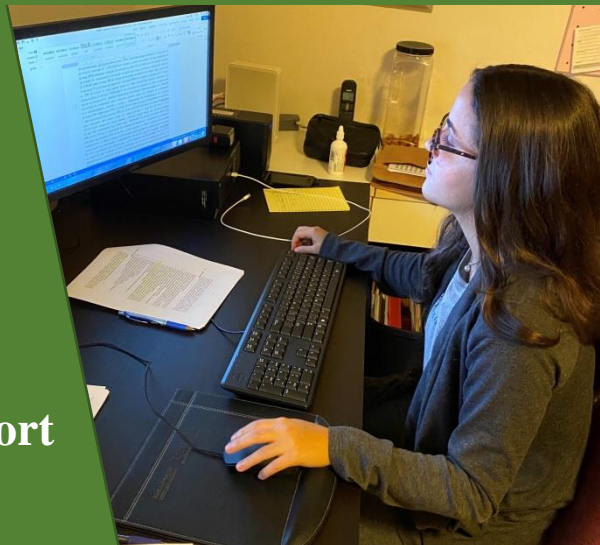




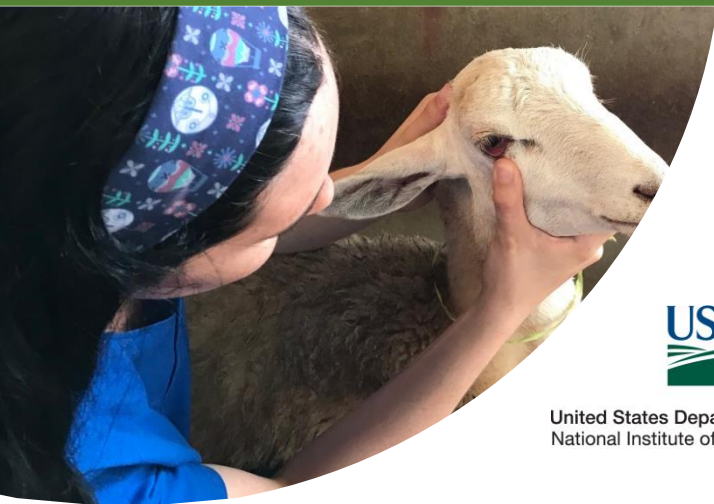
**Recruitment, development of research and extension capabilities, and study abroad experiences for animal science and pre-vet students using small ruminants as models**



**Research Report  
2019-2020**



**Resident Instruction Grants Program for Institutions of Higher Education in Insular Areas (RIIA)**



**United States Department of Agriculture  
National Institute of Food and Agriculture**



**Resident Instruction Grants Program for Institutions  
of Higher Education in Insular Areas (RIIA)**

**Research Report  
2019-2020**

**Recruitment, development of research and extension  
capabilities, and study abroad experiences for animal science  
and pre-vet students using small ruminants as models**

**Award No: 2019-70004-30058**

**Dr. Abner A. Rodríguez, PI  
Professor  
Department of Animal Science  
University of Puerto Rico, Mayagüez Campus**

**Dr. Luis C. Solórzano, Co-PI  
Adjunct Professor  
Department of Animal Science  
University of Puerto Rico, Mayagüez Campus**

**Recruitment, development of research and extension capabilities,  
and study abroad experiences for animal science and pre-vet  
students using small ruminants as models**

**Participating Students:**

**Patricia Bello Quiñones  
Diana Carolina Névarez Rolón  
Patricia Leal García  
Adriana Rivera Gracia  
Tiara Medina González  
Lauren Veloudis Padilla**

**Collaborating Faculty and Staff:**

**Prof. Aixa Rivera Serrano  
Meat Science Specialist**

**Agro. Giovanni García Chevere  
Manager Small Ruminant Project**

**Agro. Elvin Ronda Torres  
Technician Meat Science Laboratory**

## Contenido



**Lauren Veloudis-Padilla**, Tiara Medina, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez  
*Crecimiento de corderas de reemplazo bajo condiciones de estrés por calor y el efecto del grado de anemia sobre la ganancia en peso* 1

*Growth of replacement ewe lambs under heat stress conditions and the effect of the degree of anemia on weight gain* 4



**Tiara Medina-González**, Lauren Veloudis, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez  
*Temperatura medida por termografía en seis regiones corporales y su relación con la temperatura rectal de corderas criollas criadas en estrés por calor* 9

*Relationship between the temperature taken by thermography in six body regions and rectal temperature of native ewe lambs raised under heat stress conditions* 14



**Patricia Bello Quiñones**, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez  
*Control de parásitos gastrointestinales en fincas de rumiantes pequeños en Puerto Rico* 19

*Control of gastrointestinal parasites on small ruminant farms in Puerto Rico* 23



**Patricia Leal García**, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez 27  
*Calidad de agua en fincas de pequeños rumiantes en Puerto Rico*

*Water quality in small ruminant farms in Puerto Rico* 33



**Adriana Rivera Gracia**, Aixa Rivera, Elvin Ronda, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez 39  
*Elaboración de mini-hamburguesas con carne de cordero*

*Elaboration of lamb meat mini-burgers* 46



**Diana Nevárez Rolón**, Aixa Rivera, Elvin Ronda, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez 52  
*Elaboración y aceptabilidad de dos tipos de cecina de mutton*

*Preparation and acceptability of two types of mutton jerky* 57

# CRECIMIENTO DE CORDERAS DE REEMPLAZO BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS POR CALOR Y EL EFECTO DEL GRADO DE ANEMIA SOBRE LA GANANCIA EN PESO

Lauren Veloudis, Tiara Medina, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez

## Resumen

Un sondeo realizado entre ovinocultores en Puerto Rico indica que una de las prioridades de investigación es el establecer la edad para llegar al peso mínimo con el fin de empadronar corderas criadas bajo condiciones de estrés por calor y alimentadas con recursos locales. Se realizó un experimento para documentar el crecimiento de corderas criollas desde el destete hasta la edad para alcanzar el peso mínimo para el primer empadronamiento y determinar el efecto del grado de anemia sobre la ganancia de peso. Se utilizaron 15 corderas destetadas, nacidas de partos sencillos y criadas bajo condiciones de estrés por calor (Índice temperatura-humedad mayor de 78), con un peso promedio de 19 kg y una edad de 128 d. Las corderas fueron alimentadas con heno de gramíneas *ad libitum*, pastoreo restringido de dos a cuatro horas diarias y suplementadas con 250 g/d de concentrado (12% de PB). Las corderas se pesaron semanalmente hasta el peso mínimo recomendado de 24 kg (75% del peso adulto de 32 kg). Se calculó durante el estudio la ganancia total en peso (GPT) y diaria (GPD). Se determinó en las 15 corderas durante 15 semanas (225 observaciones) el nivel de la coloración de la conjuntiva ocular utilizando la tarjeta de FAMACHA®, donde el nivel 1 al 3 corresponde animales saludables que no necesitan ser desparasitados y los niveles 4 y 5 que si lo necesitan. Los datos de GPT y GPD se analizaron según un diseño completamente aleatorizado a través del tiempo. Se determinó la relación de la GPD con la coloración de la tarjeta de FAMACHA®. Se obtuvo el peso recomendado en las corderas 12 semanas después del inicio del experimento lo que representa una edad mínimo promedio recomendado de 7.06 meses al primer empadronamiento. La GPT y GPD de las corderas durante las 15 semanas de estudio fue de 5 kg y 47.6 g/d. El nivel de anemia según la lectura de la tarjeta de FAMACHA® no afectó la GPD (48.17, 43.97 y 51.97 g/d para la lectura 1, N = 195; 2, N = 23 y 3, N = 7 respectivamente). No se detectaron lecturas de FAMACHA® 4 y 5 durante el estudio. En resumen, para que las corderas lleguen al peso mínimo de empadronamiento de 23 kg se necesitaron 7.06 meses de crecimiento bajo las condiciones locales.

**Palabras Claves:** Empadronamiento, corderas, edad

## Introducción

La producción de pequeños rumiantes en Puerto Rico es actualmente una industria en crecimiento. Por lo tanto, es necesario documentar el manejo del rebaño utilizando recursos alimenticios locales y animales criollos, especialmente bajo las condiciones de estrés por calor. El manejo reproductivo en los ovinos es indispensable para el éxito en la producción, ya que le permitirá al productor obtener un mayor número de corderos destetados por ovejas (Alonso, 1981). Asimismo, el manejo de corderas de reemplazo desde el destete hasta el primer empadronamiento para obtener la edad y el peso mínimo de empadronamiento es una de las interrogantes más comunes entre los ovinocultores. Al mismo tiempo, está bien documentado que la infestación con nemátodos gastrointestinales afecta el consumo de alimento y absorción de nutrientes en corderos lo que se refleja en la disminución de la ganancia en peso, en el

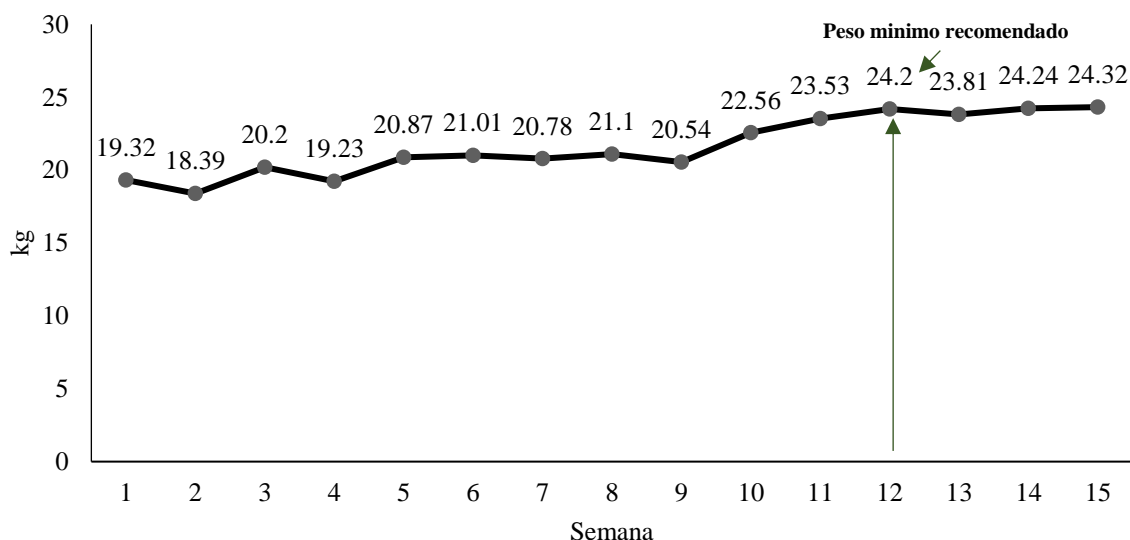
comportamiento reproductivo e inclusive en muerte de animales (Herrera, et. Al 2010). El crecimiento de las corderas además de las condiciones ambientales, raza y alimentación se ve también afectado por la infestación con parásitos gastrointestinales. El objetivo de este estudio fue documentar el crecimiento de corderas criollas desde el destete hasta la edad para adquirir el peso mínimo para el primer empadronamiento (24kg; 75% del peso adulto de 32 kg) y determinar el efecto del grado de anemia sobre la ganancia de peso.

### Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el proyecto de Pequeños Rumiantes de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Se utilizaron 15 corderas criollas destetadas, nacidas de partos sencillos y criadas bajo condiciones de estrés por calor (índice temperatura-humedad mayor de 78), con un peso promedio de 19 kg y una edad de 128 d. Las corderas fueron alimentadas con heno de gramíneas *ad libitum*, pastoreo restringido de dos a cuatro horas diarias y suplementadas con 250 g/d de concentrado (12% de PB). Las corderas se pesaron semanalmente hasta llegar al peso mínimo de empadronamiento de 24 kg, equivalente al 75 % del peso adulto mínimo de 32 kg para una oveja criolla. Se calculó durante el estudio la ganancia de peso total (GPT) y diaria (GPD). Se determinó semanalmente en las 15 corderas durante 15 semanas del estudio (225 observaciones) el nivel de la coloración conjuntiva ocular utilizando la tarjeta de FAMACHA® como indicador del grado de anemia para determinar la infestación con nemátodos gastrointestinales. la tarjeta de FAMACHA®, donde el nivel 1 al 3 corresponde animales saludables que no necesitan ser desparasitados y los niveles 4 y 5 que si lo necesitan. Los datos de GPT y GPD se analizaron según un diseño completamente aleatorizado a través del tiempo. La relación entre la lectura de la tarjeta FAMACHA® y la GPD también fue determinada.

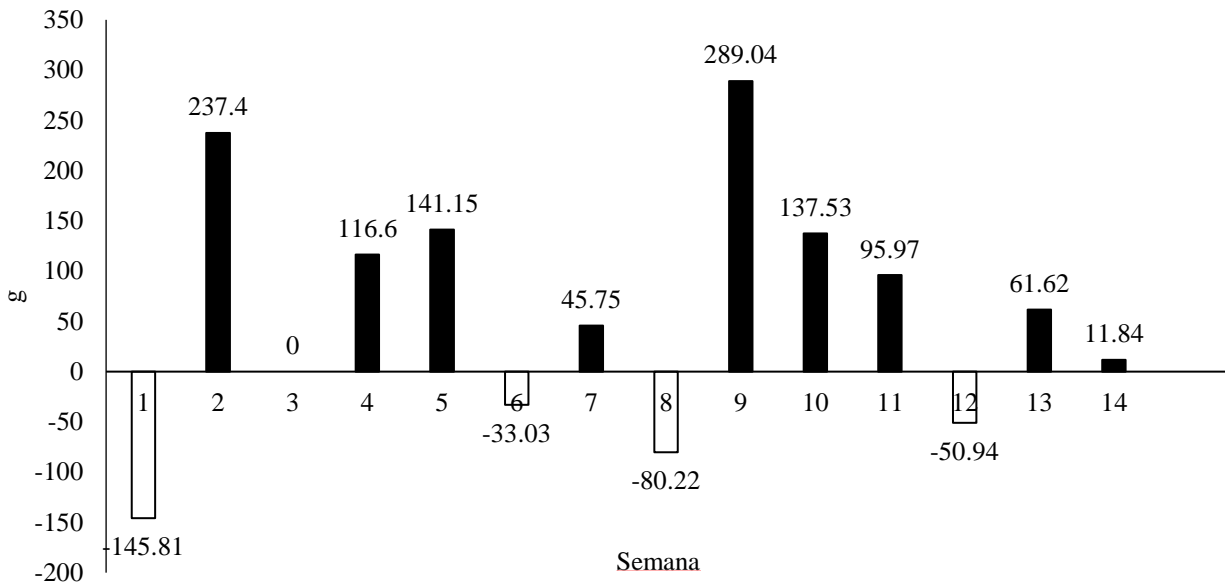
### Resultados

El peso mínimo de 24 kg para corderas criollas al primer empadronamiento se alcanzó 12 semanas después del inicio del experimento (Figura 1).



**Figura 1. Ganancia en peso de corderas criollas criadas bajo condiciones de estrés por calor y alimentadas con recursos locales**

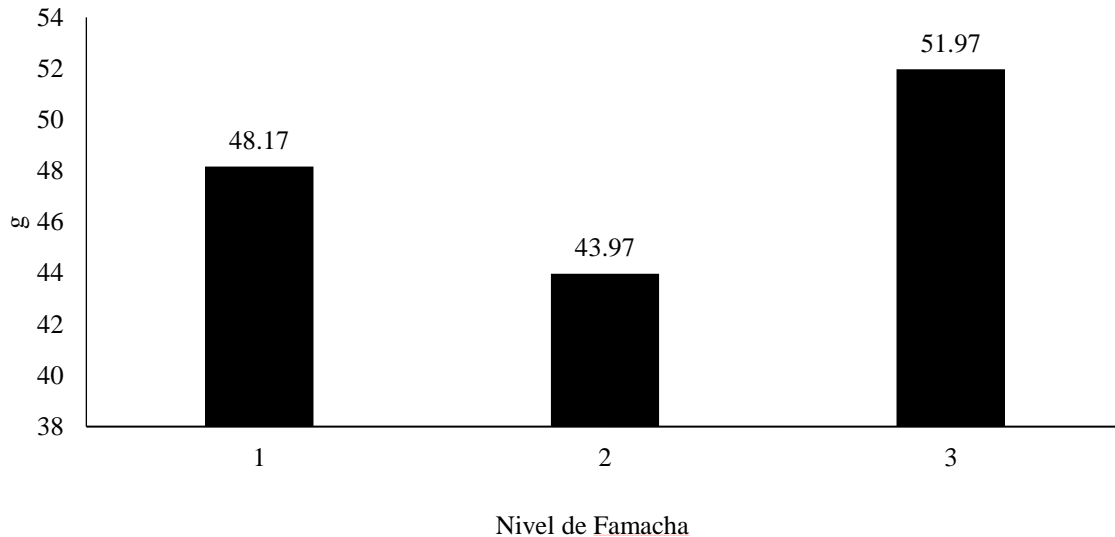
La GPT promedio obtenido durante el estudio fue de 5 kg y la edad al peso de 7.06 meses. A través del estudio se observó cambios en ganancia de peso fluctuantes, pero mayormente se obtuvo valores positivos con una GPD promedio de 47.6 g. La GPD obtenida en este experimento es similar a lo obtenida en otros estudios que utilizaron corderos criollos criados en sistemas de alimentación utilizando recursos locales y bajo condiciones de estrés por calor (Suárez, 2019). Similar a otros estudios también se observó mucho efecto del animal sobre el rendimiento productivo lo que es indicativo de la alta variabilidad genética del ovino criollo (González, 2004; Suárez, 2019).



**Figura 2. Ganancia en peso semanal de corderas criollas alimentadas con recursos locales en condiciones de estrés por calor**

Durante las 15 semanas del estudio no hubo necesidad de desparasitar a los animales utilizado como criterio el nivel de la lectura de la tarjeta de FAMACHA® en las 225 observaciones realizadas (Nivel 1= 195, Nivel 2= 23, Nivel 3=7). Aunque el número de observaciones de corderas saludables según la lectura de la tarjeta fue diferente para cada nivel, la GPD de las corderas fue similar para los tres grupos (Figura 3)

Los resultados del estudio demuestran que el manejo desde la época de destete hasta alcanzar un peso mínimo de empadronamiento de 24 kg es imprescindible para minimizar el tiempo hasta el primer empadronamiento en corderas de reemplazo. Tanto la salud gastrointestinal basadas en las lecturas de FAMACHA® como el estrés por calor son determinantes sobre la ganancia de peso vivo y podrían afectar directamente el manejo reproductivo.



**Figura 3. Relación entre la GPD y el nivel de coloración de la conjuntiva ocular según la lectura de la tarjeta de FAMACHA®**

### Conclusiones

Bajo los sistemas de alimentación actuales con animales criollos el peso mínimo para empadronar (24 kg) con una ganancia de peso de 47.1 g/d se obtuvo a los 7.06 meses de edad.

### Literatura Citada

Alonso, J. (1981). Introducción. En *Ciencia Veterinaria* (434). Mexico: Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia, UNAM.

González, E. Descriptive Analysis of Small Ruminant Meat Offer in Puerto Rico and Carcass Characteristics of Locally Slaughtered Animals. 2011. Tesis digitales UPRM.  
[https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/1408/CIAN\\_Gonz%  
 c3%a1lezDelfausE\\_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/1408/CIAN_Gonz%c3%a1lezDelfausE_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Herrera, J., Jordan H., y Senra, A.F. 2010. *Aspectos de Manejo y alimentación de la reproductora ovina Pelibuey en Cuba*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 44, número 3, 216.

Suárez, J. 2019. Efecto del sistema de alimentación sobre parámetros productivos y fisiológicos de corderos criados en estrés por calor. Tesis digitales, UPRM.  
[https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/2485/CIAN\\_SuarezRodriguezJI\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=n](https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/2485/CIAN_SuarezRodriguezJI_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=n)



# **GROWTH OF REPLACEMENT EWES UNDER HEAT STRESS CONDITIONS AND THE EFFECT OF THE DEGREE OF ANEMIA ON WEIGHT GAIN**

**Lauren Veloudis, Tiara Medina, Luis C. Solórzano and Abner A. Rodríguez**

## **Summary**

A survey of sheep producers in Puerto Rico indicates that one of the research priorities should be to establish the age necessary to reach the minimum breeding weight of replacement ewes raised under heat stress conditions and fed with local resources. An experiment was conducted to document the growth of native replacement ewes from weaning until the age they reach the minimum weight for the first breeding and determine the effect of the degree of anemia on weight gain. Fifteen ewe lambs raised under heat stress conditions (temperature-humidity index greater than 78), with an average weight of 19 kg and 128d of age, were utilized for this experiment. The replacement ewes were fed grass hay *ad libitum*, grazing was restricted to two to four hours, and supplemented with 250 g/d of concentrate (12% CP). The replacement ewes were weighed weekly until they reached the recommended minimum weight of 24 kg (75% of the adult weight of 32 kg). Total weight gain (TWG) and average daily gain (ADG) were calculated during the study. The FAMACHA<sup>®</sup> chart was used to determine the eyelid color which was then matched to anemia levels in 15 native ewe lambs for 15 weeks (225 observations). Levels 1 to 3 correspond to healthy animals that do not need to be dewormed and levels 4 and 5 correspond to animals that must be dewormed. TWG data and ADG were analyzed in a completely randomized design over time. The ewe lambs reached the minimum recommended weight 12 weeks after the start of the experiment, representing a minimum average age of 7.76 months to reach first breeding weight. The TWG and ADG of the replacement ewes during the 15 weeks study was 5 kg and 47.6 g/d, respectively. The level of anemia detected by the reading FAMACHA<sup>®</sup> chart did not affect ADG (48.17, 43.9 and 51.97 g/d for reading 1, N = 195, 2, N = 23 and 3, N = 7 respectively). FAMACHA<sup>®</sup> readings 4 and 5 were not detected during the study. In summary, 7.06 months of growth post-weaning were needed under local conditions for replacement ewes to reach the minimum weight for breeding.

