fue 0.38 kg y el rendimiento 1.86%. Estos valores del descarte son indicativos del alto rendimiento de cortes de la canal del ovino en comparación con otras especies.

La calidad de la carne en el presente estudio se determinó utilizando como criterios el pH, la terneza, el color y su contenido porcentual de nutrientes, incluyendo el perfil de ácidos grasos. Independientemente del peso a la matanza, los valores de pH, la terneza y color de la carne de cordero evaluada en este experimento coincide con resultados de otros experimentos realizados con ovinos sacrificados con un peso vivo entre 25 a 50 kg (Cuadro 7) (Ríos-Lugardo, 2020; Rosado-Huertas, 2019; Jaborek et al., 2018).

El pH de la carne de corderos más pesados al sacrificio fue mayor ( $P < 0.05$ ) que en aquellos con un peso al sacrificio más liviano. Sin embargo, en ambos casos los valores están dentro de los reportados para carne de cordero. El valor de la terneza de la carne de los corderos fue similar en ambos grupos de animales. La terneza de la carne de los corderos sacrificados a un peso promedio de 22.72 kg presentó un valor de 1.88 kg, mientras que en los animales sacrificados a los 46.78 fue de 1.39 kg. En este estudio, la edad y peso a la matanza del cordero no afectó la terneza de la carne. Ríos-Lugardo (2020), en estudios realiza-

CUADRO 7.—*Efecto del periodo de días en alimentación para alcanzar el peso al sacrificio sobre el pH, la terneza y el color de la carne de corderos criollos alimentados con raciones totales.*

Componente	Periodo de Alimentación (d)		EEM <sup>3</sup>	P
	42 <sup>1</sup>	128 <sup>2</sup>		
Peso a la matanza (kg)	22.72	46.78	18.26	0.01
pH	5.52	5.81	0.03	0.05
Terneza	1.88	1.39	0.49	0.17
Color				
L*	37.58	35.43	3.78	0.26
a*	12.24	13.63	0.56	0.28
b*	10.13	9.79	0.48	0.68

<sup>1</sup>valores de seis corderos, <sup>2</sup>valores de cinco corderos, <sup>3</sup>error estándar de la media.

dos con ovinos criollos, reportó valores de terneza de 2.33 kg y 1.85 kg en ovinos alimentados con RT conteniendo dos niveles de NDT, resultados ligeramente superiores a los obtenidos en este estudio, pero dentro del rango para considerarse una carne tierna. Rosado-Huertas (2019) también reportó valores para terneza de 2.59 kg y 2.73 kg en corderos alimentados con RT en condiciones similares a los del presente estudio.

Los tres parámetros que evalúan el color de la carne:  $L^*$ , que representa la luminosidad;  $a^*$ , el cambio de color de rojo a verde; y  $b^*$ , cambio de amarillo a azul, también fueron similares en la carne de cordero independientemente del peso a la matanza. Los valores de color de la carne  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  fueron similares para los corderos sacrificados a los 22.72 y 46.78 kg. Sin embargo, para ambos pesos al sacrificio se consideran óptimos dentro de los umbrales de aceptabilidad de los consumidores según reportado por Khliji y colaboradores (2010). Estos autores estudiaron la opinión de 541 consumidores, asignándole una puntuación a 20 muestras de lomo de cordero (en una escala ordinaria en donde el valor 1 es muy aceptable y 5, inaceptable). Concluyeron que cuando el valor  $L^*$  es igual o superior a 34, en promedio, los consumidores consideran de manera aceptable el color de la carne. Para el parámetro  $a^*$ , si el valor es de 9.5 a 14.5 los consumidores consideraron la carne aceptable. Bajo condiciones equivalentes a los del presente estudio, Ríos (2020) obtuvo resultados similares en la terneza de carne de corderos alimentado con RT y sacrificados a un peso de 30 kg. Sin embargo, Rosado-Huertas (2019) reportó valores de  $L^*$  (41.80 y 38.55) mayores a los obtenidos en este estudio, pero valores de  $a^*$  y  $b^*$  similares en corderos criollos alimentados con dietas de HGT y AC y heno de gramíneas tropicales y una mezcla de maíz picado y harina de soya.

