

Ganancia en peso, características de la canal y calidad de la carne de ovinos criollos alimentados en confinamiento con raciones totales^{1,2}

*Jomar J. Rosado³, Abner A. Rodríguez-Carías⁴, Aixa Rivera⁵
y John Fernández-Van Cleve⁶*

J. Agric. Univ. P.R. 104(2):201-221 (2020)

RESUMEN

Se realizó un estudio dividido en tres etapas con el objetivo de evaluar el consumo voluntario (CV) y la ganancia en peso de corderos alimentados con raciones totales (RT). Se comparó también las características de la canal y la calidad de carne de corderos alimentados con raciones totales y en pastoreo de gramíneas tropicales naturalizadas. La primera parte consistió en una prueba de alimentación con una duración de 43 días, utilizando corderos criollos en crecimiento (n=10) de aproximadamente 20 kg de peso inicial promedio. Las dos RT evaluadas contenían 50% de heno de pasturas tropicales, y 50% concentrado comercial (HGT + CC) (n=5) o 50% de una mezcla de maíz en grano y harina de soya (HGT + MGHS) (n=5). Ambas dietas se ofrecieron al 4% del peso vivo (PV) del cordero en base seca (BS) y se formularon para un contenido de 13% de proteína bruta (PB) y 53% de nutrientes digeribles totales. Se evaluó el efecto de las dietas sobre el CV y la ganancia en peso. En la segunda etapa se evaluó el efecto de las dos RT y de los corderos alimentados en pastoreo sobre las características de la canal y rendimiento de los cortes mayoristas y al detal. Los cinco cortes mayoristas evaluados fueron la nuca, el pernil delantero con hombro, costillas 5 a 12, lomo y pernil trasero. Los cortes al detal fueron las chuletas de hombro, chuletas francesas, chuletas de lomo, pernil trasero, osobuco y fricasé. En la tercera etapa se determinó el efecto de las tres dietas sobre la calidad de la carne utilizando como criterio su contenido de nutrientes, color y terneza. Los corderos en ambas RT consumieron 3.1% PV/BS del alimento ofrecido. Sin embargo, los animales en la dieta de HGT + MGHS obtuvieron una ganancia en

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 15 de noviembre de 2019.

²Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Alimentos y Agricultura del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA/NIFA), proyecto HATCH 474-R, y por la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico.

³Exestudiante Graduado, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez

⁴Catedrático, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, abner.rodriguez3@upr.edu

⁵Especialista, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, aixa.rivera4@upr.edu

⁶Catedrático, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, John.fernandez1@upr.edu

peso total y diaria mayor ($P<0.05$) a los de la dieta de HGT + CC (9.1 kg y 213.58 g vs. 6.0 kg y 139.58 g, respectivamente). El rendimiento de la canal caliente (%RCC), canal fría (%RCF), cortes mayoristas y al detal fue similar en corderos alimentados con las dos RT. El %RCF fue menor ($P<0.05$) en corderos alimentados en pastoreo que con RT. El peso y el porcentaje de rendimiento del lomo respecto a la canal fría también fue mayor ($P<0.05$) en corderos bajo el régimen alimenticio RT que en pastoreo, pero el porcentaje de rendimiento del pernil delantero y hombro fue menor. El peso de algunos cortes al detal y el rendimiento de la chuleta de hombro y el osobuco fue mayor en corderos alimentados en pastoreo que en RT, pero el fricasé fue menor. La carne de corderos alimentados en pastoreo tuvo un mayor ($P<0.05$) porcentaje de humedad y menor contenido de proteína bruta (PB), grasa y minerales. La carne de corderos alimentados con RT fue más clara según el valor L^* de luminosidad y con mayor terneza que la de aquellos en pastoreo. En resumen, es posible obtener ganancias de PV entre 139 y 213 g/d en corderos criollos alimentados con RT. El sistema de alimentación (RT vs. pastoreo) afecta el peso y el porcentaje de rendimiento de los cortes mayoristas (pernil delantero y hombro) y al detal (chuleta de hombro, chuleta de lomo y osobuco) y la calidad de la carne.

Palabras clave: rendimiento, raciones, ovinos, carne

ABSTRACT

Weight gain, carcass characteristics, and meat quality of native lambs fed in confinement with total rations

A three-stage study was conducted to evaluate voluntary consumption (VC) and weight gain of lambs fed total rations (TR). It also compared the characteristics of the carcass and the quality of meat from lambs fed with total rations and grazing natural tropical grasses. The first part of the study consisted of a feeding test lasting 43 days using native lambs in development ($n=10$) of approximately 20 kg average starting weight. The two total rations evaluated contained 50% hay from tropical pastures, and 50% commercial concentrate (TGH + CC) ($n=5$) or 50% of a mixture of corn grain and soybean meal (TGH + CGSB) ($n=5$). Both diets were offered at 4% of the lamb live weight (LW) on a dry matter basis (DMB) and were formulated for a content of 13% crude protein (CP) and 53% of total digestible nutrients. The effect of the diets on VC and weight gain in lambs was evaluated. The second stage of the investigation assessed the effect of the two TR and the grazing feed on the characteristics of the carcass and yield of wholesale and retail cuts. The five wholesale cuts evaluated included the nape, front leg with shoulder, ribs 5 to 12, loin and rear leg. The retail cuts were the shoulder chops, Frenched chops, loin chops, hind leg, shanks and stew meat. The third stage determined the effect of the three diets on the quality of meat using as criteria its nutrient content, color and tenderness. The lambs in both TR consumed 3.1% LW/DMB of the feed offered. However, animals on the TGH + GCSB diet obtained a greater total and daily weight gain ($P<0.05$) than the TGH + CC diet (9.1 kg and 213.58 g vs. 6.0 kg and 139.58 g, respectively). The percentage yield of the hot carcass (% HCY) and cold carcass (% CCY), wholesale and retail cuts was similar in lambs fed with the two TR. The percentage CCY was lower ($P<0.05$) in lambs fed on pasture than with TR. The weight and percentage yield of the loin relative to the cold carcass was also higher ($P<0.05$) in lambs under the TR feed regimen than in grazing, but the yield percentage of the front leg and shoulder (ribs 1 to 4) was lower. The weight of some retail cuts and the performance of the shoulder chops and

ossobuco was greater in grazing lambs than in lambs on TR diets, but the stew meat yield was lower. As expected, grazing-fed lamb meat had a higher ($P<0.05$) percentage of moisture and lower content of crude protein (CP), fat and minerals. The meat of lambs fed with TR was lighter, according to the value of L^* of luminosity, and more tender than that of grass-fed lambs. In short, it is possible to obtain LW gains between 139 and 213 g/d in native lambs fed TR. The feeding system (TR vs. grazing) affects the weight and yield percentage of wholesale cuts (front leg and ribs 1 to 4) and retail cuts (shoulder chop, loin chop and shanks) and meat quality.