**Key Words:** Breeding, ewe-lambs, age

## **Introduction**

Production of small ruminants in Puerto Rico is currently a growing industry. Therefore, it is necessary to document the management of the herd using local resources and native animals raised under heat stress. Reproductive management in sheep is essential for successful production, because it allows the producer to obtain a greater number of lambs weaned per ewe (Alonso, 1981). In addition, managing replacement ewes from weaning until they reach the minimum age and weight for breeding is one of the most common questions among sheep producers. At the same time, it is well documented that gastrointestinal nematode infestation affects feed intake and nutrient absorption in sheep, as reflected in a decrease in the animal's weight gain and reproductive behavior (Herrera, et al., 2010). If left untreated, the same infestation could result in the death of the animal. The replacement ewe's growth is also affected by environmental conditions, breed, and the quality of the feed provided. The objective of this study was to document the growth of native replacement ewes from weaning until the age they

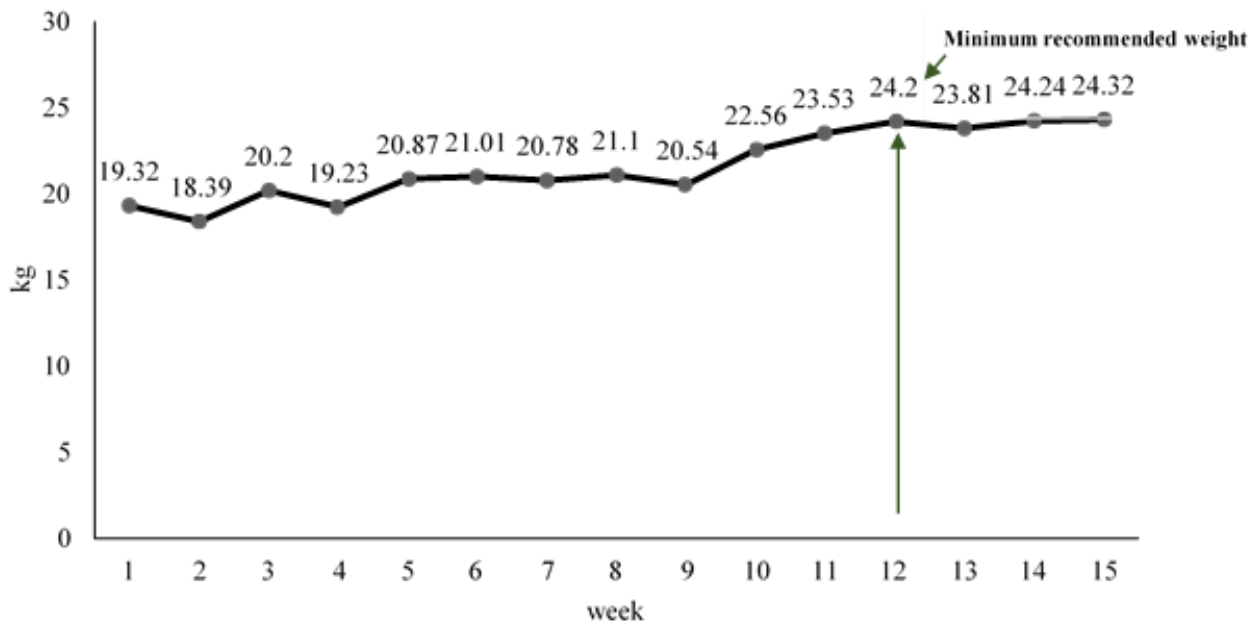
reach the minimum weight for first breeding (24kg, 75% of the adult weight of 32 kg) and determine the effect of the degree of anemia on weight gain.

### Materials and Methods

The study was carried out in the Small Ruminants Project of the University of Puerto Rico, Mayagüez Campus. Fifteen replacement ewes under heat stress conditions (temperature-humidity index greater than 78), with an average weight of 19 kg and 128d of age, were utilized for this experiment. The replacement ewes were fed grass hay *ad libitum*, grazing was restricted to two to four hours daily and supplemented with 250 g d of concentrate (12% CP). The ewe lambs were weighed weekly until the minimum weight of 24 kg was reached, equivalent to 75% of the minimum adult weight of 32 kg for a native sheep. The total weight gain (TWG) and average daily gain (ADG) were calculated during the study. The FAMACHA® chart was used to determine the eyelid color which was then matched to anemia levels in 15 native ewe lambs for 15 weeks (225 observations). Levels 1 to 3 correspond to healthy animals that do not need to be dewormed and levels 4 and 5 correspond to animals that must be dewormed. TWG data and ADG were analyzed in a completely randomized design through time. The relationship between the reading of FAMACHA® card and ADG was also determined.

### Results

The minimum weight of 24 kg for breeding native ewe lambs was reached 12 weeks after starting the experiment (Figure 1).

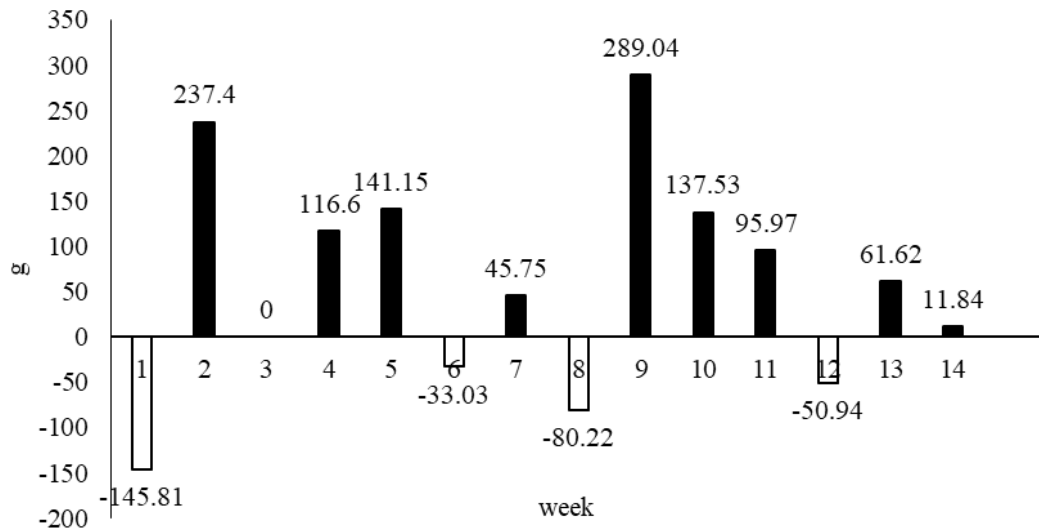


**Figure 1. Weight gain of native replacement ewes raised under heat stress conditions and fed with local resources**

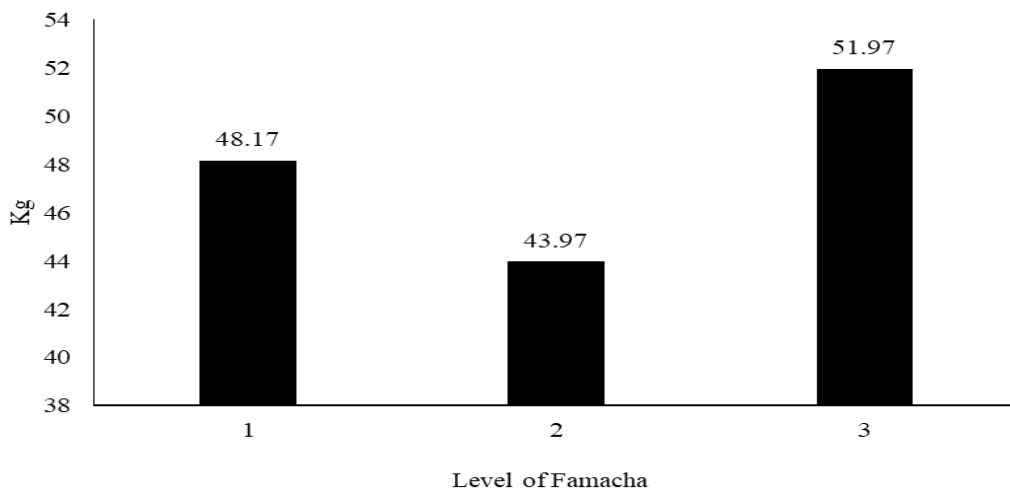
The average TWG during the study was 5 kg. The replacement ewes reached 24 kg of body weight on average after 7.76 months post-weaning. Throughout the study, weight gain fluctuated

with an ADG of 47.6 g. The ADG obtained in this experiment was similar to the gain obtained in other studies using native sheep fed with local resources under heat stress conditions (Suárez, 2019). Similar to other studies, the effect of the animal was also observed on the performance, which is indicative of the high genetic variability of the native sheep (González, 2004; Suárez, 2019).

During the 15 weeks of the study there was no need for deworming animals, as indicated by the the 225 observations made obtained with the FAMACHA® chart (Level 1 = 195, Level 2 = 23, Level 3 = 7). Although the number of observations of healthy ewe lambs according to the reading of the FAMACHA® chart was different for each level, the ADG of ewe lambs was similar for all three groups (Figure 3).



**Figure 2. Weekly weight gain of native ewe lambs fed with local resources under conditions of heat stress**



**Figure 3. Relationship between the ADG and the color of the eyelid according to readings from a FAMACHA® chart**

The results of the study show that proper management from weaning to a minimum weight of 24 kg is essential to reduce the amount of time it takes to reach the first breeding in replacement ewes. Both gastrointestinal health, measured with a FAMACHA® chart, and heat stress are determinants on weight gain and could directly affect the replacement ewe reproductive performance.

### **Conclusions**

Under current feeding systems using native replacement ewes, in order to attain the minimum weight for breeding (24 kg) with an ADG of 47.1 g/d was obtained on average at 7.06 months post-weaning.

### **Cited Literature**

Alonso, J. 1981. Introduction. Veterinary Science (434). Mexico: Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, UNAM.

González, E. Descriptive Analysis of Small Ruminant Meat Offer in Puerto Rico and Carcass Characteristics of Animals Slaughtered Locally. 2011. UPRM digital Thesis.

[https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/1408/CIAN\\_Gonz%c3%a1lezDelfausE\\_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/1408/CIAN_Gonz%c3%a1lezDelfausE_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Herrera, J., H. Jordan, and Senra, AF. 2010. Aspects of Management and feeding of sheep breeding Pelibuey in Cuba. Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 44, No. 3, 216.

Suárez, J. 2019. Effect of feeding system on productive and physiological parameters of lambs reared in heat stress. Tesis digital, UPRM.

[https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/2485/CIAN\\_SuarezRodriguezJI\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=n](https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/2485/CIAN_SuarezRodriguezJI_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=n)

# TEMPERATURA MEDIDA POR TERMOGRAFIA INFRAROJA EN SEIS REGIONES CORPORALES Y SU RELACION CON LA TEMPERATURA RECTAL DE CORDERAS CRIOLLAS CRIADAS EN ESTRÉS POR CALOR

Tiara Medina González, Lauren Veloudis, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez

## Resumen

El estrés por calor (EC) limita la productividad de corderas en áreas geográficas con índice humedad-temperatura (IHT) mayor a 72. Este efecto del EC sobre las corderas puede ser determinado por un aumento en la temperatura rectal (TR). Actualmente, la lectura de la temperatura rectal (TR) es el método más utilizado para medir la temperatura corporal de los ovinos. Sin embargo, métodos no invasivos para determinar la temperatura en ovinos deben evaluarse. La termografía infrarroja es un método no invasivo utilizado para medir cambios en la transferencia de calor y en animales domésticos detecta de cambios en la temperatura corporal. El objetivo de este experimento fue comparar la temperatura rectal y la tomada por termografía infrarroja de seis regiones corporales en corderas criadas bajo estrés de calor (IHT > 78). Semanalmente se tomó en cada cordera la TR y la temperatura por termografía en seis regiones corporales utilizando una cámara FLIR E4. Las seis regiones corporales incluyeron la cabeza, la axila, el hombro, el área ventral, el barril y la cadera. Las imágenes fotográficas se tomaron del plano lateral de las corderas. A través de las 15 semanas del periodo experimental los valores de temperatura rectal obtenidos en las corderas están dentro de temperatura normal de ovinos (39-40°C). Durante todo el estudio el promedio de la temperatura por termografía de las seis regiones corporales fue menor al valor normal de temperatura en ovinos (axila, 38.53°C; cabeza, 37.80°C; cadera, 37.65°C, hombro, 37.47°C, barril, 37.40°C y vientre 37.20°C). En resumen, en condiciones ambientales de IHT entre 78 y 82 las corderas mantuvieron su temperatura rectal dentro de los valores óptimos de confort térmico en ovinos. La lectura de la temperatura de la axila por termografía en corderas de imágenes en plano lateral fue la más cercana al valor de la temperatura rectal y la de la región del vientre la más lejana.

**Palabras Claves:** Termografía, estrés por calor, corderas

## Introducción

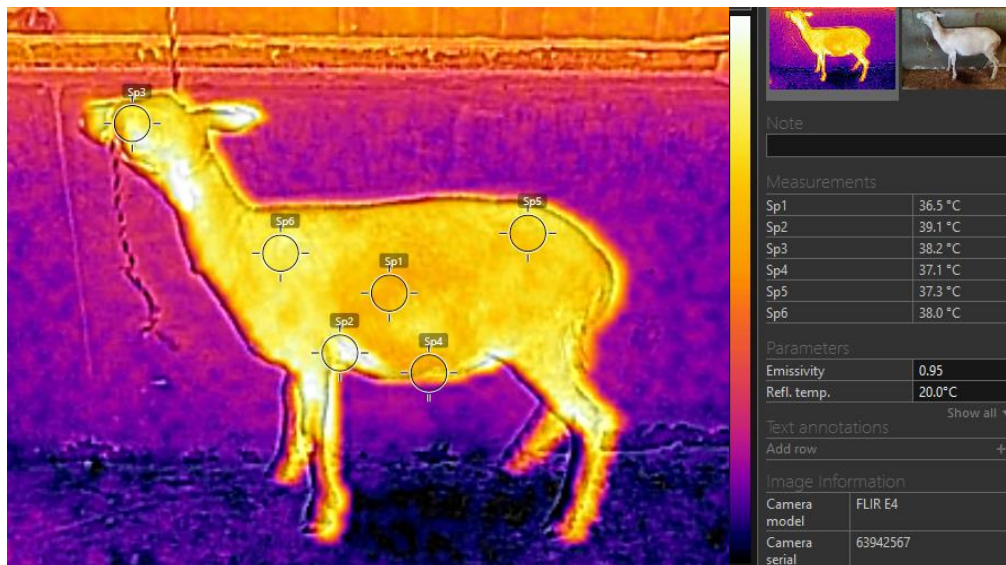
El estrés por calor (EC) limita la productividad y supervivencia de corderas en regiones tropicales (Marai *et al.*, 2007). En ovinos, el EC comienza cuando las condiciones ambientales alcanzan un índice humedad-temperatura (IHT) mayor a 74 (Macías-Cruz, 2016). A pesar de su alta adaptabilidad a diversos ecosistemas, corderas criadas en condiciones ambientales con IHT mayor a 74 tienen dificultad en disipar el calor (McManus *et. al.*, 2015). Asimismo, bajo condiciones de EC los ovinos comienzan a activar mecanismos de termorregulación para mantener su temperatura corporal en la zona de confort térmico (Macías-Cruz *et al.*, 2018). La activación de estos mecanismos tiene un impacto negativo sobre la capacidad reproductiva y productiva de las corderas (Macías-Cruz *et al.*, 2018).

Este efecto negativo del EC sobre las corderas puede ser determinado por un aumento en el ritmo cardiaco, la tasa de pulsación y la temperatura rectal (TR), siendo esta última, la que mayor expresa los cambios en la temperatura corporal interna (Vicente-Pérez *et. al.*, 2019). En corderas, la TR se determina principalmente utilizando termómetros introducidos por el recto, método que

además de ser invasivo, genera algún tipo de estrés en el animal causado por el ser humano. El estrés es generado por la sujeción del animal, razón por la que se podría sobrestimar el valor real de la TR por el incremento en la producción de calor metabólico (Vicente-Pérez *et al*, 2019). La termografía infrarroja (TI) es un método no invasivo utilizado para medir cambios en la transferencia de calor (McManus *et al*, 2015). En animales domésticos, la TI mide la detección de cambios en la temperatura corporal y podría llegar a ser útil como indicador de estrés (Vicente-Pérez *et al*, 2019, McManus *et al*, 2016). Además, está documentado, que la termografía proporciona mediciones que están altamente correlacionadas con la temperatura rectal (Paim. *et al*, 2014). Asimismo, las imágenes obtenidas por TI permiten determinar la temperatura de distintas regiones corporales del animal que podrían relacionarse con aspectos productivos, reproductivos y de salud animal (Vicent-Pérez, *et al* 2019). Este experimento se realizó con el objetivo de comparar temperatura rectal y la tomada por termografía infrarroja de seis regiones corporales en corderas criadas bajo estrés por calor.

### Materiales y Métodos

El experimento fue realizado en el Proyecto de Pequeños Ruminantes del Departamento Ciencia Animal en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Quince corderas criollas recién destetadas (14 kg) y criadas bajo condiciones de estrés por calor (IHT > 78), se utilizaron como unidades experimentales. Las corderas fueron alimentadas durante las 15 semanas de duración del experimento con heno de gramíneas *ad libitum*, pastoreo restringido a dos horas diarias y suplementadas con 250 g/d de concentrado (12% de PB). Semanalmente se tomó en cada cordera la TR y la temperatura por termografía en seis regiones corporales utilizando una cámara FLIR E4 (FLIR Systems, Inc., Wilsonville, OR). Todos los valores de TR y las imágenes se tomaron de 10:00 am a 12:00 pm en instalaciones bajo techo. Las imágenes fotográficas se tomaron del plano lateral de las corderas paradas con restricción mínima. Las seis regiones corporales incluyeron la cabeza, la axila, el hombro, el área ventral, el barril y la cadera. Se utilizó el programa “FLIR tools” para determinar la temperatura de las 6 regiones corporales de las 225 fotos, 15 corderas durante quince semanas (Imagen 1).

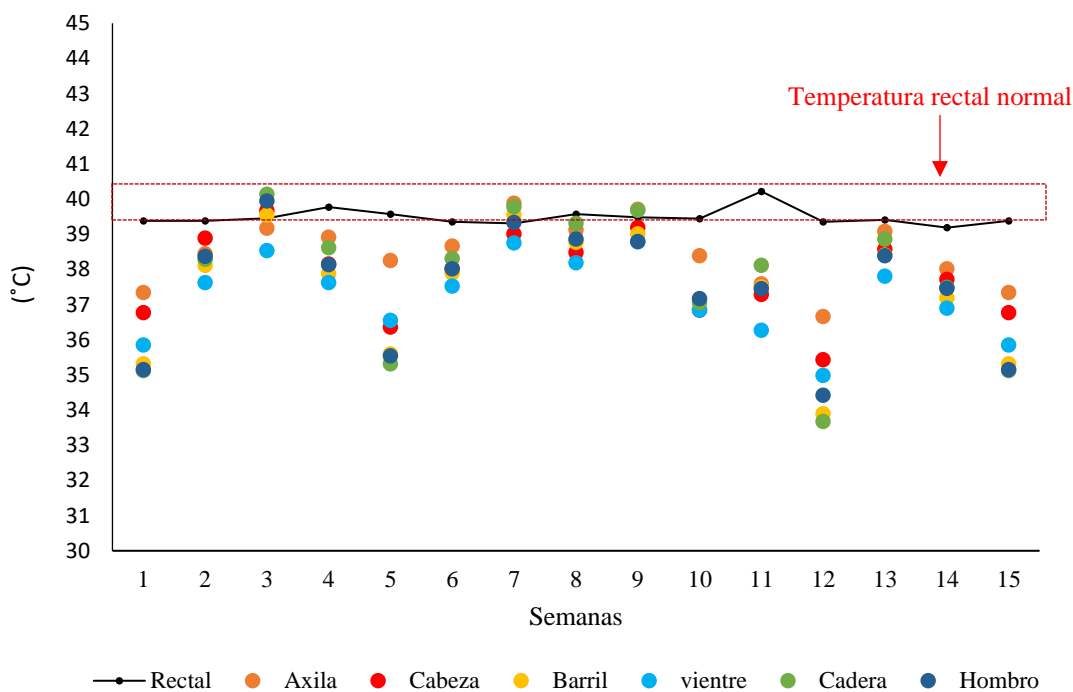


**Imagen 1.** Plano lateral de cordera criolla, mostrando la temperatura por termografía infrarroja de seis puntos corporales (Sp1 = barril, Sp2 = axila, Sp3 = cabeza, Sp4 = área ventral, Sp5= cadera, Sp6 = hombro).

Los resultados se tabularon según los promedios a través del tiempo graficando la TR y la temperatura utilizando termografía de las seis regiones corporales. Se presenta, además, la comparación del promedio durante las 15 semanas del estudio de la TR y los seis puntos corporales y sus diferencias con la TR normal de un ovino de 39-40°C (Sheep Production Handbook, 2002).

### Resultados y Discusión

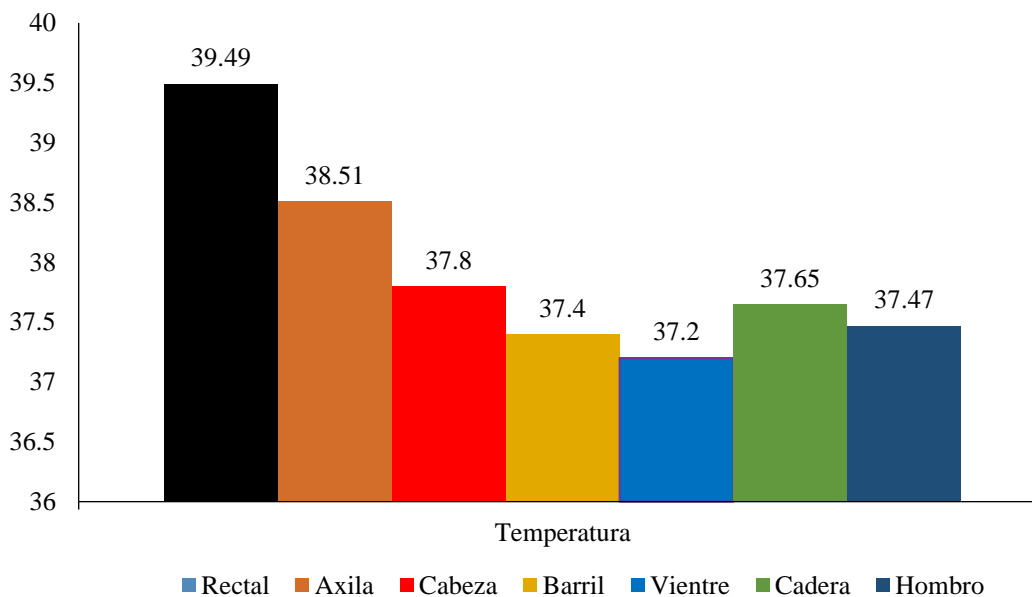
Durante las 15 semanas del experimento el IHT osciló entre 78 y 82 según datos recopilados en Weather Underground Service ([www.wunderground.com](http://www.wunderground.com)). Este rango de IHT genera en animales domésticos un estrés por calor de leve a moderado (72 a 79) o de moderado a severo (79 a 90) (Macías-Cruz, 2016). Durante el periodo experimental los valores de temperatura rectal obtenidos en las corderas están dentro de temperatura normal de ovinos (Figura 1). También se observó que a través del tiempo los valores de temperatura por termografía de las seis regiones corporales fueron en su mayoría inferiores a la TR normal y a la TR obtenida de las corderas. El rango de amplitud de las temperaturas de las seis regiones corporales osciló entre 33.67 y 40.67°C con un promedio general de 37.66°C. Sin embargo, también se observó diferencias en la dispersión de la temperatura por termografía de las seis regiones corporales con relación a la TR y la temperatura normal. Los valores de temperatura por termografía del hombro, el área lateral del vientre y de la cadera están más dispersos que las temperaturas tomadas por termografía de las otras 3 regiones corporales.



