

Artículo científico

Caracterización de canales ovinas en el mercado costarricense para la generación de una escala visual de clasificación¹

Daniela Montero-Salas², Alejandro Chacón-Villalobos³, Luis Alejandro Rodríguez-Campos⁴

RESUMEN

Cada día, el sector ovino nacional está en búsqueda de mejorar la calidad de carne producida; sin embargo, en esta industria del país no existe un sistema de clasificación estándar para las canales ovinas. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características morfométricas de canales ovinas para generar una herramienta visual práctica que permita conceptualizar un modelo estandarizado de canal comercial para el mercado costarricense. La investigación tuvo lugar entre enero y diciembre del 2019, en tres plantas de procesamiento de ovinos, ubicadas en Las Nubes de Coronado, Balsa de Atenas y en Miramar de Puntarenas, Costa Rica. Se muestrearon 95 canales de distintas razas, edades y procedencias; midiendo peso vivo, canal caliente, rendimiento en canal, sexo, edad dentaria, conformación muscular, grosor de grasa dorsal en canales calientes y frías, y cobertura de grasa. Se tomaron muestras de carne y fotografías para su análisis. En promedio, los animales presentaron un peso vivo de 38,3kg al sacrificio, la canal caliente pesó 17,2kg, el rendimiento a canal fue de 45% y grosor de grasa subcutánea de 7,1mm. Al cuantificar color con la escala CIELab, se obtuvieron promedios de 40,57 (L*), 13,12 (a*) y 17,32 (b*). Al asociar la edad con los resultados, se obtuvo una correlación baja y negativa para L* ($r=-0.32$) y b* ($r=-0.215$), y no se

¹Este trabajo formó parte del proyecto de investigación 737-B4-061 inscrito en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

²Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Correo electrónico: danim3649@gmail.com

³Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Universidad de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Autor para correspondencia: alejandro.chacon@ucr.ac.cr

⁴Escuela de Ingeniería en Sistemas de Producción Animal. Universidad Técnica Nacional. Atenas, Alajuela, Costa Rica. Correo electrónico: lrodriguezca@utn.ac.cr

Recibido: 02 mayo 2021 Aceptado: 09 setiembre 2021

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0.



encontró asociación con a^* ($r=0.04$). La diferencia entre el “grosor de grasa” en canales calientes y frías en el 18,9% del total de canales fue de 0,18cm en promedio. Luego se realizó una regresión lineal ($R^2=0.79$); no obstante, la muestra es pequeña. Se propuso una herramienta visual conformada por tres dimensiones utilizando la canal caliente, el grosor y la cobertura de grasa, constituyéndose en una guía para mejorar el producto final y como modelo estandarizado de canales para exportación.

Palabras clave: Carne ovina, canales, clasificación visual, características morfométricas, industria cárnica.

ABSTRACT

Characterization of sheep carcasses in the Costa Rican market for the generation of a visual classification scale.

Every day, the national sheep sector is in search of improving the quality of meat produced, however, in this industry there is no standard classification system for sheep carcasses in the country. The objective of this work was to evaluate the morphometric characteristics of sheep carcasses in order to generate a practical visual tool that allows the conceptualization of a standardized commercial carcass model for the Costa Rican market. The investigation took place between January and December 2019, in three sheep processing plants, located in Las Nubes de Coronado, Balsa de Atenas and Miramar de Puntarenas, Costa Rica. Ninety five carcasses of different breeds, ages and origins were sampled, measuring live weight, hot carcass, carcass performance, sex, dental age, muscular conformation, thickness of back fat in hot and cold carcasses, and fat coverage. Meat samples and photographs were taken for analysis. On average, the carcasses had a live weight of 38.3kg, the hot carcass weighed 17.2kg, the yield was 45% and the subcutaneous fat thickness was 7.1mm. When quantifying color with the CIELab scale, averages of 40.57 (L^*), 13.12 (a^*) and 17.32 (b^*) were obtained. When associating age with the results, a low negative correlation was obtained for L^* ($r=-0.32$) and b^* ($r=-0.215$), and a low positive correlation for a^* ($r=0.04$). The difference between the thickness of the fat in hot and cold carcasses in 18.9% of the total carcasses was 0.18cm on average. Then a linear regression was performed ($R^2=0.79$); however, the sample is small. A visual tool made up of three dimensions was proposed using the

hot carcass, thickness and fat coverage, consisting of a guide to improve the final product and as a standardized model of carcasses for exportation.

Keywords: Sheep meat, carcasses, visual classification, morphometric characteristics, meat industry.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, diversos países han incursionado en la producción cárnica ovina, siendo China el mayor productor, consumidor e importador de esta carne. Otros países como Australia, Nueva Zelanda, Turquía y el Reino Unido también destacan por su alta producción (FAO, 2014a); sin embargo, en Costa Rica la producción de carne ovina es baja, con un estimado de 2,42 toneladas para el año 2015 (INEC, 2015).

En la actualidad, el ingreso de turismo extranjero y el incremento en el conocimiento y aceptación de la carne ovina por parte del costarricense han fomentado su consumo (Montero, 2018). No obstante, la producción de este tipo de carne en Costa Rica presenta puntos de mejora en una serie de aspectos técnicos que deterioran la producción, como la genética, manejo de hato, alimentación y administración. La optimización de estos factores permitiría el desarrollo de un nicho en el mercado costarricense digno de competir con la producción de otras carnes, como la res, el cerdo y el pollo (Mora y Chacón, 2015).

A nivel nacional, son pocos los casos de producciones con hato puro, pero las razas Dorper, Texel y Suffolk son las más utilizadas para cruzamientos, dependiendo de su disponibilidad en el mercado o la satisfacción del productor en términos productivos (Mora y Chacón, 2015; Umaña, 2017; Vásquez, 2011a). De esta forma, las canales producidas no se caracterizan de forma, puesto que son pocos los datos disponibles y estudios específicos sobre el tema. Según el Reglamento Sanitario de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes (Decreto N° 29588-MAG-S, 2001), una canal es la unidad cárnica primaria obtenida de la insensibilización, desangrado, descuerado, eviscerado, un corte en la cabeza a nivel de la articulación atlanto-occipital, sin órganos genitales externos, y los miembros anteriores y posteriores cortados a nivel de las articulaciones carpo-metacarpo y tarso-metatarso. En términos de rendimiento productivo,

en el año 2011, Costa Rica se encontraba en un rango del 38% al 50%, aunque en otros países se reportaron rendimientos mayores al 50% (Partida de la Peña et al., 2013; Vázquez, 2011b).

Además de la estructura fisicoquímica propia de toda canal (Ablikim et al., 2016; Hopkins y Mortimer, 2014), existen diversos procesos *ante-mortem* y *post-mortem* que influyen en la calidad (Hui, 2012). La raza puede influir en la cantidad de grasa y color de la musculatura de la canal, afectando la percepción del consumidor (Vásquez, 2011a). La edad influye en el tamaño de la canal, ya que animales menores al año y medio no presentan un buen desarrollo de fibras musculares, mientras que en animales adultos el músculo está más desarrollado y, por ende, presentan un mejor rendimiento (Tinari et al., 2014). La alimentación y manejo del hato son factores que definen la canal; en Costa Rica las ovejas suelen manejarse en semi-estabulación, con una alimentación a base de pasto picado y algún grado de suplementación (Castillo et al., 2013; Mora y Chacón, 2015). Del mismo modo, aspectos como la composición de la grasa y otras características de la canal pueden verse afectadas por un mal proceso de faenado (FAO, 2014b), ya que incluye procesos bioquímicos que podrían resultar en una acumulación de ácido láctico y en procesos de desnaturalización proteica (Chacón, 2015; Fornaguera y Gómez, 2011). Un sobre enfriamiento de las canales puede provocar un defecto conocido como acortamiento por frío, o "cold shortening" en inglés (Lawrie y Ledward, 2017), que provoca canales pálidas y de mayor dureza (Hui, 2012). Por último, un mal manejo durante el proceso de cosecha aumenta el riesgo de lesiones recientes como golpes, hematomas y heridas abiertas, que reducen el rendimiento y calidad del producto final (Hui, 2012).