Key words: performance, rations, sheep, meat

INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014; por sus siglas en inglés) desde los años 1990 al 2012 ha habido un aumento del 20.6% en la población de rumiantes pequeños (RP) a nivel mundial. En Puerto Rico, el ingreso bruto agrícola indicó un cambio negativo en la producción de carne de RP (ovinos y caprinos) de -18%, pero un cambio positivo en precio de +44% y un cambio en valor total de 18%. Asimismo, el Censo Agrícola del 2012 (Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, 2012) indica que el inventario de RP en Puerto Rico aumentó durante el periodo del 2007 al 2012 de 18,194 a 18,496 cabezas y la cantidad de fincas de 897 a 1,232. Según el Departamento de Agricultura de Puerto Rico, en el mismo periodo de tiempo el consumo de carne de cordero en la isla también aumentó de 1,993 a 3,410 kg, pero la producción local representó solamente el 17.1% de los productos vendidos (Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, 2012). Debido a las condiciones inherentes de la agricultura en Puerto Rico y específicamente de la producción animal, tales como limitaciones de área geográfica, el poco o ningún manejo agronómico de los pastos y forrajes que resulta en su baja disponibilidad y/o calidad durante la mayor parte del año, y la competencia de productos extranjeros (importados), la producción de carne de cordero podría representar una opción para los productores pecuarios. La crianza de ovinos tiene muchas ventajas sobre la crianza de vacunos tales como su agresivo hábito de consumo, su pequeño tamaño corporal, su alta prolificidad y actualmente su mayor precio de cortes de carne al detal. Además, el ganado ovino puede tener altos índices de productividad (i.e., ganancia en peso) cuando sus requerimientos nutricionales se cumplen, especialmente durante sus primeros seis meses de edad (Hauss de Sousa et al., 2012). Sin embargo, la producción de ovinos en Puerto Rico se basa en el pastoreo de pasturas naturalizadas sin ningún tipo de manejo agronómico, con o ninguna suplementación y utilizando animales criollos de bajo

potencial genético. Este tipo de sistema de producción resulta en el sacrificio de animales de uno a tres años, con poca o ninguna ganancia diaria en peso y con un bajo peso a la matanza y rendimiento de la canal. Además, a nivel local, existe poca información documentada sobre el rendimiento de los cortes mayoristas y al detal y la calidad de la carne de ovinos, específicamente corderos sacrificados en Puerto Rico. En investigaciones relacionadas, un análisis descriptivo de los tipos de carne de RP ofrecidos al detal en Puerto Rico reportó que el 79% o más de los supermercados encuestados durante un periodo de cuatro años (2007 a 2010) de estudio ofrecieron carne de caprino u ovino (González et al., 2014). Sin embargo, el mismo autor reportó que en su mayoría la carne disponible era importada y el suplidor no podía especificar si la carne de caprinos vendida era chevón o cabrito o si la carne de ovinos era mutton o cordero. Asimismo, una base de datos de 80 animales sacrificados localmente reportó un porcentaje de rendimiento en la canal de 37 a 46% y 32 a 38% para ovinos y caprinos, respectivamente, que corresponde a valores normales para animales criollos criados bajo condiciones extensivas (Rodríguez-Carías et al., 2014). Estos autores también evaluaron el efecto de la suplementación con concentrado comercial sobre la ganancia en peso, características de la canal y la calidad de la carne de corderos (n=6) y cabritos (n=6) destetados y criados bajo pastoreo de gramíneas tropicales. La suplementación con concentrado comercial aumentó la ganancia en peso por 40 g/d en corderos suplementados vs. no suplementados (73.3 g vs. 33.3 g). En este mismo estudio se reportó que la carne de ovinos criollos en pastoreo de gramíneas sin suplementar tuvo un pH de 6.02, un contenido de humedad de 79.58% y un contenido porcentual de proteína bruta y grasa de 16.16 y 4.73, respectivamente. La carne de animales suplementados aumentó el contenido de proteína bruta y grasa por 3.17 y 0.83 unidades porcentuales, respectivamente, pero disminuyó el contenido de humedad y el valor de pH. Ese estudio reportó que la carne de RP es vendida y consumida en Puerto Rico y que la producción local debería aumentar con un mejor manejo nutricional y genética animal. En experimentos recientes, Suárez (2019) reportó una ganancia en peso diaria de 200 g/d en corderos Katahdin alimentados en confinamiento con raciones totales (RT) comparado con una ganancia de 56 g/d en corderos criollos en pastoreo. Actualmente existe poca información documentada sobre el engorde en confinamiento de corderos criollos utilizando RT. Esta investigación se diseñó con el objetivo de evaluar parámetros productivos de ovinos criollos alimentados en confinamiento con RT y comparar las características de la canal y calidad de la carne con aquellos criados en pastoreo de gramíneas naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Proyecto de Rumiantes Pequeños adscrito al Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. El estudio se dividió en tres etapas: una prueba de alimentación con corderos criollos en crecimiento utilizando raciones totales (RT), el proceso de la matanza para determinar el rendimiento de la canal de los cortes mayoristas y al detal de los corderos y la evaluación de la calidad de la carne. Además, se comparó el rendimiento de la canal y de los cortes y la calidad de la carne con otros ovinos alimentados en pastoreo con pasturas tropicales naturalizadas (PTN). Para la prueba de alimentación, se utilizaron diez corderos criollos con un peso promedio inicial de 20 kg. Los corderos fueron adaptados a las facilidades físicas y de manejo del proyecto de rumiantes pequeños durante una semana antes del comienzo del estudio. Durante el periodo de adaptación y el periodo experimental los corderos se situaron en jaulas individuales de 1.52 x 1.22 x 1.30 m, equipadas con camada de cáscara de café, comedero doble de piso, agua *ad libitum* y bloque de minerales. Cada cordero fue monitoreado rutinariamente para detectar posibles problemas de salud. La prueba de alimentación tuvo una duración de 43 días y se compararon dos dietas experimentales: una dieta basal con un contenido estimado de 13% PB, conteniendo 50% de heno de gramíneas tropicales (HGT; 8% PB) y 50% de concentrado comercial (CC, 18% PB) y una dieta con igual contenido de PB, pero conteniendo 50% HGT y 50% de una mezcla de maíz en grano y harina de soya (MGHS). Durante la prueba de alimentación el HGT fue trozado (15 a 20 cm) para facilitar el consumo y evitar la selectividad animal. Muestras de cada ingrediente se analizaron para determinar su contenido de nutrientes en un laboratorio comercial (Cuadro 1) (Dairy One Forage Lab, Ithaca, NY).⁷

Determinación del consumo voluntario y la ganancia en peso

Los corderos se alimentaron con las dos dietas experimentales que fueron ofrecidas al 4% del peso vivo del animal en base seca. Las dietas fueron ofrecidas individualmente a cada cordero a las 7:00 a.m. durante los 43 días de la fase de alimentación. Los ingredientes de cada dieta, HGT y CC o HGT y MGHS fueron ofrecidos por separado en los comederos dobles. Diariamente se cuantificó la cantidad de alimento ofrecido y rechazado por cada cordero para calcular el consumo

⁷Los 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.