**Figura 1. Temperatura rectal y temperatura por termografía de seis regiones corporales de corderas criollas expuestas a estrés por calor durante 15 semanas**

El promedio de temperatura rectal de las corderas durante todo el estudio (39.49°C) estuvo dentro del rango de la temperatura normal para un ovino (Figura 2). Sin embargo, el promedio de la temperatura de las seis regiones corporales fue menor al valor mínimo normal. En orden

descendiente la temperatura por termografía de la axila fue la más cercana al valor mínimo la temperatura normal seguida del área de la cabeza, cadera, hombro, barril y vientre (Cuadro 1). Las diferencias en temperatura por termografía de las regiones corporales de las corderas podrían estar asociadas a la presencia de fibra (pelo o lana). Entre las regiones corporales evaluadas en este estudio la axila es donde ocurre menor presencia de fibra, lo que le permite al animal disipar el calor de manera más efectiva.



**Figura 2. Promedio de la temperatura rectal y temperatura por termografía de seis regiones corporales de corderas criollas expuestas a estrés por calor durante 15 semanas**

**Cuadro 1. Diferencias entre la temperatura rectal en corderas expuestas a estrés por calor y la temperatura tomada por termografía en seis regiones corporales**

Región Corporal	Temperatura (°C)
Rectal	39
Axila	-0.49
Cabeza	-1.20
Cadera	-1.35
Hombro	-1.53
Barril	- 1.60
Vientre	- 1.80

En resumen, la toma de temperatura por termografía representa una herramienta para medir la temperatura en regiones corporales de las corderas que podrían estar asociadas al estrés por



calor. Sin embargo, estudios de otras regiones corporales y otras condiciones de manejo (hora del día, instalaciones abiertas) deben evaluarse y su asociación con otros factores que afectan la productividad animal (salud, reproducción).

### **Conclusiones**

En condiciones ambientales de IHT entre 78 y 82 las corderas mantuvieron su temperatura rectal dentro de los valores normales. La lectura de la temperatura de la axila por termografía en corderas de imágenes en plano lateral fue la más cercana al valor de la temperatura rectal y la de la región ventral-lateral la más lejana

### **Literatura Citada**

Macías-Cruz, U, López-Baca MA, Vicente R, Mejía A, Álvarez FD, Correa-Calderón A, Meza-Herrera CA, Mellado M, Guerra-Liera JE, Avendaño-Reyes L. 2016. Effects of seasonal ambient heat stress (spring vs. summer) on physiological and metabolic variables in hair sheep located in an arid region. *Int J Biometeorol.*60(8):1279-86.

Macías-Cruz, U., Miguel A. Gastéluma, Leonel Avendaño-Reyes, Abelardo Correa-Calderón, Miguel Mellado, Alfonso Chay-Canul and Carlos F. Arechigad 2018. Variations in the thermoregulatory responses of hair ewes during the summer months in a desert climate. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 9(4):738

McManus, C., E Bianchini, T.do Prado Paim, F. Gontijo de Lima, J.Braccini Neto, M. Castanheira, G. Ferreira Esteves, C.Cardoso and V. Calderaro Dalcin. 2015. Infrared Thermography to Evaluate Heat Tolerance in Different Genetic Groups of Lambs. *Sensors* 15; 17258-17273

McManus, C., Tanure, C. B., Peripolli, V., Seixas, L., Fischer, V., Gabbi, A. M., Menegassi, S.R.O., Stumpf, M.T., Kolling, G.J., Dias, E. and Costa, Jr. J.B.G.(2016). Infrared thermography in animal production: An overview. *Computers Electronics in Agriculture* 123: 10-16.

Marai, I.F.M, A.A. El-Darawany, A. Fadiel and M.A.M., Abdel-Hafez. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review. *Small Ruminant Research.* 71. 1-12. 10.1016/j.smallrumres.2006.10.003.

Paim, T. P., Martins, R. F. S., Cardoso, C., Dallago, B., Louvandini, H., McManus, C. 2014. Thermal comfort index and infrared temperatures for lambs subjected to different environmental conditions. *Scientia Agricola.* 71(5):356

Sheep Production HandBook (2002) American Sheep Industry Association, INC. Vol. 7. Denver, CO. ISBN 0974285706.

Vicente-Pérez, R., U. Macías-Cruz, L. Avendaño-Reyes, A. Correa-Calderón, C. Luna-Palomera y A.J. Chay-Canul (2019). Relación de temperatura rectal y frecuencia respiratoria con temperaturas de pelo obtenidas por termografía en ovejas gestantes estresadas por calor. Vicente-Perez et al. ITEA (en prensa)

Weather Underground:<https://www.wunderground.com/personal-weatherstation/dashboard?ID=IMAYAGEZ2#history/s20170628/e20170705/mweek>

# RELATIONSHIP BETWEEN THE TEMPERATURE TAKEN BY INFRARED THERMOGRAPHY IN SIX BODY REGIONS AND RECTAL TEMPERATURE OF NATIVE EWE LAMBS RAISED UNDER HEAT STRESS CONDITIONS

Tiara Medina González, Lauren Veloudis, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez

## Abstract

Heat stress (HS) limits the productivity of ewes in geographic areas with a temperature-humidity index (THI) greater than 72. The effect of HS on replacement ewes can be determined by an increase in rectal temperature (RT). Currently, rectal temperature (RT) is the most widely used method to measure the body temperature of sheep. However, non-invasive methods to determine the temperature in sheep must be evaluated. Infrared thermography is a non-invasive method used to measure changes in heat transfer and helps detect changes in body temperature of domestic animals. The objective of this experiment was to compare the rectal temperature and the temperature taken by infrared thermography in six body regions in native replacement ewes reared under heat stress. Fifteen recently weaned ewe lambs (14kg) and reared under heat stress condition (THI > 78) were used. Weekly, RT and infrared thermography in six body regions were taken in each replacement ewe using a FLIR E4 camera. The six body regions included the head, armpit, shoulder, ventral area, barrel, and hip. The photographic images were taken from a lateral plane of the ewes. Throughout the 15 weeks of the experiment, the rectal temperature values obtained in the replacement ewes were within normal sheep temperature (39-40°C). On the other hand, the average temperature by thermography of the six body regions was lower than the normal temperature value in sheep (armpit, 38.53°C; head, 37.80°C; hip, 37.65°C, shoulder, 37.47°C, barrel, 37.40°C, and ventral area 37.20°C). In summary, in environmental THI conditions between 78 and 82, the replacement ewes kept their rectal temperature within the normal thermal comfort values in sheep. The infrared thermography reading of the lateral plane image in ewe lambs showed that the temperature of the armpit was closer to the rectal temperature compared to the ventral area.

**Key Words:** Thermography, Heat stress, Replacement ewes

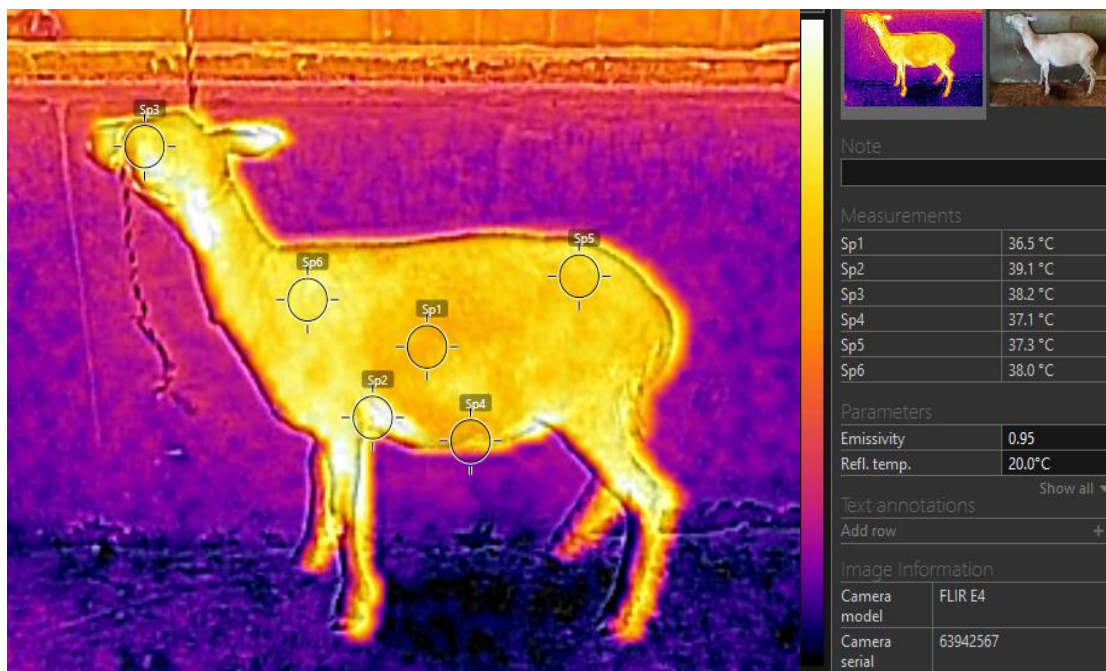
## Introduction

Heat stress (HS) limits the productivity and survival of lambs in tropical regions (Marai *et al.*, 2007). In sheep, HS begins when environmental conditions reach a temperature-humidity index (THI) greater than 74 (Macías-Cruz, 2016). Despite their high adaptability in diverse ecosystems, lambs reared in environmental conditions with THI higher than 74 have difficulty dissipating heat (McManus *et al.*, 2015). Likewise, under HS conditions, sheep begins to activate thermoregulation mechanisms to maintain their body temperature in the thermal comfort zone (Macías-Cruz *et al.*, 2018). The activation of these mechanism has a negative impact on the reproductive and productive performance of lambs (Macías-Cruz *et al.*, 2018). The negative effect of HS in lambs can be determined by an increase in the heart rate, the pulsation rate and rectal temperature (RT), being the last one, the one that expresses the biggest change in internal body temperature. In lambs, RT is mainly determined using thermometers introduced into the rectum. The use of this method is considered invasive because it generates stress in the animal caused by humans. The stress is generated by restraining the animal. Therefore, the real value of the RT can be overestimated due to the increase in the production of metabolic heat (Vicente-

Pérez *et al.*, 2019). Infrared thermography (IT) is a non-invasive method used to measure the change in heat transfer (McManus *et al.*, 2015). In domestic animals, IT measures the change in body temperature and it could become an useful indicator of stress (Vicente-Pérez *et al.*, 2019, McManus *et al.*, 2016). In addition, it is documented that thermography provides measurements highly correlated with rectal temperature (Paim. *et al.*, 2014). Similarly, the images obtained by IT allows to determine the temperature of different body regions of the animal that could be related to productive, reproductive, and animal health aspects (Vicent-Pérez, *et al.* 2019). This experiment was carried out with the objective of comparing rectal temperature and the temperature taken by infrared thermography of six body regions in native ewe lambs reared under heat stress.

### Materials and Methods

The experiment was conducted in the Small Ruminant Project of the Animal Science Department at the University of Puerto Rico, Mayagüez Campus. Fifteen newly weaned native ewe-lambs (14 kg) and reared under heat stress conditions (THI > 78), were used as experimental units. The replacement ewes were fed during the 15 weeks of the experiment with grass hay *ad libitum*, grazing was restricted to two hours daily and supplemented with 250 g/d of concentrate (12% CB). On a weekly basis, RT, and thermographic temperature in six body regions were taken using a FLIR E4 camera (FLIR Systems, Inc., Wilsonville, OR). All RT values and images were taken from 10:00am to 12:00pm in indoor facilities. The photographic images were taken from the lateral plane of a standing ewe lambs with minimal restriction. The six body regions included the head, armpit, shoulder, ventral area, barrel, and hip. The “FLIR Tools” program was used to determine the temperature of the 6 body regions of 225 photos, 15 ewe lambs for fifteen weeks (Image 1).

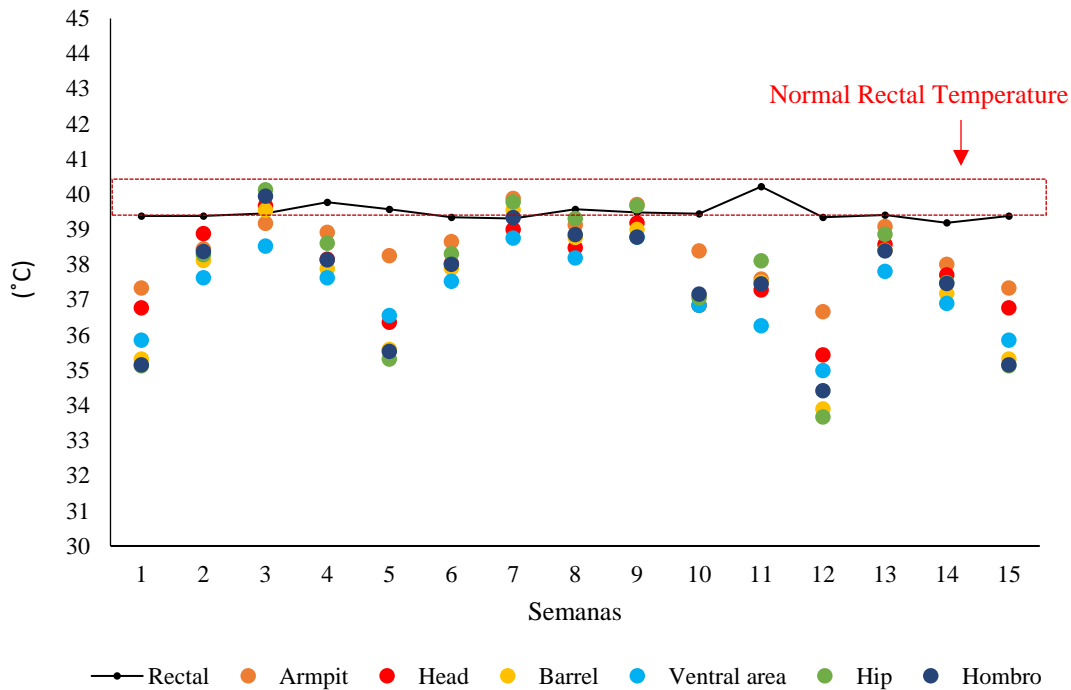


**Image 1. Native replacement ewe lateral plane, showing the temperature by infrared thermography of six body region (Sp1 = barrel, Sp2 = armpit, Sp3 = head, Sp4 = ventral area, Sp5= hip, Sp6 = shoulder).**

The results were tabulated according to the averages over time, graphing the RT and the temperature taken by thermography of six body regions. In addition, it demonstrates, the comparison of the average of RT and six body points and their differences with normal RT of an ovine of 39-40°C during the 15 weeks of the experiment (Sheep Production Handbook, 2002).

### Results

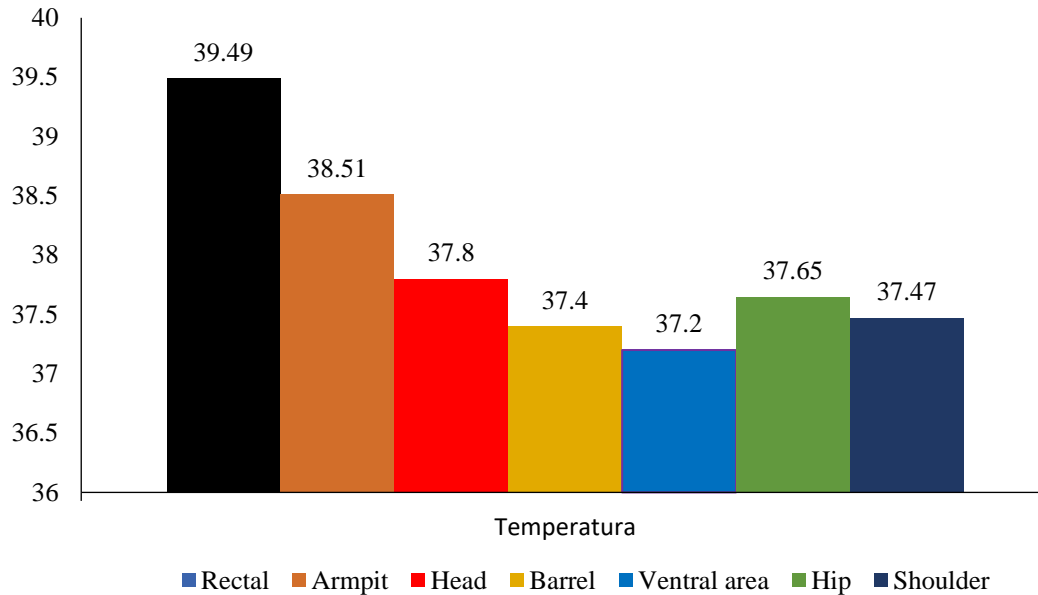
During the 15 weeks of the experiment the THI ranged from 78 to 82 according to data collected by Weather Underground Services ([www.underground.com](http://www.underground.com)). This range of THI generates mild to moderate heat stress (72 to 79) or moderate to severe (79 to 90) in domestic animal (Macías-Cruz, 2016). During the experiment the rectal temperature values obtained in the replacement ewes are within normal sheep temperature (Figure 1). It was observed that over time the temperature values by thermography of the six body regions were lower than the normal RT and the RT obtained from the 15 ewe lambs. The temperature range of the six body regions ranged from 33.67 to 40.67 °C with an average of 37.66°C. However, differences in the variability of temperature by thermography of the six body regions in relation with RT and normal temperature were observed. Thermography temperatures values for the shoulder, ventral area and hip are more variable than thermography temperatures for the other 3 body regions.



**Figure 1. Rectal temperature and infrared thermography temperature of six body regions of native replacement ewes exposed to heat stress for 15 weeks.**

The average rectal temperature of replacement ewes throughout the study (39.49°C) was within the normal temperature range for sheep (Figure 2). Nonetheless, the average temperature of the six body regions was lower than the normal value. In descending order, the temperature by thermography of the armpit was the closest to the normal temperature, followed by the head, hip,

shoulder, barrel, and belly (Table 1). The differences in temperature by thermography of the body regions of the ewe lambs could be associated with the presence of fiber (hair or wool). Among the body regions evaluated in this study, the armpit is where the least presence of fiber occurs, allowing the animal to dissipate heat more effectively.



**Figure 2. Average values of rectal temperature and infrared thermography temperature of the six body regions using native replacement ewes exposed to heat stress for 15 weeks**

**Table 1. Differences between rectal temperature in replacement ewes exposed to heat stress and temperature taken by thermography of six body regions**

Body Region	Temperature (°C)
Rectal	39
Armpit	-0.49
Head	-1.20
Hip	-1.35
Shoulder	-1.53
Barrel	- 1.60
Ventral area	- 1.80

In summary, thermography temperature measurement represents a tool to measure temperature in body regions of lambs that could be associated with heat stress. Nonetheless, studies of other body regions and other management conditions (time of day, open facilities) and their association with other factors that affect animal productivity should be evaluated.

## Conclusions

In environmental conditions where THI is between 78 and 82, the replacement ewes kept their rectal temperature within normal values. The infrared thermography reading of the lateral plane images in replacement ewes showed that the armpit temperature was closest to the values of rectal temperature compared to the ventral area which was the furthest.

## Cited Literature

Macías-Cruz, U, López-Baca MA, Vicente R, Mejía A, Álvarez FD, Correa-Calderón A, Meza-Herrera CA, Mellado M, Guerra-Liera JE, Avendaño-Reyes L. 2016. Effects of seasonal ambient heat stress (spring vs. summer) on physiological and metabolic variables in hair sheep located in an arid region. *Int J Biometeorol.* 60(8):1279-86.

Macías-Cruz, U., Miguel A. Gastéluma, Leonel Avendaño-Reyes, Abelardo Correa-Calderón, Miguel Mellado, Alfonso Chay-Canul and Carlos F. Arechiga. 2018. Variations in the thermoregulatory responses of hair ewes during the summer months in a desert climate. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 9(4).

McManus, C., E. Bianchini, T. do Prado Paim, F. Gontijo de Lima, J. Braccini Neto, M. Castanheira, G. Ferreira Esteves, C. Cardoso and V. Calderaro Dalcin. 2015. Infrared Thermography to Evaluate Heat Tolerance in Different Genetic Groups of Lambs. *Sensors* 15; 17258-17273

McManus, C., Tanure, C. B., Peripolli, V., Seixas, L., Fischer, V., Gabbi, A. M., Menegassi, S.R.O., Stumpf, M.T., Kolling, G.J., Dias, E. and Costa, Jr. J.B.G. (2016). Infrared thermography in animal production: An overview. *Computers Electronics in Agriculture* 123: 10-16.

Marai, I.F.M., A.A. El-Darawany, A. Fadiel and M.A.M., Abdel-Hafez. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review. *Small Ruminant Research.* 71. 1-12. 10.1016/j.smallrumres.2006.10.003.

Paim, T. P., Martins, R. F. S., Cardoso, C., Dallago, B., Louvandini, H., McManus, C. 2014. Thermal comfort index and infrared temperatures for lambs subjected to different environmental conditions. *Scientia Agricola.* 71(5):356

Sheep Production Handbook (2002) American Sheep Industry Association, INC. Vol. 7. Denver, CO. ISBN 0974285706.