El color es una característica importante, debido a que los consumidores lo asocian con su sabor, ternura, inocuidad, tiempo de almacenamiento, valor nutricional y nivel de satisfacción (Girolami et al., 2013). Este parámetro se puede ver afectado por el nivel de pH, concentración de glucógeno en los músculos y grado de temperatura a la que se almacena la canal (Hervé, 2013).

A nivel mundial, se han establecido sistemas de clasificación de canales ovinas con el fin de definir su calidad y agruparlas en categorías según sus características morfométricas (Ruiz, 2011). De estos aspectos, el peso, la categoría y el engrosamiento son las características más tomadas en cuenta

en los sistemas; contrario al color y al grado de calidad, que son las menos utilizadas (AUS-MEAT, 2020; Diario Oficial de la Unión Europea, 2008; Partida de la Peña, 2014; Ford, 2015; INAC, 2015).

Un ejemplo de lo anterior es la Unión Europea, que tiene un sistema que clasifica las canales de acuerdo con su conformación en Superior (S), Excelente (E), Muy Buena (U), Buena (R), Suficiente (O) y Pobre (P); y de acuerdo con su estado de engrasamiento en No Graso (1), Poco cubierto (2), Cubierto (3), Graso (4) y Muy Graso (5) (Diario Oficial de la Unión Europea, 2017). Al aplicar este sistema se pueden utilizar varias escalas. La tradicional subdivide las categorías U, O y P de conformación y las categorías 3 y 4 de grasa en dos subniveles, resultando en un total de 42 posibles combinaciones (o 35 si se excluye la categoría S, que es la más reciente) (MeatPromotionWales, 2021).

En Costa Rica no existe un sistema de este tipo, por lo que las canales ovinas se pagan dependiendo del peso vivo del animal o por acuerdo de las partes. Esto es un inconveniente porque no se fomentan buenas prácticas de producción, ni la mejora y buena calidad del producto ofrecido al consumidor. La importación de sistemas de clasificación de las canales ovinas utilizados en otros países puede ser una alternativa para solucionar esta problemática, pero depende de qué tanto se puedan adaptar a la realidad nacional. Una posible solución es desarrollar un sistema propio, considerando las condiciones específicas de la cadena de producción ovina a nivel nacional.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar características de canales ovinas comerciales tales como: rendimiento de canal, parámetros de calidad y color, la herramienta visual y los datos a evaluar. Con el fin de generar una herramienta visual práctica que permita la conceptualización de un modelo estandarizado de canal comercial para el mercado costarricense de la Gran Área Metropolitana (GAM).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se efectuó de enero a diciembre durante el año 2019 en Costa Rica, América Central. Se tomaron datos de campo en tres plantas de sacrificio ubicadas en Las Nubes (cantón de Vázquez de Coronado, provincia de San José), Balsa de Atenas (cantón de Atenas, provincia de Alajuela) y en Miramar (cantón de Montes de Oro, provincia de Puntarenas). Los animales utilizados en el presente estudio fueron sacrificados según el protocolo de cada planta, contando cada uno de estos establecimientos con todos los permisos sanitarios de ley.

Las pruebas de laboratorio realizadas a las muestras de carne se llevaron a cabo en el laboratorio de química de la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, ubicada en la Sede Rodrigo Facio (cantón de Montes de Oca, provincia de San José, Costa Rica).

Recolección de la información

Determinaciones en los ovinos y sus canales

Previo a la faena, al ingresar a la planta de cosecha se recolectaron los datos sobre sexo y peso en pie de cada animal. Después de obtener las canales calientes se procedió a medir el valor del peso de canal caliente y edad dentaria, siguiendo las recomendaciones de Cuellar et al. (2011) y Tinari et al. (2014). Asimismo, se clasificó la conformación muscular por medio del sistema de la UE (Diario Oficial de la Unión Europea, 2008). Se empleó la sonda para la clasificación del rendimiento USDA Modelo 4344A-06 y se estableció la cantidad de grasa dorsal (GR) en caliente para el 18,9% de las canales en base al total muestreado. Este instrumento midió en pulgadas el "grosor de grasa" (GR) a nivel del espacio intercostal entre la 12va y 13va costilla. Además, se tomó registro fotográfico del dorso y el costado de cada canal.

Las canales se almacenaron a continuación en cámaras frías a una temperatura de 4°C durante 24 horas. Pasado este tiempo, se midió la GR para la totalidad de las canales muestreadas y se

compararon los valores de GR en frío con GR en caliente. En total se obtuvieron observaciones de 95 canales ovinas. Estas procedieron de animales que, por edad, pudieron clasificarse en lechales (menor a tres meses), pascual (entre tres y seis meses), adulto (mayor a 12 meses) y de desecho (mayor a 24 meses). Del total de las canales, 85 provenían de machos (34 pascuales, 28 juveniles, 15 adultos y 8 desechos) y 10 de hembras (2 pascuales, 5 juveniles, 1 adulto y 2 desechos).

Determinaciones colorimétricas en la carne ovina

A partir de las canales con 24 horas de refrigeración *post-mortem*, se tomó una muestra de 100g en el área del lomo ubicada en la columna vertebral del animal, desde la articulación de la última vértebra lumbar y la cadera, hasta la 13va costilla torácica. Esto correspondió al corte denominado como "Chuleta Mariposa" (Chavarría, 2015), y anatómicamente, al músculo *Longissimus dorsi*. Se tomaron 70 muestras a partir de medias canales y canales enteras destinadas a cortes, que hubiesen tenido el visto bueno del dueño o encargado, con el fin de preservar la integridad de las canales que se comercializan enteras. La carne recolectada se empacó de manera inmediata en bolsas plásticas de cierre hermético que se transportaron en hieleras a temperatura de refrigeración hasta el laboratorio de química de la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, dónde se almacenaron a 4°C hasta el momento de su análisis, que se efectuó entre uno y cuatro días después de su llegada.

El color se determinó empleando un colorímetro marca Hunterlab, modelo Colorflex 430, previamente calibrado mediante el uso consecutivo de un patrón negro, blanco y verde (Hunterlab, 2013). Con este equipo se establecieron las coordenadas cromáticas para el color en la escala CIELab (a^* , b^* , y L^* respectivamente) con un ángulo de incidencia de 45°/0°, un ángulo del observador de 10° y el iluminante D65. La muestra cárnica se maceró con una licuadora doméstica hasta lograr homogeneidad antes de medir su coloración. Cada muestra se tomó por triplicado.

Análisis de los datos

Los datos se analizaron utilizando el lenguaje de programación estadística R, versión 3.6.2 (R Core Team, 2019). Los paquetes complementarios utilizados en algunos casos para extender las funciones básicas de R, se citaron donde corresponde.

Estimación de los parámetros de calidad y color de la canal

Se compararon los promedios de las variables "grosor de grasa dorsal" en la canal fría, "rendimiento en canal" y "cobertura grasa" de la canal según la edad y el sexo del ovino, por medio de un modelo lineal estimado, usando el criterio de mínimos cuadrados generalizados para obtener diferentes varianzas por grupo. De manera similar, las dimensiones de color de la carne se compararon entre grupos etarios y de sexo, usando un modelo lineal mixto y tomando la canal como efecto aleatorio (se tomaron tres observaciones por cada una). En este caso, se permitió obtener heterogeneidad en las varianzas de los grupos, para lo que se empleó el paquete estadístico "nlme" versión 3.1 (Pinheiro et al., 2020). Adicionalmente, se obtuvieron las medias marginales estimadas y los intervalos de confianza para cada grupo y se compararon usando la prueba de Scheffé ($\alpha=0,05$) de 5%, por medio del paquete estadístico "emmeans" versión 1.4.1 (Lenth, 2019).

