

# Rendimiento productivo, características de la canal y cortes y calidad de carne de corderos alimentados con raciones completas conteniendo dos niveles de nutrientes digeribles totales<sup>1,2</sup>

*Andrea P. Ríos<sup>3</sup>, Abner A. Rodríguez-Carías<sup>4</sup>, Aixa Rivera<sup>5</sup>  
y John Fernández Van Cleve<sup>6</sup>*

**J. Agric. Univ. P.R. 105(2):223-242 (2021)**

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de alimentar corderos criollos en crecimiento con raciones totales conteniendo dos niveles porcentuales (D1 y D2) de nutrientes digeribles totales (NDT) sobre el consumo voluntario de materia seca (CVMS), la ganancia en peso diaria (GPD) y total (GPT) y la conversión alimenticia (CA). El efecto de las dietas sobre el rendimiento de la canal, rendimiento de cortes principales y al detal, y la calidad de la carne fueron evaluados luego del sacrificio. El rendimiento productivo se evaluó utilizando un diseño completamente aleatorio con dos tratamientos y tres repeticiones, usando la jaula como unidad experimental; se utilizaron 18 corderos criollos, tres por cada jaula. Las dietas que se evaluaron satisfacen los requerimientos nutricionales de proteína bruta (PB) (13.3%) con 66% y 73.33% de NDT, para D1 y D2, respectivamente. La D1 contenía 40% heno de gramíneas y 60% concentrado comercial y la D2 una proporción 66:34 de alfalfa y maíz picado. Ambas dietas fueron ofrecidas al 4% del peso vivo del animal en base seca (CDPV). Durante la prueba de rendimiento productivo se determinó el estrés por calor utilizando como referencia el índice de temperatura-humedad (ITH) y los parámetros fisiológicos de los corderos: ritmo respiratorio (RR), ritmo cardiaco (RC) y temperatura rectal (TR). Después de 40 días de alimentación los corderos fueron sacrificados a un peso vivo promedio de 25 kg. Para determinar los rendimientos de la canal y calidad se utilizó el cordero individual como unidad experimental.

<sup>1</sup>Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 15 de junio de 2020.

<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, Proyectos Hatch 474R y 490 de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

<sup>3</sup>Exestudiante Graduada, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

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

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

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

Durante el proceso de la matanza se evaluó el peso de canal caliente y canal fría y sus respectivos rendimientos. Para la determinación de la calidad de la carne, se evaluó el pH, el color, la capacidad de retención de agua, la terneza y el contenido de nutrientes, utilizando el músculo *Longissimus dorsi*. El experimento se realizó bajo condiciones de estrés por calor con ITH mayores de 72 (ITH promedio de 77.23) y parámetros fisiológicos de RC promedio de 97.01 pulsaciones por minuto (pul/min) y RR promedio de 56.64 respiraciones por minuto (resp/min), valores mayores al óptimo considerado para ovinos en su zona de confort térmico. La TR promedio (39.25) se mantuvo dentro de los valores óptimos. Los valores óptimos para dichos parámetros son 39 a 40 °C de TR, 70 a 90 pul/min y 10 a 20 resp/min (Sheep Production Handbook, 2002). El CDPV fue mayor ( $P < 0.01$ ) en corderos alimentados con D2 (3.77%) que con D1 (3.35%). El alimento (g/d) consumido, ofrecido y rechazado fue similar para ambas dietas experimentales. En ambas dietas se logró la GPD establecida de 100 g/d (D1= 104.44 g/d y D2= 106.33 g/d). El peso de canal caliente (PCC) y canal fría (PCF) y rendimiento de la canal caliente (RCC) y canal fría (RCF) de los corderos fue similar entre tratamientos. Los PCC y PCF para D1 fueron 9.47 kg y 9.35 kg, respectivamente, mientras que con D2 se obtuvieron valores de 9.74 kg y 9.47 kg. El RCC fue: D1= 37.53% y D2= 38.87%, y en el RCF se obtuvieron valores de: D1= 37.03% y D2= 37.67%. El rendimiento de la nuca fue mayor ( $P < 0.01$ ) en los animales alimentados con D1 que con D2 y el rendimiento del fricase fue mayor ( $P < 0.03$ ) en los corderos alimentados con D1 (9.35%) que con D2 (8.26%). Alimentar con diferentes niveles de NDT no tuvo efecto sobre la calidad de la carne. El pH fue mayor ( $P < 0.01$ ) en las canales de corderos que fueron alimentados con D2 en comparación con D1. En resumen, alimentar corderos en crecimiento de hasta 25 kg promedio de peso 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 ni los parámetros de la calidad de la carne.

Palabras clave: energía, ovinos, carne, rendimiento

#### ABSTRACT

Productive performance, characteristics of carcass and cuts, and meat quality of growing lambs fed complete rations containing two levels of total digestible nutrients

This study evaluates the effects of feeding growing native lambs complete rations with two percentage levels (D1 and D2) of total digestible nutrients (NDT) on dry matter intake (CVMS), daily (GPD) and total weight gain (GPT), and feed conversion (CA). The effect of diet on carcass yield and yield of main and retail cuts and meat quality was evaluated after slaughter. Productive performance was evaluated using a completely randomized design with two treatments and three repetitions, using the pen as an experimental unit; 18 lambs were used, three per pen. The diets that were evaluated satisfy the nutritional requirements of crude protein (13.3%) with 66% and 73.33% of NDT for D1 and D2, respectively. Diet D1 contained 40% grass hay and 60% commercial concentrate, and D2 a 66:34 ratio of alfalfa and chopped corn. Both diets were offered at 4% of the animal's live weight on a dry basis (CVPD). During the productive performance test, heat stress was determined using the temperature-humidity index (THI) as a reference and the physiological parameters of the lambs, namely respiratory rate (RR), heart rate (CR) and rectal temperature (TR). After 40 days of feeding, the lambs were slaughtered at an average live weight of 25 kg. To determine