Vicente-Pérez, R., U. Macías-Cruz, L. Avendaño-Reyes, A. Correa-Calderón, C. Luna-Palomera y A.J. Chay-Canul (2019). Relación de temperatura rectal y frecuencia respiratoria con temperaturas de pelo obtenidas por termografía en ovejas gestantes estresadas por calor. Vicente-Perez et al. ITEA ((In press)

Weather Underground:

<https://www.wunderground.com/personal-weatherstation/dashboard?ID=IMAYAGEZ2#history/s20170628/e20170705/mweek>

# CONTROL DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN FINCAS DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN PUERTO RICO

Patricia Bello Quiñones, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez

## Resumen

La infestación con parásitos gastrointestinales (PGI), mayormente nemátodos, representa uno de los problemas para la crianza de ovinos y caprinos en Puerto Rico. Es necesario conocer la situación actual sobre el control de PGI entre productores de rumiantes pequeños (PPR) para en un futuro desarrollar un protocolo para su prevención, diagnóstico y tratamiento. El objetivo de este estudio, tipo sondeo, fue evaluar las prácticas de manejo de PPR para el control de PGI. El sondeo de 10 preguntas se realizó a 22 PPR localizados en 6 regiones agrícolas y 15 municipios. Las preguntas incluían información sobre: manejo para el control de PGI, desparasitación de sus animales, la utilización de la tarjeta de FAMACHA<sup>®</sup>, rotación de medicamentos, fidelidad a las indicaciones de la etiqueta del medicamento utilizado, los signos clínicos utilizados como indicadores de infestación parasítica, la recomendación del medicamento a aplicar, y métodos complementarios a la utilización de antihelmínticos para el control de PGI. De los 22 PPR entrevistados 91% sigue un programa de manejo de control de PGI. Ocho de los 22 PPR indicaron que desparasitan cada 3 meses, 7 cada 30 a 60 días y 4 cada tres meses. Los signos clínicos más observados como indicadores de PGI son el pelo áspero y sin brillo, animales tristes y barrigones. Doce (54.5%) de los PPR utilizan el método de FAMACHA<sup>®</sup> como criterio para desparasitar, valor que no coincide con la frecuencia y la cantidad de animales que desparasitar ya que 82% de los PPR indicaron que medican a todos los animales. Diez y siete de los PPR indicaron que utilizaban más de un medicamento y 18 indicaron hacer rotación de los mismos, siendo los más populares Safe-Guard, Valbazen e Ivomec. El tipo de antihelmíntico es seleccionado por juicio propio (27%), por recomendación de un veterinario (23%), casa agrícola (23) o agrónomo (4.5%). El 23% de los encuestados no proveyó esa información. Sólo un productor dijo no seguir las indicaciones de la etiqueta del medicamento utilizado. La rotación de pastos y el mejoramiento genético son métodos complementarios a la utilización de antihelmínticos para el control de PGI utilizadas por los PPR. En resumen, debido a la inconsistencia en algunas respuestas, es necesario establecer programas de capacitación y desarrollar un protocolo general para la prevención, diagnóstico y tratamiento de PGI en Puerto Rico incluyendo información sobre el buen uso de medicamentos y de la tarjeta de FAMACHA<sup>®</sup> para determinar el nivel de infestación parasítica.

**Palabras Claves:** Parásitos, Pequeños Rumiantes, Productores

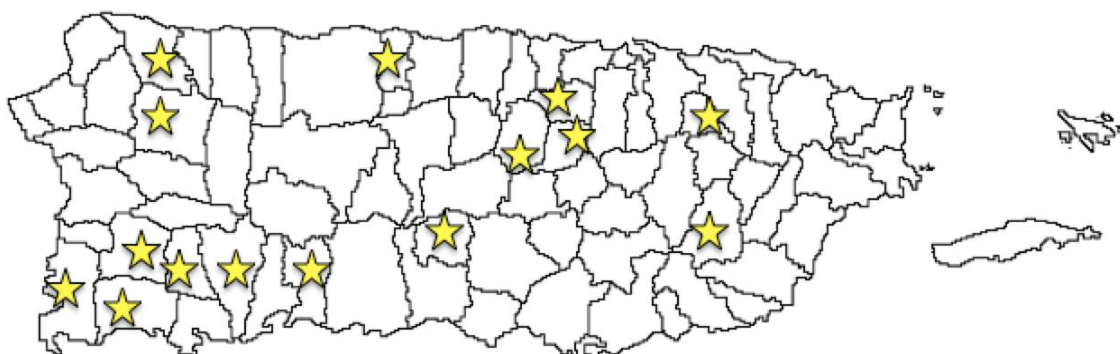
## Introducción

El parasitismo con nematodos gastrointestinales perjudica la salud, el bienestar y la productividad de los animales, ya que su infestación da como resultado problemas productivos y reproductivos. Las infecciones parasíticas, también, causan una pérdida económica significativa debido a un retraso en el crecimiento que resulta en animales con bajo peso, mala calidad de la piel, disminución de la producción de leche y carne y una mortalidad significativa (Ahmed y Ansari 1989). Para aumentar las tasas de producción es necesario, que los PPR adopten rigurosos programas de control de parásitos en sus fincas. Sin embargo, para la implementación de protocolos para la prevención, diagnóstico y tratamiento de PGI es esencial conocer la situación

actual y conocimiento de los PPR sobre el mismo. El objetivo de este estudio, tipo sondeo, fue evaluar el manejo y control de PGI entre PPR en Puerto Rico.

### Materiales y Métodos

En el estudio participaron veinte y dos productores de fincas de PPR localizadas en 6 regiones agrícolas y 15 municipios (Figura 1). El cuestionario para el sondeo contenía 10 preguntas para evaluar sus prácticas de manejo para el control de PGI. Las preguntas incluían información sobre: 1) si tienen manejo para el control de PGI, 2) si desparasitan a todos sus animales, 3) la utilización de FAMACHA<sup>®</sup>, 4) rotación de medicamentos, 6) fidelidad a las indicaciones de la etiqueta del medicamento, 7) la frecuencia con la que desparasitan los animales, 8) los signos clínicos utilizados como indicadores de infestación parasítica, 9) la recomendación del medicamento a aplicar, 10) métodos complementarios a la utilización de antihelmínticos para el control de PGI. Los resultados se tabularon según la cantidad de productores y valor porcentual en base a 22 observaciones.



**Figura 1. Mapa Representativo de las localizaciones de las fincas por Municipio**

### Resultados y Discusión

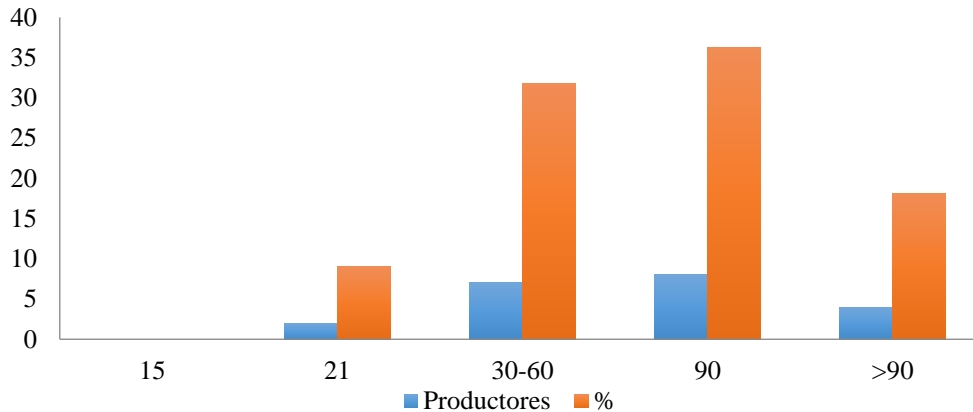
Las respuestas a las primeras cinco preguntas del cuestionario indican que de los 22 productores entrevistados 20 de ellos (91%) tienen un plan de manejo de PGI en su finca (Cuadro 1). Diez y ocho de ellos (81.8%) indicó que desparasitan a todos sus animales y el 54.5% (N=12) que utiliza el método FAMACHA<sup>®</sup> como criterio de desparasitar según su nivel de anemia. El 81.8% indicó hacer un uso rotacional de los medicamentos utilizados. Un sólo productor indicó que no sigue las indicaciones de uso de la etiqueta del medicamento.

**Cuadro 1. Respuestas sobre el control de parásitos gastrointestinales entre productores de rumiantes pequeños en Puerto Rico**

Práctica	Si	(%)	No	(%)
Tienen Manejo Para Control de PGI	20	91	2	9
Desparasitan todos los animales	18	81.8	4	18.1
Utilización FAMACHA <sup>®</sup>	12	54.5	10	45.4
Realiza rotación Medicamentos	18	81.8	4	18.1
Sigue Indicaciones de la Etiqueta del Medicamento	21	95.4	1	4.5



Veinte y uno de los PPR respondieron la pregunta sobre la frecuencia con que desparasitan los animales (Figura 2). La frecuencia de tratamientos va a depender de las condiciones ambientales de cada región y del tipo de explotación. Sin embargo, se recomienda que los tratamientos se apliquen cada 30-60 días, debido a las condiciones ambientales que son propicias para el desarrollo de los parásitos durante todo el año (UGRJ, 2020). Solo siete de los PPR actúan en base a esta recomendación, representando solo un 31.8% de ellos. Por consiguiente, desparasitar cada 90 días resultó ser el intervalo preferido entre los PPR representando 36.3% de ellos (N=8).



**Figura 2. Frecuencia, en días, en que los productores desparasitan a sus animales**

A pesar de que 12 de los 22 productores entrevistados indicó utilizar el método de FAMACHA® como criterio para desparasitar, otros signos clínicos como anorexia, barrigones, ictericia, tristes, edema mandibular, y pelo áspero, son utilizados como indicadores de parasitismo (Cuadro 2)

**Cuadro 2. Signos Clínicos utilizados como indicadores de infestación parasítica entre PPR**

Signos Clínicos	Productores	(%)
Anorexia	2	9
Barrigones	8	36.3
Ictericia	0	0
Tristes	8	36.3
Edema Mandibular	4	18.1
Pelo áspero	9	40.9
Otros	11	50

La selección de medicamentos utilizando “juicio propio” (N=6, 27 %) fue el criterio más utilizado entre los PPR al momento de seleccionar el medicamento para desparasitar (Cuadro 3). Solamente el 23% (N=5), de los 22 productores utiliza como criterio la recomendación de un médico veterinario. Entre los entrevistados no se observó preferencia a un antihelmíntico en particular para el control de PGI (Cuadro 4). Sin embargo, medicamentos en base a Albendazole del grupo de Benzimidazoles y pro-benzimidazoles es el más utilizado entre los productores y los del grupo de Lactonas Macroclínicas en base a Cydectin el de menor uso.

**Cuadro 3. Criterios utilizados como recomendación para seleccionar medicamentos para desparasitar**

Recomendación Medicamento	Productores	(%)
Juicio Propio	6	27
Casa Agrícola	5	23
Agrónomo	1	5
Veterinario	5	23

**Cuadro 4. Lista de antihelmínticos y sus grupos utilizados por los productores de pequeños rumiantes**

Nombre Comercial	Grupo	Ing. Activo	Si	%	No	%
Safe- Guard	Benzimidazoles y pro-benzimidazoles	Fenbendazole	11	50	11	50
Panacur	Benzimidazoles y pro-benzimidazoles	Fenbendazole	5	22.7	17	77.2
Valbazen	Benzimidazoles y pro-benzimidazoles	Albendazole	14	63.6	8	36.3
Ivomec	Lactonas Macroclínicas	Ivermectina	12	54.5	10	45.4
Cydetin	Lactonas Macroclínicas	Moxidectina	5	22.7	17	77.2
Prohibit	Imidazotiazoles y tetrahidropirimidinas	Levamisole	6	27.2	16	72.7

Entre las acciones complementarias a la utilización de antihelmínticos para el control de PGI, ninguno de los productores utiliza partículas de alambre de cobre u hongos que atrapan nematodos (Cuadro 5). La rotación de pastos, el mejoramiento genético y la alimentación con forrajes con taninos condensados son, en ese orden, las alternativas mencionadas por 21 de los 22 PPR para el manejo de parásitos en su finca

**Cuadro 5. Métodos complementarios a la utilización de antihelmínticos para el control de PGI**

Método	Si	(%)	No	(%)
Rotación de Pasturas	16	72.7	6	27.2
Mejoramiento Genético	10	45.4	12	54.5
Forrajes con Taninos Condensados	5	22.7	17	77.2
Hongos	0	0	22	100
Partículas de Alambre de Cobre	0	0	22	100

En resumen, en base a las respuestas de los 22 PPR es necesario establecer programas de capacitación y desarrollar un protocolo general para la prevención, diagnóstico y tratamiento de PGI en Puerto Rico. Esto es evidente al observar la inconsistencia en las respuestas ofrecidas por los PPR. Esto debe incluir información sobre el uso adecuado de los medicamentos y del método de FAMACHA®.

### Conclusiones

Sí existe entre la mayoría de los PPR entrevistados un plan de manejo para el control de PGI en PR. Los productores tienen el conocimiento sobre la infestación de PGI, los tipos y rotación de medicamentos, los signos clínicos indicadores de infestación, el método de FAMACHA® y métodos complementarios a la utilización de antihelmínticos para el control de PGI. Sin embargo, un mejor diseño e implementación del programa es necesario.

### Literatura Citada

Ahmed M y J.A. Ansari. 1989. Effect of haemonchosis on haematology and non-specific phosphomonoesterase activities in sheep and goats. *Helminthologia* 26:295–302

UGRJ. 2020. Unión Ganadera Regional de Jalisco. Criterios para la desparasitación interna de los ovinos en el tropic. 14:51. <http://www.ugrj.org.mx/>

# CONTROL OF GASTROINTESTINAL PARASITES ON SMALL RUMINANT FARMS IN PUERTO RICO

Patricia Bello Quiñones, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez

The infestation with gastrointestinal parasites (GIP), mostly nematodes, represents one of the problems for raising sheep and goats in Puerto Rico. It is necessary to know the current situation regarding the control of GIP among producers of small ruminants (PSR) in order to develop a protocol for its prevention, diagnosis, and treatment in the future. The objective of this survey-type study was to evaluate PSR management practices for GIP control. The survey, made up of 10 questions, was conducted among 22 PSR located in 6 agricultural regions and 15 municipalities. The questions included information about: if they have management for the control of GIP, if they dewormed all their animals, the use of the FAMACHA<sup>®</sup> chart, medication rotation, following the indications on the label of the medication used, the frequency in which they dewormed the animals, the clinical signs used as indicators of parasitic infestation, the recommendation of the medicine to be applied, and complementary methods to the use of anthelmintic for the control of GIP. Of the 22 PSR interviewed, 91% follow a GIP control management program. Eight of the 22 PSR indicated that they dewormed every 3 months, 7 every 30 to 60 days and 4 every three months. The 4 most commonly clinical signs observed as indicators of PGI are rough, dull hair, unthrifty animals, and pot-bellied animals. Twelve (54.5%) of the PSRs use the FAMACHA<sup>®</sup> method as a criteria for deworming, a value that does not coincide with the frequency and the number of animals dewormed since 82% of the PSR indicated that they deworm all the animals. Seventeen of the PSRs indicated that they used more than one medication and 18 indicated that they rotate medications, the most popular being Safe-Guard, Valbazen and Ivomec. The type of anthelmintic used is selected by their own judgment (27%), recommendation of a veterinarian (23%), recommendation of a farm supply store employee (23) or an agronomist (4.5%). Twenty three percent of respondents did not provide that information. Only one producer said they did not follow the directions on the label of the medicine used. Pasture rotation and genetic improvement are complementary methods to the use of anthelmintic for the control of GIP used by PSR. In summary, due to the inconsistency in some responses, it is necessary to establish training programs and develop a general protocol for the prevention, diagnosis and treatment of GIP in Puerto Rico, including information on the proper use of medications and the FAMACHA<sup>®</sup> chart to determine the level of parasitic infestation.

**Key Words:** Parasites, Small Ruminants, Producers

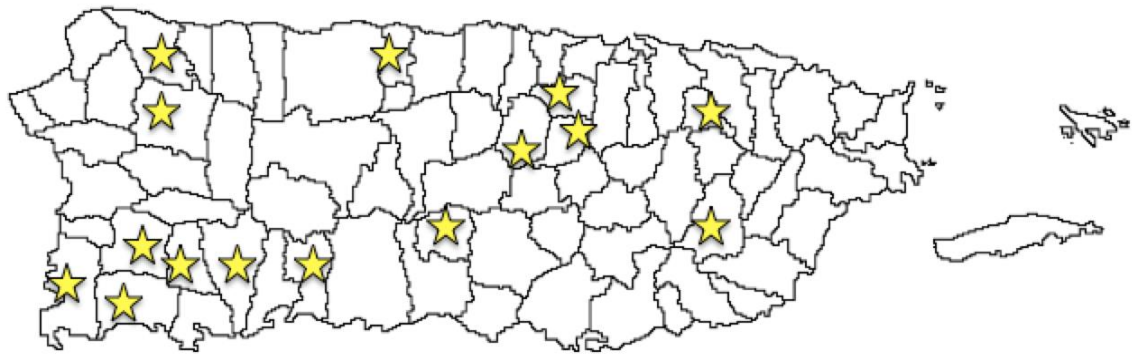
## Introduction

Parasitism with gastrointestinal nematodes damages the health, well-being and productivity of animals, since their infestation results in poor productive and reproductive performance. Parasitic infections, also, cause significant economic loss due to restricting growth resulting in low weight animals, poor skin quality, decreased milk and meat production, and significant mortality (Ahmed and Ansari 1989). To increase production rates, PSRs must adopt rigorous parasite control programs on their farms. However, for the implementation of protocols for the prevention, diagnosis, and treatment of GIP it is essential to know the current situation and

knowledge of the PSR about it. The objective of this survey-type study was to evaluate the management and control of GIP among PSR in Puerto Rico.

### Materials and Methods

Twenty-two producers of PSR farms located in 6 agricultural regions and 15 municipalities participated in the study (Figure 1). The survey questionnaire contained 10 questions to assess management practices for GIP control. The questions included information about: 1) management for the control of GIP, 2) deworming practices for their animals, 3) the use of the FAMACHA® chart, 4) medication rotation, 6) following the indications on the label of the medication, 7) the frequency with which animals are dewormed, 8) the clinical signs used as indicators of parasitic infestation, 9) the recommendation of the medication to be applied, 10) complementary methods to the use of anthelmintic for the control of GIP. The results were tabulated according to the number of producers and percentage value based on 22 observations.



**Figure 1. Representative Map of farm locations according to Municipality**

### Results and Discussion

The answers to the first five questions of the questionnaire indicate that of the 22 producers interviewed, 20 of them (91%) have a PGI management plan on their farm (Table 1). Interviewees (81.8%) indicated that they dewormed all their animals and 54.5% (N = 12) used the FAMACHA® method as a deworming criterion according to their level of anemia. Similarly, 81.8% indicated to use medications in a rotational basis. A single producer indicated that they do not follow the directions for use on the medicine label.

**Table 1. Response on control of gastrointestinal parasites among small ruminant producers in Puerto Rico.**

Practice	Yes	(%)	No	(%)
They have management for the control of PGI	20	91	2	9
They deworm all their animals	18	81.8	4	18.1
Use of FAMACHA®	12	54.5	10	45.4
Medication Rotation	18	81.8	4	18.1
Follow the indications on the label of the medication	21	95.4	1	4.5

Twenty-one of the PSRs answered the question about the frequency with which the animals are dewormed (Figure 2). The frequency of treatments will depend on the environmental conditions

for each region and the type of exploitation. However, it is recommended that the treatments be applied every 30-60 days, due to the environmental conditions that are favorable to the development of the parasites throughout the year (UGRJ, 2020). Only seven of the PSRs act based on this recommendation, representing 31.8% of them. However, deworming every 90 days turned out to be the preferred interval between PSR representing 36.3% of them (N = 8).

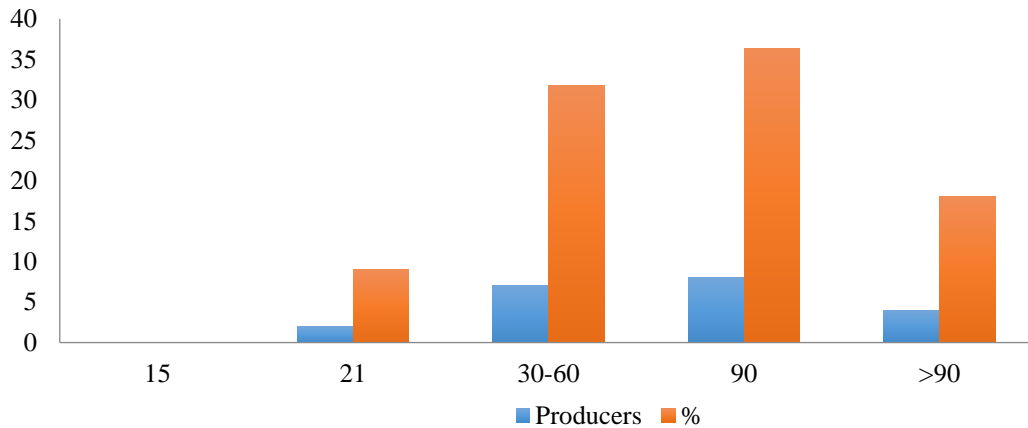


Figure 2. Frequency, in days, in which producers deworm their animals

Despite the fact that 12 of the 22 producers interviewed indicated using the FAMACHA® method as criterion for deworming, other clinical signs such as anorexia, potbellied, jaundice, unthriftiness, mandibular edema, and rough hair, are used as indicators of parasitism (Table 2).

**Table 2. Clinical Signs Used as Indicators of Parasitic Infestation Among PSR**

Clinical Sign	Producers	(%)
Anorexia	2	9
Potbellied	8	36.3
Jaundice	0	0
Sadness	8	36.3
Mandibular Edema	4	18.1
Rough Hair	9	40.9
Other	11	50

The selection of drugs using "own judgment" (N = 6, 27%) was the most used criterion among the PSRs when selecting the drug to deworm (Table 3). Only 23% (N = 5) of the 22 producers used the recommendation of a veterinary doctor.