Se estimó el coeficiente de correlación de Spearman entre la edad y las variables "rendimiento en canal", "cobertura de grasa" y "grosor de grasa" dorsal, considerando la edad como una variable ordinal. En el caso de la correlación entre el peso vivo y las otras variables mencionadas, se usó la metodología de Pearson. En el caso de las dimensiones de color (L^* , a^* y b^*), los coeficientes se obtuvieron promediando tres réplicas de cada canal para evitar la pseudorreplicación.

La conformación de la canal, obtenida mediante la escala EUROP de la Unión Europea, se analizó como una variable binaria, tomando el valor de uno si la categoría de conformación era O y cero si la categoría observada era P. Igualmente, se utilizó la prueba exacta de Fisher para medir la

asociación de la conformación y las variables edad y sexo. El análisis de conformación respecto al peso se realizó por medio de una regresión logística, usando la función bayesglm del paquete "arm" (Gelman et al., 2020).

Valoración de la herramienta visual de clasificación de canales ovinos

Las variables recolectadas a partir de los animales en pie y sus respectivas canales se estandarizaron y se utilizaron en la evaluación de diferentes propuestas de análisis de conglomerados. Se aplicaron varios métodos de reducción de dimensionalidad (no reducción, análisis de componentes principales e incrustación estocástica de vecinos (t-SNE)), en combinación con varios algoritmos de aprendizaje no supervisado (k-medias, conglomerados jerárquicos con distancia euclídea y conglomerados jerárquicos con distancia de Ward). Además, se utilizaron diferentes números de conglomerados (de tres a seis agrupaciones) y diferente inclusión de variables.

Para cada escenario, se evaluaron los resultados de los conglomerados generados, inspeccionando visualmente las fotografías tomadas y estableciendo el grado de homogeneidad de los grupos elaborados. Los análisis estadísticos indicados se realizaron en el lenguaje de programación estadística R versión 3.6.2 (R Core Team, 2019). El proceso exploratorio concluyó cuando las agrupaciones resultaron en una escala visualmente satisfactoria, que ocurrió al usar la metodología de conglomerados jerárquicos con distancia de Ward y tres variables ("peso de la canal caliente", "grosor de grasa dorsal" y "cobertura de grasa") por separado.

RESULTADOS

Conformación muscular

La conformación de la mayoría de las canales, según la escala de la Unión Europea, se clasificó como P (n=86; 90,5%), y unas pocas como O (n=9; 9,5%). La categoría P corresponde al valor más bajo de la escala y es característica de canales con baja densidad muscular. La Figura 1 detalla

la distribución de la conformación muscular según la edad y sexo. De acuerdo con los resultados, por cada kilogramo adicional de peso vivo a la matanza, la razón entre el número de canales con conformación O y el conteo de canales con conformación P aumentó en un 20% ($p=0.0018$). Sin embargo, no hubo relación significativa con el sexo o la edad de los animales ($p>0.05$).

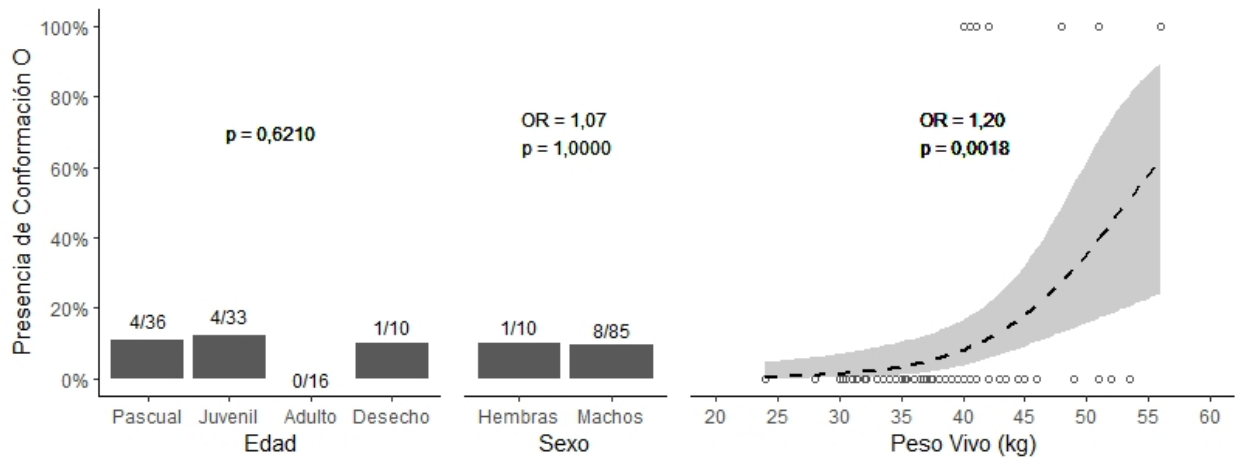
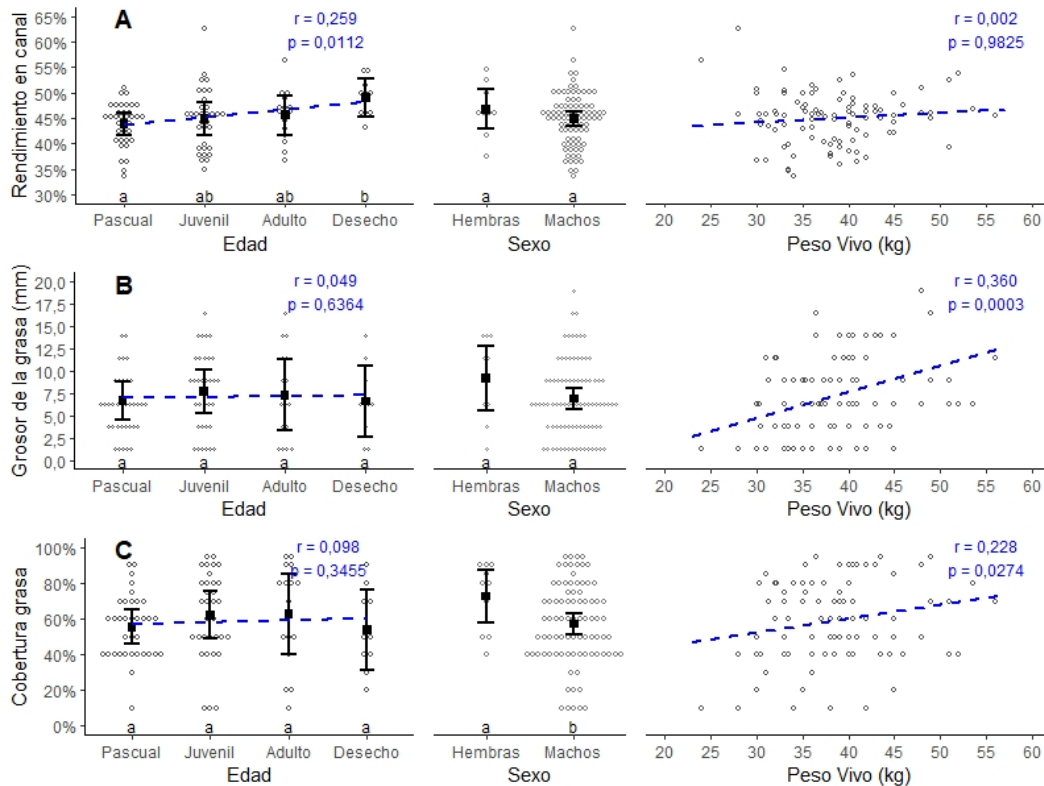


Figura 1. Relación entre el porcentaje de canales con conformación O (bajo el sistema de la Unión Europea) con la edad, sexo y peso vivo de ovinos. Enero 2019-diciembre 2019. San José, Costa Rica.