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

Ingrediente	Proporción (%)	Componente ¹ (%)							
		MS	MO ²	MI ²	PB ²	FDN ²	FDA ²	HC ²	NDT
Heno de gramínea	50	89.8	91.8	8.2	8.0	73.5	44.2	29.3	52.0
Maíz en grano	36.1	91.0	98.3	1.7	9.1	11.5	3.5	8.0	82.0
Harina de soya	13.9	91.0	92.3	7.7	54.9	11.7	8.4	3.3	78.0
Concentrado comercial ³	50	90	10	9	18	nd	nd	nd	80.0

¹MS=materia orgánica, MO=materia inorgánica (100 - MO), PB=proteína bruta, FDN=fibra detergente neutro, FDA=fibra detergente ácido, HC=hemicelulosa (FDN - FDA), NDT=nutrientes digeribles totales ²Base Seca.

³Valores de la etiqueta comercial. nd= no determinados

voluntario total de la dieta y el consumo individual de cada uno de los ingredientes. Además, se calculó el consumo porcentual de la dieta y de cada ingrediente con relación a la cantidad porcentual ofrecida (50%). Los corderos se pesaron los días 1, 9, 15, 22, 29, 36 y 43 del estudio utilizando una balanza colgante para determinar la cantidad de alimento a ofrecerse y la ganancia en peso total, y determinar la ganancia en peso diaria. La conversión alimenticia se calculó como la relación entre el consumo voluntario y la ganancia en peso.

Proceso de matanza, rendimiento de la canal y de los cortes y área del músculo dorsal

El sacrificio de los diez corderos alimentados con las dietas experimentales y los cinco corderos alimentados en pastoreo de PTN se llevó a cabo en un matadero comercial localizado en el Municipio de Yauco. El peso promedio de la matanza de cada uno de los tratamientos fue de 26.81 kg para los corderos alimentados con HGT + CC; 29.81 kg para aquellos alimentados con HGT + MGHS; y 27.55 kg para los criados en pastoreo.

Se obtuvo el peso de cada animal inmediatamente después del proceso de matanza para calcular el porcentaje de rendimiento de la canal caliente. Posteriormente, las canales fueron refrigeradas durante 24 horas y transportadas al Laboratorio de Carnes Frescas, localizado en el Centro de Innovación y Tecnología de Alimentos (CITAI) de la Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez, donde se les tomó el peso para determinar el porcentaje de rendimiento de la canal fría. Las 15 canales fueron trozadas en cinco cortes principales: la nuca, el hombro o paletilla (costilla 1 a 4) y pata delantera, costillar (5 a 13), lomo y la pata trasera (pernil). Para cada animal se cuantificó el porcentaje de rendimiento de cada corte primario con relación al peso de la canal fría. De los cinco cortes principales, a cuatro se les realizaron seis cortes minoristas o al detal: chuleta francesa, chuleta de hombro, chuleta de lomo, pernil trasero, osobuco y carne para fricasé. Se determinó el porcentaje de rendimiento de los cortes minoristas con relación al peso de la canal (porcentaje de rendimiento de cortes). El tamaño del músculo del lomo (*Longissimus dorsi*) es extremadamente importante para los consumidores. En una canal de alto valor comercial se debe enfatizar el tamaño del músculo dorsal conocido como ojo de la costilla ("rib-eye" en inglés) que está localizado entre la costilla 12 y 13. Este músculo también es indicador del porcentaje de muscularidad en otras partes de la canal. Un músculo pequeño afecta negativamente la demanda por el consumidor, por lo que su tamaño recibe la misma importancia comparado con los vacunos y los suinos. Para determinar el área del músculo dorsal de las muestras se utilizó una rejilla de plás-

tico de medición rápida diseñado para bovinos. La medición se realizó siguiendo las instrucciones de manufactura creadas por la Universidad de Ciencia y Tecnología del Estado de Iowa (1979).

Evaluación de la calidad de la carne

Para determinar la calidad de la carne, de cada cordero se obtuvo la medida del área del lomo y se obtuvieron muestras del músculo *Longissimus dorsi* entre las costillas 12 y 13. Los músculos frescos se utilizaron para determinar el área del músculo dorsal, la terneza y el color. Las muestras se secaron en un horno para obtener el valor nutritivo que incluye el contenido de materia seca y sus nutrientes: agua, grasa intramuscular, proteína bruta y minerales. Los resultados de materia seca (MS) y materia inorgánica (MI) o minerales se obtuvieron por el método de Análisis Proximal o de Weende. Este método separa el contenido porcentual de MS y agua de la muestra. Posteriormente, esta materia seca se utilizó para cuantificar los componentes orgánicos (i.e., proteína bruta y grasa) e inorgánicos. Muestras del músculo *L. dorsi* se colocaron en un horno a una temperatura de 105° C y se tomó el peso inicial de la muestra húmeda y peso final de la muestra seca para obtener el porcentaje de materia seca. Con este mismo método tomamos 2 g de muestra previamente seca y lo colocamos en una mufla a una temperatura de 550° C durante ocho horas para obtener el material inorgánico (MI). El contenido de materia orgánica (MO) se determinó por diferencia (MO = 100 – MI). Para el análisis de proteína bruta, las muestras se enviaron al laboratorio Dairy One, Inc. La determinación de la grasa cruda se realizó utilizando extracción etérea con solvente orgánico (éter de petróleo) con el equipo *Ankom^{XT10} Extraction System*. Se tomaron muestras de 1 a 2 g de carne libre de grasa que fueron molidas utilizando un moledor manual (Cuisant Hand Blender). Luego se colocaron en bolsas filtro *Ankom XT4* y se sellaron con un termo sellador AIE 300 previa y debidamente pesadas e identificadas. Estas muestras se colocaron en un horno convencional a una temperatura de 65° C por tres horas para tomar nuevamente el peso. Luego de pesadas las muestras se llevó a cabo la extracción de la grasa con el equipo *Ankom^{XT10}* por una hora a 90° C. Al culminar la extracción, las bolsas se colocaron en el horno convencional por 30 minutos y nuevamente se les tomó el peso. Se registraron los pesos secos y se calculó el porcentaje de grasa cruda.