Among the interviewees, no preference was observed for a particular anthelmintic for the control of GIP (Table 4). However, medicines based on Albendazole from the group of Benzimidazoles and pro-benzimidazoles are the most used among the producers and those from the group of Cydectin (Macrocyclic Lactones based), the least used.

**Table 3. Criteria used as a recommendation to select drugs for deworming**

Drug Recommendation	Producers	(%)
Own Judgment	6	27
Agricultural Center	5	23
Agronomist	1	5
Veterinarian	5	23

**Table 4. List of anthelmintic and their groups used by small ruminant producers**

Commercial Name	Group	Active Ing.	Yes	%	No	%
Safe- Guard	Benzimidazoles y pro-benzimidazoles	Fenbendazole	11	50	11	50
Panacur	Benzimidazoles y pro-benzimidazoles	Fenbendazole	5	22.7	17	77.2
Valbazen	Benzimidazoles y pro-benzimidazoles	Albendazole	14	63.6	8	36.3
Ivomec	Macrocyclic Lactones	Ivermectine	12	54.5	10	45.4
Cydectin	Macrocyclic Lactones	Moxidectine	5	22.7	17	77.2
Prohibit	Imidazothiazoles /tetrahydropyrimidines	Levamisole	6	27.2	16	72.7

Among the complementary methods to the use of anthelmintic for the control of GIP, none of the producers uses copper wire particles or fungi that control nematodes (Table 5). Pasture rotation, genetic improvement and feeding with fodder with condensed tannins are, in that order, the alternatives mentioned by 21 of the 22 PSRs for the management of parasites on their farm.

**Table 5. Complementary methods to the use of anthelmintic for the control of GIP**

Method	Yes	(%)	No	(%)
Pasture Rotation	16	72.7	6	27.2
Genetic Improvement	10	45.4	12	54.5
Forages with Condensed Tannins	5	22.7	17	77.2
Fungi	0	0	22	100
Copper Wire particles	0	0	22	100

In summary, based on the responses of the 22 PSRs, it is necessary to establish training programs and develop a general protocol for the prevention, diagnosis, and treatment of GIP in Puerto Rico. This is evident when observing the inconsistency in the responses offered by the PSR. This should include information on the proper use of medications and the FAMACHA® method.

### Conclusions

There is a management plan for the control of GIP in PR among most of the interviewed PSR. Producers have knowledge about GIP infestation, types and rotation of medications, clinical signs of infestation, the FAMACHA® chart, and methods complementary to the use of anthelmintic for GIP control. However, a better design and implementation of the program is necessary.

### Literature Cited

Ahmed M y J.A. Ansari. 1989. Effect of haemonchosis on haematology and non-specific phosphomonoesterase activities in sheep and goats. *Helminthologia* 26:295–302

UGRJ. 2020. Unión Ganadera Regional de Jalisco. Criterios para la desparasitación interna de los ovinos en el tropic. 14:51. <http://www.ugrj.org.mx/>

# CALIDAD DE AGUA EN FINCAS DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN PUERTO RICO

Patricia I. Leal, Luis C. Solorzano y Abner A. Rodríguez

## Resumen

La calidad química del agua de bebida es un factor importante que afecta la productividad de pequeños rumiantes. El agua de mala calidad afecta negativamente su consumo, el rendimiento animal y puede ocasionar problemas de salud. Los componentes químicos que determinan la calidad del agua están influenciados por la fuente de abastecimiento. En Puerto Rico no existe información sobre la calidad del agua ni el efecto que tiene la fuente de abastecimiento en fincas de productores de pequeños rumiantes. El objetivo de este estudio fue determinar los componentes químicos relacionados con la calidad del agua en fincas caprinas y ovinas. Se colectaron muestras de agua en 30 fincas localizadas en 7 regiones agrícolas y 20 municipios de isla. Diez y siete de los productores utilizan agua potable de la empresa estatal en sus fincas, 11 utilizan agua de pozo, dos se abastecen de agua de río y uno transporta agua potable de su residencia a la finca. Las muestras fueron analizadas para determinar pH, dureza y contenido de sólidos totales disueltos (STD), minerales (calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, hierro, zinc, cobre, manganeso, molibdeno), nitratos, sulfatos y cloruros. La calidad química del agua en las fincas que se abastecen de la empresa estatal o utilizan agua de río está dentro de los valores esperados de los componentes químicos evaluados. Sin embargo, el pH del agua de pozo de 10 de las 11 fincas fue mayor al valor máximo esperado (7.5). La dureza (> 370 ppm) y el contenido de STD (> 500) del agua de pozo de fincas localizadas en las regiones de Lares y San German fueron mayores que los valores máximos esperados. Altos contenido de STD también se detectó en el agua de pozo de fincas localizadas en las regiones de Ponce y Mayagüez. El agua de pozo de las fincas localizadas en las regiones de San German y Lares también se caracterizó por su alto contenido de Ca (>100 ppm) y en una de ellas de Mg (>29 ppm) y Na (> 100 ppm). La presencia de niveles mayores a lo esperado de Na (>100 ppm) y Mn (>0.05 ppm) se observó en el agua de pozo de fincas localizadas en la región de Ponce. Excepto por el excesivo contenido de cloruro (>250 ppm) del agua de pozo de una finca localizada en la región de San German, el contenido de nitratos, sulfatos y cloruro en el agua de pozo de las otras 10 fincas es considerado como óptimo para el agua de bebida. En resumen y tal como esperado, la calidad química del agua de la empresa estatal, utilizando como criterio los componentes evaluados, está dentro de los parámetros para considerarse como de calidad apta para el consumo. Los componentes químicos del agua de río que se utiliza en dos fincas de productores de pequeños rumiantes también fueron menores a los mayores máximos esperados. Sin embargo, la dureza, el contenido de STD, el contenido de Ca, Na, Mg, Mn y cloruro en el agua de pozo utilizada en fincas de ovinocultores y caprinocultores fue mayor al valor máximo esperado, especialmente aquellas localizadas en las regiones agrícolas de San Germán y Lares.

**Palabras claves:** Agua, Calidad, Ovinos, Caprinos

## Introducción

El agua es un nutriente esencial para los animales domésticos destinados a la producción de alimentos para el ser humano (i.e carne y leche). En los animales, el agua tiene funciones en numerosos procesos como la regulación de la temperatura corporal, el crecimiento, la digestión y el transporte de nutrientes, la reproducción y la lubricación de las articulaciones (NRC, 2007). Además, el agua actúa como solvente de sustancias de desecho durante los procesos de

excreción. A nivel de finca, la disponibilidad de agua limpia y fresca es una necesidad diaria en la producción de ovinos y caprinos. Por ejemplo, las ovejas consumen entre 2 a 23 litros de agua (½ a 5 galones). Estos requerimientos de consumo de agua están influenciados por factores propios del animal como por ejemplo su estado fisiológico, factores del alimento y la alimentación, el entorno y las condiciones ambientales (NRC, 2007; Luque, L.). Otro de los factores que afecta el consumo de agua es su calidad microbiológica y química. Entre los componentes o características químicas del agua que afectan su calidad, están su contenido de minerales, contenido de sólidos totales disueltos, el pH y la dureza. En Puerto Rico las fuentes de agua en fincas de pequeños rumiantes incluyen además de la estatal, agua de pozo, río o manantial. Actualmente, no existe información documentada sobre la calidad química de agua de las diferentes fuentes disponibles. El objetivo de este estudio fue determinar el contenido de componentes químicos que afectan la calidad del agua de fincas de pequeños rumiantes en Puerto Rico.

### Materiales y Métodos

Muestras de agua fueron colectadas en treinta fincas de pequeños rumiantes localizadas en siete regiones agrícolas y veintidós municipios de la isla. Las muestras (250 ml) fueron colectadas según las especificaciones y en envases provistos por un laboratorio comercial (Dairy One Forage Lab, Ithaca, New York). El agua de cada finca fue analizada para determinar pH, dureza, sólidos totales disueltos (TDS, por sus siglas en inglés), minerales (Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Cu, Mn y Mo), nitratos, sulfatos y cloruros. Se comparó los resultados obtenidos en cada finca con los valores máximos esperados de agua de bebida para animales domésticos según recomendado por el citado laboratorio (Cuadro 1) e información documentada (Bagley, 1997, Boyle, 1988).

**Cuadro 1. Valores de componentes químicos máximos esperados y rango de pH en agua de bebida para animales domésticos**

Componente	Valor
Dureza <sup>1,2</sup>	370
Sólidos totales disueltos <sup>1,3</sup>	500
Ca <sup>1</sup>	100
P <sup>1</sup>	0.3
Mg <sup>1</sup>	29
K <sup>1</sup>	20
Na <sup>1</sup>	100
Fe <sup>1</sup>	0.3
Zn <sup>1</sup>	0.5
Cu <sup>1</sup>	0.6
Mn <sup>1</sup>	0.05
Mo <sup>1</sup>	0.07
Nitratos <sup>1</sup>	44
Nitratos/Nitrógeno <sup>1</sup>	10
Sulfatos <sup>1</sup>	250
Sulfatos-Azufre <sup>1</sup>	83
Cloruros <sup>1</sup>	250
pH	6.8-7.5

<sup>1</sup> ppm = partes por millón

<sup>2</sup> Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio (adaptado de <https://aguapuraysana.com>)

<sup>3</sup>Sólidos Totales Disueltos (TDS por sus siglas en inglés) representa la concentración total de sustancias disueltas en el agua. TDS se compone de sales inorgánicas, así como una pequeña cantidad de materia orgánica. Las sales inorgánicas comunes que se pueden encontrar en el agua incluyen calcio, magnesio, potasio y sodio, que son todos cationes, y carbonatos, nitratos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos, que son todos aniones (adaptado de <https://aguapuraysana.com>).



## Resultados

Las muestras de agua analizadas en este estudio fueron recolectadas de 30 fincas de ovinocultores y/o caprinocultores de las cuales 17 utilizan como fuente agua potable de la empresa estatal de Puerto Rico. Once de los productores utilizan agua de pozo, dos utilizan agua de río y uno transporta agua potable de su casa a la finca (Cuadro 2). Las fincas de los productores que utilizan fuentes de agua no potable están localizadas en 6 regiones agrícolas y 13 municipios (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Fuente de agua en treinta fincas de pequeños rumiantes en Puerto Rico**

Región Agrícola	Municipio	Finca ID	Fuente de Agua			
			Pozo	Estatal	Río/Manantial	Otro
Arecibo	Manatí	1		x		
	Arecibo	2		x		
Mayagüez	Añasco	6		x		
	Isabela	9				x
	Isabela	14		x		
	Isabela	15		x		
	Isabela	21	x			
	Rincón	28	x			
Ponce	Ponce	3	x			
	Coamo	11	x			
	Yauco	12		x		
	Peñuelas	18		x		
	Aibonito	19	x			
	Peñuelas	22			x	
	Salinas	25	x			
Caguas	Cayey	15		x		
	Juncos	17	x			
	San Lorenzo	20		x		
	Guayama	23		x		
	Guayama	24		x		
Naranjito	Morovis	7			x	
Lares	San Sebastián	13	x			
	San Sebastián	16	x			
	Lares	26		x		
San Germán	Yauco	4	x			
	Sabana Grande	8		x		
	Lajas	10	x			
	Lajas	27		x		
	Cabo Rojo	29		x		
	San German	30		x		

Todas las muestras de agua colectadas en fincas que utilizan agua de la empresa estatal cumplían con los parámetros de los componentes químicos analizados en este estudio (data no presentada). El agua de las dos fincas que utilizan agua de río también cumplió con los parámetros de calidad descritos anteriormente (data no presentada). Se observó valores de los componentes químicos analizados mayores a los límites esperados en el agua colectada de fincas que utilizan agua de pozo. Excepto por una finca de la región agrícola de San Germán, el pH de las otras 10 fincas que se nutren de agua de pozo fue mayor que el valor máximo esperado de 7.5 (Cuadro 3). La dureza del agua de pozo en las fincas localizadas en las regiones agrícolas de San Germán y Lares fue mayor que la cantidad máxima esperada y en tres de ellas el contenido de sólidos totales disueltos también fue superior a 500 ppm. El contenido de sólidos totales disueltos de otras fincas localizadas en las regiones agrícolas de Ponce (1) y Mayagüez (1) fue también mayor que el máximo esperado.

**Cuadro 3. pH, dureza y sólidos disueltos totales del agua de pozo de once fincas de productores de pequeños rumiantes en Puerto Rico**

		Componente		
		pH	Dureza (ppm)	Sólidos Totales Disueltos (ppm)
Valor máximo esperado		6.8-7.5	370	500
Región Agrícola	Finca ID			
Ponce	3	7.7	214	317
Ponce	11	8.2	115	601
Ponce	19	7.7	123	229
Ponce	25	7.7	288	456
San Germán	4	7.4	383	493
San Germán	10	7.9	640	1780
Lares	13	7.7	539	610
Lares	16	7.4	534	606
Caguas	17	7.6	172	354
Mayagüez	21	7.8	194	545
Mayagüez	28	7.7	279	445

Está documentado que niveles de TDS en agua de bebida mayores a los recomendados podrían tener un efecto negativo sobre el rendimiento productivo en animales domésticos (Bagley, et al., 1997; Boyles, S., 1988). Niveles de sólidos totales disueltos entre 1000 a 2999 ppm en agua de bebida pueden causar diarrea temporal y leve en animales no acostumbrados a su consumo (Bagley, et al., 1997).

El contenido de minerales del agua de pozo de las fincas de las regiones de Caguas, Mayagüez y una de la región agrícola de Ponce fue dentro de los valores seguros para agua de bebida para animales domésticos (Cuadro 4). Se observó valores de Mn superiores al máximo esperado en el agua de pozo de dos fincas de la región de Ponce y en otra de ellas un alto contenido de Na. Consonó con el alto valor de dureza y sólidos totales disueltos, el contenido de Ca del agua de pozo de las fincas localizadas en las regiones de San German y Lares fue superior al valor máximo esperado. Además, un alto contenido de Mg y Na fue detectado en el agua de una finca de la región agrícola de San Germán. Excepto por el excesivo contenido de cloruro en el agua de pozo de una finca localizada en la región de San Germán, el contenido de nitratos, sulfatos y cloruro de las demás muestras de agua está dentro de los valores seguros de agua de bebida. Los

resultados de este experimento demuestran que la fuente de agua afecta los componentes químicos relacionados con el agua de bebida para animales domésticos.

Tal como esperado, la calidad química del agua potable de la empresa estatal, utilizando como criterio los componentes evaluados, está dentro de los parámetros para considerarse como de calidad apta para el consumo. Los componentes químicos del agua de río que se utiliza en dos fincas de productores de pequeños rumiantes también fueron menores a los máximos esperados. Sin embargo, la dureza, el contenido de STD, el contenido de Ca, Na, Mg, Mn y cloruro en el agua de pozo utilizada en fincas de ovinocultores y caprinocultores fue mayor al valor máximo esperado, especialmente aquellas localizadas en las regiones agrícolas de San Germán y Lares. Otros estudios sobre la calidad química del agua de pozo e inclusive de río deben realizarse, como por ejemplo, análisis químicos e incluso microbiológico de estas fuentes de agua con mayor frecuencia y/o en diferentes épocas. La utilización de tratamientos que remuevan sales y otros tipos de partículas en fincas que utilizan agua con alto contenido de STD debe implementarse.

**Cuadro 4. Contenido de minerales del agua de pozo de once fincas de productores de pequeños rumiantes en Puerto Rico**

		Mineral									
		Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Zn	Cu	Mn	Mo
VMP (ppm)		100	0.03	29	30	100	0.03	5	5	.05	.07
Región Agrícola	Finca ID										
Ponce	3	67.8	0.10	10.9	4.1	20.3	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Ponce	11	39.7	0.10	3.8	4.7	168.6	0.01	0.26	0.01	0.01	0.01
Ponce	19	21.9	0.10	16.6	5.5	26.8	0.01	0.02	0.01	0.14	0.01
Ponce	25	78.7	0.10	22.3	4.3	0.26	0.01	0.01	0.01	0.06	0.01
San German	4	112.1	0.10	25.2	4.1	19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
San German	10	117.7	0.10	84.4	6.3	336.9	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01
Lares	13	191.3	0.10	14.9	4.8	7.4	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Lares	16	189.3	0.10	14.9	4.8	7.2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Caguas	17	36.2	0.10	20	4.4	46.4	0.03	0.11	0.03	0.01	0.01
Mayagüez	21	47.5	0.10	18.4	9.3	91.8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mayagüez	28	84.3	0.10	16.5	4.1	30.5	0.01	0.12	0.01	0.01	0.01

VMP = Valor máximo esperado

**Cuadro 5. Contenido de nitratos, sulfatos y cloruro del agua de pozo de once fincas de productores de pequeños rumiantes en Puerto Rico**

		Componente				
		Nitrato	Nitrato/Nitrógeno	Sulfatos	Sulfatos/Azufre	Cloruro
VPM (ppm)		44	10	250	83	250
Región Agrícola	Finca					
Ponce	3	0	0	13	4	19
San German	4	10	2	19	6	22
San German	10	39	9	182	60	528
Ponce	11	0	0	52	17	80
Lares	13	0	0	200	66	10
Lares	16	0	0	205	68	10
Caguas	17	0	0	33	11	50
Ponce	19	0	0	6	2	23
Mayagüez	21	0	0	3	1	155
Ponce	25	5	1	82	27	65
Mayagüez	28	7	2	10	3	70

### **Conclusiones**

La calidad química del agua que supe la empresa estatal es óptima para utilizarse como agua de bebida en ovinos y caprinos. Los valores de los componentes químicos de las dos muestras de agua de río analizadas en este experimento también cumplieron con los estándares de agua de calidad. En las 11 fincas que utilizan agua de pozo, se observó algún valor de pH, dureza, STD, minerales o cloruro mayor al máximo esperado.

### **Literatura Citada**

Bagley, C.V., Amacher, J.K. and Poe, K.F. 1997, Analysis of water quality for livestock. Logan: Utah State University, Cooperative Extension, 7p.

Boyles, S. et al. Livestock and water. North Dakota State University, Extension Service Bulletin #AS-954. June 1988.

Luque, Jorge L. "Calidad De Agua Para Bebidas De Animales." Estación Experimental Agropecuaria Chubut, Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria.  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_guia\\_calidad\\_agua\\_bebida\\_animales.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_guia_calidad_agua_bebida_animales.pdf).

National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, DC: The National Academic Press. <https://doi.org/10.17226/11654>.

# WATER QUALITY IN SMALL RUMINANT FARMS IN PUERTO RICO

Patricia I. Leal, Luis C. Solorzano y Abner A. Rodríguez

## Abstract

The chemical quality of drinking water is an important factor that has an effect on the production of small ruminants. Poor quality water adversely affects their consumption, animal performance and can lead to health problems. The chemical components that determine water quality are influenced by the supply source. In Puerto Rico, there is no information on the quality of the water or the effect of the source on water quality in small ruminant producer farms. The objective of this study was to determine the chemical components related to water quality in goat and sheep farms. Water samples were collected from 30 farms located in 7 agricultural regions and 20 municipalities. Seventeen of the producers use drinking water from the state-owned company on their farms, eleven use well or shaft water, two use water from rivers and one transports drinking water from their residence to the farm. The samples were analyzed to determine pH, hardness, content of total dissolved solids (TDS), minerals (calcium, phosphorus, magnesium, potassium, sodium, iron, zinc, copper, manganese, molybdenum), nitrates, sulfates and chlorides. The chemical quality of the water in the farms that are supplied by the state company or use river water is within the expected values of the chemical components evaluated. However, the pH of the well water in 10 of the 11 farms was higher than the maximum expected value (7.5). The hardness (> 370 ppm) and the TDS content (> 500) of well water from farms located in the Lares and San German regions were higher than the maximum expected values. A high TDS content was also detected in well water from farms located in the Ponce and Mayagüez regions. Well water from farms located in the San German and Lares regions was also characterized by its high content of Ca (> 100 ppm) and in one of them, Mg (> 29 ppm) and Na (> 100 ppm). The presence of higher than expected levels of Na (> 100 ppm) and Mn (> .05 ppm) was observed in the well water of farms located in the Ponce region. Except for the excessive chloride content (> 250 ppm) of the well water of a farm located in the San German region, the content of nitrates, sulfates and chloride in the well water of the other 10 farms is considered optimal for drinking water. In summary and as expected, the chemical quality of the water of the state company, using the evaluated components as a criterion, is within the parameters to be considered of quality suitable for consumption. The chemical components of the river water used in two farms of small ruminant producers were also lower than the highest expected. However, the hardness, the TDS content, the content of Ca, Na, Mg, Mn and chloride in the well water used in sheep and goat farms was higher than the maximum expected value, especially those located in the agricultural regions of San German and Lares.

**Key words:** Water, Quality, Ovines, Caprines

## Introduction

Water is an essential nutrient for domestic animals used for food production for humans (i.e. meat and milk). In animals, water functions in numerous processes such as the regulation of body temperature, growth, digestion and transport of nutrients, reproduction, and lubrication of the joints (NRC, 2007). In addition, water acts as a solvent for waste substances during excretion processes. At the farm level, the availability of clean and fresh water is a daily necessity in the production of sheep and goats. For example, sheep consume between 2 and 23 liters of water

(1/2 to 5 gallons). These water consumption requirements are influenced by factors specific to the animal such as its physiological state, factors of feed and feeding, the environment and environmental conditions (NRC, 2007; Luque, L.). Another factor that affects water consumption is its microbiological and chemical quality. Among the components or chemical characteristics of water that affect its quality are its mineral content, content of total dissolved solids, pH and hardness. In Puerto Rico, water sources in small ruminant farms include, in addition to the state-owned one, well water, and spring water. Currently, there is no documented information on the chemical quality of water from the different sources available. The objective of this study was to determine the content of chemical components that affect the water quality of farms of small ruminants in Puerto Rico.

### Materials and Methods

All water samples were collected from thirty small ruminant farms located in seven agricultural regions and twenty-two municipalities of the island. The samples (250 ml) were collected according to specifications and in containers provided by a commercial laboratory (Dairy One Forage Lab, Ithaca, New York). The water from each farm was analyzed to determine pH, hardness, total dissolved solids (TDS), minerals (Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Cu, Mn and Mo), nitrates, sulfates and chlorides. The results obtained in each farm were compared with the maximum expected values of drinking water for domestic animals as recommended by the above-mentioned laboratory (Table 1) and documented information (Bagley, 1997, Boyle, 1988).