carcass yield and quality, the individual lamb was used as the experimental unit. During the slaughter process, the weight of the hot carcass and the cold carcass and their respective yields were evaluated. To determine meat quality, we evaluated pH, color, water retention capacity, tenderness, and nutrient content using the *Longissimus dorsi* muscle. The experiment was performed under heat stress conditions with THI greater than 72 (average THI of 77.23), and physiological parameters of average CR of 97.01 beats per minute and average RR of 56.64 breaths per minute, values greater than the optimum considered for sheep in their thermal comfort zone. The average TR (39.25) was within the optimal values. The optimal values for these parameters are 39 to 40 °C in TR, 70 to 90 beats per minute and 10 to 20 breaths per minute (Sheep Production Handbook, 2002). The CDPV was higher ( $P<0.01$ ) in lambs fed D2 (3.77%) than D1 (3.35%). The feed (g/d) consumed, offered, and rejected was similar for both experimental diets. In both diets, the established GPD of 100 g/d was achieved (D1=104.44 g and D2=106.33 g). The weight of the hot (PCC) and cold (PCF) carcass and the performance of the hot (RCC) and cold (RCF) carcass of the lambs were similar between treatments. The PCC and PCF for D1 were 9.47 kg and 9.35 kg, respectively, while D2 showed values of 9.74 kg and 9.47 kg. The RCC were: D1= 37.53% and D2= 38.87%, while the RCF values were: D1=37.03% and D2= 37.67%. The weight of the neck was greater ( $P<0.01$ ) in animals fed D1 than D2 and the yield of the 'fricasé' was greater ( $P<0.03$ ) in lambs fed D1 (9.35%) than D2 (8.26%). Feedings with different levels of NDT had no effect on meat quality. The pH was higher ( $P<0.01$ ) in the carcasses of lambs that were fed D2 than in those fed D1. In sum, feeding growing lambs of up to 25 kg average weight with diets that satisfy protein requirements and two percentage levels of NDT greater than the requirement (53%), under conditions of thermal stress, did not affect their productive performance, carcass and meat yield, or meat quality parameters.

**Key words:** energy, sheep, meat, yield

## INTRODUCCIÓN

La ovinocultura en Puerto Rico ha despertado gran interés entre los agricultores y productores pecuarios debido a su fácil manejo, versatilidad en los productos y el espacio físico requerido para su crianza. En la producción ovina, la alimentación desempeña un papel importante en el rendimiento animal y la reducción de los costos variables de la producción, que representan del 50% al 70% del costo total en la industria de producción ganadera (Verbeke et al., 2015). Los principales alimentos que consumen los ovinos para la producción de carne se derivan de granos de cereales, pastos (frescos o conservados) y/o combinaciones de ambas fuentes de alimento durante la vida útil del animal (Almela et al., 2010). En Puerto Rico, investigaciones recientes han reportado que ovinos criollos alimentados en pastoreo de pasturas naturalizadas bajo condiciones de estrés por calor obtuvieron ganancias de peso diario menores de 100 g (Suárez, 2019). Bajo las condiciones actuales de crianza en la isla, caracterizada por la utilización de pasturas con bajo valor nutricional, es necesario el uso de granos de cereales en

la dieta de corderos para maximizar la producción. Asimismo, la baja calidad nutricional y disponibilidad en las especies forrajeras mejoradas, el poco espacio geográfico disponible para la producción animal en pastoreo y el precio de la carne de cordero hace que este sistema de alimentación sea posiblemente uno viable. Estudios preliminares han reportado ganancia en peso diaria entre 150 g y 235 g en ovinos criollos o de raza alimentados con raciones completas en confinamiento (Suárez, 2019; Rosado, 2019). Actualmente, en la isla existe poca información documentada sobre la alimentación de corderos en confinamiento consumiendo dietas que varían en sus niveles de energía. Se hipotetiza que aumentar la densidad energética de la ración podría resultar en mayores ganancias en peso en corderos criollos alimentados bajo condiciones de estrés por calor. El objetivo de este estudio fue evaluar los parámetros fisiológicos asociados al estrés por calor, la respuesta productiva, y las características y calidad de la carne de corderos criollos alimentados con raciones mezcladas con contenido similar de nitrógeno, pero con dos niveles energéticos basados en el contenido de nutrientes digeribles totales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó utilizando corderos criollos producto de cruces de diferentes razas u orígenes con alta variabilidad en su tamaño y se dividió en tres fases: rendimiento productivo, rendimiento de la canal y cortes, y la evaluación de la calidad de la carne. La primera fase del experimento se realizó en el Proyecto de Pequeños Rumiantes en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. El objetivo de esta parte fue determinar el efecto de alimentar corderos criollos en crecimiento con dietas que satisfacen los requerimientos de proteína bruta conteniendo dos niveles de NDT sobre el consumo voluntario de materia seca (MS), conversión alimenticia (CA), ganancia en peso total (GPT) y ganancia en peso final (GPF). Esta parte del experimento se realizó durante los meses de abril a junio del 2018 y tuvo una duración de seis semanas. Durante la prueba de alimentación se obtuvieron datos de temperatura ambiental y humedad relativa para determinar el índice de temperatura-humedad (ITH), con un sensor comercial (*Data Logger; Temperature and Humidity*)<sup>7</sup>.

Para validar las condiciones de estrés por calor en los corderos, se utilizó como criterio el valor de las medidas fisiológicas asociadas al

<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.

estrés por calor. Los datos de temperatura rectal (TR), ritmo cardiaco (RC) y ritmo respiratorio (RR) se tomaron semanalmente a las 7:00 a.m. para determinar el estatus fisiológico de los corderos bajo condiciones de estrés por calor ( $ITH > 72$ ). Para la determinación de TR ( $^{\circ}\text{C}$ ), se utilizó un termómetro digital de punta flexible para ese propósito, el RC (pul/min) se tomó utilizando un estetoscopio acústico en el lado izquierdo del animal, justo debajo de la caja torácica y el RR (resp/min) se obtuvo visualmente observando el triángulo imaginario formado entre la última costilla hacia el codo.

### *Rendimiento Productivo*

Dieciocho corderos criollos con un peso promedio inicial entre 18.18 kg y 23.18 kg se adquirieron de un productor comercial. Los animales se evaluaron físicamente y se desparasitaron según la escala en la tarjeta de FAMACHA, la cual utiliza como criterio la coloración de la mucosa ocular. El sistema FAMACHA se utiliza en regiones donde prevalece *Haemonchus contortus* y su propósito es diagnosticar anemia en pequeños rumiantes (Rizzon et al., 2019). Los ovinos se distribuyeron en seis jaulas con tres animales para cada jaula, cada uno con peso vivo promedio similar. Las jaulas tenían unas dimensiones de 0.63 x 0.72 m<sup>2</sup> con comederos con espacio para seis animales, dos bebederos en cada jaula y un bloque de minerales. Estos bloques contenían una mezcla de macro y micro minerales incluyendo NaCl, Mn, Fe, Mg, S, Cu, Co, Zn e I, y estuvieron disponibles durante todo el experimento (*Red Trace Mineral Salt Brick*). El agua siempre estuvo disponible (*ad libitum*) durante el transcurso de la prueba de alimentación. A cada cordero se le inyectó, de manera intramuscular, 0.5 ml de un complejo nutricional de vitaminas A, D y E. Los 18 animales tuvieron una semana de adaptación a las facilidades, al manejo y a las dietas experimentales. El peso promedio de los corderos asignados a cada jaula por tratamiento fue de 20.96 kg y 21.34 kg para la dieta 1 y 2, respectivamente. A cada jaula con tres animales (unidad experimental) se le asignó una de las dos dietas experimentales, las cuales contenían los requerimientos mínimos para corderos en crecimiento, un contenido de 13.3% de PB (NRC, 2007), y dos niveles porcentuales de NDT superiores al recomendado (53%). La dieta 1 (D1) consistía de 60% alimento concentrado (18% PB) y 40% de heno de gramíneas (6% PB) con un 58% de NDT calculado; mientras que la dieta 2 (D2) consistía de 66% de alfalfa (16% PB) y 34% de maíz en grano (8% PB) con 66% de NDT calculado. Los alimentos se adquirieron de casas agrícolas mientras que el heno de gramínea fue comprado a un productor comercial local. El heno fue molido en partículas de aproximadamente 10 cm para facilitar su mezcla con el concentrado y evitar la selectividad. Durante