La terneza de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* de cada uno de los 15 ovinos se realizó utilizando la técnica de Warner-Bratzler Shear Force (WBS, Salten modelo 3000) según establecido por la Asociación Americana de Ciencias de la Carne (AMSA, 2016). Las muestras del músculo obtenidas con un sacabocados de 1.27 cm de diámetro fueron co-

cidas a una temperatura interna de 62.8° C, según recomendado por el USDA-FSIS (2013). Se obtuvieron tres pedazos de carne de aproximadamente 2 cm a favor de la fibra muscular, asegurándose que la muestra no tuviese tejido conectivo o grasa visible. Cada muestra se colocó de forma perpendicular a la cuchilla triangular del equipo y de cada pedazo de carne se obtuvo la lectura de la fuerza requerida para realizar cada corte (kg).

Para determinar el color de la carne, se utilizó un colorímetro de refracción Hunter Lab Mini-Scan XE Plus (MiniScan XE User's Guide, 2006), el cual se calibró siguiendo las instrucciones del fabricante. Las muestras de carne se limpiaron de grasa y de tejido conectivo visible y se dejaron expuestas al ambiente por 15 min, permitiendo así que brotara el color para luego obtener las lecturas. Las muestras se colocaron sobre una superficie plana y el lente circular se colocó directamente sobre la superficie de la carne magra, asegurándose de que no hubiese ningún pasaje de luz al lente. Las lecturas se programaron para los valores de L^* , a^* y b^* (L^* mide luminosidad: blanco a negro; a^* mide: rojo a verde; y b^* mide: amarillo a azul). Se tomaron tres lecturas por muestra de forma aleatoria en la superficie del músculo.

Análisis Estadístico

Los datos de la prueba de alimentación (i.e., consumo total de materia seca) se analizaron según un diseño completamente aleatorizado (DCA) con cinco repeticiones por tratamiento utilizando un análisis de varianza (ANOVA) según PROC GLIMMIX del paquete estadístico SAS (2016). Este mismo modelo se utilizó para el análisis estadístico de los datos de características de canal y calidad de carne, pero utilizando tres tratamientos experimentales. Se utilizó la prueba de Tukey para la separación de medias de los resultados de rendimiento de la canal y corte, y criterios para determinar la calidad de la carne.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo voluntario de las dietas

Las dietas utilizadas en este experimento para alimentar a los corderos fueron formuladas para contener 13% de PB y 66% de NDT (Cuadro 2). El aporte nutricional de los ingredientes utilizados en el tratamiento 1 fue similar a los contenidos porcentuales formulados. En el tratamiento 2, el aporte de los ingredientes de la dieta fue 1.92 y 0.44 unidades porcentuales superior al formulado de PB y NDT, respectivamente. Esta diferencia en el contenido de PB formulado y obtenido de la dieta puede ser debido al alto porcentaje de PB de la harina de soya utilizada en este experimento.

CUADRO 2.—Aporte de nutrientes de los ingredientes utilizados en la ración total.

Tratamiento	Ingrediente	Proporción	Componente (%)	
			PB	NDT
1	Heno de gramínea	50	4	26.00
	Concentrado comercial	50	9	40.00
	Total	100	13	66.00
2	Heno de gramínea	50	4	26.00
	Maíz en grano	36.1	3.28	29.60
	Harina de soya	13.9	7.63	10.84
	Total	100	14.92	66.44

El consumo voluntario de materia seca de los corderos en este estudio fue equivalente al 3.13% y 3.10% de su peso vivo en animales alimentados con HGT + CC y HGT + MGHS, respectivamente. Estos valores representan un consumo del 78.25% con relación a la cantidad porcentual de alimento ofrecido (4%), para el tratamiento HGT + CC y de 77.5% para aquellos corderos alimentados con HGT + MGHS. Estos valores porcentuales de consumo coinciden con un experimento relacionado donde animales de la raza Dorper y Merino bajo condiciones de confinamiento consumieron aproximadamente 3.60% de su peso vivo (Brand et al., 2017). En experimentos más recientes utilizando corderos de la raza Katahdin alimentados bajo condiciones de estrés por calor con raciones completas, se observó un consumo de materia seca porcentual con relación al peso vivo de 3.14 (Suárez, 2019).

No se observó diferencias ($P < 0.05$) en el alimento ofrecido, rechazado, ni consumido entre las dos dietas experimentales ni entre sus ingredientes alimenticios (heno o grano) (Cuadro 3). Sí es importante señalar el consumo total de grano ofrecido en ambos tratamientos, independientemente de la fuente (concentrado comercial o MGHS). No se observaron, debido a este consumo total de los granos, problemas metabólicos asociados a su alto contenido en la dieta (i.e., acidosis).

En este estudio las proporciones de alimento ofrecido en ambas dietas fue de 50% HGT y 50% CC o la mezcla de MGHS. Los resultados demuestran valores de consumos porcentuales de los ingredientes individuales similares en ambos tratamientos, en este caso 58% grano y 42% heno. Tal como mencionado, los corderos consumieron el 100% del grano ofrecido y el 72.29% de la fuente de forraje. En experimentos recientes realizados con ovinos Katahdin alimentados con raciones totales conteniendo 30% de forraje y 70% de grano también se observó una respuesta en el consumo porcentual de las proporciones de los ingredientes similar a los de este estudio (Suárez, 2019). En el estudio en referencia se reportó un consumo de 20% forraje y 80% grano, de las mencionadas dietas.

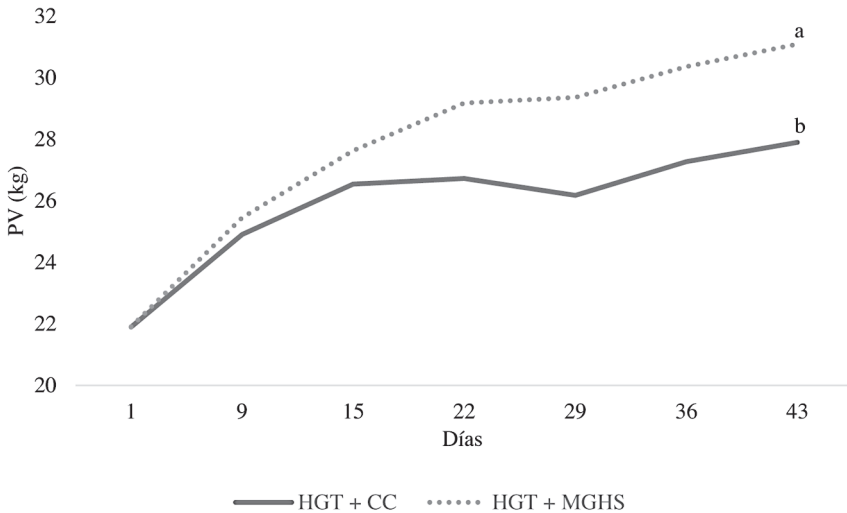
CUADRO 3.—Consumo voluntario de las dietas experimentales y sus ingredientes individuales.