**Table 1. Expected maximum chemical component values and pH range in drinking water for domestic animals**

Component	Value
Hardness <sup>1,2</sup>	370
Total dissolved solids <sup>1,3</sup>	500
Ca <sup>1</sup>	100
P <sup>1</sup>	0.3
Mg <sup>1</sup>	29
K <sup>1</sup>	20
Na <sup>1</sup>	100
Fe <sup>1</sup>	0.3
Zn <sup>1</sup>	0.5
Cu <sup>1</sup>	0.6
Mn <sup>1</sup>	0.05
Mo <sup>1</sup>	0.07
Nitrates <sup>1</sup>	44
Nitrates/Nitrogen <sup>1</sup>	10
Sulfates <sup>1</sup>	250
Sulfates-Sulfur <sup>1</sup>	83
Chlorides <sup>1</sup>	250
pH	6.8-7.5

<sup>1</sup> ppm = parts per million

<sup>2</sup> Water hardness is the concentration of mineral compounds in a certain amount of water, in particular magnesium and calcium salts (adapted from <https://aguapuraysana.com>).

<sup>3</sup> Total Dissolved Solids (TDS) represent the total concentration of dissolved substances in the water. TDS is made up of inorganic salts as well as a small amount of organic matter. Common inorganic salts that can be found in water include calcium, magnesium, potassium, and sodium, which are all cations, and carbonates, nitrates, bicarbonates, chlorides, and sulfates, which are all anions (adapted from <https://aguapuraysana.com>).

## Results

The water samples analyzed in this study were collected from 30 sheep and /or goat farms, of which 17 use drinking water from the Puerto Rico state company. Eleven of the producers use well water, two use river water and one transport drinking water from their home to the farm (Table 2). Producers' farms that use non-potable water sources were located in 6 agricultural regions and 13 municipalities (Table 2).

**Table 2. Water source in thirty small ruminant farms in Puerto Rico**

Agricultural Region	Municipality	Farm ID	Water Source			
			Well	State	River/Spring	Other
Arecibo	Manatí	1		x		
	Arecibo	2		x		
Mayagüez	Añasco	6		x		
	Isabela	9				x
	Isabela	14		x		
	Isabela	15		x		
	Isabela	21	x			
	Rincón	28	x			
Ponce	Ponce	3	x			
	Coamo	11	x			
	Yauco	12		x		
	Peñuelas	18		x		
	Aibonito	19	x			
	Peñuelas	22			x	
	Salinas	25	x			
Caguas	Cayey	15		x		
	Juncos	17	x			
	San Lorenzo	20		x		
	Guayama	23		x		
	Guayama	24		x		
Naranjito	Morovis	7			x	
Lares	San Sebastián	13	x			
	San Sebastián	16	x			
	Lares	26		x		
San German	Yauco	4	x			
	Sabana Grande	8		x		
	Lajas	10	x			
	Lajas	27		x		
	Cabo Rojo	29		x		
	San Germán	30		x		

All the water samples collected in farms that use water from the state company comply with the parameters of chemical components analyzed in this study (data not presented). The water from

the two farms that use river water also met the quality parameters described above (data not shown). Values of the analyzed chemical components higher than the expected limits were observed in the water collected from farms that use well water. Except for one farm in the San German agricultural region, the pH of the other 10 farms that provide well water was greater than the maximum expected value of 7.5 (Table 3). The hardness of the well water in the farms located in the agricultural regions of San German and Lares was greater than the maximum amount expected and in three of them the content of total dissolved solids was also greater than 500 ppm. The content of total dissolved solids from other farms located in the agricultural regions of Ponce (1) and Mayagüez (1) was also greater than the maximum expected.

**Table 3. pH, hardness and total dissolved solids of the well water of eleven small ruminant farms in Puerto Rico**

		Component		
		pH	Hardness (ppm)	Total Dissolved Solids (ppm)
Maximum expected value		6.8-7.5	370	500
Agricultural Region	Farm ID			
Ponce	3	7.7	214	317
Ponce	11	8.2	115	601
Ponce	19	7.7	123	229
Ponce	25	7.7	288	456
San Germán	4	7.4	383	493
San Germán	10	7.9	640	1780
Lares	13	7.7	539	610
Lares	16	7.4	534	606
Caguas	17	7.6	172	354
Mayagüez	21	7.8	194	545
Mayagüez	28	7.7	279	445

It is reported that higher than recommended levels of total dissolved solids in drinking water could have a negative effect on productive performance in domestic animals (Bagley, et al., 1997; Boyles, S., 1988). Total dissolved solids levels between 1000 to 2999 ppm in drinking water may cause temporary and mild diarrhea in animals not accustomed to its consumption (Bagley, et al., 1997). The mineral content of well water from farms in the regions of Caguas, Mayagüez and one in the agricultural region of Ponce were within the expected values for drinking water for domestic animals (Table 4). Mn values higher than the maximum expected were observed in the well water of two farms in the Ponce region and in another of them a high Na content. According to the high hardness value and total dissolved solids, the Ca content of the well water of the farms located in the San German and Lares regions was higher than the maximum expected value. In addition, a high content of Mg and Na was detected in the water of a farm in the agricultural region of San German. Except for the excessive chloride content in the well water of a farm located in the San German region, the nitrate, sulfate and chloride content of the other water samples is within the expected values of drinking water.

The results of this study demonstrate that the water source affects the chemical components of drinking water for domestic animals. As expected, the chemical quality of the drinking water from the state company, using the evaluated components as a criterion, is within the parameters to be considered suitable for consumption. The chemical components of the river water used on two farms of small ruminant producers were also lower than the maximum expected. However, the hardness, the TDS content, the content of Ca, Na, Mg, Mn and chloride from the well water



used in sheep and goat farms were higher than the maximum expected values, especially those located in the agricultural regions of San German and Lares. Other studies on the chemical quality of well water and river water should be carried out. For example, chemical analyses and microbiology of these water sources must be conducted frequently and/or in different periods of the year. The use of treatments that remove salts and other types of particles on farms that use water with high TDS content should be implemented.

**Table 4. Mineral content of the well water of eleven farms of producers of small ruminants in Puerto Rico**

		Mineral									
		Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Zn	Cu	Mn	Mo
MEV (ppm)		100	0.03	29	30	100	0.03	5	5	.05	.07
Agricultural Region	Farm ID										
Ponce	3	67.8	0.10	10.9	4.1	20.3	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Ponce	11	39.7	0.10	3.8	4.7	168.6	0.01	0.26	0.01	0.01	0.01
Ponce	19	21.9	0.10	16.6	5.5	26.8	0.01	0.02	0.01	0.14	0.01
Ponce	25	78.7	0.10	22.3	4.3	0.26	0.01	0.01	0.01	0.06	0.01
San German	4	112.1	0.10	25.2	4.1	19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
San German	10	117.7	0.10	84.4	6.3	336.9	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01
Lares	13	191.3	0.10	14.9	4.8	7.4	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Lares	16	189.3	0.10	14.9	4.8	7.2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Caguas	17	36.2	0.10	20	4.4	46.4	0.03	0.11	0.03	0.01	0.01
Mayagüez	21	47.5	0.10	18.4	9.3	91.8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mayagüez	28	84.3	0.10	16.5	4.1	30.5	0.01	0.12	0.01	0.01	0.01

MEV = Maximum expected value

**Table 5. Nitrate, sulfate, and chloride content of the well water of eleven farms of producers of small ruminants in Puerto Rico**

		Component				
		Nitrates	Nitrates/Nitrogen	Sulfates	Sulfates/Sulfur	Chlorides
MEV (ppm)		44	10	250	83	250
Agricultural Region	Farm ID					
Ponce	3	0	0	13	4	19
San German	4	10	2	19	6	22
San German	10	39	9	182	60	528
Ponce	11	0	0	52	17	80
Lares	13	0	0	200	66	10
Lares	16	0	0	205	68	10
Caguas	17	0	0	33	11	50
Ponce	19	0	0	6	2	23
Mayagüez	21	0	0	3	1	155
Ponce	25	5	1	82	27	65
Mayagüez	28	7	2	10	3	70

MEV = Maximum expected value

### **Conclusions**

The chemical quality of the water from the state company is adequate for use as drinking water in sheep and goats. The values of the chemical components from the two river water samples analyzed in this experiment also met the quality standards for drinking water. In the 11 farms that used well water, pH, hardness, TDS, and minerals or chlorides had higher values than the maximum expected.

### **Cited Literature**

Bagley, C.V., Amacher, J.K. and Poe, K.F. 1997, Analysis of water quality for livestock. Logan: Utah State University, Cooperative Extension, 7p.

Boyles, S. et al. Livestock and water. North Dakota State University, Extension Service Bulletin #AS-954. June 1988.

Luque, Jorge L. "Calidad De Agua Para Bebidas De Animales." Estación Experimental Agropecuaria Chubut, Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria,  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_guia\\_calidad\\_agua\\_bebida\\_animales.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_guia_calidad_agua_bebida_animales.pdf).

National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, DC: The National Academic Press. <https://doi.org/10.17226/11654>.

## ELABORACIÓN DE MINI-HAMBURGUESAS CON CARNE DE CORDERO

Adriana Rivera Gracia, Aixa Rivera, Elvin Ronda, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez

### Resumen

La elaboración de productos de valor añadido y su aceptabilidad por los consumidores es una de las áreas de investigación recomendadas por ovinocultores en Puerto Rico. En este experimento, se evaluó el rendimiento de la elaboración y la aceptabilidad de mini-hamburguesas de cordero utilizando un cuestionario como instrumento de medición. Para el estudio se utilizó un cordero alimentado durante 12 semanas con raciones completas conteniendo 30% heno de gramíneas tropicales y 70% concentrado comercial. El cordero fue sacrificado a los 32.60 kg en un matadero comercial y se pesó la canal fría 24 horas después del sacrificio. La canal fue deshuesada y se calculó el rendimiento de carne molida y el de la producción de mini-hamburguesas de 2.55'' de diámetro (6.48 cm) y 45 g de peso. Para el estudio de aceptabilidad, tipo sondeo, se preparó un cuestionario con 13 preguntas que se distribuyó, en conjunto con un paquete de 5 mini-hamburguesas, a cada uno de los 30 participantes residentes en 6 regiones agrícolas y 10 municipios de la isla. El cuestionario contenía seis preguntas en la sección *antes de cocinar* y siete en la sección *después de cocinar*. El rendimiento de la carne deshuesada del cordero con relación a la canal fría fue de 73.80%, mientras que el rendimiento de producción de mini-hamburguesas con relación a la cantidad de carne molida fue de 94%. En el estudio de aceptabilidad, 66.6% (n= 20) de los participantes contestó como afirmativo el haber consumido carne de cordero con anterioridad. El 40% (n = 8), de los 20 participantes que habían consumido cordero anteriormente indicaron que lo hacen 1 o más veces al año, siendo algún tipo de chuleta el corte de mayor consumo (50%, n = 10). Además de chorizo (20%, n = 4) y jamón (25%, n = 5), el 65% (n=13) de los consumidores respondió haber consumido otros productos de valor añadido de carne de cordero. Previo a este estudio solamente el 5% (n = 1) había consumido mini-hamburguesas de cordero. En la sección *después de cocinar*, de los 30 participantes el 40% (n = 12) denominó la aceptabilidad general del producto como excelente y el 33% (n = 10) como muy alta. El 66.6% (n = 20) de los participantes clasificó la jugosidad del producto como moderada, el 37% (n = 11) indicó que las mini-hamburguesas de cordero tienen un mejor sabor comparado con la hamburguesa de carne de res, mientras el 40% (n = 12) indicó que las mini-hamburguesas de cordero tienen un sabor similar. El 83.33% (n = 25) de los participantes indicó que les interesaría comprar el producto y el 47% (n = 14) indicó que el rango en precio más recomendado para un paquete de 6 mini hamburguesas debe ser de \$5.00 a \$7.50. En resumen, las mini-hamburguesas podrían considerarse como un producto de valor añadido con un gran potencial para el mercadeo de carne de cordero. Estudios sobre la viabilidad económica de su producción deben de realizarse.

**Palabras Claves:** Producto de Valor Añadido, Mini-hamburguesas, Carne de Cordero

### Introducción

La carne de cordero, como alimento para el ser humano, es una fuente rica en proteínas de alto valor biológico y de micronutrientes como hierro, zinc, selenio y algunas vitaminas (Aksoy y Ulutas, 2016). A nivel mundial, se estima que entre los años 2011 al 2021 ocurra un aumento del 22% en el volumen de carne ovina consumida y un aumento en precio al detalle del 4% (Montossi et al., 2013). En Puerto Rico, la producción de carne ovina se encuentra actualmente

en crecimiento y al no ser un producto típico de la dieta local, es necesario conocer la opinión de los consumidores sobre su aceptabilidad (González, 2011). Asimismo, actualmente la tendencia de los consumidores se inclina hacia productos de alto valor nutricional, saludables, y naturales, además, de alimentos procesados y fáciles de preparar, factores que afectan su decisión al momento de seleccionarlos (Montossi et al., 2013). Dadas estas preferencias de los consumidores, el procesamiento de carne de cordero para producción de productos de valor añadido representa una alternativa para su mercadeo. La mini hamburguesa con carne de cordero podría ser un producto con potencial para lograr el crecimiento de dicho sector dentro de la industria de rumiantes pequeños. Sin embargo, el crecimiento del sector de productos de valor añadido es dependiente del rendimiento de producción del producto y de la aceptabilidad del consumidor. El objetivo de este experimento fue determinar el rendimiento de producción de mini-hamburguesas de carne de cordero y mediante un sondeo evaluar su aceptabilidad entre consumidores en Puerto Rico.

### **Materiales y Métodos**

Un cordero (32.6 kg) fue alimentado con raciones completas conteniendo 30% heno de gramíneas tropicales y 70% de un concentrado comercial durante 12 semanas, fue sacrificado en un matadero comercial. La canal caliente del cordero fue refrigerada durante 24 horas y transportada al laboratorio de carnes en el Recinto Universitario de Mayagüez. La canal fría previa a ser deshuesada manualmente, fue pesada para obtener su rendimiento porcentual. Se deshuesó la canal fría manualmente y se obtuvo el peso de la carne deshuesada para calcular su rendimiento con relación al peso de la canal fría. Utilizando la máquina de moler carne Hobart modelo XXX (Troy, OH), se preparó carne molida que fue empacada en bolsas plásticas y almacenadas en un congelador durante 3 horas a 0°C. Se elaboró con la carne molida mini-hamburguesas de 2.55” de diámetro (6.48 cm) utilizando la máquina “Protégé” (Patty-O-Matic, Inc., Farmingdale, NJ). Las mini hamburguesas se empacaron en grupos de 5 en bandejas selladas con bolsas plásticas y se colocaron en un congelador hasta ser entregadas a los participantes seleccionados aleatoriamente para el estudio de aceptabilidad. Para dicho estudio, tipo sondeo, se preparó un cuestionario como instrumento de medición donde incluía además de la información demográfica del participante, preguntas acerca de la carne de cordero y las mini-hamburguesas. La información demográfica incluía lugar de residencia, sexo, y nivel de escolaridad de los participantes. El sondeo acerca de la carne de cordero y mini-hamburguesas se dividió en antes y después de cocinar el producto de valor añadido. El cuestionario “antes de cocinar” contenía las siguientes preguntas 1) ¿Si consume o ha consumido carne de cordero y sus productos?, 2) ¿Con cuanta frecuencia consume carne de cordero?, 3) ¿Qué tipo de corte de carne ha consumido?, 4) ¿Qué tipo de producto de valor añadido ha consumido?, 5) ¿Dónde ha consumido el producto?, y 6) ¿Si ha consumido mini hamburguesas de cordero?. El cuestionario “después de cocinar”, en este caso, las mini hamburguesas contenía las siguientes preguntas, 1) ¿Cómo clasifica la jugosidad del producto?, 2) La aceptabilidad general del producto, 3) ¿Cómo compara las características de la carne de cordero con la de res?, 4) ¿Compraría usted este producto? Si o no, ¿Por qué?, 5) ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por un paquete de 6 “sliders” (media libra), 6) ¿Prefiere la carne de cordero como mini hamburguesa u otra forma de preparación? y 7). ¿Qué recomendaciones nos pueda brindar para mejorar nuestro producto?. El cuestionario fue distribuido entre 30 participantes de 6 regiones agrícolas y 10 municipios en Puerto Rico. A cada participante se le proveyó una bandeja con cinco mini hamburguesas y un periodo de dos semanas para contestar el cuestionario. Es importante indicar que la cocción del producto no fue uniforme ya que dicha

práctica la realizó cada participante individualmente. Se reportan en este estudio los datos de los cuestionarios de todas las regiones agrícolas, independientemente de la información demográfica.

### Resultados

El peso de la canal fría del cordero utilizado en el estudio fue de 14.3 kg. En base a los 32.6 kg de peso vivo previo a la matanza, se calcula un rendimiento del 43.8%. Este rendimiento está dentro del rango esperado de 43 a 47%. El porcentaje de la carne deshuesada fue del 73.80 y el del hueso fue del 26.20 (Cuadro 1). De los 10.55 kg de carne deshuesada se utilizó el 94% para la elaboración de 219 mini-hamburguesas de 45.35 g cada una. El 6% restante se descartó durante la elaboración ya que quedó carne residual en la maquinaria utilizada.

**Cuadro 1. Rendimientos de la elaboración de mini-hamburguesas con carne de cordero**

Componente	Valor
Peso vivo del cordero (kg)	32.60
Peso de la canal fría (kg)	14.30
Rendimiento en canal fría (%)	43.80
Carne deshuesada (kg)	10.55
Hueso (kg)	3.79
Rendimiento de carne deshuesada (%)	73.80
Rendimiento de hueso (%)	26.20
Cantidad de mini-hamburguesas preparadas	219
Peso unitario de las mini-hamburguesas (g)	45.35
Rendimiento de elaboración de mini-hamburguesas (%)	94

De los 30 participantes en el cuestionario sobre la aceptabilidad de las mini-hamburguesas de carne de cordero, 17 eran féminas y 13 varones. Los participantes son residentes de 6 de las 8 regiones geográficas de la isla y de 10 municipios, siendo la región y el municipio de Mayagüez el de mayor participación (Cuadro 2). El nivel de escolaridad incluyó 19 participantes con grados universitarios, 9 con diploma de escuela superior y 3 con estudios técnicos vocacionales.

En el sondeo en la sección *antes de cocinar*, el 67% (N = 20) de los participantes indicó que había consumido carne de cordero o sus productos. Solamente 2 de ellos lo consume una vez a la semana (Cuadro 3). Algún tipo de chuleta de cordero o fricase son el corte y la preparación al detalle más consumidos entre los participantes.

Trece de los participantes (65%) habían consumido productos de valor añadido no identificados de carne de cordero previo al estudio y solamente 1 (5%) había consumido mini-hamburguesas (Cuadro 4). Otros indicaron haber consumido chorizo o jamón de cordero y ninguno ha consumido cecina (Jerky en idioma inglés).

**Cuadro 2. Distribución por región agrícola y municipios de los participantes sobre aceptabilidad de mini-hamburguesas de carne cordero**

Región Agrícola	Municipio	Cantidad de Participantes
San German	Cabo Rojo	2
	San German	1
	Sabana Grande	1
	Hormigueros	1
Mayagüez	Mayagüez	17
	Rincón	2
Arecibo	Arecibo	1
Lares	Las Marias	3
Ponce	Ponce	1
ˆCaguas	Patillas	1

**Cuadro 3. Frecuencia de consumo de carne de cordero y tipo de corte entre los participantes**

Frecuencia con la que consume carne de cordero	Cantidad de Participantes	%
Una vez a la semana	2	10
2 a 5 veces a la semana	1	5
1 vez al mes	3	15
1 ó más veces cada 6 meses	6	30
1 ó más veces al año	8	40
Tipo de corte o preparación al detal de carne que ha consumido		
Algún tipo de chuleta (hombro, lomo o francesa)	10	50
Fricase (preparación)	9	40
Osobuco	2	10
Pata Trasera o delantera	3	15
Otro	4	20

**Cuadro 4. Tipo de producto de valor añadido de carne de cordero consumido entre los participantes**

Tipo de Producto	Cantidad de Participantes	%
Chorizo	4	20
Cecina	0	0
Jamón	5	25
Mini-hamburguesas	1	5
Otro	13	65

La residencia privada es el lugar donde el 50% de los participantes (n = 10) indicó que habían consumido carne de cordero o algún producto de valor añadido. Sin embargo, todas las opciones presentadas en el cuestionario como restaurantes (n= 7), alguna actividad social (n = 5), feria agrícola (n = 1) u otro (n = 2) fueron seleccionadas como lugares donde se consumió la carne o el producto.

En la segunda parte del sondeo “Después de Cocinar”, se evaluó la aceptabilidad general del producto, su jugosidad y cómo se compara con la carne de res (Cuadro 5). Además, esta sección contenía preguntas sobre el mercadeo del producto y recomendaciones de los potenciales consumidores. De los 30 treinta participantes del sondeo, el 40% (n= 12) clasificó como excelente la aceptabilidad general de las mini-hamburguesas de cordero, el 33% (n = 10) con una aceptabilidad muy alta y el 27% (n = 8) como moderada (Cuadro 5). La jugosidad de las mini-hamburguesas fue clasificada como moderada en el 66% (n= 20) de los casos, y como mucha en el 23% (n = 7). Ningún participante clasificó las mini-hamburguesas con baja o muy baja aceptabilidad o con una jugosidad muy seca. El 40% (n = 12) de los encuestados indicó que el sabor de las mini-hamburguesas de cordero es similar al de carne de res, el 37%, n = 11) respondió que el sabor de la carne de cordero era mejor mientras el 23% (n = 7) indicó lo contrario.