Los promedios de los componentes nutricionales de la carne de los corderos obtenidos en este experimento están dentro de los parámetros habituales para ovinos tipo carne (Ríos-Lugardo, 2020; Rosado-Huertas, 2019; Ponnampalam et al., 2016). Entre tratamientos, no se observó efecto del peso a la matanza de los corderos sobre el contenido de humedad, MO y MI (Cuadro 8). Sin embargo, el contenido de PB de animales más livianos al sacrificio fue mayor ( $P < 0.01$ ) que en corderos más pesados, pero el contenido de grasa bruta determinada por extracto etéreo y de lípidos totales fue menor ( $P < 0.01$ ).

El contenido nutricional de la carne obtenida en este experimento coincide con investigaciones realizadas con corderos sacrificados entre 30 y 40 kg (Atsbha et al., 2021; Abdallah, 2020). Estos estudios reportaron una respuesta directamente proporcional en la deposición de grasa en la carne según el aumento del periodo de alimentación en días en corderos alimentados en confinamiento con RT y una disminución en el contenido proteico.

CUADRO 8.—Efecto del periodo de días en alimentación para alcanzar el peso al sacrificio sobre componentes nutricionales de carne de corderos criollos alimentados con raciones totales.

Componente (%)	Periodo de Alimentación (d)		EEM <sup>3</sup>	P
	42 <sup>1</sup>	128 <sup>2</sup>		
Peso a la Matanza	22.72	46.78	18.26	0.01
Humedad	73.24	74.06	0.48	0.18
Materia Seca	26.76	25.94	0.48	0.18
Materia Orgánica	95.29	94.98	0.59	0.68
Materia Inorgánica	4.71	5.02	0.59	0.68
Proteína Bruta	24.34	22.98	0.09	0.01
Grasa Bruta – Extracto Etéreo	2.54	3.26	0.32	0.01
Lípidos Totales	1.83	2.67	0.39	0.01

<sup>1</sup>valores de seis corderos, <sup>2</sup>valores de cinco corderos, <sup>3</sup>error estándar de la media.

El interés por las características nutricionales y específicamente el contenido de ácidos grasos (AG) en las carnes rojas debido a su asociación con la salud del consumidor ha sido tema de interés durante los últimos años. En humanos el consumo de ácidos grasos saturados ha sido relacionado con el aumento en el colesterol del plasma y en lipoproteínas de baja densidad, los cuales están relacionados con un mayor riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (Jung et al., 2008). En sistemas de producción animal, investigaciones han reportado que la calidad de la carne de ovino y su composición de AG puede verse afectada por la raza, edad, sexo, tipo, y sistema de alimentación (Duckett et al., 2013; Díaz et al., 2001). Otras investigaciones han reportado que la composición de AG en la carne de cordero influye sobre las características organolépticas de la carne, ya que la intensidad del sabor está correlacionada de manera positiva con el contenido de ácido linolénico y de forma negativa con el ácido linoleico (Insausti et al., 2021; Arshad et al., 2018). Además, el contenido de grasa tiene un efecto sobre el largo de vida útil y la calidad de la carne, ya que son componentes que se oxidan y provocan rancidez en el producto (Santé-Lhoutellier, 2007). Asimismo, el consumo de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) está inversamente relacionado con la incidencia de condiciones cardiovasculares (Enser et al., 1996). En Puerto Rico no existe información relacionada sobre la calidad de la carne de cordero de animales criados en confinamiento, alimentados con RT y sacrificados en Puerto Rico y su perfil de ácidos grasos. En datos preliminares de este estudio (Bayne-Hernández et al., 2021), se determinó el perfil de ácidos grasos de corderos criollos alimentados en pastoreo de gramíneas naturalizadas y raciones totales y sacrificados a los 22 kg de peso vivo. Dichos autores

reportaron que el contenido total de ácidos grasos totales e insaturados y la relación N-6/N-3 fue menor en la carne de cordero alimentado en pastoreo que con RT conteniendo 70% de granos. Diferencias en el contenido de ácidos grasos individuales debido al régimen alimenticio también se observaron en dicho estudio.