Rendimiento en canal

El rendimiento promedio obtenido para las canales fue de $45,0 \pm 0,053\%$. Esta variable mostró una asociación lineal significativa con la edad, de forma que animales con mayor edad mostraron mayor "rendimiento en canal" ($r=0.259$, $p=0.0112$). Tal y como lo muestra la Figura 2, no se encontró ninguna relación significativa entre el "rendimiento en canal" y el "grosor y cobertura de la grasa" con la edad, sexo y peso vivo de los ovinos.



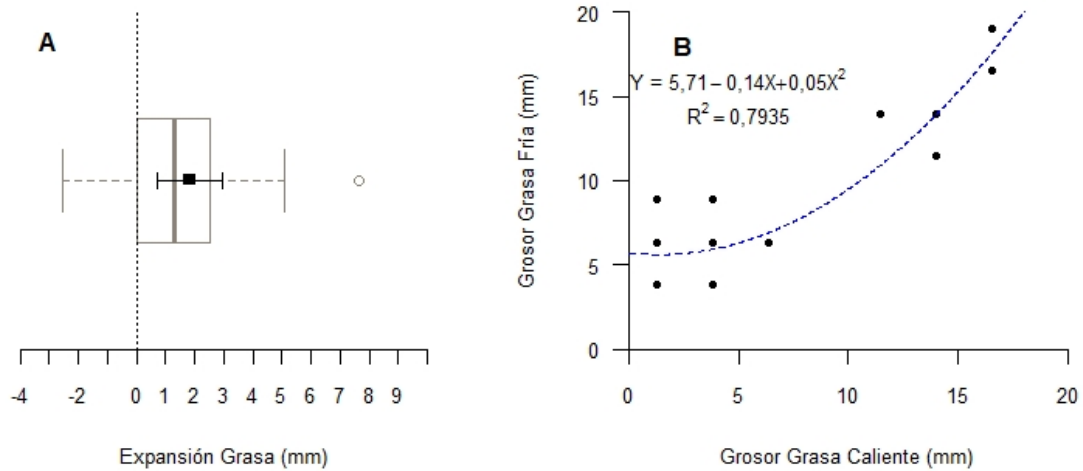
Letras diferentes implican promedios diferentes ($\alpha=0,05$, pruebas post hoc de Scheffé). Para cada categoría se muestra el promedio (cuadro sólido negro), su intervalo de 95% de confianza y los valores observados (puntos grises).

Figura 2. Relación entre el “rendimiento en canal” (Panel A), grosor (Panel B) y cobertura de la grasa (Panel C) con la edad, sexo y peso vivo de ovinos. Enero 2019-diciembre 2019. San José, Costa Rica.

Grosor de grasa

Se obtuvieron 95 observaciones de “grosor de grasa” en la canal fría, que resultaron en un promedio de $7,1 \pm 0,44$ mm. Sin embargo, por problemas de logística y para no afectar el flujo normal de trabajo de la planta, solamente se obtuvieron 18 observaciones de “grosor de grasa” en la canal caliente, con un promedio de $6,63 \pm 1,26$ mm. Se tomaron dos mediciones de estas 18 canales y se observó que el 75% mostraron valores mayores en la medición en frío, en comparación con la medición en caliente. Al comparar la medición en canal fría con la de canal caliente, hubo un aumento promedio de 1,8 mm, con un intervalo de 95% de confianza entre 0,71 y 3,0 mm (Figura 3A). Aunque los datos son pocos para llegar a conclusiones de este tipo, esta

expansión observada en las mediciones de "grosor de grasa" no es constante, sino que hay una relación cuadrática tal que mayores grosores de grasa presentan una mayor expansión en frío (Figura 3B).



Panel A: Gráfico de cajas y bigotes e intervalo de 95% para la diferencia entre ambas mediciones. Panel B: Regresión ajustada entre ambas variables.

Figura 3. Análisis de la relación entre los grosores de la grasa medidos en la canal caliente y en la canal fría para 18 canales ovinas. Enero 2019-diciembre 2019. San José, Costa Rica.

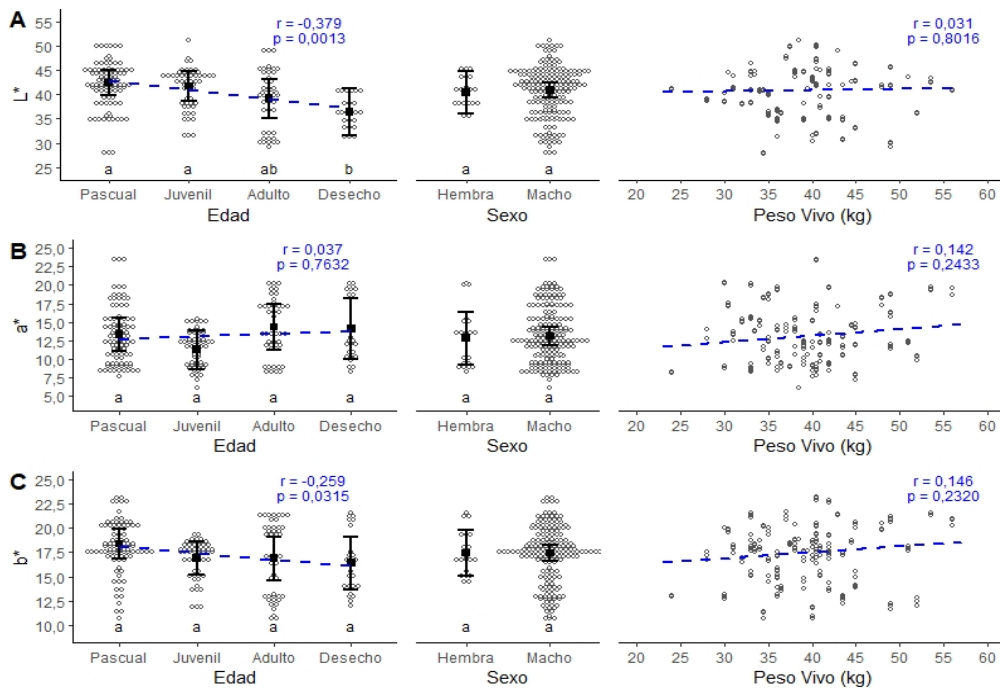
Por otro lado, no se detectó una relación significativa ($p > 0.05$) entre el "grosor de grasa" medida en la canal fría con la edad o sexo de los animales. En contraste, sí se detectó una relación leve pero significativa ($r = 0.360$; $p = 0.0003$) entre esta variable y el peso vivo, indicando que animales con mayor peso vivo tienden a tener mayor grosor de grasa entre la 12va y 13va costilla.

Cobertura grasa

En cuanto a la "cobertura de grasa", se obtuvo un promedio de $58,8 \pm 2,34\%$ de la canal ovina. Para esta variable, no se detectaron diferencias significativas entre grupos etarios. No obstante, sí se detectaron según el sexo, ya que las hembras mostraron un promedio casi 27% superior al de los machos ($72,5 \pm 0,060\%$ versus $57,1 \pm 0,025\%$) ($p = 0.0204$). También se determinó que, a mayor peso vivo del animal, este tiene una mayor "cobertura de grasa" ($r = 0.228$, $p = 0.0274$).

Parámetros colorimétricos de la carne

En el ensayo colorimétrico del músculo *Longissimus dorsi*, se registró un promedio de 40,57 para la luminosidad (L*), +13,12 para el índice de rojo (a*), y +17,32 para el índice de amarillo (b*) en la escala de CIELab.