Componente (g/d)	Tratamiento		EEM ¹	P-valor
	HGT + CC	HGT + MGHS		
Alimento				
Ofrecido	935.11	1002.74	50.34	0.21
Rechazado	140.20	154.29	32.38	0.67
Consumido	896.14	959.30	53.57	0.27
Heno de Gramínea				
Ofrecido	518.17	556.79	27.11	0.19
Rechazado	140.20	154.29	32.38	0.67
Consumido	377.97	402.51	34.99	0.50
Grano				
Ofrecido	518.17	556.79	27.11	0.19
Rechazado	0.00	0.00		
Consumido	518.17	556.79	27.11	0.19

¹Error Estándar de la Media

El peso vivo de los corderos alimentados con RT fue similar durante los primeros 36 días del experimento ($P < 0.05$). Sí se observaron, a partir de los primeros nueve días del estudio, valores numéricos de peso superiores en corderos alimentados con HGT + MGHS que en aquellos con dietas conteniendo HGT + CC (Figura 1). A los 43 días del estudio se detectó una diferencia significativa ($P < 0.05$) en el peso vivo de los corderos atribuible al tratamiento experimental. El peso de los animales alimentados con HGT y la mezcla MGHS fue 3.19 kg mayor que el de animales alimentados con la mezcla HGT y CC.

Esta diferencia de 3.19 kg en el último día del estudio se reflejó en un mayor ($P < 0.05$) peso final y una mayor ganancia total y diaria en corderos alimentados con HGT + MGHS que con HGT + CC (Cuadro 4; 213.58 g/d vs. 139.58 g/d). La ganancia diaria en corderos alimentados con HGT y MGHS fue 74 g mayor ($P < 0.05$) que en aquellos alimentados con HGT y CC. Aunque no se detectaron diferencias significativas, la conversión de alimento fue menor por 1.92 unidades en corderos bajo el régimen alimenticio HGT + MGHS que en los animales consumiendo HGT + CC. En ambos casos, los valores de conversión alimentaria obtenidos están dentro de los parámetros óptimos para corderos alimentados en confinamiento con raciones completas (Lins-Lima et al., 2017). En estudios relacionados, De Carvalho y colaboradores (2017) evaluaron mezclas de MG y HS con cuatro tipos de ensilaje ofrecidos en proporciones iguales de 50%. En dicho estudio se evaluó el efecto de las dietas sobre la ganancia en peso de los corderos y los autores reportaron que, de las cuatro fuentes de ensilaje utilizados en la mez-



Medias con diferentes letras en el mismo día difieren a $P < 0.05$

FIGURA 1. Cambio en peso de los corderos alimentados con dietas conteniendo HGT + CC y HGT + MGHS.

cla, hierba buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), gliricidia [*Gliricidia sepium* (Jacq)], 'old man saltbush' (*Atriplex nummularia* Lindl) y pornunca (*Manihot* sp.), la combinación de la mezcla MGHS y ensilaje de hierba buffel mostró los mayores resultados. Está bien documentado que en raciones completas los ingredientes utilizados en las mezclas podrían afectar la digestibilidad de la ración debido al posible efecto asociativo o antagónico o positivo de los ingredientes (Sayed, 2009). Este tipo de efecto asociativo podría explicar las diferencias en peso vivo encontradas entre las dietas evaluadas en este y otros experimentos relacionados. Aunque no se evaluó la degradabilidad ruminal ni la digestibilidad

CUADRO 4.—Ganancia en peso diaria y total y conversión alimenticia de los corderos alimentados con las raciones totales.

Componente	Tratamiento		EEM ¹	P-valor
	HGT + CC	HGT + MGHS		
Peso inicial (kg)	21.90	21.90		
Peso final (kg)	27.90	31.09	0.95	0.04
Ganancia en peso total (kg)	6.0	9.1	917.47	0.01
Ganancia en peso diaria (g/d)	139.58	213.58	15.09	0.01
Conversión alimentaria	6.55	4.63	2.11	0.38

¹Error Estándar de la Media.

de las dietas, ni de sus ingredientes individuales, sí se observó una mayor ganancia en peso en los corderos alimentados con la mezcla HGT y MGHS que con la mezcla conteniendo la fuente de forraje y el CC, por lo que podemos inferir diferencia en digestibilidad y eficiencia de conversión entre las mezclas evaluadas.

Además del efecto de tipo de grano (MGHS o CC) en la dieta sobre los parámetros productivos de los corderos, se determinó su efecto sobre las características de la canal, rendimiento de cortes y la calidad de la carne (Cuadro 5). Se comparó también estas mismas características con ovinos alimentados en pastoreo de pasturas tropicales naturalizadas.

El peso a la matanza de los tres grupos de animales fue similar con un promedio de 28.05 kg. El peso promedio por tratamiento fue de 27.55 kg para corderos alimentados en pastoreo, 29.81 kg para aquellos con una dieta conteniendo HGT y MGHS, y de 26.81 kg para aquellos alimentados con HGT + CC. Es importante señalar que la edad de los corderos alimentados con RT era de menos de un año, mientras que los alimentados en pastoreo era de 12 a 18 meses. Se observó una tendencia ($P < 0.07$) a tener un mayor peso de la canal caliente en los corderos alimentados con HGT + MGHS en la dieta que en aquellos pastoreando pasturas naturalizadas tropicales. Sin embargo, el peso de la canal caliente fue similar entre animales alimentados con HGT y CC y aquellos en pastoreo. El peso de la canal fue similar en corderos alimentados con ambas RT. Se observó un efecto significativo ($P < 0.05$) en el peso de la canal fría y el rendimiento de la canal entre corderos alimentados en confinamiento y aquellos en pastoreo. El rendimiento de la canal fue 5.82% y 6.48% mayor ($P < 0.05$) en animales alimentados

CUADRO 5.—Efecto del sistema de alimentación sobre las características de la canal de los corderos.