En este estudio se observó una tendencia ( $P < 0.07$ ) del peso al sacrificio de los ovinos sobre el contenido de ácidos grasos totales identificados (TAGI) y un efecto sobre la composición de ácidos grasos del músculo evaluado (Cuadro 9). El TAGI fue mayor ( $P < 0.07$ ) en la carne de corderos sacrificados a los 46.78 kg (97.65%) que en aquellos con 22.78 kg al sacrificio (96.34%). No se observó diferencias en el contenido total de ácidos grasos saturados (AGS) y de ácidos grasos monoinsaturados (AGI) en la carne de corderos alimentados por 42 o 128 días con RT. Sin embargo, el peso a la matanza afectó el contenido de ácidos grasos poliinsaturados n6 y n3 y la relación entre estos. La carne de corderos alimentados con RT durante 42 días con un peso a la matanza de 22.76 kg presentó un contenido de AG-n6 mayor ( $P < 0.05$ ) que la de los sacrificados a un peso mayor, pero el contenido de AG-n3 fue menor ( $P < 0.02$ ). Además, se observó una relación de n-6 AG / n-3 AG mayor ( $P < 0.01$ ) en la carne de los corderos sacrificados a un mayor peso que en la de aquellos más livianos.

Diferencias en el contenido de ácidos grasos individuales también se observaron debido al régimen alimenticio. La carne de los corderos que se sacrificaron a un peso más liviano presentó proporciones mayores de los ácidos grasos Esteárico, Araquídico, Eicosaenoico, Eicosatridenoico, Eicosapentaenoico (EPA), Docosatetranocio, Docosapentaenoico (DPA) y Docosahexaenoico (DHA) que los alimentados con RT durante 148 días y sacrificados a 46.78 kg. La carne de corderos sacrificados a un mayor peso resultó ser más rica en ácidos grasos Mirístico, Palmítico, Palmitoleico, y Alpha Linoleico.

Los resultados de este estudio concuerdan con otros investigadores que reportaron que la raza, la edad al sacrificio y la dieta tienen un efecto sobre la calidad de la carne y la composición de ácidos grasos del músculo *Longissimus dorsi* del cordero (Miranda Vargas et al., 2019; Webb y Casy, 1995). Este efecto del tipo de dieta y del peso previo a la matanza tiene un efecto especial sobre el contenido de ácidos grasos individuales, AGI y la relación n6-AG/n3-AG, inclusive en animales con un peso liviano ( $< 25$  kg) al momento del sacrificio (Macías-Cruz et al., 2020; Vasta et al., 2007). Similar a los resultados de este estudio, Webb y Casey (1995) también reportaron que la concentración en la carne de cordero de los ácidos grasos, C14:0, C16:0, C16:1 y C18:1 aumenta directamente con la edad del sacrificio. Otros estudios reportaron diferencias en el perfil de ácidos grasos en carne de corderos sacrificados

**CUADRO 9.—Efecto del periodo de días en alimentación para alcanzar el peso al sacrificio sobre componentes nutricionales de carne de corderos criollos alimentados con raciones totales.**