los 40 días de la prueba de alimentación las dietas se ofrecieron al 4% del peso vivo del promedio de los tres animales en base seca. El nivel proteico de la dieta es el recomendado para ovinos en crecimiento con una ganancia de 100 g/d (NRC, 2007).

Para cuantificar el consumo voluntario de las dietas durante los 40 días de la prueba de alimentación, se cuantificó el alimento ofrecido y rechazado por jaula. El alimento era pesado antes de ser ofrecido a los animales a las 8:00 a.m. y el rechazo a las 24 horas. Se recolectaron muestras de los alimentos ofrecidos para determinar su contenido de MS, PB y NDT. El contenido de MS se determinó utilizando un horno convencional (48 horas a 65 °C). Para el porcentaje de PB y NDT, las muestras se molieron y pasaron por un cedazo de 1 mm y se enviaron a un laboratorio comercial (*Forage Testing Laboratory, Dairy One Inc.*, Ithaca, NY). Para determinar el efecto de la dieta sobre el peso de los corderos, semanalmente los animales se pesaron utilizando una balanza colgante pelouze (*Rubbermaid Commercial*) para calcular la ganancia en peso total (GPT), la ganancia en peso diaria (GPD), y la conversión alimenticia (CA) por jaula.

#### *Rendimiento de la canal y cortes principales y al detal*

Después de los 40 días de la prueba de alimentación los corderos fueron sacrificados en un matadero comercial al alcanzar un peso promedio de 25 kg de peso vivo. Después del proceso de matanza, se registró el peso de cada canal caliente (PCC). Las canales de los corderos fueron transportadas 24 horas después del proceso de matanza al Laboratorio de Tecnología de Carne Fresca localizado en el Centro de Investigación y Tecnología Agroindustrial (CITAI) en la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, donde se registró el peso de la canal fría (PCF). A cada canal se le midió la longitud desde la nuca al nacimiento de la cola y se calculó la longitud porcentual de los cuartos delanteros (desde la nuca a la última costilla) y cuartos traseros (de la última costilla al nacimiento del rabo). Utilizando una sierra de banco (*Global Saw*), cada canal se trozó en cinco cortes primarios: nuca (N), costillas/pernil delantero (C/PD), costillas (C), lomo (L) y pernil trasero (PT), para determinar el efecto de la dieta sobre el peso y el rendimiento de los cortes. Los cortes primarios se pesaron inmediatamente después del trozado para calcular el rendimiento con relación al peso de la carne fría. De los cortes principales se obtuvieron los cortes al detal más utilizados, que incluyen chuletas de hombro (CH), chuleta francesa (CF), chuleta de lomo (CL), pernil trasero (PT), costillas (C), osobuco (O) y fricasé (F). Al igual que con los cortes principales, los cortes al detal se pesaron para calcular su rendimiento con relación

al peso de canal fría. Posterior al trozado se cuantificó el material no utilizado o descarte de cada canal.

#### *Calidad de la carne*

El valor de pH, el color, la capacidad de retención de agua, la ternura de la carne cruda y el contenido de nutrientes (agua, PB, grasa y minerales) se utilizaron como criterios para evaluar la calidad de la carne. Para dichos análisis, se recolectó el músculo *Longissimus dorsi* (LMD) de cada canal. El pH se determinó con un medidor de pH (*Thermo Scientific*) calibrado con soluciones amortiguadoras de pH 7.0 y 4.0. La muestra del músculo se colocó en un envase de 50 mL, se le añadió 10 mL de agua destilada y luego se homogenizó manualmente para la lectura correspondiente. El color se determinó utilizando un espectrofotómetro (*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 para luminosidad (L\*), cambio del color de rojo a verde (a\*) y cambio del color amarillo a azul (b\*). Para la determinación de ternura 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, 1995). Este instrumento mide la fuerza necesaria para cortar un trozo de carne tanto en libras como en kilogramos. 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. Dichas muestras de carne cruda se colocaron en el medio del dispositivo para medir su fuerza. La capacidad de retención de agua se determinó utilizando 0.5 g de muestra del LMD, la cual se colocó sobre un papel de filtro. El papel de filtro con la muestra se colocó entre placas y, utilizando una Prensa Carver (*Carver Lab Press*), se presionó por tres minutos a  $2.06 \times 10^7$  Pa. Luego de remover el papel se dibujó el anillo interior que pertenece a la muestra de carne y el exterior que representa el agua. Con un planímetro Polar (K & E 62 0000) se midieron las áreas y se determinó el porcentaje de capacidad de retención de agua (% WHC, por sus siglas en inglés) utilizando la siguiente fórmula:  $\% \text{ WHC} = (A/B)100$ , donde A representa el anillo formado por la carne y B el anillo formado por el agua liberada.

La capa de grasa subcutánea de cada canal experimental se determinó utilizando una regla diseñada para estos propósitos (*Atkinson Wisconsin*) a nivel del área superficial del músculo dorsal entre la costilla 12 y 13. Para la determinación de MS, las muestras de carne se colocaron en un horno convencional a 65° C durante dos semanas. Las muestras secas de cada cordero se molieron y se enviaron a un labora-

torio comercial para la determinación del contenido de proteína bruta. El porcentaje de minerales se determinó incinerando los nutrientes a 550° C por ocho horas y el porcentaje de materia orgánica se obtuvo mediante la diferencia de 100 – MI. Para la determinación de grasa intramuscular se utilizó la extracción etérea con solvente orgánico (éter de petróleo) (ANKOM<sup>XT10</sup> *Extraction System*).