Componente	Tratamiento			EEM ¹	P-valor
	Pastoreo	HGT + CC	HGT + MGHS		
Peso (kg)					
Matanza	27.55	26.81	29.81	1.95	0.31
Canal caliente	9.73 y	10.45 yz	12.00 z	0.92	0.07
Canal fría	8.86 b	10.03 a	11.46 a	0.91	0.04
Rendimiento (%)					
Canal caliente	35.18	39.33	40.19	2.33	0.11
Canal fría	31.93 b	37.75 a	38.41 a	2.39	0.03

¹Error Estándar de la Media

² Medias con diferentes letras (a,b) en la misma fila difieren $P < 0.05$

³Medias con diferentes letras (y,z) en la misma fila difieren $P < 0.07$

con 50% HG y 50% CC o la mezcla de MGHS que aquellos pastoreando. Los rendimientos de la canal obtenidos con ovinos criollos en este experimento independientemente de la dieta coinciden con los reportados en otros estudios realizados en Puerto Rico (Rodríguez-Carías, 2014). En el aludido estudio se reportó que el promedio del rendimiento de la canal de 57 corderos criollos criados bajo condiciones extensivas fue de 40.11%, valor similar al obtenido en este experimento. Oliveira y colaboradores (2013) también reportaron rendimientos de canal caliente y fría de 39.9% y 38.3%, respectivamente, en un estudio realizado en Brasil con 24 ovinos Santa Inés alimentados en pastoreo. Está documentado que el rendimiento en la canal en ovinos está influenciado por la genética del animal y el sistema de alimentación (Brand et al., 2017). Este mismo autor reportó en animales de la raza Dorper engordados durante 42 días un porcentaje de rendimiento de carne de 49.6%, valor atribuido a la genética y al sistema de alimentación. Las diferencias en el rendimiento de la canal fría entre corderos alimentados en RT y pastoreo de gramíneas naturalizadas son también cónsonas con la literatura publicada. Savell et al. (2005) y Yuan et al. (2013) reportaron una mayor pérdida de peso de las canales de ovinos alimentados en pastoreo durante el tiempo de refrigeración comparado con canales de ovinos alimentados con alta proporción de grano en la dieta.

Tal como esperado, el pernil trasero fue el corte de mayor peso en los corderos, independientemente del sistema de alimentación, y no se vio afectado por el tratamiento (Cuadro 6). El peso de la nuca y del pernil delantero también fue similar entre las dietas experimentales, pero el peso del lomo fue mayor ($P < 0.05$) en corderos alimentados con HGT y CC o la mezcla MGHS en la dieta que en aquellos en pastoreo. De manera similar se observó una tendencia ($P < 0.08$) en el peso de las costillas 5 a 12, siendo mayor en corderos alimentados con HGT + MGHS. Sí se observaron algunas diferencias significativas atribuibles al sistema de alimentación ($P < 0.05$) sobre el rendimiento de los cortes principales con relación al peso de la canal fría. El porcentaje de rendimiento de pernil delantero fue mayor ($p < 0.05$) en corderos alimentados en pastoreo que con RT, pero el rendimiento del lomo fue menor ($p < 0.05$). Se observó también una tendencia ($P < 0.10$) en el rendimiento del pernil trasero, siendo menor en corderos alimentados con RT que en pastoreo. Animales alimentados con HGT y MGHS tuvieron un ojo de lomo de mayor tamaño que los alimentados con HGT y CC. En experimentos relacionados, Macías-Cruz y colaboradores (2010) reportaron cinco cortes primarios (piernas, lomo, costillas, paletas y cuello) parecidos a los de este estudio con un porcentaje de rendimiento total de cortes primario en animales cruces de Dorper x Pelibuey y Katahdin x Pelibuey, alimentados en confinamiento de 85.7% y 84.3%, respectiva-

CUADRO 6.—Efecto del sistema de alimentación sobre el rendimiento de los cortes mayoristas de corderos.

Componente	Tratamiento			EEM ¹	P-valor
	Pastoreo	HGT + CC	HGT + MGHS		
Peso de cortes principales (kg)					
Nuca	0.51	0.47	0.54	0.04	0.32
Pernil delantero y hombro	2.85	2.97	3.26	0.31	0.41
Costillas 5-12	1.41 y ²	1.52 y	1.80 z	0.16	0.08
Lomo	0.89 b ³	1.31 a	1.45 a	0.19	0.02
Pernil Trasero	3.18	3.36	3.93	0.34	0.11
Rendimiento de cortes principales con relación al peso de la canal fría (%)					
Nuca	5.90	4.75	4.76	0.59	0.11
Pernil delantero y hombro	32.06 a	29.52 b	28.47 b	0.67	0.01
Costillas 5-12	15.99	15.19	15.64	0.69	0.52
Lomo	9.80 b	12.97 a	12.63 a	1.19	0.03
Pernil trasero	36.04 z	33.52 y	34.21 y	1.10	0.09
Área del músculo dorsal Ojo del lomo (cm ²)	25.16 ab	24.45 b	25.80 a	0.25	0.01

¹Error Estándar de la Media.

²Medias con diferentes letras (y, z) en la misma fila difieren a P<0.10

³Medias con diferentes letras (a, b) en la misma fila difieren a P<0.05

mente, y en machos y hembras un porcentaje de rendimiento de 83.2% para los machos y 83.5% en hembras.

El peso y el rendimiento de los cortes minoristas de los tres tratamientos obtenidos en este experimento están dentro de los valores normales para ovinos, independientemente del sistema de alimentación (Cuadro 7; Safari et al., 2001). Tal como esperado, el pernil trasero con la remoción de los osobucos fue el corte de mayor rendimiento independientemente de la dieta. La chuleta de hombro fue el corte al detal con el mayor peso después del pernil trasero, siendo mayor ($P < 0.05$) en corderos alimentados en pastoreo que con la RT. No se observó diferencia atribuible al tratamiento en el peso de la chuleta de lomo y el osobuco. Sin embargo, el peso del fricasé y el recorte fue menor en corderos alimentados en pastoreo. El patrón de respuesta del porcentaje de rendimiento de los cortes al detal basado en el peso de la canal fría fue similar al de los pesos de los cortes. En los tres tratamientos el pernil trasero y las chuletas de hombro fueron los cortes con mayor rendimiento. Excepto por el porcentaje de rendimiento del pernil trasero, se observó diferencia en el porcentaje de rendimiento de los cortes en base a la canal fría atribuible al tratamiento. Se observó que los animales en pastoreo tuvieron un mayor rendimiento de chuletas de hombro y osobuco que aquellos alimentados con RT, pero menor para fricasé y recorte.

Efecto del sistema de alimentación sobre la calidad y características de la carne

En este estudio se utilizaron los componentes nutricionales, el color y la terneza como criterio para determinar la calidad de la carne. El contenido de humedad de la carne fue mayor ($P < 0.05$) en corderos alimentados en pastoreo que en aquellos alimentados con dietas conteniendo 50% HGT y 50% CC o la mezcla MGHS, pero el contenido de materia seca fue menor ($P < 0.05$) (Cuadro 8). El incluir en la dieta 50% de grano, ya sea concentrado comercial o la mezcla de MGHS, resulta en carne de cordero con mayor ($P < 0.05$) contenido de PB, grasa y minerales que en aquella de corderos alimentados en pastoreo. No se observó diferencias en el contenido de nutrientes en la carne de cordero de animales alimentados con los dos tipos de grano. Los valores del contenido de nutrientes PB y grasa de la carne de cordero obtenidos en este experimento coinciden con lo reportado por Germano y colaboradores (2011) que reportaron un contenido de proteína bruta y grasa bruta de 23.7% y 2.3%, respectivamente, en corderos alimentados con 45% de inclusión de *Calotropis procera* como sustituto de maíz y harina de soya. Otros estudios (Smeti et al., 2018; Germano et al., 2011) también han reportado diferencias en el contenido proteico y de grasa en carne de cordero atribuible al sistema de alimentación.