	42 <sup>1</sup>	128 <sup>2</sup>	EEM <sup>3</sup>	P
Peso a la Matanza (kg)	22.72	46.78	18.26	0.01
Ácido Graso (% con relación al TAGH)				
Mirístico (C14:0)	1.44	2.07	0.32	0.01
Pentadecanoico (C15:0)	0.33	0.32	0.06	0.85
Palmitico (C16:0)	20.14	23.51	1.32	0.01
Palmitoleico (C16:1)	1.73	2.20	0.18	0.02
Margárico (C17:0)	1.12	1.11	0.06	0.94
Estéarico (C18:0)	16.63	13.78	0.61	0.02
Octadecenoico (C18:1 - trans-9)	0.07	0.31	0.04	0.64
Vaccenico (C18:1 - trans-11)	0.21	0.58	0.13	0.10
Oleico (C18:1 - cis-9)	34.32	38.62	1.48	0.17
Octadecenoico C18:1 - cis-11	1.85	1.54	0.14	0.24
Octadecenoico C18:2 - cis-9,12	9.65	6.90	0.63	0.12
Alpha Linoleico C18:3A - cis-6, 9, 15	0.30	0.21	0.15	0.01
Araquídico (C20:0)	0.08	0.06	0.01	0.03
Eicosenoico (C20:1 - cis -11)	0.12	0.07	0.02	0.05
Ácido linoleico conjugado cis-9-trans-11)	0.18	0.25	0.01	0.08
Ácido linoleico conjugado trans-10-cis-12	0.03	0.05	0.01	0.18
Ácido linoleico conjugado isómero cis-cis	ND	ND	0.01	0.06
Ácido linoleico conjugado isómero trans-trans	ND	0.03	0.01	0.29
Eicosatrienoico (C20:2, cis-11,14)	0.07	0.05	0.01	0.35
Eicosatridenoico (C20:3, cis-8, 11, 14)	0.31	0.20	0.04	0.01
Araquidónico (C20:4, cis -5, 8, 11, 14, 17)	4.13	2.23	0.63	0.01
Eicosapentaenoico (C20:5, cis-5, 8, 11, 14, 17) EPA	0.22	0.07	0.14	0.01

<sup>1</sup>valores de seis corderos, <sup>2</sup>valores de cinco corderos, <sup>3</sup>error estándar de la media

CUADRO 9.—(CONTINUACIÓN) Efecto del periodo de días en alimentación para alcanzar el peso al sacrificio sobre componentes nutricionales de carne de corderos criollos alimentados con raciones totales.

	42 <sup>1</sup>	128 <sup>2</sup>	EEM <sup>3</sup>	P
Docosatetranoico (C22:4, cis-7, 10, 13, 16)	0.39	0.23	0.03	0.03
Docosapentanoico (C22:5, cis-4, 7, 10, 13, 16) DPA	0.58	0.21	0.09	0.01
Docosahexanoico (C22:6, cis-4, 7, 10, 13, 16, 19) DHA	0.17	0.06	0.08	0.01
Total de ácidos grasos totales identificados (TAGI)	96.34	97.65	0.93	0.07
Ácidos grasos saturados (AGS)	38.34	39.51	1.36	0.37
Ácidos grasos mono insaturado (AGI)	36.20	40.91	1.32	0.15
Ácidos grasos poliinsaturado – 6 (AG n-6)	14.56	9.64	1.75	0.05
Ácidos grasos poliinsaturado – 3 (AG n-3)	1.29	0.56	0.71	0.02
Relación AG n6/AG n3	11.50	16.73	1.51	0.01

<sup>1</sup>valores de seis corderos, <sup>2</sup>valores de cinco corderos, <sup>3</sup>error estándar de la media

a los 60 o 90 días de edad (Budimir et al., 2018). Dichos autores indicaron que la carne de cordero con un menor peso al sacrificio presentó un menor contenido de AGS (52.46% vs. 55.68%), pero mayor proporción de ácidos grasos monoinsaturados (34.06 y 30.16%), polinsaturados (6.06% vs. 5.79%) y relación n-6/n-3 que aquellos de animales con mayor edad al sacrificio. Se ha encontrado que las dietas basadas en granos resultan en una alta concentración de ácidos grasos n-6 PUFA, mientras que en las dietas basadas en pastoreo aumenta la concentración de ácidos grasos n-3 PUFA en los músculos (Enser et al., 1998). En España, la carne de corderos producto del cruce Texel y Següena sacrificados a 25 kg presentó valores mayores en la relación AG n-6/AG n-3 que los encontrados en este estudio, lo que demuestra el efecto de la raza sobre el perfil de ácidos grasos en la carne de cordero (Blasco et al., 2019).