Veinte y cinco (83%) de los participantes indicaron que están dispuestos a comprar las mini-hamburguesas de cordero, mientras 5 de ellos respondieron que no. Entre las razones afirmativas para su compra se mencionó, 1) su sabor agradable, 2) su rápida cocción, 3) para sustituir el consumo de la carne de res, 4) para promover la industria ovina, 5) por ser otra opción de alimento, 6) por tener un sabor más suave que la carne de res, 7) por ser un producto saludable, 8) por la buena calidad del producto y 9) por ser un producto diferente que no se ve en otros lugares. En el estudio, realizado por Sánchez (2001) se hizo referencia a las hamburguesas refiriéndose a ellas como “ricas, livianas y sanas”. Además, afirman que estas “no caen mal” una vez consumidas por lo cual se puede justificar las razones de interés de nuestros consumidores en el producto (Sánchez et al., 2001). Las razones negativas para su compra incluyen 1) el tamaño muy pequeño de la mini-hamburguesa, 2) no consume carne cordero regularmente, 3) el sabor es parecido al olor del animal, 4) por el sabor residual del producto y 5) no le gustó el sabor. Razones similares hubo de parte de los consumidores en el estudio realizado por Sánchez (2001) donde mencionan que estas se reducen en tamaño significativamente, esto por la pérdida de agua y tiempo de cocción. También, resaltó el sabor insípido de la carne (Sánchez et al., 2001). La última pregunta del cuestionario era acerca del precio que los consumidores están dispuestos a pagar por el producto. Según los 30 participantes, el precio más recomendado para el mercadeo de 6 mini-hamburguesas con un peso combinado de 272 g es de \$ 5.00 a \$7.50 (47%, n = 14). Sin embargo, 4 (13%) participantes indicaron que estarían dispuestos a pagar de \$7.00 a \$10.00 por la misma cantidad de producto y 23% (n = 7) solamente de \$1 a \$5 (Cuadro 6). La carne de cordero no es común en la dieta de muchos hogares. El prejuicio que existe hacia ella es indudable ya que muchos desconocen sus componentes, beneficios y su procesamiento. La falta de conocimiento sobre la misma causa una reacción inicial hacia el sabor, olor, y apariencia fuerte o desagradable.

**Cuadro 5. Aceptabilidad general, jugosidad y comparación con hamburguesas de carne de res de las mini-hamburguesas de cordero entre los participantes**

Aceptabilidad General	Cantidad de Participantes	%
Excelente	12	40
Muy Alta	10	33
Moderada	8	27
Baja	0	0
Muy Baja	0	0
<u>Jugosidad</u>		
Mucha	7	23
Moderada	20	66
Poca	2	6
Seca	1	5
Muy Seca	0	0
<u>Cómo compara la mini-hamburguesa de cordero con la de res</u>		
La de cordero sabe mejor	11	37
Son similares	12	40
La de res sabe mejor	7	23

**Cuadro 6. Precio dispuesto a pagar por los participantes por 6 mini-hamburguesas de cordero con un peso de 226 g**

Precio (\$)	Cantidad de Participantes	%
1 a 5	7	23
5 a 7.50	14	47
7.50 a 10	4	13
10 ó más	0	0

El método de cocción de la carne también influye en su palatabilidad y aceptación. De igual forma existe un sector donde la carne de cordero es parte de o la base de la dieta principal. Se recomienda que para lograr aumentar la cantidad de consumidores hay que introducir productos pre-elaborados que faciliten el trabajo del consumidor. De esta manera se abre un espacio en la dieta de su vida cotidiana e incrementa proporcionalmente la demanda por carne de cordero y sus productos de valor añadido. Basándonos en la alta aceptabilidad de las mini-hamburguesas de cordero entre los participantes y su disposición a adquirirlas, podemos inferir que su elaboración es una alternativa para la venta.

### Conclusiones

Las mini-hamburguesas podrían considerarse como un producto de valor añadido con un gran potencial para el mercadeo de carne de cordero. Estudios sobre la viabilidad económica de su producción deben de realizarse.



### Literatura Citada

Aksoy, Y. and Ulutas, Z. 2016. Meat production traits of local Karayaka sheep in Turkey I. The meat quality characteristic of lambs, Ital. J. Food Sci., 28, 131–138, <https://doi.org/10.14674/1120-1770/ijfs.v465>.

González, E. Descriptive Analysis of Small Ruminant Meat Offer in Puerto Rico and Carcass Characteristics of Locally Slaughtered Animals (2011). Tesis digitales UPRM. [https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/1408/CIAN\\_Gonz%c3%a1lezDelfausE\\_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/1408/CIAN_Gonz%c3%a1lezDelfausE_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Montossi, F., Font-i-Furnols, M, Del Campo, M., San Julian, R., Brito, G and Sañudo, C. 2013. Producción sostenible de carne ovina y las tendencias de las preferencias de los consumidores: compatibilidades, contradicciones y dilemas sin resolver. Meat Sci. 95:772-789

Sánchez, M., A.I. San Juan, A. Georges. 2001. The influence of personal attitudes and experience in consumption on the preferences for lamb and veal. Department of Business Administration, University of Navarra, Spain. [file:///C:/Users/Abner%20Rodriguez/Downloads/The\\_influence\\_of\\_personal\\_attitudes\\_and\\_experience.pdf](file:///C:/Users/Abner%20Rodriguez/Downloads/The_influence_of_personal_attitudes_and_experience.pdf)

## ELABORATION OF LAMB MEAT MINI-BURGERS

**Adriana Rivera Gracia**, Aixa Rivera, Elvin Ronda, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez

Sheep producers in Puerto Rico suggested to study the elaboration of value-added products and their consumer acceptability. Elaboration performance was evaluated and the acceptability of lamb mini-burgers was measured utilizing a questionnaire. A lamb was fed for 12 weeks with a complete ration containing 30% tropical grass hay and 70% of a commercial concentrate was used for the study. The lamb was slaughtered at 32.60 kg at a commercial slaughterhouse. The weight of the cold carcass was measured 24 hours after slaughter. The carcass was deboned, and the ground meat yield was calculated, as was the yield of 2.55" diameter (6.48 cm) and 45g mini-burgers production. For the survey acceptability study, a questionnaire was prepared with 13 questions. The questionnaire was distributed along with 5 mini-burgers, to each of the 30 participants, who are residents of 6 different agricultural regions and 10 municipalities of the island. The questionnaire contained six questions in the *before cooking* section and seven in the *after cooking* section. The yield of the deboned lamb meat with relation to the carcass was 73.80%, meanwhile the production yield for the mini-burgers relative to the amount of ground meat was 94%. In the acceptability study, 66.6% (n= 20) of the participants answered affirmative to have eaten lamb meat previously. Forty percent (n=8) of the participants that had eaten lamb meat previously indicated they consume it 1 or more times a year. The cut of meat most consumed is lamb chops (50%, n= 10). Besides chorizo (20%, n=2), jerky (0%, n=0%) and ham (25%, n=5), 65% of the consumers have eaten other value-added products. Previously to this study, only 5% (n=1) had consumed lamb mini-burgers. In the section *after cooking*, out of the 30 participants 40% (n=12) determined the general acceptability of the product to be excellent and 33% (n=10) very high. The 66.6% (n=20) of the participants classified the juiciness of the product as moderate, 37% (n=11) indicated that the lamb mini-burgers have better taste compared to the beef burger, meanwhile 40% (n=12) indicated that they have a similar taste. Eighty three percent (n=25) of the participants indicated that they'd be interested in buying the product and of these, 14 participants recommended a price range of \$5.00-\$7.50 for a pack of 6 lamb mini-burgers. In conclusion, mini-burgers could be considered a value-added product with major potential within the lamb meat industry.

**Keywords:** Value Added Product, Mini-Burgers, Lamb Meat

### Introduction

Lamb meat is a rich source of protein with high biological value and micronutrients like iron, zinc, selenium, and some vitamins for humans (Aksoy and Ulutas, 2016). It's estimated that worldwide from 2011 to 2021 an increase of 22% in the volume of lamb meat consumed and an increase of 4% in its retail price will occur (Montossi et al., 2013). In Puerto Rico, the production of lamb meat is currently growing and because it's not a typical product in the local diet, it's necessary to learn the opinion of the consumers regarding their acceptability (González, 2011). Likewise, the tendency of the consumers is to consume high nutritional, healthy and natural products. Also, ready to eat or easy to prepare foods are factors that affect their decision at the moment of purchase (Montossi et al., 2013). Due to the preferences of the consumers, the processing of lamb meat for value added products represents a marketing alternative. The lamb mini-burger could be a product with potential to boost the development of the value-added

products sector within the industry of small ruminants. Nevertheless, growth of the value-added products sector is dependent of the performance of lamb meat production and of the acceptability of the consumer. The objective of this study was to determine the performance of the production of lamb mini-burgers and to evaluate its acceptability using a questionnaire among consumers in Puerto Rico.

### **Materials and Methods**

A lamb (32.6 kg) was fed for 12 weeks with a complete ration containing 30% tropical grass hay and 70% commercial concentrate, was slaughtered at a commercial slaughterhouse. The lamb's hot carcass was refrigerated for 24 hours and transported to the Laboratory of Meats at the University of Puerto Rico, Mayagüez Campus. The cold carcass was deboned manually, and the weight of the deboned meat was determined to calculate its yield in relation to the cold carcass's weight. Ground meat was prepared utilizing a Hobart model XXX meat grinder (Troy, OH). Then, it was packaged in plastic bags and stored in a freezer for 3 hours at 0°C. Ground meat mini-burgers, 6.5cm in diameter (6.48 cm) were made utilizing the "Protégé" (Patty-O-Matic, Inc., Farmington, NJ) The mini-burgers were packaged in trays in groups of 5, sealed with plastic bags and placed in the freezer until they were delivered to the participants, selected randomly, for the acceptability study. For the previously mentioned survey, a questionnaire was prepared which included the demographic information of the participants and questions about lamb meat consumption and the mini-burger acceptability. The demographic information included the place of residence, gender, and educational level of the participants. The lamb meat and mini-burgers survey contained sections for questions before and after cooking the value-added product. The *before cooking* section included the following questions: 1) Do you consume or have consumed lamb meat and its products?, 2) With what frequency do you consume lamb meat?, 3) What type of lamb meat cuts have you consumed?, 4) What type of lamb value-added products have you consumed?, 5) Where have you consumed the product?, and 6) Have you eaten lamb burgers before?. The section *after cooking* the mini-burgers, included the following questions: 1) How would you classify the juiciness of the product? 2) The general acceptability of the product, 3) How do you compare the characteristics of the lamb and beef meat? 4) Would you buy this product? Yes or no? Why?, 5) What price would you be willing to pay for a 6 "sliders" packet (half a dozen)?, 6) Do you prefer lamb meat as mini-burgers or another form of preparation?, 7) What recommendations can you provide to improve our product?. The questionnaire was distributed among 30 participants in 6 agricultural regions and 10 municipalities in Puerto Rico. It is important to indicate that de cooking of the product was not uniform as each participant did their own cooking. In this study, the data of all the agricultural regions were reported independently of the demographic information.

### **Results**

The cold carcass of the lamb utilized in the study weighed 14.3 kg, yielding 43.8 % of the live weight (32.6 kg). The cold carcass yield was within the expected range (43-47%). The deboned meat yielded 73.8% while the bones 26.20% (Table 1). Out of the 10.55 kg of deboned meat, 94% was used to elaborate 219 mini burgers of 45.35 g each one. The other 6% was eliminated during the elaboration due to the residue left on the machinery used.

**Table 1. Lamb mini-meat burgers elaboration performance**

Component	Value
Life weight of the lamb (kg)	32.60
Cold carcass weight (kg)	14.30
Cold carcass yield (%)	43.80
Deboned meat (kg)	10.55
Bone (kg)	3.79
Deboned carcass yield (%)	73.80
Bone yield (%)	26.20
Mini burgers amount	219
Mini burger weight (g)	45.35
Mini burgers elaboration yield (%)	94

There were 17 female and 13 male participants in the questionnaire about the acceptability of the lamb mini- burgers. The participants reside in 6 of the 8 geographic regions of the island and in 10 municipalities, being the region and municipality of Mayagüez the one the most participants (Table 2). The educational level of the participants included 19 with a university degree, 9 with a high school diploma and 3 with technical vocational studies.

**Table 2. Distribution of the participants by agricultural region about the acceptability of lamb mini-burgers**

Agricultural Region	Municipality	Number of Participants
San German	Cabo Rojo	2
	San Germán	1
	Sábana Grande	1
	Hormigueros	1
Mayagüez	Mayagüez	17
	Rincón	2
Arecibo	Arecibo	1
Lares	Las Marías	3
Ponce	Ponce	1
Caguas	Patillas	1

In the survey's section *before cooking*, 67% (n=20) of the participants indicated that they have consumed lamb meat or its products. Only 2 of them consume them once a week (Table 3). A type of lamb chop or fricassee is the retail cut and preparation most consumed among the participants.

Thirteen of the participants (65%) had consumed unidentified lamb meat value-added products previously to the study and only 1 (5%) had consumed mini-burgers (Table 4). Others indicated to have consumed chorizo or lamb ham and none of them have eaten jerky.

At home is the place where 50% of the participants (n=10) indicated they have consumed lamb meat or one of its value-added products. Nevertheless, all the options available in the questionnaire, like restaurant (n=7), some social activity (n=5), agricultural fair (n=1) or other, were selected for places where they've consumed lamb meat or other lamb products.

**Table 3. Lamb meat consumption frequency and types of cuts most consumed among the participants**

Frequency at which lamb meat is consumed	Number of Participants	%
Once a week	2	10
2 to 5 times a week	1	5
Once a month	3	15
1 or more times every 6 months	6	30
1 or more times a year	8	40
Type of retail cut or preparation of meat you've consumed		
Type of chop (shoulder, loin or french)	10	50
Fricassee (preparation)	9	40
Osso Buco	2	10
Front or rear leg	3	15
Other	4	20

**Table 4. Type of lamb meat value-added products consumed among the participants**

Type of Product	Number of Participants	%
Chorizo	4	20
Jerky	0	0
Ham	5	25
Mini-burgers	1	5
Other	13	65

In the second part of the survey, *after cooking*, the general acceptability and juiciness of the product was evaluated, and how it compares to beef (Table 5). This section contained questions about product marketing and recommendations from the potential consumers. Out of the 30 participants in the survey, 40% (n=12) classified the general acceptability of the lamb meat mini-burgers as excellent, 33% (n=10) as very high and 27% (n=8) as moderate (Table 5). The juiciness of the mini-burgers was classified as moderate by 66% (n=20) of the participants and high by 23% (n=7). None of the participants classified the mini-burgers with low, very low acceptability or with dry juiciness. Forty percent (n=12) of the participants surveyed indicated that the flavor of the lamb mini-burgers is similar to beef, 37% (n=11) responded that the flavor of the lamb meat was better and 23% (n=7) indicated that beef was better.

Twenty-five (83.3%) of the participants indicated that they're willing to buy the lamb mini-burgers, while 5 (16.7%) responded no. Some of the reasons mentioned for buying the product are: 1) pleasant flavor, 2) fast cooking time, 3) to substitute the consumption of beef, 4) promote the sheep industry, 5) another food alternative, 6) it has a softer flavor than beef, 7) it's a healthy, 8) good quality of the product and 9) It's a different product not found in many places. Sánchez et al., (2001) reported that the burgers were characterized to be "rich, light and healthy". Also,

they reported that consumers indicated that the lamb burgers “don’t cause indigestion”. The reasons against their purchase are: 1) the size of the burger is too small, 2) don’t consume lamb meat regularly, 3) they resemble the animals’ smell, 4) the residual flavor of the product, 5) didn’t like their flavor. There were similar reasons from the consumers in the study by Sánchez (2001), where they mention that the burgers reduce in size significantly because of the loss of water at the time of cooking. The bland flavor of the meat was also highlighted (Sánchez 2001).

The last question of the questionnaire was about the price the consumers are willing to pay for the product. According to the 30 participants, the recommended price for the market is \$5.00 to \$7.50 (47%, n=14) for 6 mini burgers with a combined weight of 272 g. Nevertheless, 4 (13%) participants indicated they will be willing to pay \$7.00 to \$10.00 for the same product and 23% (n=7) \$1.00 to \$5.00 (Table 6).

Lamb meat is not part of the regular diet in many Puerto Rican homes, especially in the urban household. The prejudice that exists towards lamb meat is undoubtable because they are unaware of its composition, benefits, and processing. The lack of knowledge about it causes an initial reaction towards its strong or unpleasant flavor, smell, and appearance. The cooking method of the meat also influences its palatability and acceptance. Likewise, there is a sector of the population where lamb meat is part of or the base of the diet. To achieve an increase in the number of consumers ready to eat products must be introduced to facilitate the work for the consumer. This way, a space is opened in their daily diet and proportionally increases its demand for lamb meat and its value-added products. Based on the acceptability of the mini lamb burgers among the participants and their disposition on acquiring them we can infer that its elaboration is an alternative for the sale of lamb meat.

**Table 5. Lamb mini-burgers general acceptability, juiciness, and comparison with beef burgers among participants**

General Acceptability	Number of Participants	%
Excellent	12	40
Very High	10	33
Moderate	8	27
Low	0	0
Very Low	0	0
<u>Juiciness</u>		
High	7	23
Moderate	20	66
Low	2	6
Dry	1	5
Very Dry	0	0
<u>How do the lamb mini-burgers compare to the beef burgers</u>		
The lamb taste better	11	37
They’re similar	12	40
The beef taste better	7	23

**Table 6. Price participants are willing to pay for 6 mini lamb burgers with a weight of 226 g**

Price (\$)	Number of Participants	%
1 to 5	7	23
5 to 7.50	14	47
7.50 to 10	4	13
10 or more	0	0

### Conclusions

Mini-burgers could be considered as a value-added product with major potential within the lamb meat industry. Nevertheless, studies of its production economic viability and other forms of lamb meat preparation must be conducted.

### Cited Literature

Aksoy, Y. and Ulutas, Z. 2016. Meat production traits of local Karayaka sheep in Turkey I. The meat quality characteristic of lambs, *Ital. J. Food Sci.*, 28, 131–138, <https://doi.org/10.14674/1120-1770/ijfs.v465>.

González, E. Descriptive Analysis of Small Ruminant Meat Offer in Puerto Rico and Carcass Characteristics of Locally Slaughtered Animals (2011). Tesis digitales UPRM. [https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/1408/CIAN\\_Gonz%c3%a1lezDelfausE\\_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scholar.uprm.edu/bitstream/handle/20.500.11801/1408/CIAN_Gonz%c3%a1lezDelfausE_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Montossi, F., Font-i-Furnols, M, Del Campo, M., San Julian, R., Brito, G and Sañudo, C. 2013. Producción sostenible de carne ovina y las tendencias de las preferencias de los consumidores: compatibilidades, contradicciones y dilemas sin resolver. *Meat Sci.* 95:772-789

Sánchez, M., A.I. San Juan, A. Georges. 2001. The influence of personal attitudes and experience in consumption on the preferences for lamb and veal. Department of Business Administration, University of Navarra, Spain. [file:///C:/Users/Abner%20Rodriguez/Downloads/The\\_influence\\_of\\_personal\\_attitudes\\_and\\_experience.pdf](file:///C:/Users/Abner%20Rodriguez/Downloads/The_influence_of_personal_attitudes_and_experience.pdf)

## **ELABORACIÓN Y ACEPTABILIDAD DE DOS TIPOS DE CECINA DE MUTTON**

**Diana Carolina Nevárez, Aixa Rivera, Elvin Ronda, Luis C. Solórzano y Abner A. Rodríguez**

### **Resumen**

Los productos de valor añadido como la cecina, nombre dado a la carne curada o deshidratada, representa una alternativa para la comercialización de productos de valor añadido de carne de ovinos. El objetivo de este estudio, tipo sondeo, fue determinar el rendimiento de la producción de cecina utilizando un pernil trasero de mutton y, mediante un sondeo, evaluar la aceptabilidad entre consumidores en Puerto Rico. El pernil trasero de (5.03 kg) fue deshuesado y se calculó el rendimiento de carne y el de la producción de tiras de cecina de 3 a 4 pulgadas de largo y 1 de ancho (7 a 10 x 2.55 cm). Para el estudio de aceptabilidad tipo sondeo, se preparó un cuestionario que fue distribuido entre 30 participantes residentes en 7 regiones agrícolas distintas y 13 municipios de la isla. Además del cuestionario se le entregó cada participante, dos bolsas plásticas con 3 tiras de cecina elaborado con 2 recetas. Para la receta A, se utilizó como ingredientes salsa teriyaki, salsa de soya, azúcar morena, salsa inglesa, ajo molido y miel. Para la receta B, se utilizaron los mismos ingredientes con la excepción de que a la misma se le añadió humo líquido. El cuestionario contenía preguntas sobre la aceptabilidad, apariencia, textura y sabor de las dos recetas de cecina y si estaría dispuesto a comprar y a su vez el precio a pagar por una docena de tiras. El rendimiento de la carne deshuesada con relación del peso del pernil fue de 69.18%, mientras que el rendimiento de producción de cecina con relación al peso de la carne fue de 87.64%. En el estudio tipo sondeo, el 77% (n = 21) de los 30 participantes habían consumido carne de ovino y el 50% (n = 15) algún producto de valor añadido de ovino. El 70% (n = 20) de los participantes clasificó la apariencia de ambas recetas de cecina entre agradable o muy agradable, el 96% (n=29) clasificó la aceptabilidad general como alta o moderada y el 83% (n = 21) la textura como agradable o muy agradable. El sabor de la cecina elaborado con la receta sin humo líquido fue clasificado como muy agradable por 18 (60%) de los participantes, pero solamente por 13 (43.3%) la receta que contenía ese ingrediente. El 83.33% (n = 25) de los participantes indicó que le interesaría comprar el producto y el 47% (n = 14) que el rango en precio más recomendado para un paquete de 12 tiras debe ser de \$5.00 a \$7.50. En resumen, la cecina puede considerarse como un producto de valor añadido con un potencial para el mercadeo de carne de cordero.

**Palabras Claves:** Cecina, Mutton, Valor Añadido

### **Introducción**

Los productos de valor añadido representan para los productores de alimentos, opciones de mercadeo que permiten satisfacer y superar las expectativas de los consumidores. El término valor añadido se refiere al “conjunto de características adicionales del producto o servicio que se ofrece que hacen que sea más atractivo para el cliente frente a la competencia. (Food-Info.net, 2019). Integrando este concepto a productos cárnicos, “El hombre, a través de los años, ha desarrollado métodos de conservación que permiten aumentar la vida útil de este producto; la deshidratación o secado constituye el más antiguo de ellos y comúnmente se emplea en asociación con el salado. El principio de conservación radica en que los microorganismos que causan el deterioro no pueden crecer ni multiplicarse en ausencia de agua” (Jerky and Food Safety, 1995).” A nivel mundial ya existe la producción y el mercado de cecina (conocido como



jerky, en el idioma inglés) de carne de cordero o mutton principalmente en los Estados Unidos, Canadá y México; seguido por el Reino Unido y Nueva Zelanda. (How beef jerky is made, 2019). En Puerto Rico, la producción y mercadeo de la carne de mutton en forma de cecina sería una alternativa de mercadeo para los productores de carne ovina. Sin embargo, no existen estudios sobre su elaboración, su rendimiento de producción, y aceptabilidad de los potenciales consumidores en la isla. El objetivo de este experimento fue determinar el rendimiento de producción de cecina utilizando un pernil trasero de mutton y evaluar la aceptabilidad de dos recetas entre los consumidores en Puerto Rico.