CUADRO 7.—Efecto del sistema de alimentación sobre el rendimiento de los cortes al detal de corderos alimentados con raciones totales o en pastoreo.

Componente	Tratamiento			EEM ¹	P-Valor
	Pastoreo	HGT + CC	HGT + MGHS		
Peso cortes minoristas (kg)					
Chuleta francesa	0.82 y ²	0.83 y	0.99 z	0.08	0.07
Chuleta de hombro	2.03 a ³	1.19 b	1.43 b	0.25	0.01
Chuleta de lomo	0.71	0.63	0.44	0.18	0.35
Pernil Trasero	2.74	2.85	3.38	0.34	0.17
Osobuco	0.80	0.66	0.66	0.07	0.11
Fricasé	0.88 c	2.72 b	3.35 a	0.20	0.01
(Recorte)	0.20 c	0.43 b	0.61 a	0.62	0.01
Rendimiento de cortes al detal en base a la canal fría (%)					
Chuleta francesa	9.33 z	8.26 y	8.63 y	0.41	0.06
Chuleta de hombro	22.86 a	11.98 b	12.46 b	1.74	0.01
Chuleta de lomo	7.92 a	6.13 ab	3.84 b	1.49	0.05
Pernil Trasero	30.80	28.32	29.46	1.21	0.16
Osobuco	9.12 a	6.64 b	5.73 b	0.49	0.01
Fricasé	10.17 b	27.10 a	29.46 a	1.97	0.01
(Recorte)	2.38 b	4.36 a	5.32 a	0.56	0.01

¹Error Estándar de la Media.

²Medias con diferentes letras (y, z) en la misma fila difieren a P<0.07

³Medias con diferentes letras (a, b, c) en la misma fila difieren a P<0.05

CUADRO 8.—Efecto del sistema de alimentación sobre el contenido de nutrientes, color y terneza de la carne de corderos alimentados con raciones totales o en pastoreo.

Calidad de la carne	Tratamiento				
	Pastoreo	HGT + CC	HGT + MGHS	EEM ¹	P-valor
Componente (%)					
Materia Seca	23.22 b ²	33.34 a	31.09 a	0.98	0.01
Humedad	76.78 a	66.66 b	68.91 b	1.00	0.01
Proteína	20.40 b	27.52 a	25.74 a	1.17	0.01
Grasa	0.37 b	1.23 a	1.03 a	0.20	0.01
Minerales	0.95 b	1.42 a	1.18 a	0.12	0.07
Color					
L*	37.66 b	41.80 a	38.55 ab	1.46	0.03
a*	15.87	15.88	16.36	0.61	0.66
b*	12.30 b	14.95 a	14.02	0.46	0.01
Terneza (kg/fuerza)	3.55 a	2.59 b	2.73 b	0.51	0.01

¹Error Estándar de la Media.

²Medias con diferentes letras (a, b) en la misma fila difieren a $P < 0.05$

Los criterios utilizados para determinar el color de la carne por su grado de luminosidad (L*, a*, b*) demostraron efectos significativos de la dieta sobre el valor de L* y b*. La carne de corderos alimentados en pastoreo tuvo un valor de L* menor ($P < 0.05$) que la de aquellos alimentados con HGT y CC, pero similar a lo obtenido con animales bajo el régimen alimenticio que incluía HGT y la mezcla de MGHS. No se observó diferencia significativa entre los tratamientos para el valor de a*, pero el valor de b* fue menor ($P < 0.05$) en la carne de animales alimentados con dietas basadas de forraje que en aquellas con 50% de grano. Los valores de color de la carne obtenidos en este estudio son similares a los de otra investigación (Burke y Apple, 2007), donde se obtuvo una coloración del músculo más oscura en corderos alimentados en pastoreo que en aquellos alimentados en confinamiento con RT. Estas diferencias en color están ampliamente documentadas (Aberle et al., 2012) y es debido a la cantidad de mioglobina que varía con la especie, edad, sexo, músculo y la actividad física del animal.

Tal como esperado el valor de la terneza medido en kg/fuerza fue menor ($P < 0.05$) en corderos alimentados con mayor contenido de granos en la dieta que en aquellos en pastoreo. Los valores de terneza fueron 0.96 y 0.82 kg/fuerza menor en los corderos alimentados con las dietas HGT + CC y HGT + MGHS que en pastoreo, respectivamente. En estudios relacionados, Geesink et al. (2011) reportó valores similares en la terneza del músculo *Longissimu dorsis* (3.7 kg/fuerza) en corderos de aproximadamente un año comparado con los valores de animales en pastoreo obtenidos en este estudio, con terneza de 3.55 kg/fuerza. En otros estudios (Souza et al., 2016), corderos Dorper con Santa Inés alimentados en dos

niveles de energía con heno de Tifon (*Cynodon* spp.), maíz en grano y harina de soya se reportaron valores de terneza de 2.4 kg/fuerza y valores de coloración de $L^* = 42.7$, $a^* = 20.7$ y $b^* = 8.4$.

Los valores de terneza obtenidos en este estudio también coinciden con investigaciones relacionadas (Malveira-Batista et al., 2010) que indican carne de cordero con mayor terneza cuando es criado en confinamiento con concentraciones altas de energía. Estas diferencias en terneza atribuibles al sistema de alimentación (pastoreo versus confinamiento) se relacionan con la mayor actividad física de los animales alimentados en pastoreo.

En resumen, los resultados de este experimento demuestran que corderos criollos alimentados en confinamiento con raciones totales y cumpliendo con los requisitos nutricionales establecidos (NRC, 2007) tienen ganancias en peso superiores a las 100 g/d. La ganancia en peso diaria difirió por el tipo de grano ofrecido a los corderos (concentrado comercial o mezcla de maíz en grano y harina de soya), independientemente del consumo voluntario de la materia seca ($\bar{x} = 3.12\%$). Alimentar los corderos en confinamiento resultó en un mayor rendimiento de la canal fría comparado con animales alimentados en pastoreo. Aunque los valores porcentuales de rendimiento con relación a la canal fría de los cortes primarios y al detal estuvieron dentro de los valores normales para corderos, el alimentarlos en pastoreo resultó en pernils con mayor rendimiento. Tal como esperado, la alimentación con dietas altas en grano resulta en canales con menor contenido de agua y mayor contenido porcentual de PB, grasa y minerales que la carne de animales en pastoreo. La alimentación a base de pastoreo resulta también en carne con menor terneza y coloración más oscura.