Es importante señalar que en la nutrición humana la razón ideal AG n-6/AG n-3 en la dieta debe ser 1:1, lo normal es de 4:1 a 5:1 y no debe exceder de 10:1. Por lo anterior podemos inferir que más importante que el contenido individual de ácidos grasos en las carnes rojas (como carne de cordero), la alimentación saludable en humanos debe ser una balanceada y en cantidades óptimas según el individuo.

## CONCLUSIONES

El periodo de DIA para alcanzar el peso al sacrificio y el peso final a la matanza tiene un efecto sobre las características productivas, rendimiento de la canal y cortes y la calidad de la carne del cordero criollo alimentado en confinamiento con RT. Recomendamos el sacrificio del cordero criollo a un peso vivo entre 46 a 50 kg debido al mayor RCC y RCF y rendimiento de cortes primarios y al detal de corderos sacrificados a un mayor peso, sin que se afecte negativamente la calidad de la carne.

## LITERATURA CITADA

- Abdallah, A., P. Zhang, E. Elemba, Q. Zhong y Z. Sun, 2020. Carcass characteristics, meat quality, and functional compound deposition in sheep fed diets supplemented with *Astragalus membranaceus* by-product. *Anim. Feed Sci. Technol.* 259: 114346.
- Abdulkhaliq, H., H.H. Meyer, J.M. Thompson, Z.A. Holmes y S.L. Davis, 2002. Callipyge gene effects on lamb growth, carcass traits, muscle weights and meat characteristics. *Small Ruminant Research* 45(2): 89-93.
- AMSA, 1996. Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Tenderness Measurements of Meat Second Edition. Chicago: American Meat Science Association & National. Version 1.02. 82-86.
- Arshad, M.S., M. Sohaib y R.S. Ahmad, 2018. Ruminant meat flavor influenced by different factors with special reference to fatty acids. *Lipids Health Dis* 17: 223. <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0860-z>