Para cada categoría se muestra el promedio (cuadro sólido negro), su intervalo de 95% de confianza y la distribución de las observaciones. Letras diferentes (a,b) señalan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) mediante la prueba de Scheffé.

Figura 4. Relación entre los valores de coordenada de color L* (panel A), a* (panel B) y b* (panel C) en la carne de los ovinos con edad, el sexo y peso vivo. Enero 2019-diciembre 2019. San José, Costa Rica.

La Figura 4 muestra la asociación entre los diferentes componentes de color de la escala del músculo *Longissimus dorsi* y la edad del ovino. Al aumentar la edad, se observó una disminución lineal de L* ($r = -0.379$; $p = 0.0013$) y b* ($r = -0.259$; $p = 0.03$). Estos resultados implican que a medida que el animal envejece, su carne se vuelve más opaca y se reduce la intensidad del color amarillo. No se observó asociación lineal entre el componente de color a* con la edad ($r = 0.049$; $p = 0.4738$),

ni se determinó que hubiese relación entre los componentes de color con el sexo o el peso vivo del animal ($p > 0.05$).

Valoración de la herramienta visual de clasificación de canales ovinos

El análisis de conglomerados se realizó mediante el algoritmo jerárquico de la distancia de Ward, sobre las variables "peso de canal caliente", "grosor de grasa" en la duodécima costilla del canal frío y porcentaje de "cobertura de grasa". Según los resultados, se obtuvieron cuatro conglomerados para la primera de estas variables y tres conglomerados para las dos restantes. El Cuadro 1 muestra los estadísticos descriptivos para los conglomerados generados.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos (mínimo, promedio, máximo y conteo) para los conglomerados generados a partir de las variables peso de canal caliente, "grosor de grasa dorsal" medido en la canal fría y la "cobertura porcentual de grasa". Enero 2019-diciembre 2019. San José, Costa Rica.

Clúster	Peso de canal caliente (Kg)				Clúster	Grosor de grasa (mm)				Clúster	Cobertura de grasa (%)			
	Mín.	Prom.	Máx.	n		Mín.	Prom.	Máx.	n		Mín.	Prom.	Máx.	n
1	11,0	13,1	14,4	20	1	1,27	2,46	3,81	32	1	10	17	30	10
2	14,7	16,2	17,6	39	2	6,35	8,24	11,43	51	2	40	48,4	60	44
3	18,0	19,9	22,5	31	3	13,97	14,8	19,05	12	3	70	80,6	95	41
4	24,5	26,0	28,0	5										

A partir del Cuadro 1, se puede generar una guía para clasificar las canales en diferentes categorías de pago, basándose en rangos para cada variable analizada (Cuadro 2). Para facilitar el uso de la guía, se asignaron las letras C, B, D y A para los grupos 1, 2, 3 y 4 de "peso de canal", así como las letras I, M y S a los grupos de "grosor de grasa". Este es un esquema similar al utilizado en la Unión Europea, en el que cada una de las variables se analiza de manera separada y se llega a una categoría general. El sistema propuesto en este trabajo permitiría inicialmente llegar a 36 posibles categorías de pago. Sin embargo, es probable que algunas combinaciones no se adapten a la realidad. El Cuadro 3 muestra las frecuencias obtenidas en el presente estudio para cada combinación.


Cuadro 2. Rangos utilizados para establecer los límites de diferentes conglomerados para los valores correspondientes al “peso de canal caliente”, el “grosor de grasa dorsal” medido en frío y la “cobertura porcentual de grasa”. Enero 2019-diciembre 2019. San José, Costa Rica.

Peso de canal caliente (Kg)		Grosor de grasa (mm)		Cobertura de grasa (%)	
Grupo	Rango	Grupo	Rango	Grupo	Rango
D	11,0 – 14,55	I	1,27 – 5,08	1	10 – 35
C	14,55-17,80	M	5,08 – 12,70	2	35 – 65
B	17,80 – 23,50	S	> 12,70	3	> 65
A	> 23,50	-	-	-	-

Cuadro 3. Frecuencias observadas por categoría, según la escala de clasificación generada. Enero 2019-diciembre 2019. San José, Costa Rica.


Peso Canal Caliente	Grosor de grasa								
	I			M			S		
	Cobertura de grasa								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
D	5	10	0	0	0	5	0	0	0
C	4	7	1	0	10	14	0	0	3
B	1	4	0	0	11	6	0	0	9
A	0	0	0	0	2	3	0	0	0

El Cuadro 2 presenta algunos criterios objetivos para la clasificación de las canales. Sin embargo, por practicidad, frecuentemente se recurre a escalas visuales en la industria. La clasificación generada permitió elaborar la herramienta visual, representada en las Figuras 5 y 6 y en el Cuadro 4.



Categoría D	Categoría C	Categoría B	Categoría A
Rango de peso			
11,0 kg – 14,5 kg	14,55 kg – 17,8 kg	17,8 kg – 23,5 kg	>23,5 kg
Apariencia general de la canal caliente			
Apariencia de cóncava a rectilínea.	Apariencia recta ligeramente convexa.	Apariencia convexa leve (más que Categoría 2)	Canales con apariencia convexa y redondeada.
Grosor del cuello			
Cuello muy angosto	Cuello angosto.	Cuello grueso. Se observa mayor anchura a nivel de las escápulas y la cadera.	Cuello muy grueso y de considerable anchura.
Conformación de la musculatura			
<p>Los miembros anteriores a nivel de escápulas, y los posteriores con bajo desarrollo muscular de apariencia rectilínea.</p> <p>Musculatura en la grupa subdesarrollada.</p> <p>Se pueden observar las apófisis espinosas de las vértebras cervicales y torácicas, así como el ligamento nucal a nivel de las cervicales cuando las canales son extremadamente delgadas.</p> <p>Se pueden notar las fascias musculares.</p>	<p>Mayor desarrollo muscular a nivel de los miembros anteriores y posteriores.</p> <p>Musculatura en la grupa se ve más desarrollada.</p> <p>Se pueden observar levemente las apófisis espinosas de las vértebras cervicales y torácicas.</p>	<p>Los miembros anteriores y posteriores empiezan a tener mayor desarrollo muscular, con claras definiciones en los músculos trapecio, deltoides, semitendinoso, semimembranoso y glúteo medio.</p>	<p>Alto desarrollo muscular observado en los miembros anteriores a nivel de las escápulas, y en miembros posteriores a nivel de la grupa y los músculos de la pierna.</p> <p>Apófisis espinosas son imperceptibles.</p>

Figura 5. Herramienta visual para la clasificación de canales ovinas según la variable “peso de canal caliente”. Enero 2019-diciembre 2019. San José, Costa Rica.



Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
Rango porcentual de grasa		
10% – 35%	35%– 65%	> 65%
Apariencia visual del recubrimiento de grasa		
Escasa	Parcial	Abundante
Apariencia de la capa de grasa en relación con la canal		
<p>Capa fina de grasa, se puede observar el recorrido de los músculos en la canal, incluso puede existir una capa tan fina que sólo se observe un leve color blanco.</p> <p>La capa cubre el área torácica mayoritariamente, los miembros poseen muy baja o nula cobertura de grasa.</p>	<p>Capa gruesa de grasa a nivel del tórax, se comienza a advertir una capa fina recubriendo parcialmente a los miembros.</p> <p>En el área de la grupa se comienza a depositar una capa más gruesa.</p>	<p>Capa muy gruesa de grasa a nivel del tórax y la grupa.</p> <p>Los miembros se encuentran cubiertos casi por completo por una capa blanca de grasa que no permite ver el recorrido de los músculos.</p> <p>Canales con el 65% o más de cobertura presentan acúmulos de grasa muy visibles en tórax y grupa.</p>

Figura 6. Herramienta visual para la clasificación de canales ovinas según la variable “cobertura de grasa”. Enero 2019-diciembre 2019. San José, Costa Rica.