### *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 y tres repeticiones, utilizando la jaula como unidad experimental. 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, 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=9 por tratamiento) como unidad experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio se realizó bajo condiciones de estrés por calor para animales domésticos, evidenciado por valores de ITH mayores de 72. Está documentado que para animales domésticos valores de ITH de 73 a 77 se clasifica como calor leve, valores de 78 a 89 como moderado y sobre 90 como grave (Fuquay, 1981; citado por Srikandakumar et al., 2003). Durante este estudio el valor promedio de ITH fue 77.23, valor considerado entre estrés por calor leve a moderado. Está también documentada la respuesta de los parámetros fisiológicos de los animales asociados con el estrés por calor, como la TR, el RC y el RR, cuyos valores normales son de 39 a 40 °C, de 70 a 90 pul/min y de 10 a 20 resp/min, respectivamente (Sheep Production Handbook, 2002). En este estudio, la TR promedio fue 39.25 °C, valor dentro de los parámetros normales establecidos. Sin embargo, el RC promedio, 97.01 pul/min y el RR, 56.64 resp/min, fueron mayores a los valores reportados en ovinos

CUADRO 1.—*Efecto de alimentar corderos con dietas con dos niveles de NDT sobre los parámetros fisiológicos de corderos en crecimiento asociados al estrés por calor.*

Parámetro	Tratamiento Experimental	
	D1	D2
Temperatura Rectal (°C)	39.29 ± 0.06	39.20 ± 0.06
Ritmo Cardíaco (pul/min)	93.46 ± 2.65	100.57 ± 2.81
Ritmo Respiratorio (resp/min)	57.26 ± 4.95	56.01 ± 5.04



en confort térmico (Cuadro 1). Experimentos recientes han reportado resultados similares a estos en ovinos alimentados en un sistema de alimentación de pastoreo con un ITH de 79.4, el cual se considera superior a los valores de la zona de confort (Suárez, 2019). En su estudio, Suárez reportó valores normales de temperatura rectal (39.2 °C), pero mayores de lo normal de ritmo cardiaco y ritmo respiratorio de (117.8 pul/min y 53.4 resp/min, respectivamente). En otro estudio con ovinos Katahdin alimentados en confinamiento bajo condiciones de estrés por calor, también se reportó que el incremento en el ritmo respiratorio es el principal indicador para disipar el calor en corderos, con ITH > de 72. Sin embargo, el rendimiento productivo de los corderos no se vio afectado por esas condiciones ambientales, lo que podría ser indicativo de una mayor resistencia al estrés por calor (Suárez, 2019).

En este estudio los corderos se alimentaron en confinamiento con raciones totales utilizando como ingredientes heno de gramíneas tropicales adquirido de un productor comercial local, heno de alfalfa importado, maíz en grano partido y un concentrado comercial, los últimos tres adquiridos de establecimientos comerciales. Muestras de cada uno de los ingredientes utilizados se analizaron para determinar su contenido de materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) y se estimó su contenido porcentual de nutrientes digeribles totales (NDT) en un laboratorio comercial de alimentos (*Forage Testing Laboratory, Dairy One Inc., Ithaca, NY*) (Cuadro 2).

El contenido nutricional de los ingredientes utilizados en este experimento coincide con valores normales y reportados en experimentos anteriores (Benabe, 2018; Martínez, 2013). Tal como esperado, el heno de gramíneas tropicales presentó altos valores de FDN (69.60%) y bajo contenido de proteína bruta (8.25%). El heno de alfalfa tenía un contenido moderado de PB (19.50%) y bajo contenido de FDN (39.00%). El contenido proteico del concentrado comercial y el de maíz en grano fue ligeramente superior al esperado, 18% y 8%, respectivamente. Los

CUADRO 2.—Composición química de los alimentos utilizados en las raciones totales.

	Heno	Concentrado	Alfalfa	Maíz
MS <sup>1</sup>	92.40	90.95	90.80	91.05
PB <sup>2</sup>	8.25	19.00	19.50	9.95
FDN <sup>3</sup>	69.60	31.05	39.00	15.35
FDA <sup>4</sup>	42.60	10.40	31.00	4.82
NDT <sup>5</sup>	49.50	77.00	65.00	89.50

<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

valores de NDT de las fuentes de forraje (49.50% para HG), también coinciden con resultados obtenidos por Suárez (2019), la alfalfa contenía 88% de NDT, lo cual fue superior a lo reportado en NRC en el 2007. La energía obtenida del maíz (89.50%) fue similar a la reportada en el estudio de Rosado (2019).

Las dietas evaluadas en este estudio fueron formuladas según los requerimientos de PB de ovinos en crecimiento para obtener una ganancia en peso de 100 g/d (NRC, 2007). Las dietas formuladas con este contenido de PB se combinaron con dos niveles energéticos, utilizando como criterio su contenido porcentual de NDT, en este caso 58% y 66%, respectivamente. El aporte de proteína bruta en las dietas fue 14.70% en D1 y 16.25% en D2, con contenidos porcentuales de NDT de 66% y 73.33% para D1 y D2, respectivamente, luego de ser mezcladas.

El ofrecimiento diario de las dietas en cada jaula con tres corderos fue equivalente al 4% del peso vivo del grupo en base seca. Se observó un mayor porcentaje ( $P < 0.01$ ) de consumo en relación porcentual al peso vivo (CDPV) en corderos alimentados con dietas con mayor porcentaje de NDT (73.33%) que en aquellos alimentados con 66%. Sin embargo, en ambos casos el CDPV fue mayor al 3%, (D1= 3.35% y D2= 3.76%), consumo porcentual que satisface los requerimientos de corderos en crecimiento (NRC, 2007).

A pesar de que el consumo voluntario porcentual de MS con relación al peso vivo en base seca de los corderos alimentados con D2 fue mayor que en D1, no se observó diferencias ( $P > 0.05$ ) en el consumo diario en la cantidad ingerida entre tratamientos (Cuadro 3). Tampoco se observaron diferencias en el alimento ofrecido ( $P < 0.54$ ) ni rechazado entre tratamientos ( $P < 0.64$ ). En este estudio, para determinar el consumo voluntario de la dieta se utilizó la jaula como unidad experimental ( $n=3$  corderos).

El peso inicial, peso final y la ganancia en peso total durante los 40 días del experimento también fue similar ( $P > 0.05$ ) entre los corde-

CUADRO 3.—Efecto de dos niveles porcentuales de nutrientes digeribles totales en dietas que satisfacen el requerimiento proteico sobre el consumo voluntario de los corderos criollos.

Componente <sup>1</sup> (g/d)	Dieta Experimental		EEM <sup>2</sup>	P
	D1	D2		
Ofrecido	2,722.23	2,458.24	189.65	0.536
Rechazado	437.85	135.58	48.81	0.643
Consumido	2,284.38	2,322.67	137.87	0.546

<sup>1</sup>Alimento ofrecido, rechazado y consumido por jaula. <sup>2</sup>Error estándar de la media

CUADRO 4.—Efecto de dos niveles porcentuales de nutrientes digeribles totales en dietas que satisfacen el requerimiento proteico sobre la ganancia en peso total y conversión alimenticia de los corderos criollos.