### **Materiales y Métodos**

Un pernil de un carnero de 24 meses de edad y sacrificado en un matadero comercial fue utilizado para obtener la carne para la elaboración de las dos recetas utilizadas para la elaboración de cecina. El deshuese del pernil para obtener la carne y la elaboración del producto final fue realizado en el laboratorio del Edificio Alfredo Ramírez Arellano en el Centro de Innovación y Tecnología de Alimentos (CITA) en el Recinto Universitario de Mayagüez. Durante el proceso, se recopiló el peso del pernil, el peso de la carne obtenida después del deshuese, el peso del hueso y el peso del descarte (grasa y tejido conectivo). Con los datos se determinó el rendimiento de los diferentes componentes en la producción de cecina: carne deshuesada, hueso, tiras de carne por receta y descarte.

Para la elaboración de la cecina de mutton se utilizaron 2 recetas (A y B). Para la receta A se utilizó como ingredientes salsa teriyaki, salsa de soya, azúcar morena, salsa inglesa, ajo molido y miel. Para la receta B, se utilizaron los mismos ingredientes con la excepción de que se le añadió humo líquido. Las tiras de la carne de la carne deshuesada del mutton de 3 a 4 pulgadas de largo por 1 de ancho (7 a 10 x 2.55 cm) se mezclaron con los ingredientes de cada receta y se refrigeraron en bolsas plásticas durante 24 horas. Después de las 24 horas, las tiras de carne de cada receta se colocaron en un deshidratador tipo Excalibur® Food Dehydrator, (Excalibur 3926TB 9 Tray Dehydrator, Sacramento, CA) durante 6 horas. Una vez preparados los dos tipos de cecina se almacenaron en bolsas plásticas en grupos de 2 a 3 piezas. Las bolsas con los dos tipos de cecina se utilizaron para la prueba de aceptabilidad, tipo sondeo, utilizando un cuestionario como instrumento de medición. Una bolsa de cecina de cada receta y el cuestionario, que consistía en preguntas de tipo demográfico y del producto, se distribuyó entre 30 posibles consumidores localizados en 7 regiones agrícolas y 16 municipios en la isla (Cuadro 1).

Las preguntas sobre los 2 tipos de cecina de cordero incluyeron 1) la apariencia general, 2) la aceptabilidad general, 3) el sabor, 4) la textura, 5) la comparación con cecina de carne de res, 6) si compraría o no el producto y 7) el precio que estaría dispuesto a pagar por una docena de tiras del producto. En el sondeo también se preguntó si había consumido carne de cordero o algún tipo de valor añadido con carne ovina.

**Cuadro 1. Participantes en la prueba de aceptabilidad de los dos tipos de cecina de cordero por Región Agrícola y Municipio**

Región agrícola	Municipios	Total
Utua	Ciales	1
Arecibo	Barceloneta	2
	Arecibo	1
	Dorado	1
	Vega Alta	2
	Hatillo	1
Mayagüez	Mayagüez	4
	Moca	2
Ponce	Aibonito	1
	Salinas	1
Caguas	Caguas	1
	Bayamón	1
	Cataño	1
Naranjito	Corozal	7
	Naranjito	1
San Germán	Cabo Rojo	2

### Resultados y Discusión

El peso del pernil trasero de mutton utilizado para la elaboración de cecina fue de 5.03 kg. Como resultado del deshuese del pernil se obtuvo 3.48kg de carne y 1.55 kg de hueso, lo que representa un rendimiento en carne del 69.18% (cuadro 2). De los 3.48 kg de carne y una vez descartado el exceso de grasa y tejido (0.43 kg) se utilizaron 3.05 kg para la elaboración de la cecina, lo que representó un 87.64% de rendimiento con relación al peso de la carne.

**Cuadro 2- Rendimiento de la elaboración de Cecina de Mutton**

Componente	Peso (kg)	(%)
Peso del pernil fresco	5.03	-
Peso de la carne deshuesada	3.48	69.18
Hueso	1.55	30.83
Peso de las tiras de carne frescas	3.05	87.64
Peso de las tiras frescas por receta	1.52	-
Peso de la grasa y/o tiras descartados	0.43	12.36

Para los resultados del sondeo de aceptabilidad se presentan las respuestas combinadas de los 30 participantes independientemente de su información demográfica. Si hubo, sin embargo, una participación heterogénea por sexo y edad. El 67% (n = 20) de los participantes fue del sexo

masculino y 33% (n=10) femenino y el rango de edad más común fue de 20 a 30 años (40%, n = 12). (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Sexo y edad de los participantes de la prueba de aceptabilidad de Cecina de Mutton**

Edad	N	%	Sexo	N	%
15-20	5	17	Femenino	10	33.33
20-30	12	40	Masculino	20	66.67
30-40	4	13			
40-50	3	10			
50-60	0	0			
>60	6	20			

Entre los participantes, el 77% habían consumido carne de cordero previo a la encuesta, pero solamente el 50% habían consumido algún tipo de producto de cordero de valor añadido. Los participantes del sondeo no indicaron que tipo de corte de carne ni que el tipo de producto de valor añadido que habían consumido previo a este estudio.

**Cuadro 4. Consumo de carne de Cordero y productos de valor añadido previo a evaluar la cecina de mutton**

Carne de Cordero	Consumidores	(%)
Sí	23	76.67
No	7	23.33
Producto de valor añadido		
Sí	15	50
No	15	50

Independientemente de si habían consumido carne de ovino todos los encuestados participaron en el estudio de aceptabilidad y otras características de la cecina. En los resultados del estudio tipo sondeo, una apariencia agradable fue la respuesta más común entre los participantes para los dos tipos de cecina (43.3%, n=13 y 36.7%, n=11, para la receta A y B, respectivamente) (Cuadro 5). Los tres criterios para medir la aceptabilidad del producto y los cuatro para la textura fueron similares para los dos tipos de cecina. Para ambas recetas el 50% (n=15) de los participantes clasificó la aceptabilidad como moderada y la textura como agradable. Si hubo diferencias en la preferencia por sabor entre las recetas de cecina de mutton. Para el 60% (n=18) de los participantes el sabor de la cecina preparado sin humo líquido fue muy agradable comparado con el 43.3% (n = 13) de la receta con ese ingrediente. Además, 9 participantes clasificaron el sabor de la receta B como poco agradable (n = 8) o no agradable (n=1), comparado con 4 y 1 participante para la receta A, respectivamente.

Ochenta y tres por ciento de los 30 participantes (n=25) estarían dispuestos a comprar el producto. El 46% pagarían de \$5.00 a \$7.50 por 12 tiras del producto. (Cuadro 6). Este rango de precio es similar al encontrado en el mercado con cecina de carne de res (Food-info.net, 2019).

**Cuadro 5. Apariencia general del producto según los consumidores por receta**

Apariencia	Receta A	%	Receta B	%
Muy Agradable	10	33.3	10	33.3
Agradable	13	43.3	11	36.7
Poco Agradable	6	20	8	26.7
No Agradable	1	3.33	1	3.3
<u>Aceptabilidad</u>				
Alta	14	46.6	14	46.7
Moderada	15	50	15	50
Ninguna	1	3.33	1	3.3
<u>Sabor</u>				
Muy Agradable	18	60	13	43.3
Agradable	8	26.7	8	26.7
Poco Agradable	4	13.3	8	26.7
No Agradable	0	-	1	3.3
<u>Textura</u>				
Muy Agradable	7	23.3	7	23.3
Agradable	15	50	15	50
Poco Agradable	5	16.7	5	16.7
No Agradable	3	10	3	10

**Cuadro 6. Consumidores dispuestos a comprar el producto y precio recomendado para una docena de tiras de cecina de Cordero**

Compraría el producto	Participantes	%
Si	25	83.3
No	5	16.7
<u>Precio a pagar (\$)</u>		
1.00 -5.00	6	20
5.00 -7.50	14	46
7.50- 10.00	8	27
10.00 o más	2	7

### Conclusiones

En resumen y basados en los resultados del sondeo, podemos inferir que la elaboración de cecina es una alternativa para el mercadeo como producto de valor añadido con carne de ovinos. Sin embargo, la evaluación de otras recetas y tamaños y estudios sobre la viabilidad económica de su producción deben realizarse.

### Literatura Citada

Jerky and Food Safety. 2020. Retrieved from: [https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/meat-preparation/jerky-and-food-safety/CT\\_Index](https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/meat-preparation/jerky-and-food-safety/CT_Index)

Food-Info.net : ¿Qué es 'cecina' (de carne de res)? . 2019. Retrieved from: <http://www.food-info.net/es/qa/qa-wi14.htm>

How beef jerky is made - material, making, history, used, processing, components, steps, product, machine, History. 2019. Retrieved from: <http://www.madehow.com/Volume-4/Jerky-Cecina.html>

## PREPARATION AND ACCEPTABILITY OF TWO TYPES OF MUTTON JERKY

**Diana Carolina Nevárez, Aixa Rivera, Elvin Ronda, Luis C. Solórzano and Abner A. Rodríguez**

### Summary

Value-added products such as jerky, a name given to cured or dehydrated meat, represent an alternative to the commercialization of value-added sheep meat products. The objective of this experiment was to determine the production performance of jerky using a mutton's rear leg and, through a survey, to assess consumer acceptability in Puerto Rico. The rear leg (5.03 kg) was boned, and the yield of meat and the performance of the production of jerky strips (3 to 4 inches long and 1 inch wide; 7 to 10 by 2,55 cm) was evaluated. A questionnaire was prepared and distributed among 30 participants residing in 7 different agricultural regions and 13 municipalities on the island. In addition to the questionnaire, each participant was given two plastic bags with 3 strips of jerky each. Each plastic bag contained jerky made using one of two recipes. Recipe A included teriyaki sauce, soy sauce, brown sugar, Worcestershire sauce, ground garlic and honey. The same ingredients were used for recipe B with the exception that liquid smoke was added to it. The questionnaire contained questions about the acceptability, appearance, texture, and taste of the two jerky recipes and whether the participant would be willing to buy the jerky and how much they would be willing to pay for a dozen strips. The yield of boneless meat relative to the weight of the leg was 69.18%, while the yield of jerky production relative to meat weight was 87.64%. In the survey, 77% (n=21) of the 30 participants had consumed ovine meat and 50% (n=15) had consumed some type of value-added product. Seventy percent (n=20) of the participants classified the appearance of both jerky recipes either pleasant or very pleasant, 96% (n=29) classified the general acceptability as either high or moderate and 83% (n=21) classified the texture as pleasant or very pleasant. The taste of the jerky made with the recipe A was classified as very pleasant by 18 (60%) participants, but only 13 (43.3%) indicated that recipe B was very pleasant. Eighty three and a third percent (n =25) of the participants indicated that they would be interested in buying the product and 47% (n=14) indicated that the most recommended price range for a 12-strip package should be \$5.00 to \$7.50. In summary, jerky can be a value-added product with potential for the marketing of sheep meat.

**Keywords:** Jerky, sheep meat, value-added product.

### Introduction

Value-added products represent for food producers, marketing options that allows them to satisfy and exceed customers' expectations. The term value-added refers to the "set of additional product or service features offered, that make it more attractive to the customer and differentiate it from the competition" (Food-Info.net, 2019). Integrating this concept into meat products, "Man, over the years, has developed conservation methods that allows him to increase the product's shelf life; dehydration or drying are the oldest of these methods and they're commonly used in association with salting. The conservation principle is based on the microorganisms that cause deterioration can't grow or multiply in the absence of water (Jerky and Food Safety, 1995). Worldwide, the production and marketing of lamb or mutton jerky is mainly led by the United

States, Canada, and Mexico; followed by the United Kingdom and New Zealand. (How beef jerky is made, 2019). In Puerto Rico, the production and commercialization of mutton meat as jerky represents an alternative for sheep meat producers. However, there are no studies on its manufacturing, its production performance and acceptability of potential consumers on the island. The objective of this experiment was to determine the production yield of jerky from a mutton rear leg and to evaluate the acceptability among consumers in Puerto Rico of two jerky recipes.

### **Materials and Methods**

A rear leg from a 24-month-old mutton slaughtered at a commercial slaughterhouse was used to obtain meat for the manufacturing of two recipes of jerky (Figure 1). The boning of the mutton leg and the elaboration of the final product was carried out at the laboratory of the Alfredo Ramírez Arellano Building in the Center for Innovation and Food Technology of the University of Puerto Rico at Mayagüez Campus. During the process, the mutton leg and the meat were weighed after deboning. Also, the weight of the bone and the discard (fat and connective tissue) were determined. This data is used to determine the yield of the different components in production of jerky: boneless meat, bones, meat strips per recipe and discard.

Two recipes (A and B) were used to produce mutton Jerky. For recipe A, the ingredients included were teriyaki sauce, soy sauce, brown sugar, Worcestershire sauce, ground garlic and honey. For recipe B, the same ingredients were used with the exception that liquid smoke was added. Boneless mutton meat strips were made measuring 3 to 4 inches long by 1 inch wide (7 to 10 x 2,55 cm). The strips were added to the ingredients of each recipe and refrigerated in plastic bags for 24 hours. After 24 hours, the meat strips from each recipe were placed in an Excalibur 3926TB 9 Tray Dehydrator (Excalibur Food Dehydrator, Sacramento, CA) for 6 hours. Once the two types of jerky were prepared, they were stored in plastic bags in groups of 2 or 3 pieces. Each plastic bag containing jerky made from one of two recipes and a questionnaire, which consisted of demographic questions and included questions about the product, were distributed among 30 potential consumers located in 7 agricultural regions and 16 municipalities on the island. (Table 1).

Questions about the mutton jerky included 1) general appearance, 2) general acceptability, 3) taste, 4) texture, 5) comparison with Beef Jerky, 6) whether or not consumers would buy the product and 7) the price that consumers would be willing to pay for a dozen strips of the product. The survey also asked whether the participants consumed mutton or value-added sheep meat products.

**Table 1. Participants in the acceptability survey of the two types of mutton jerky by agricultural region and municipality**

Agricultural region	Municipalities	Total of participants by Region
Utuaado	Ciales	1
Arecibo	Barceloneta	2
	Arecibo	1
	Dorado	1
	Vega Alta	2
	Hatillo	1
Mayagüez	Mayagüez	4
	Moca	2
Ponce	Aibonito	1
	Salinas	1
Caguas	Caguas	1
	Bayamón	1
	Cataño	1
Naranjito	Corozal	7
	Naranjito	1
San Germán	Cabo Rojo	2

### Results and Discussion

The weight of the mutton rear leg used to produce jerky was 5.03 kg. After the deboning process, 3.48 kg of meat and 1.55 kg of bone were obtained, which represents a meat yield of 69.18% (Table 2). The 3.48 kg of meat were cleaned and excess fat and tissue (0.43 kg) were discarded. Thus 3.05 kg were used to produce jerky, which represented 87.64% yield in relation to the weight of the deboned meat.

**Table 2. Yield of the production of Mutton Jerky**

Component	Weight (kg)	(%)
Fresh leg weight	5.03	-
Weight of boneless meat	3.48	69.18
Bone	1.55	30.83
Weight of fresh meat strips	3.05	87.64
Weight of fresh strips per recipe	1.52	-
Weight of excess fat and tissue discarded	0.43	12.36

The results of the acceptability survey combined the responses of the 30 participants regardless of their demographic information. However, a heterogeneous participation by sex and age were

observed. Sixty seven percent (n=20) of the participants were male and 33% (n=10) were female. The most common age range was 20 to 30 years old (40%, n=12, Table 3).

Seventy seven percent of the participants had consumed lamb meat before the survey, but only 50% had consumed some kind of value-added product (Table 4). The participants of the survey did not indicate what type of meat cut or the type of value-added product they had consumed prior to this study.

Regardless of whether they had or had not consumed sheep meat before the experiment, all 30 participated in the acceptability study of the jerky. The results of the survey, indicate that the most common response among participants was that both types of jerky had a pleasant appearance (43.3%, n=13 and 36.7%, n=11, for recipes A and B, respectively; Table 5).

**Table 3. Sex and Age of the participants in the mutton jerky acceptability study**

Age - years	N	%	Sex	N	%
15-20	5	17	Female	10	33.33
20-30	12	40	Male	20	66.67
30-40	4	13			
40-50	3	10			
50-60	0	0			
>60	6	20			

**Table 4. Consumption of sheep meat and value-added products before evaluating mutton jerky**

Sheep Meat	Number	(%)
Yes	23	76.67
No	7	23.33
Value-added product		
Yes	15	50
No	15	50

Results indicate that the acceptability and the texture of the product were similar for the two types of jerky. For both recipes, 50% (n=15) of the participants classified acceptability as moderate and texture as pleasant. There were differences in taste preference between mutton jerky recipes. For 60% (n=18) of the participants the taste of Recipe A, prepared without liquid smoke, was very pleasant compared to 43.3% (n=13) of Recipe B which prepared with said ingredient. On the other hand, nine participants classified the taste of Recipe B as a little pleasant (n=8) or non-pleasant (n=1), compared to five participants for recipe A for the same category. Eighty-three percent of the 30 participants (n=25) would be willing to buy the product. Forty Six percent would pay \$5.00 to \$7.50 for 12 strips of the product (Table 6). This price range is similar to the one found in Beef Jerky market products.



**Table 5. Characteristics of the product according to consumers by recipe**

Appearance	Recipe A	%	Recipe B	%
Very Pleasant	10	33.3	10	33.3
Pleasant	13	43.3	11	36.7
A little pleasant	6	20	8	26.7
Not Pleasant	1	3.33	1	3.3
<u>Acceptability</u>				
High	14	46.6	14	46.7
Moderate	15	50	15	50
No	1	3.33	1	3.3
<u>Flavor</u>				
Very Pleasant	18	60	13	43.3
Pleasant	8	26.7	8	26.7
A little pleasant	4	13.3	8	26.7
Not Pleasant	0	-	1	3.3
<u>Texture</u>				
Very Pleasant	7	23.3	7	23.3
Pleasant	15	50	15	50
A little pleasant	5	16.7	5	16.7
Not Pleasant	3	10	3	10

**Table 6. Consumers willing to buy the product and the price recommended for a dozen mutton jerky strips**

They'd buy product	Participants	%
Yes	25	83.3
No	5	16.7
<u>Price to pay (\$)</u>		
1.00 -5.00	6	20
5.00 -7.50	14	46
7.50- 10.00	8	27
10.00 or more	2	7

### Conclusion

Mutton jerky production is an alternative to commercialize as a value-added product. The evaluation of other recipes and studies about the economic viability of its production should be carried out.

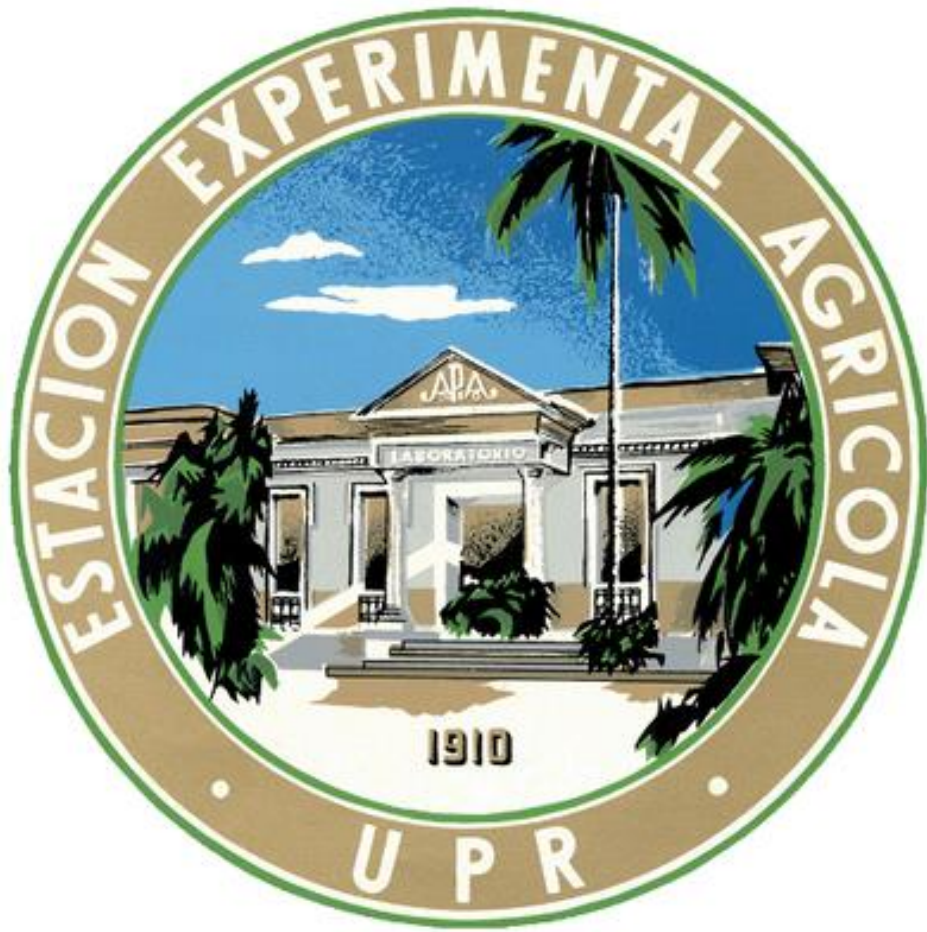
### Cited Literature

Jerky and Food Safety. 2020. Retrieved from:

[https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/meat-preparation/jerky-and-food-safety/CT\\_Index](https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/meat-preparation/jerky-and-food-safety/CT_Index)

Food-Info.net : What is 'cecina' (beef)?. 2019.Retrieved from: <http://www.food-info.net/es/qa/qa-wi14.htm>

How beef jerky is made - material, making, history, used, processing, components, steps, product, machine, History. 2019. Retrieved from: <http://www.madehow.com/Volume-4/Jerky-Cecina.html>



**This project was supported by the Resident Instruction in Insular Areas Program Competitive Grant no. 2019-70004-30058 from the USDA National Institute of Food and Agriculture**



**United States Department of Agriculture  
National Institute of Food and Agriculture**