- Atsba, A., T. Gebremariam y T. Aregawi, 2021. Slaughter performance and meat quality of Begait breed lambs fattened under different diets. *Heliyon* 7 (5), ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06935>.
- Bayne-Hernández, A., A. Rivera Serrano, S. Duckett y A. A. Rodríguez Carías, 2021. Calidad de la Carne y Composición de Ácidos Grasos de Corderos Criollos Alimentados en Pastoreo o en Confinamiento con Raciones Totales. *Memorias. XXI Congreso Internacional de Ovinocultura. Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura*. pp 140.
- Benabe-Carlo, E. G., 2018. Evaluación de suplementos de grasas inertes ruminales en la dieta de ovinos sobre el consumo y digestibilidad de nutrientes, parámetros fisiológicos y componentes sanguíneos [Thesis]. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.11801/1828>
- Blasco, M., M.M. Campo, J. Balado y C. Sañudo, 2019. Effect of Texel crossbreeding on productive traits, carcass, and meat quality of Segureña lambs. *J Sci Food Agric*. 99(7): 3335-3342. doi: 10.1002/jsfa.9549.
- Budimir, K., M. Federica Trombetta, M. Francioni, M. Toderi y P. D'Ottavio, 2018. Slaughter performance and carcass and meat quality of Bergamasca light lambs according to slaughter age. *Small Ruminant Research* 164: 1-7. ISSN 0921-4488, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.04.006>.
- Collazo, J., J. Suárez, J. Hernández, R. Rodríguez, J. Fernández y A.A. Rodríguez, 2018. Parámetros fisiológicos, ganancia de peso vivo y rendimiento de la canal de ovinos criollos criados en pastoreo de pasturas naturalizadas bajo condiciones de estrés térmico. Resumen. Congreso Anual. Asociación Latinoamericana de Producción Animal, ALPA, Guayaquil, Ecuador. SP199.
- Díaz, M. T., S. Velasco, V. Cañeque, S. Lauzurica, F. Ruiz de Huidobro, C. Pérez, J. González y C. Manzanares, 2001. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Ruminant Research* 43: 257-268.
- Dilara, K. P., Y. Ziya Ograk, H. Yalcintan, N. Ozturk, O. Kocak, K. Demir, A. Yilmaz y B. Ekiz, 2021. Effect of slaughter weight on slaughtering and carcass characteristics in lambs from thin-tailed Kivircik and fat-tailed Kangal Akkaraman breeds. *Small Ruminant Research* 205: 106563. ISSN 0921-4488. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106563>.
- Duckett, S.K., J.P.S. Neel, R.M. Lewis, J.P. Fontenot y W.M. Clapham, 2013. Effects of forage species or concentrate finishing on animal performance, carcass, and meat quality. *J. Anim. Sci*. 91: 1454-1467.
- Enser, M., K. Hallett, B. Hewitt, G.A.J. Fursey y J.D. Wood, 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Science* 42(4): 443-456. ISSN 0309-1740, [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(95\)00037-2](https://doi.org/10.1016/0309-1740(95)00037-2).
- Enser, M., K. G. Hallett, B. Hewitt, G. A. Fursey, J. D. Wood y G. Harrington, 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.
- FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Livestock. Meat. <https://www.fao.org/3/cb5332en/Meat.pdf>
- González, E. E., M. Barrán, A.A. Rodríguez y P.F. Randel, 2014. Descriptive analysis of small ruminant meat offer in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 98(2): 201-204. Doi. [org/10.46429/jaupr.v98i2.2519](https://doi.org/10.46429/jaupr.v98i2.2519)
- Insausti, K., M.T. Murillo-Arbizu, O. Urrutia, J.A. Mendizabal, M.J. Beriain, M.L. Colle, P.D. Bass y A. Arana, 2021. Volatile compounds, odour and flavour attributes of lamb meat from the Navarra breed as affected by ageing. *Foods* (Basel, Switzerland) 10(3): 493. <https://doi.org/10.3390/foods10030493>
- Jaborek, J.R., H.N. Zerby, S.J. Moeller, M.P. Wick, F.L. Fluharty, H.Garza y E.M. England, 2018. Effect of energy source and level, and animal age and sex on meat characteristics of sheep. *Small Ruminant Research* 166: 53-60. doi:10.1016/j.smallrumres.2018.07.005
- Jung, U.J., C. Torrejon, A.P. Tighe y R.J. Deckelbaum, 2008. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: Mechanisms underlying beneficial effects. *Am. J. Clin. Nutr.* 87(6): 2003S-9S. doi: 10.1093/ajcn/87.6.2003S.