Componente	Dietas Experimentales		EEM <sup>1</sup>	P
	D1	D2		
Peso inicial (kg)	20.88	21.06	3.129	0.924
Peso final (kg)	25.06	25.14	3.129	0.924
Ganancia en peso total (kg)	4.17	4.25	0.871	0.935
Conversión alimenticia	7.29	7.28	0.352	0.979

<sup>1</sup>Error Estándar de la Media

ros alimentados con las dos dietas (Cuadro 4). En ambos tratamientos, satisfaciendo los requerimientos nutricionales de PB en la dieta pero con diferentes niveles de NDT se obtuvo la ganancia en peso diario preestablecida de 100 g/d, con valores de 104.4 y 106.3 g/d para D1 y D2, respectivamente. Los resultados indican que dietas conteniendo porcentajes de NDT mayores que el requerimiento no resultan en una ganancia en peso diaria mayor de 100 g/d en corderos en crecimiento de 20 kg a 25 kg de peso vivo. La conversión alimenticia de las dietas, 7.29 y 7.28 para D1 y D2, respectivamente, fue también similar y con valores dentro del rango óptimo (3.50 a 8.00) para corderos alimentados en confinamiento con raciones totales (Lima et al., 2017). Los valores de CA en corderos alimentados bajo condiciones de estrés por calor también coinciden con los reportados por Rosado (2019). Este mismo autor indicó que ovinos alimentados bajo confinamiento con dietas conteniendo proporciones de 50:50 de heno de gramíneas tropicales y concentrado comercial y heno de gramíneas tropicales y una mezcla de maíz picado y harina de soya obtuvieron valores de CA entre 6.55 y 4.63, respectivamente.

Al establecer la comparación entre los animales consumiendo los dos niveles de NDT utilizados en este estudio no se observó diferencias en el rendimiento productivo de los corderos. Los resultados de este experimento difieren con relación a hallazgos previamente publicados donde se evaluó el efecto del contenido energético de la dieta sobre el rendimiento productivo de ovinos. Abdel Baset (2011) evaluó el efecto de tres niveles energéticos de la dieta sobre el crecimiento y la digestibilidad de nutrientes y el rendimiento de canales en corderos con peso inicial de  $30.0 \pm 1.2$  kg. El autor utilizó dietas con tres niveles de energía: 1) alto= 3.50 Mcal/kg, 2) bajo= 2.90 Mcal/kg, y 3) mediano= 3.20 Mcal/kg, y observó que corderos alimentados con la dieta alta en energía obtuvieron una mayor ganancia en peso que aquellos alimentados con las otras dos dietas. En otro experimento, Hosseini et al. (2008) estudiaron el efecto

de diferentes niveles de energía en dietas conteniendo 12% PB sobre la tasa de crecimiento, la CA, el consumo de MS y características de la canal en corderos de la raza Bahmaei. Los autores evaluaron tres niveles energéticos: 1) 2.34 Mcal/kg, 2) 2.47 Mcal/kg, y 3) 2.6 Mcal/kg en corderos con un peso inicial de  $26.00 \pm 1.7$  kg y observaron que corderos con mayor nivel energético en la dieta tuvieron mayor peso final y ganancia en peso diaria. Dabiri (2016) evaluó el efecto de diferentes niveles de proteína bruta y energía en la dieta sobre el peso final previo al sacrificio y características de la canal en corderos provenientes de Arabia Saudita. Los tratamientos consistían en dietas con niveles energéticos bajos (2.4 Mcal/kg), mediano (2.6 Mcal/kg) y alto (2.8 Mcal/kg) con dos niveles proteicos, 1) 16% y 2) 18%. En este estudio el autor concluyó que independientemente del nivel proteico en la dieta, los corderos alimentados con alto contenido de energía (2.8 Mcal/kg) tuvieron una mayor ganancia en peso diaria. Está bien documentado que los requerimientos energéticos de los animales pueden expresarse en Mcal, Kcal, Joule/día, g/d de NDT o % de NDT en la dieta (NRC, 2007). También está bien documentado las ventajas que tiene el sistema de partición de energía sobre el valor de NDT para determinar el valor energético de los alimentos (Mcal/kg o NDT/g) a utilizarse en dietas para rumiantes y para satisfacer sus requerimientos energéticos. Lo anterior es aún más notable en dietas que utilizan como ingrediente basal, pastos y forrajes, y especialmente gramíneas tropicales. Asimismo, el efecto de aumentar el valor energético de las dietas se ha observado que tiene mayor efecto en corderos en la etapa de engorde o finalización y no en aquellos en crecimiento o en corderos sacrificados para obtener canales pesadas (peso vivo de 50 a 70 kg). El uso de dietas con alto contenido energético sobre el rendimiento productivo de corderos se ha enfocado en animales con alto potencial genético (razas puras o sus cruces) y no en animales criollos, los cuales fueron el objetivo del presente estudio. Alves et al. (2003) utilizaron ovejas de la raza Santa Inés con un peso vivo de 20 kg, las cuales fueron alimentadas con una de tres dietas altas en energía: 1) 2.42 Mcal, 2) 2.66 Mcal, y 3) 2.83 Mcal. Los autores concluyeron que dietas altas en energía influyen de manera positiva en el peso de canal caliente y fría y sus respectivos rendimientos en ovejas de la raza Santa Inés. Dabiri (2016) indicó que el aumento de los niveles de energía en la dieta generalmente resulta en una mayor ganancia y deposición de grasa en corderos de engorde. La falta de respuesta de altos niveles de NDT en la dieta sobre el crecimiento de los animales observados en el presente estudio puede deberse a diferentes razones. Utilizando el porcentaje de NDT se evaluó el efecto de las dietas experimentales sobre el rendimiento productivo de los corderos. Se utilizó heno de gramíneas tropicales y heno de alfalfa como parte de la ración basal y se evaluó las dietas en animales con peso

vivo de 25 kg. Todos los factores anteriores de forma individual o combinados pudieron tener un efecto sobre los resultados obtenidos.

Tal como mencionado, el objetivo de este experimento fue evaluar el efecto del nivel de energía en la dieta en corderos criollos hasta alcanzar un peso a la matanza de 25 kg. Se evaluó consecutivamente el efecto de las dietas sobre las características de la canal y la calidad de la carne en corderos criollos tipo carne de peso liviano (25 kg PV). Sin embargo, no se observó efecto de la dieta sobre el peso ni sobre el rendimiento de la canal caliente ni fría de los corderos (Cuadro 5).