LITERATURA CITADA

- Aberle, E.D., J.C. Forrest, D.E. Gerrard y E.W. Mills, 2012. Principles of Meat Science. Fifth Edition. Kendall Hunt Publishing Company, 4050 Westmark Drive Dubuque, IA 52004-1840. 395pp.
- AMSA, 2016. Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Tenderness Measurements of Meat Second Edition. Chicago: American Meat Science Association. Version 1.02. 82-86
- Brand, T.S., E.J. Van der Westhuizen, D.A. Van der Merwe y L.C. Hoffman, 2017. Effect of days in feedlot on growth performance and carcass characteristics of Merino, South Africa Mutton Merino and Dorper lambs. *South Africa J. of Anim. Sci.* 47 (No. 1). <https://doi.org/10.4314/sajas.v47i1.5>
- Burke, J. M. y J.K. Apple, 2007. Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Ruminant Res.* 67: 264-270.
- De Carvalho, G.G.P., R.A. Reboúçasa, F.S. Camposa, E.M. Santos, G.G.L. Araújo, G.C. Goish, J.S. de Oliveirab, R.L. Oliveiraa, L.M. de A. Rufinoa, J.A.G. Azevedod y L.G.A. Cirnee, 2017. Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical forage species. *Anim. Feed Sci. Techn.* 228: 140-148.

- FAO, 2014. Food and Agriculture Organization. Animal Production and Health. Recuperado de http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_sources.html
- Geesink, G., S. Sujang y M. Koohmaraie, 2011. Tenderness of pre- and post rigor lamb longissimus muscle. *Meat Sci.* 88: 723-726.
- Germano, C.R., N. Vieira da Silva, P. Sérgio de Azevedo, A. Nunes de Medeiros, F.F. Ramos de Carvalho, C.R. Ramos do Egipto Queiroga y G. Rodrigues de Medeiros, 2011. Meat quality of lambs fed silk flower hay (*Calotropis procera* SW) in the diet. *Revista Brasileira de Zootecnia. R. Bras. Zootec.* 40: 1266-1271.
- 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. <https://doi.org/10.46429/jaupr.v98i2.2519>.
- Hauss de Sousa, W., F. Queiroga Cartaxo, R. Germano Costa, M. Fontes Cezar, M. Gracas Gomes Cunha y J.M. Pereira Filho, 2012. Biological and economic performance of feedlot lambs feeding on diets with different energy densities. *Revista Brasileira de Zootecnia* 51(4): 1285-1291.
- Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, 2012. Instituto de Estadística de Puerto Rico. Recuperado de http://www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/Estadisticas/Inventario-deEstadisticas/tabid/186/ctl/view_detail/mid/775/report_id/c3a3b97d-3ce0-48a0-9b27-6cb84ce20952/Default.aspx
- Lins-Lima, N.L., C. Resende de Freitas Ribeiro, H.C. Menezes de Sá, I.L. Júnior, L.F. Lima Cavalcanti, R.A. Valadares Santana, I.F. Furusho-Garcia y I. Garcia Pereira, 2017. Economic analysis, performance, and feed efficiency in feedlot lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia. R. Bras. Zootec.* 46(10): 821-829.
- Macías-Cruz, U., F.D. Álvarez-Valenzuela, J. Rodríguez-García, A. Correa-Calderón, N.G. Torrentera-Olivera, L. Molina-Ramírez y L. Avendaño-Reyes, 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Peligüey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, México. *Arch Maed Vet* 42: 147-154.
- Malveira-Batista, A.S., R. Germano Costa, D. Dos Santos Garruti, M. Suely Madruga, R.C. Ramos do Egipto Queiroga y J. Teodorico de Araújo Filho, 2010. Effect of energy concentration in the diets on sensorial and chemical parameters of Morada Nova, Santa Inez and Santa Inez x Dorper lamb meat. *Revista Brasileira de Zootecnia. R. Bras. Zootec.* 39: 2017-2023.
- MiniScan XE User's Guide, 2006. Firmware Versions 6.40 and Above, Manual Version 2.4. A60-1010-352.
- NRC, 2007. National Research Council Nutrient Requirement of Small Ruminant Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. Animal Nutrition Serie. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11654>.
- Oliveira, P.B., P.M.T. Lima, A. Campeche, S. Mendonça, B.G. Laviola, C. McManus y H. Louvandini, 2013. Growth and carcass characteristics of Santa Ines lambs fed diets supplemented with physic nut meal free of phorbol ester. *Small Ruminant Res.* 114: 20-25.
- Rodríguez-Carías, A.A., E.E. González y P.F. Randel, 2014. Performance and meat carcass characteristics of locally slaughtered sheep and goat raised by grazing native tropical grasses with or without supplementation. *J. Agric. Univ. P.R.* 98(2): 129-146. <https://doi.org/10.46429/jaupr.v98i2.2514>
- Safari, E., D.L. Hopkins y N.M. Fogarty, 2001. Diverse lamb genotypes 4. Predicting the yield of saleable meat and high value trimmed cuts from carcass measurements. *Meat Sci.* 58(2): 207-214.
- SAS Institute, 2016. SAS/STAT 9.1 User's Guide. Version 9.1. Cary, NC.
- Savell, J.W., S.L. Mueller y B.E. Baird, 2005. The chilling of carcasses. Revisión. *Meat Scien* 70: 449-459.
- Sayed, Abdel-Based N., 2009. Effect of Different Dietary Energy Levels on the Performance and Nutrient Digestibility of Lambs. *Veterinary World* 2(11): 418-420.
- Smeti, S., H. Hajji, I. Mekki, M. Mahouachi y N. Atti, 2018. Effect of dose and administration form of rosemary essential oils on meat quality and fatty acid profile of lamb. *Small Ruminant Research* 158: 62-68.

- Souza, D.A., A.B. Selaive-Villaruel, E.S. Pereira, E.M.C. Silva y R.L. Oliveira, 2016. Effect of the Dorper breed on the performance, carcass and meat traits of lamb bred from Santa Ines sheep. *Small Ruminant Res.* 145: 76-80.
- Suárez, J.I., 2019. Efecto del sistema de alimentación sobre los parámetros productivos y fisiológicos de corderos criados en estrés por calor. Tesis de grado de Maestría en Ciencia Animal. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez. <https://scholar.uprm.edu/handle/20.500.11801/2485>
- Universidad de Ciencia y Tecnología del Estado de Iowa, 1979. Plastic Grid for Quick Measurement of loin eye. Cooperative Extension Service Ames, Iowa
- USDA-FSIS, 2013. La carne de cordero desde la granja hasta la mesa. Disponible en: <https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/informational/en-espanol/hojasinformativas/preparacion-de-las-carnes/la-carne-de-cordero/la-carne-de-cordero>
- Yuan, H., B. Kim, B. Luc y K. Rosenvold, 2013. Pre rigor processing, ageing and freezing on tenderness and colour stability of lamb loins. *Meat Science* 95: 412-418.