Cuadro 4. Herramienta visual para la clasificación de canales ovinas según la variable “grosor de grasa” en la duodécima costilla. Enero 2019-diciembre 2019. San José, Costa Rica.

Categoría I	Categoría M	Categoría S
Rango de grosor de grasa		
1,27 mm – 5,08 mm	5,08 mm – 12,70 mm	> 12,70 mm
Apariencia visual del grosor de grasa		
Nula o escasa	Intermedia	Muy abundante
Apariencia de la capa de grasa en relación con la canal		
<p>Canales con una delgada capa de grasa que cubre principalmente el área torácica.</p> <p>Los miembros y el cuello no presentan esta película blanca.</p> <p>El grosor casi no se puede medir con la regla de la USDA.</p>	<p>Canales con una capa de grasa más densa a nivel del tórax.</p> <p>Se puede observar mayor presencia de grasa en los miembros.</p> <p>La grasa sí se puede medir utilizando la regla de la USDA.</p>	<p>Canales que presentan acúmulos de grasa en más del 60% de la canal, principalmente en el tórax y en la circunferencia de la cola.</p> <p>La capa muy densa de grasa hace imposible observar el recorrido de los músculos.</p>

DISCUSIÓN

En el presente estudio, se analizaron en su mayoría (89,47%), canales de machos, ya que las hembras poseen valor reproductivo dentro de la producción y se descartan sólo cuando termina su vida útil, por lo que se envían mayoritariamente machos a planta de cosecha. Debido a que no hay una alta demanda de carne ovina en Costa Rica, este sector no se dedica a la producción de carne específicamente. Por lo tanto, la mayoría de los animales procesados son de diversas razas y de descarte, y por ende, de baja calidad cárnica. Esto se comprueba al clasificar las canales utilizando la escala EUROP, en la cual la clasificación P es la más baja en la escala y fue la que recibió la mayoría (90,5%) de las canales analizadas.

Al recopilar los datos de las edades de los animales sacrificados, se encontraron animales en edad pascual, juveniles, adultos y de desecho (que maneja animales con edades no aptas para cosecha). De acuerdo con Ponnampalan et al. (2016), la edad y el peso vivo influyen en la calidad de la canal y de la carne, por lo que las canales deberían diferenciarse según la edad del animal de procedencia. Navarro y González (2019), reportan que, debido al nivel de desarrollo del tracto digestivo y sistema óseo, un animal adulto puede presentar pesos vivos hasta 25% más altos que los corderos. Por otro lado, no se encontraron animales en etapa lechal, ya que su carne no es un producto consumido comúnmente en Costa Rica; a diferencia de países como México y España, en los que es común servirla como plato principal en reuniones y barbacoas (Vázquez, 2011b). A partir de estos resultados es posible reconocer, que debido a que la cultura de consumo de carne ovina es muy poca o prácticamente inexistente en el país, las prácticas productivas no suelen ser las mejores.

El bajo consumo se ve reflejado también en los valores promedio de parámetros como peso vivo, peso de canal caliente y rendimiento a canal. Estos valores resultaron inferiores a los obtenidos en México por Martínez (2020), que reporta promedios de 42,5 kg de peso vivo, 23,2 kg de canal caliente y rendimientos cercanos al 50%; en Estados Unidos, por otra parte, Alves de Carvalho (2014) reportó un promedio de 35,36 kg en canales ovinas calientes. La baja demanda de productos cárnicos ovinos desincentiva el desarrollo de un sector especializado, lo que disminuye el deseo de mejorar las prácticas productivas, diversificar la genética disponible para mejorar la producción de los animales y la introducción de nuevos productos en el mercado, entre otros factores.

Las canales ovinas están compuestas por un 32% de grasa promedio. Sin embargo, la deposición de la grasa depende de la nutrición, edad, peso al sacrificio, raza y sexo del animal (Hajji et al., 2018, y Oliviera et al., 2018). Al comparar ovinos de distintas razas, Oliviera et al. (2018) destaca la regularidad con la que se encuentran diferencias en la deposición de grasa corporal relacionadas con las diferentes edades en las que los animales alcanzan la madurez sexual. Las razas precoces tienden a depositar mayor cantidad de grasa corporal a una edad más temprana, mientras que razas con madurez tardía depositan más músculo que grasa a lo largo de un periodo mayor de

tiempo (Robles, 2017). Por otro lado, las canales de las hembras mostraron valores de “grosor de grasa dorsal” superiores en comparación con los machos, pero la diferencia no fue significativa; aunque estas depositan más grasa a nivel cavitario durante toda su vida, había muy pocas hembras en la muestra (Hernández et al., 2012, y Miguel et al., 2021).

Aunado a esto, Ponnampalam et al. (2017) mencionan que canales ovinas con un peso mayor a 22 kg y valores de “grosor de grasa” entre 10-20 mm, se consideran canales *Premium* y se exportan a mercados asiáticos y estadounidenses; sólo un 3% de las canales evaluadas cumpliría con dichos criterios. La calidad del producto final depende directamente de que los animales se encuentren bien alimentados, tengan buena condición corporal, su peso vivo al momento de la cosecha y de que tengan un buen rendimiento (Silva et al., 2021). La variabilidad en estos resultados puede deberse a que los animales sacrificados no fueron criados específicamente para la producción de carne, por lo que la alimentación podría ser deficiente en ese aspecto. Además, eran animales de diferentes edades, razas y sexos que provenían de diferentes fincas, por lo que la muestra no era del todo uniforme.

El “grosor de grasa” se midió tanto en las canales calientes como en las frías y se obtuvieron resultados menores en las canales frías, lo que coincide con lo reportado por Sidell et al. (2012) y Emenheiser et al. (2010). La pérdida de peso por el enfriamiento se debe a la compactación de la grasa que se da por la pérdida de agua de la canal durante la transformación del músculo en carne, por lo que la clasificación según grasa dorsal se realiza utilizando el valor obtenido de la canal fría (Suárez-Paternina et al., 2020; Hajji et al., 2018). Por esta razón, se desarrolló un modelo de regresión para estimar el “grosor de grasa” de canales frías a partir del “grosor de grasa” de canales calientes. Teniendo en cuenta que la muestra era pequeña (n=18), se recomienda usar la herramienta propuesta con precaución y se sugiere que futuros estudios exploren dicha relación.

El color (a^* y b^*) de la carne se ve más influenciado por la cantidad y estado químico del pigmento mioglobina, ya que, conforme aumenta su concentración, la carne se oscurece. La cantidad de este pigmento depende de la edad, el peso, la nutrición y la actividad de los animales (Ahmed et al.,

2021; Suliman et al., 2021). Por otro lado, la luminosidad (L^*) de un tejido aumenta conforme mayor es la cantidad de agua, y por ende el reflejo de la luz en él (Da Silva et al., 2020).

A partir de los resultados obtenidos, se observa que la carne ovina tiene una luminosidad relativa intermedia, con un color rojizo mezclado con amarillo. Estos valores pueden corroborarse con los reportados por Partida de la Peña et al. (2017), que obtuvieron valores promedios de 37,5 para L^* , 14,8 para a^* y 10,9 para b^* , medidos en el músculo *Longissimus dorsi*.

En la Figura 2, se puede observar que hay una disminución en los valores de luminosidad L^* y b^* conforme los animales envejecen, lo que concuerda con Esteves et al. (2018) y Yalcintan et al. (2017); quienes reportan que conforme el envejecimiento ocurre y aumentan de peso, se eleva la concentración de mioglobina muscular, lo que deteriora la carne de forma que resulta en canales más oscuras. Por otro lado, Jaramillo-López et al. (2020) afirman que la hora de lectura del color puede influir en los resultados, debido al proceso de maduración y el descenso de pH que sufre la carne, por lo que recomiendan hacer la medición 24h después de la cosecha. En otras latitudes, Suliman et al. (2021) proponen valores mayores o iguales a 9,5 y 34 para a^* y L^* respectivamente, como los aceptados por los consumidores. Según este parámetro, el color de la carne ovina analizada podría considerarse aceptable.