Los valores porcentuales del rendimiento de la canal caliente y fría obtenidos en este estudio coinciden con resultados de otros experimentos utilizando corderos criollos con peso vivo menor de 30 kg como unidades experimentales (Rosado, 2019; Rodríguez, 2014). Rendimientos de canal caliente de 39.33% y 40.19% fueron obtenidos en corderos criollos alimentados con dietas conteniendo heno de gramíneas tropicales y concentrado comercial o heno de gramínea tropicales y una mezcla de maíz picado y harina de soya, respectivamente. En ese mismo experimento los porcentajes de rendimiento de canal fría fueron de 37.75% en corderos alimentados con heno y concentrado 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. Rodríguez et al. (2014) reportaron, de una base de datos de 80 animales sacrificados localmente, porcentajes de rendimiento de canal en ovinos de 37 a 46%, valores normales para animales criollos criados bajo condiciones extensivas.

En investigaciones relacionadas con el efecto del nivel energético en la dieta sobre las características de la canal de corderos, Hosseini et al. (2008) indicaron que “contenidos altos de energía en la dieta tiene un efecto significativo en los pesos vivos en el sacrificio, peso de canales frías y peso de grasa corporal en ovinos”. En su investigación, los corderos de la raza Bahmaei alimentados con dietas altas en energía obtuvieron pesos de canales frías significativamente mayores a los ali-

CUADRO 5.—*Efecto de dos niveles porcentuales de nutrientes digeribles totales en dietas que satisfacen el requerimiento proteico sobre el peso y rendimiento de las canales de los corderos criollos.*

Componente	Dietas Experimentales			
	D1	D2	EEM <sup>1</sup>	P
Peso canal caliente (kg)	9.47	9.74	2.626	0.843
Peso canal fría (kg)	9.35	9.47	2.626	0.930
Rendimiento canal caliente (%)	37.53	38.87	1.120	0.347
Rendimiento canal fría (%)	37.03	37.67	1.032	0.687

<sup>1</sup>Error estándar de la media

mentados con aquella baja en energía. De igual manera, Baset (2011) señaló que en corderos alimentados con dietas con contenido alto y mediano de energía, los porcentajes de rendimientos fueron significativamente mayores que aquellos con bajo nivel energético (Alto= 56.98%, Mediano= 56.87%, Bajo= 51.22%). Ambas investigaciones contrastan con los resultados obtenidos en este estudio, donde alimentar con dietas con valores energéticos mayores a lo recomendado no aumentó el peso ni el rendimiento de las canales en corderos en crecimiento. Incluso, los porcentajes de rendimiento obtenidos en investigaciones relacionadas fueron superiores a los obtenidos en este experimento.

Otro aspecto que se debe mencionar es el estado físico y la raza de los animales utilizados en este experimento. En esta investigación los animales eran corderos criollos con alta variabilidad evidenciada por su fenotipo. Muchas características físicas como la amplitud corporal, altura, fortaleza de las patas y grado de muscularidad no fueron uniformes entre los corderos utilizados lo que pudo afectar la respuesta del animal a dietas con alto contenido energético. En experimentos relacionados, Souza et al. (2013) estudiaron el crecimiento y características de la canal en corderos de la raza Dorper cruzado con Santa Inés y Brazilian Somali en un sistema de alimentación intensivo en la región noreste de Brasil. En el estudio los autores utilizaron corderos no castrados Dorper x Santa Inés y Dorper x Brazilian Somali y una dieta ofrecida en ración total mezclada para obtener ganancias de 300 g/d. En el aludido experimento los RCC y RCF no fueron significativos entre los cruces, pero obtuvieron valores de RCC mayores a 45% en ambos casos.

En la industria de producción de ovinos tipo carne se recomienda animales largos desde la última costilla al nacimiento del rabo. Esta característica es utilizada para la selección de animales puros dentro de la misma raza o selección de razas utilizadas como cruces terminales. El bajo potencial genético del cordero criollo para producción de carne se reflejó también en el largo de los cuartos traseros y delanteros con relación a la longitud de la canal. Se recomienda que en corderos tipo carne el largo de los cuartos traseros con relación al largo de la canal sea el 60% del total y el de los cuartos delanteros, 40%. En este estudio, el promedio del cuarto delantero para D1 fue 47.27% y para D2, 46.73%. Mientras, en el cuarto trasero se obtuvo valores de 52.75% y 53.27% para D1 y D2, respectivamente. Alimentar corderos con dietas con un mayor porcentaje de NDT que el requemiento tampoco tuvo efecto sobre el peso de los cortes principales con relación al peso de la canal fría. Se observó un mayor ( $P < 0.01$ ) porcentaje de rendimiento de la nuca de corderos alimentados con dietas conteniendo 66.00% de NDT (D1) que en aquellos alimentados

CUADRO 6.—Efecto de dos niveles porcentuales de nutrientes digeribles totales en dietas que satisfacen el requerimiento proteico sobre el peso y rendimiento de los cortes primarios de corderos criollos.

Cortes principales (kg)	Dieta Experimental			
	D1	D2	<sup>1</sup> EEM	P
Nuca	0.57	0.48	0.012	0.324
Costillas y Pernil Delantero	2.97	3.01	0.268	0.928
Costillas	1.56	1.61	0.091	0.846
Lomo	1.08	1.04	0.054	0.823
Pernil Trasero	3.23	3.32	0.271	0.840
Rendimiento de cortes principales (%)				
Nuca	6.04 a	5.03 b	0.197	0.001
Costillas y Pernil Delantero	31.76	31.79	1.189	0.969
Costillas	16.58	16.96	0.397	0.508
Lomo	11.56	11.77	1.200	0.430
Pernil Trasero	34.68	35.28	0.595	0.350

<sup>1</sup>Error estandar de la media

con la dieta con 73.33% (D2), pero el rendimiento fue similar en los otros cuatro cortes (Cuadro 6).

Independientemente de la dieta y similar a lo obtenido en estudios relacionados con ovinos criollos, el pernil trasero fue el corte principal de mayor peso y rendimiento (media= 3.49 kg y 34.59%) seguido de las costillas y pernil delantero (media= 3.03 kg y 30.01%), las costillas (media= 1.58 kg y 15.60%), el lomo (media= 1.22 kg y 11.80%) y la nuca (media= 0.51 kg y 5.14%).

Además del efecto de la dieta sobre el peso y rendimiento de los cinco cortes principales se evaluó también el peso y rendimiento de los siete cortes al detal. Los cortes evaluados fueron la chuleta de hombro, la chuleta francesa, la chuleta de lomo, el pernil trasero, las costillas, el osobuco y el fricasé. Se cuantificó también el peso y rendimiento del descarte (*trimming*). Similar a los cortes principales no se detectó efecto del tratamiento sobre el peso de los cortes al detal. Sin embargo, los valores de peso promedio de los siete cortes coinciden con experimentos similares donde sacrificaban ovinos criollos con peso vivo menor de 30 kg (Rosado, 2019). A excepción del fricasé, cuyo rendimiento fue mayor ( $P < 0.03$ ) en corderos alimentados con la dieta 1 que con la dieta 2, el rendimiento de los otros seis cortes al detal fue similar entre tratamientos (Cuadro 7). En este caso, en orden descendente, el corte con mayor rendimiento fue el pernil trasero, seguido de la chuleta de hombro, el osobuco, el fricasé, la chuleta francesa, las costillas y la chuleta de lomo.