- Kahsu, A., T. Gebremariam y T. Aregawi, 2021. Slaughter performance and meat quality of Begait breed lambs fattened under different diets. *Heliyon* 7(5) e06935, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06935>.
- Khlaji, S., R. Van de Ven, T.A. Lamb, M. Lanza y D.L. Hopkins, 2010. Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. *Meat Science* 85(2): 224-229.
- Lima, N.L.L., C.R. de F. Ribeiro, H.C.M. de Sá, I. Leopoldino-Júnior, L.F.L. Cavalcanti, R.A. V. Santana y I.G. Pereira, 2017. Economic analysis, performance, and feed efficiency in feedlot lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46(10): 821-829.
- Macías-Cruz, U., O.R. Saavedra, A. Correa-Calderón, M. Mellado, N.G. Torrentera, A. Chay-Canul, M.A. López-Baca y L. Avendaño-Reyes, 2020. Feedlot growth, carcass characteristics and meat quality of hair breed male lambs exposed to seasonal heat stress (winter vs. summer) in an arid climate. *Meat Sci.* doi: 10.1016/j.meatsci.2020.108202.
- Martínez-Loarte, E.M., 2013. Consumo y digestibilidad de una dieta para corderos basada en henos de gramíneas tropicales y de la invasora *Hyparrhenia rufa* al incorporarle un probiótico aportador de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* [Thesis]. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.11801/1415>
- Miranda-Vargas Junior, F., C. Ferreira Martins, G.L. Dias Feijó, A. Teixeira, A. Patricia Leonardo, H. de Almeida Ricardo, A. Rodrigo Mendes Fernandes y F. Alvarenga Reis, 2019. Evaluation of genotype on fatty acid profile and sensory of meat of indigenous Pantaneiro sheep and Texel or Santa Inês crossbred finished on feedlot. *Small Ruminant Research* 173: 17-22, ISSN 0921-4488, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.02.003>
- NRC, 2007. National Research Council. Nutrient requirements of small ruminants: Sheeps, Goats, and New World Camelids. National Academy Press Washington, DC.
- Ponnampalam, E. N., B. W. Holman, and N. D. Scollan, 2016. Sheep: meat. In B. Caballero, P. M. Finglas, & F. Toldrá (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health* 750–757.
- Ríos-Lugardo, A.P., 2020. Rendimiento productivo, características de la canal y cortes y calidad de carne de corderos alimentados con dietas isonitrogenadas con dos niveles de nutrientes digeribles totales [Thesis]. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.11801/2621>
- Rodríguez, A.A., E.E. González y P.F. Randel, 2014. Performance and meat carcass characteristics of locally slaughtered sheep and goats raised by grazing native tropical grasses with or without supplementation. *J. Agric. Univ. P.R.* 98(2): 129-146. Doi.org/10.46429/jaupr.v98i2.2514
- Rosado-Huertas, J.J., 2019. Ganancia en peso, características de la canal y calidad de la carne de ovinos criollos alimentados en confinamiento con raciones totales [Thesis]. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.11801/2535>
- Rufino, L.D.A., O.G. Pereira, K.G. Ribeiro, S.C. Valadares Filho, J. Cavali y P.V.R. Paulino, 2013. Effect of substitution of soybean meal for inactive dry yeast on diet digestibility, lamb's growth, and meat quality. *Small Ruminant Research* 111(1-3): 56-62, ISSN 0921-4488, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.09.014>.
- Santé-Lhoutellier, V., E. Engel, L. Aubry y P. Gatellier, 2007. Effect of animal (lamb) diet and meat storage on myofibrillar protein oxidation and in vitro digestibility. *Meat Sci.* 79(4): 777-83. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.11.011. Epub. Nov 23. PMID: 22063042.
- SAS Institute Inc., 2009. SAS/STAT® 9.2 software. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Suárez-Rodríguez, J., 2019. Efecto del sistema de alimentación sobre parámetros productivos y fisiológicos de corderos criados en estrés por calor [Thesis]. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.11801/2485>
- Vasta, V., P. Pennisi, M. Lanza, D. Barbagallo, M. Bella y A. Priolo, 2007. Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Meat Sci.* 76 (4): 739-45. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.02.015. Epub. Feb 25. PMID: 22061252.
- Webb, E.C. y N.H. Casey, 1995. Genetic differences in fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue in Dorper and SA Mutton Merino wethers at different live weights. *Small Ruminant Research* 18 (1): 81-88. ISSN 0921-4488. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(95\)00702-M](https://doi.org/10.1016/0921-4488(95)00702-M).