La herramienta visual propuesta establece un marco de referencia para futuros trabajos de investigación y una potencial guía a utilizar en plantas de cosecha. Esta herramienta es la primera de su tipo en el país y se apega a la realidad productiva nacional, por lo que podría convertirse en un instrumento básico de referencia en futuras investigaciones y plantas de cosecha. Además, puede servir de apoyo a productores e intermediarios del sector ovino en la toma de decisiones relacionadas con la compra, venta y manejo de los animales. Igualmente, puede llegar a ser el precedente necesario para mejorar el manejo y control de las canales ovinas, ya que tiene el potencial para adaptarse a diferentes líneas de producción, es poco invasiva, no destructiva y utiliza un lenguaje gráfico de fácil interpretación.

CONSIDERACIONES FINALES

En la actualidad, hay un incremento en la demanda de los consumidores por conocer con detalle el proceso productivo de los alimentos. Esto se da especialmente de los productos de origen animal, porque no sólo buscan una buena calidad nutricional, sino que el buen trato hacia los animales a lo largo de la cadena productiva es prioridad para muchos consumidores. Por esta razón, es importante explorar estrategias de producción que enriquezcan las prácticas productivas existentes y que mejoren las prácticas de manejo animal para asegurar su bienestar animal.

La carne ovina es un producto muy consumido en muchas regiones del mundo, ya que tiene un alto valor nutricional y permite la obtención de subproductos muy variados. No obstante, en Costa Rica su producción es poca y el sector apenas está empezando a desarrollarse, por lo que no existen métodos o herramientas que faciliten la evaluación de la composición de las canales producidas.

El sexo, edad y peso no se asociaron estadísticamente con el color de la carne y el desarrollo muscular, y las variables morfométricas de canal caliente, "grosor de grasa" y "cobertura de grasa" ofrecen un panorama detallado de lo que se produce actualmente en el país. Aunque en el presente estudio no se mostraron diferencias significativas, podría esperarse una mayor cantidad de grasa en las canales de animales con edad de desecho y en canales de hembras ovinas. El "grosor de grasa" dorsal de una canal caliente se puede utilizar como variable, elaborando una regresión lineal y reajustando la ecuación con una muestra más grande de canales ovinas, dado que el R^2 obtenido en este proyecto es muy bajo para considerarse predictivo. El color puede ayudar a identificar la carne proveniente de un ovino joven o de mayor edad, ya que la luminosidad (L^*) del músculo disminuye conforme aumenta la edad del animal.

El presente trabajo propone un sistema de clasificación para las canales ovinas en plantas de cosecha, realizado a partir de datos costarricenses. Esto podría funcionar como base para crear un lenguaje común entre productores e intermediarios, y según el cual puedan tomar mejores decisiones que beneficien el producto final y, a su vez, a los consumidores. Su mayor ventaja es

que presenta niveles de granularidad adicional en comparación con sistemas importados. Sin embargo, es una primera aproximación que debe validarse y que depende del progreso del sector ovino nacional, por lo que está sujeta a modificaciones en el futuro.

LITERATURA CITADA

- Ablikim, B., Liu, Y., Kerim, A., Shen, P., Abdurerim, P., y Zhou, G.H. 2016. Efectos de la raza, el tipo de músculo y el almacenamiento en congelación sobre las características fisicoquímicas de la carne de cordero y su relación con la ternura (en inglés). *CyTA - Journal of Food*, 14 (1): 109–116. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1054885>
- (AHDB) Agriculture and Horticulture Development Board. 2015. Entendiendo los corderos y las canales para obtener mejores rendimientos (en inglés). Better Returns Programme. AHDB Beef & Lamb. Warwickshire. Unión Europea.
- Ahmed, A., Tayyab, M., Chwen, T., Fakurazi, S., Kaka, U., Muhamad, A. y Asmara, A. 2021. Calidad de la carne, contenido de ácidos grasos y perfil metabólico de RMN de ovejas Dorper suplementadas con grasas derivadas (en inglés). *Foods*, 10 (1133): 1-26. <https://doi.org/10.3390/foods10051133>
- Alves de Carvalho, F. 2014. Instrumento de evaluación de las características de rendimiento y calidad de la canal de cordero (en inglés). Tesis, M.Sc, Universidad del Estado de Colorado. Colorado, Estados Unidos.
- AUS-MEAT. 2020. Manual de carne Australiana (en inglés). Octava Edición. AUS-MEAT Limited. International Red Meat Manual. Australia
- Castillo, J., Olivera, M., y Carulla, J. 2013. Descripción del mecanismo bioquímico de la biohidrogenación en el rumen de ácidos grasos poliinsaturados: Una Revisión. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 2: 459–468. <https://doi.org/10.31910/rudca.v16.n2.2013.919>

- Chacón, A. 2015. Estimulación del sistema enzimático de las calpaínas con cloruro de calcio para el ablandamiento de la carne. *La Industria Cárnica Latinoamericana*, 192: 44-47. <http://hdl.handle.net/10669/75608> (Consultado 20 Abr. 2017).
- Chavarría, A. 2015. Guía descriptiva de cortes de carne de res y cerdo en Costa Rica. Primera Edición. Instituto Nacional de Aprendizaje. Alajuela, Costa Rica.
- Cuéllar, J.A., García, E., De La Cruz, H., y Aguilar, M. 2011. Manual práctico para la cría ovina. Primera Edición. Ediciones Pecuarías de México S.A. México.
- Da Silva, F.J.S., dos Santos, K.C., Guim, A., Cabral, A.M.D., Maciel, M.V., Nascimento, A.G., Lima-Júnior, D.M. y Carvalho, F.F.R. 2020. Componentes del peso corporal y calidad de la carne de ovinos de pelo alimentados con dietas que contienen diferentes fuentes de carbohidratos asociados con urea (en inglés). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80(3): 361-369. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392020000300361>
- Diario Oficial de la Unión Europea. 2008. Reglamento (CE) N°1249/2008 de la comisión. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. España
- Diario Oficial de la Unión Europea. 2017. Reglamento delegado (UE) 2017/1182 de la Comisión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1182&from=es> (Consultado 15 de abril de 2021)
- Emenheiser, J.C., Greiner, S., Lewis, y R., Notter, D. 2010. Validación de medidas ultrasónicas de la composición corporal de animales vivos en el mercado de corderos (en inglés). *Journal of Animal Science*, 88:2932–2939. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2661>
- Esteves, G.I.F., Peripolli, V., Menezes, A.M., Louvandini, H., Ferreira, A., Cardoso, C.C. y McManus, C. 2018. Características de la canal y calidad de la carne en ovejas de desecho de diferentes edades (en inglés). *Ciência Animal Brasileira*, 19: 1-11. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-33874>

- (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014a. Base de Datos FAOSTAT (en inglés). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL> (Consultado 20 Abr. 2017).
- (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014b. Calidad de la carne. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/quality_meat.html (Consultado 16 May. 2017).
- Ford, L., y Powdrill, S. 2015. Entendiendo los corderos y las canales para obtener mejores rendimientos (en inglés). Agriculture and Horticulture Development Board (AHCB). Warwickshire, Reino Unido.
- Fornaguera, J. y Gómez, G. 2011. Bioquímica: La ciencia de la vida. Primera Edición. Editorial EUNED. San José, Costa Rica.
- Gelman, S., Su, Y., Yajima, M., Hill, J. Grazia, M., Kerman, J., Zheng, T. y Dorie, V. 2020. Análisis de datos mediante regresión y multinivel / Modelos jerárquicos. The Comprehensive R Archive Network. <https://cran.r-project.org/web/packages/arm/arm.pdf> (Consultado 13 May. 2021).
- Girolami, A., Napolitano, F., Faraone, D., y Braghieri, A. 2013. Medición del color de la carne mediante un sistema de visión por computadora (en inglés). *MeatScience*, 93(1): 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.08.010>
- Hajji, H., Smeti, S. y Atti, N. 2018. Uso de mediciones ultrasónicas dorsales y caudales en tiempo real para predecir la composición de la canal in vivo de corderos Barbarine de cola gorda (en inglés). IEEE International Conference on Smart Materials and Spectroscopy (SMS). 12 al 15 de octubre, 2018. IEEE Tunisia Section and IEEE Instrumentation & Measurement Society (IMS). Tunisia.
- Hernández, D.F., Hernández, J., Córdova, A., y Hijonosa-Cuéllar, J. 2012. Descripción de medidas corporales y composición de la canal en corderas Pelibuey: Estudio preliminar (Nota técnica). *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias*, 22 (1): 24-31.