Es importante señalar el bajo peso y rendimiento del descarte en la canal de ovinos independiente del tratamiento experimental. En

CUADRO 7.—Efecto de dos niveles porcentuales de nutrientes digeribles totales en dietas que satisfacen el requerimiento proteico sobre el peso y rendimiento de los cortes al detal de corderos criollos.

Cortes al detal (kg)	Dieta Experimental		<sup>1</sup> EEM	P
	D1	D2		
Chuleta de Hombro	2.39	2.48	0.201	0.796
Chuleta Francesa	0.79	0.79	0.026	0.995
Chuleta de Lomo	0.38	0.37	0.005	0.907
Costillas	0.68	0.72	0.016	0.756
Osobuco	0.83	0.83	0.014	0.981
Pernil Trasero	2.67	2.75	0.202	0.816
Fricasé	0.88	0.80	0.031	0.582
Rendimiento de cortes al detal (%)				
Chuleta de Hombro	25.49	26.01	0.926	0.510
Chuleta Francesa	8.28	8.31	0.272	0.954
Chuleta de Lomo	4.15	3.94	0.148	0.483
Costillas	7.33	7.47	0.129	0.633
Osobuco	9.00	9.02	0.421	0.962
Pernil Trasero	28.52	29.19	0.438	0.233
Fricasé	9.35 a	8.26 b	0.314	0.034

<sup>1</sup>Error estándar de la media

ovinos alimentados con D1 el peso y el porcentaje de rendimiento del descarte fue 0.48 kg y 5.31%, respectivamente, mientras que para D2 fue 0.50 kg y 5.25%.

El efecto de alimentar los corderos en crecimiento con dietas que satisfacen los requerimientos de PB con dos niveles de energía sobre la calidad de la carne en el presente estudio se determinó utilizando como criterios su contenido porcentual de los nutrientes, el pH, la capacidad de retención de agua, la terneza, el ancho del ojo del lomo, el color y la capa de grasa.

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 (Ponnampalam et al., 2016; Rosado, 2019). No se observó efecto del contenido de NDT en la dieta sobre los componentes nutricionales de la carne, ni sobre los otros criterios para determinar su calidad (Cuadro 8).

Independientemente del tratamiento experimental, los valores de pH, capacidad de retención de agua, la terneza, el ancho del ojo del lomo y el espesor de la capa de grasa también concuerdan con resultados de otros experimentos realizados por Jaborek et al. (2018), donde evaluaron la calidad de carne de cordero. El pH de la carne de corderos alimentados con la dieta con mayor fuente de energía (73.33%) fue mayor a la dieta que contenía 66% de NDT (P<0.01), sin embargo, en



CUADRO 8.—*Efecto de dos niveles porcentuales de nutrientes digeribles totales en dietas que satisfacen el requerimiento proteico sobre los componentes nutricionales en la carne de corderos criollos.*

Componente (%)	Dieta Experimental		EEM <sup>1</sup>	P
	D1	D2		
Materia seca	23.72	24.23	0.52	0.41
Materia inorgánica	4.49	5.08	0.61	0.37
Materia orgánica	95.51	94.92	0.61	0.37
Proteína bruta	21.79	21.79	0.56	1.00
Grasa intramuscular	1.89	1.98	0.10	0.74

<sup>1</sup>Error estándar de la media

ambos casos los valores están dentro de los reportados para carne de cordero (Cuadro 9).

El mecanismo de la capacidad de retención de agua se centra en las proteínas y estructuras que se unen y atrapan el agua y se utilizan para obtener información tanto de la jugosidad como el contenido proteico de la carne (Huff-Lonergar et al., 2005). En esta investigación los valores de capacidad de retención de agua (D1= 39.12% y D2= 42.21%) fueron similares entre tratamientos y dichos valores muestran una tendencia aceptable, por lo que se espera que la jugosidad y contenido de proteína sea uno aceptable.

La terneza de la carne también fue similar para los corderos alimentados con ambas dietas. La carne de los corderos bajo el régimen dietético D1 presentó un valor promedio de 2.33 kg y los animales alimentados con D2 obtuvieron un promedio de 1.85 kg. En este estudio alimentar con dos niveles de energía (NDT) superiores al requerimiento no ayudó a mejorar la terneza de la carne. Rosado (2019) reportó valores para terneza de 2.59 kg y 2.73 kg en corderos alimentados con raciones totales en condiciones similares, valores mayores a los obteni-

CUADRO 9.—*Efecto de dos niveles porcentuales de nutrientes digeribles totales en dietas que satisfacen el requerimiento proteico sobre los parámetros de la calidad de la carne de corderos criollos.*

Variable	Dieta Experimental		EEM <sup>1</sup>	P
	D1	D2		
pH	5.63 b	5.84 a	0.01	0.01
Capacidad Retención Agua (%)	39.12	42.21	14.12	0.33
Terneza (kg)	2.33	1.85	0.19	0.19
Ancho Ojo de Lomo (pulg <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	4.61	4.54	0.26	0.86
Capa de Grasa (cm)	0.10	0.10	0.00	0.31

<sup>1</sup>Error estándar de la media, <sup>2</sup>1 pulg<sup>2</sup> = 6.45 cm<sup>2</sup>

dos en este estudio. La alimentación con altos niveles de energía pudo ayudar a la deposición de grasa intramuscular en los corderos pertenecientes a este 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  $b^*$  el cambio de amarillo a azul, también fueron similares en la carne de cordero alimentados con las dos dietas (Cuadro 10).

Jaborek et al. (2018) hipotizan que ofrecer a los ovinos una dieta alta en energía aumentaría el contenido de grasa intramuscular y, como resultado, aumentaría el color magro de la carne y la terneza. Sin embargo, según sus resultados, y similar a lo observado en este estudio, alimentar con altos niveles energéticos no tuvo efecto sobre los valores de  $L^*$  y  $a^*$ . Bajo condiciones similares a los del presente estudio, Rosado (2019) encontró que la carne de corderos criollos alimentados con dietas de heno de gramíneas tropicales y concentrado, y de heno de gramíneas tropicales y una mezcla de maíz picado y harina de soya presentó valores de  $L^*$  (41.80 y 38.55) similares a los obtenidos en este estudio. Sin embargo, los parámetros de  $a^*$  y  $b^*$  fueron mayores en la investigación realizada por Rosado (2019), lo cual indica que la carne de los corderos de este estudio tenía menor cantidad de mioglobina, pigmento que le otorga el color rojo a la misma.

Como en la mayoría de los parámetros utilizados para determinar la calidad de la carne, el ancho del ojo del lomo y la capa de grasa subcutánea fue similar en corderos alimentados con los dos niveles de NDT. Los valores promedios del ancho del ojo del lomo fueron  $29.74 \text{ cm}^2$  y  $29.29 \text{ cm}^2$  para D1 y D2, respectivamente. La capa de grasa en ambos tratamientos presentó valores de 0.1 cm, valor normal en corderos sacrificados a ese peso (25 kg).

En conclusión, los resultados de este experimento demuestran que alimentar corderos en crecimiento con dietas que satisfacen los requerimientos nutricionales de PB y niveles de NDT de 66% y 73.33% bajo condiciones de estrés por calor no afectó su rendimiento productivo ni

CUADRO 10.—Efecto de dos niveles porcentuales de nutrientes digeribles totales en dietas que satisfacen el requerimiento proteico sobre los parámetros de color en la carne de corderos criollos.

Parámetro	Dieta Experimental		EEM	P
	D1	D2		
$L^*$	36.62	39.32	4.73	0.21
$a^*$	13.89	12.96	0.96	0.26
$b^*$	10.79	10.50	0.85	0.70

IELAB:  $L^*$  = luminosidad,  $a^*$  = rojo y  $b^*$  = amarillo

aumentó su consumo voluntario de materia seca. En ambas dietas, los corderos obtuvieron la ganancia en peso preestablecida de 100 g/d, pero no se mejoró la misma ni su conversión alimenticia. Corderos alimentados con las dietas experimentales y sacrificados a 25 kg produjeron rendimientos similares de canales calientes, frías y cortes principales y al detal; la calidad de la carne tampoco mejoró.

#### LITERATURA CITADA

- Almela, E., M.J. Jordán, C. Martínez, J.A. Sotomayor, M. Bedia y S. Bañón, 2010. Ewe's diet (pasture vs grain-based feed) affects volatile profile of cooked meat from light lamb. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(17): 9641-9646.
- Alves, K.S., F.F.R. de Carvalho, M.A. Ferreira, A.S.C. Vêras, A.N. Medeiros, J. F. de Nascimento, L.R.S. Nascimento y A.V.A. Anjos, 2003. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32(6 suppl 2): 1927-1936.
- AMSA, 1995. For Cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Tenderness Measurements of Fresh Meat. Chicago: American Meat Science Association & National Live Stock and Meat Board.
- Baset, A.N., 2011. Effect of different energy levels of diets on the performance, nutrient digestibility and carcass characteristics of lambs. *Veterinary World* 5: 472-476.
- Benabe, E., 2018. Evaluación de suplementos de grasa inertes ruminales en la dieta de ovinos sobre el consumo y digestibilidad de nutrientes, parámetros fisiológicos y composición sanguínea. Tesis de Maestría. Universidad de P.R., Mayagüez, Puerto Rico.
- Dabiri, N., 2016. Effects of different dietary energy and protein levels at fixed slaughter weight on performance and carcass characteristics of Arabi fattening lambs. *Journal of Fisheries & Livestock Production* 4: 201.
- Fuquay, J.W., 1981. Heat stress as it affects animal production. *J. Animal Sci.* 52: 164-169.
- Hosseini S.M., S.M. Akbary y N.M. Sis, 2008. Effect of different energy levels of diet on feed efficiency, growth rate and carcass characteristics of fattening Bahmaei lambs. *J. Anim. Vet. Adv.* 7(12): 1551-1554.
- Huff-Loneragan, E. and S. M. Lonergan, 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science* 71(1): 194-204.
- Jaborek, J.R., H.N. Zerby, S.J. Moeller y F.L. Fluharty, 2018. Effect of energy source and level, and sex on growth, performance, and carcass characteristics of long-fed lambs. *Small Ruminant Research* 167: 61-69.
- Lima, N.L.L., C.R. Ribeiro, H.C.M. de Leopoldino-Júnior, I. Cavalcanti, L.F.L. Santana, y R.A.I.G. Pereira, 2017. Economic analysis, performance, and feed efficiency in feedlot lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46(10): 821-829.
- Martínez, E., 2013. Consumo y digestibilidad de una dieta para corderos basada en heno de gramíneas tropicales y de la invasora *Hyparrhenia rufa* al incorporarle un probiótico aportador de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*. Tesis de Maestría. Universidad de P.R., Mayagüez Puerto Rico.
- National Research Council - NRC, 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, and New World Camelids. National Academy Press Washington, DC.
- Ponnampalam, E.N., B.W. Holman y N.D. Scollan, 2016. Sheep: meat. In B. Caballero, P. M. Finglas, and F. Toldrá (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health* 750-757.
- Rizzon-Cintra, M.C., R.D. Ollhoff, S.H. Weber y C. Santos Sotomaior, 2019. Is the Fama© system always the best criterion for targeted selective treatment for the control of haemonchosis in growing lambs? *Veterinary Parasitology* 266: 67-72.
- 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. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 98(2): 129-146. <https://doi.org/10.46429/jaupr.v98i2.2514>
- Rosado, J., 2019. Ganancia en peso, características de la canal y calidad de la carne de ovinos criollos alimentados en confinamiento con raciones totales. Tesis de Maestría. Universidad de P.R., Mayagüez, Puerto Rico.
- SAS Institute Inc., 2009. SAS/STAT® 9.2 software. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sheep Production Handbook, 2002. Denver, CO: American Sheep Industry Association. Vol.7
- Souza, D.A., A.B. Selaive-Villarroel, E.S. Pereira, J.C.S. Osorio y A. Teixeira, 2013. Growth performance, feed efficiency and carcass characteristics of lambs produced from Dorper sheep crossed with Santa Inés or Brazilian Somali sheep. *Small Ruminant Research* 114(1): 51-55.
- Srikandakumar A., E.H. Johnson y O. Mahgoub, 2003. Effect of heat stress on respiratory rate, rectal temperature and blood chemistry in Omani and Australian Merino sheep. *Small Ruminant Research* 49(2): 193-198.
- Suárez, J., 2019. Efecto del sistema de alimentación sobre parámetros productivos y fisiológicos de corderos criados en estrés por calor. Tesis de Maestría. Universidad de P.R., Mayagüez Puerto Rico.
- Verbeke, W., T. Spranghers, P.D. Clercq, S.D. Smet, B. Sas y M. Eeckhout, 2015. Insects in animal feed: Acceptance and its determinants among farmers, agriculture sector stakeholders and citizens. *Anim Feed Sci Technol.* 204: 72-87.