- Hervé, M. 2013. Carne Ovina: Producción, características y oportunidades en lo que hoy demanda el consumidor nacional e internacional. Informe de Experto de Carnes Rojas. Agrimundo. Santiago, Chile.
- Hopkins, D.L. y Mortimer, S.I. 2014. Efecto del genotipo, género y edad en la calidad de la carne de ovino y un estudio de caso que ilustra la integración de conocimientos (en inglés). *Meat Science*,(98): 544-555. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.012>
- Hui, Y.H. 2012. Manual de procesamiento de carne y carne (en inglés). Segunda Edición. CRC Press. Boca Ratón, Estados Unidos. <https://doi.org/10.1201/b11479>
- Hunterlab. 2013. Manual de Usuario Color Flex EZ (en inglés). Hunterlab. <https://www.hunterlab.com/es/colorflex-ez-user-manual-es.pdf> (Consultado 29 de Mar 2021).
- (INAC) Instituto Nacional de Carnes. 2015. Tipificación ovina del sistema actual de Uruguay. Instituto Nacional de Carnes. https://www.inac.uy/innovaportal/file/11353/1/tipificacion_ovina_sistema_actual_para_la_web_abril_2015.pdf (Consultado 30 de Mar 2021).
- (INEC) Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2015. VI Censo Nacional Agropecuario: Resultados Generales. Primera Edición. Instituto Nacional de Estadística y Censos. San José, Costa Rica.
- Jaramillo-López, E., Peraza-Mercado, G. y Itzá-Ortiz, M. 2020. Edad de sacrificio y tiempo de muestreo sobre pH y color de la carne de ovinos de pelo. *Abanico Veterinario*, 10:1-8. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.19>
- Lawrie, R. y Ledward, D. 2017. La ciencia de la carne de Lawrie (en inglés). Octava Edición. Editorial Elsevier. Reino Unido. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.12001-1>
- Lenth, R., Buerkner P., Herve M., Love J., Riebl, H., y Singmann H. 2019. emmeans: medias marginales estimadas, también conocidas como medias de mínimos cuadrados (En inglés). Versión del paquete R 1.4.1. Cran.R. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>

(Consultado 30 de Mar 2021).

(MAG) Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2001. Decreto N° 29588-MAG-S.Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica.

Martínez, E.D. 2020. Características de la canal y de la carne de corderos de un sistema intensivo. *Revista Ciencias Veterinarias*, 38 (1): 17–27. <https://doi.org/10.15359/rcv.38-1.2>

MeatPromotionWales. 2021. Clasificación de canales: cordero (en inglés). <https://meatpromotion.wales/en/markets/livestock-market-trends/carcase-classification-lamb> (Consultado 15 de abr. 2021)

Miguel, E. Blázquez, B. y Ruiz de Huidobro, F. 2021. Efectos del peso vivo y del sexo en la calidad instrumental de la carne de la raza ovina autóctona Rubia de El Molar (en inglés). *Animals*, 11:1323. <https://doi.org/10.3390/ani11051323>

Montero, J.I. 2018. Carnes de conejo, búfalo y cordero conquistan al consumidor de Costa Rica. Periódico El Financiero. Enero 14.

Mora, D. y Chacón, A. 2015. La Ovinocultura en Costa Rica: Caracterización Sectorial año 2014. *Nutrición Animal Tropical*, 9(2):124–155. <https://doi.org/10.15517/NAT.V9I2.22456>

Navarro, A. y González, J. 2019. Comportamiento productivo y composición de la canal de machos ovinos (Ovisaries) en Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista AgroInnovación en el Trópico Húmedo*, 2(1): 31-41. <https://doi.org/10.18860/rath.v2i1.4691>

Oliveira, F.G., Sousa, W.H., Cartaxo, F.Q., Cunha, M.G.G., Ramos, J.P.F., Cezar, M.F., Menezes, L.M. y Oliveira, A.B. 2018. Características de la canal de ovino Santa Inês con diferentes biotipos y pesos de sacrificio (en portugués). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9(3): 347-359. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402018000300011>

- Partida de la Peña, J.A., Braña, D., Jiménez, H., Ríos, F., y Buendía, G. 2013. Producción de Carne Ovina. Libro Técnico No. 5. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Querétaro, México.
- Partida de la Peña, J.A. 2014. Parámetros que determinan la calidad de la canal ovina: Experiencias en México. Comité Nacional del Sistema Producto Ovino. <http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/informe2013/corderofest/parametrosquedeterminandrarmandopartida.pdf> (Consultado 30 de Mar. 2021).
- Partida de la Peña, J.A., Ríos, F., De la Cruz, L., Domínguez, I. y Braña, D. 2017. Calidad de la carne ovina en México. <https://docplayer.es/26671116-Calidad-de-la-carne-ovina-en-mexico.html> (Consultado 30 de Mar. 2021).
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S. y Sarkar, D. R Core Team. 2020. nlme: Modelos de efectos mixtos lineales y no lineales. Versión del paquete R 3.1-148. Cran.R (en inglés). <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>(Consultado 30 de Mar. 2021).
- Ponnampalam, E.D., Holman, B.W.B. y Scollan, N.D. 2016. Ovejas: carne (en inglés). En: Caballero, B., Finglas, P.M., Toldrá, F. (Eds.) Encyclopedia of Food and Health. Academic Press. pp. 750-757. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00620-6>
- Ponnampalam, E.N., Linden, N., Mitchell, M.L., Hopkins, D. y Jacobs, J. 2017. Sistemas de producción para entregar corderos de primera calidad a los crecientes mercados internacionales y australianos (en inglés). Small Ruminant Research. 157: 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.10.010>
- R Core Team. 2019. R: Un lenguaje y un entorno para la computación estadística (en inglés). R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/> (Consultado 29 de Mar. 2021).
- Robles, L.E. 2017. Correlación entre parámetros ante-mortem y Características de la canal en ovinos producidos en México. Tesis M.Sc. y Ph.D, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

- Ruiz, N.E. 2011. Asociación del sistema de clasificación de corderos en pie y su tipificación y valoración de canales. Memoria de graduación. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Sidell, J., McLeod, B., Toohey, E., Van de Ven, R., y Hopkins, D. 2012. La predicción del rendimiento de carne en canales de cordero utilizando pesos de corte primario, medidas de canal y la sonda de clasificación de Hennessy (en inglés). *Animal Production Science*, 52 (6-7): 584-590. <https://doi.org/10.1071/AN11260>
- Silva, E.G., Araújo, G.G.L., Barros e Silva, T.M., Gois, G.C., Santos, E.M., Oliveira, J.S., Campos, F.C., Perazzo, A.C., Ribeiro, O.L. y Yamamoto, S.M. 2021. Características de la canal y calidad de la carne de ovejas alimentadas con ensilado de pasto buffel para reemplazar el ensilaje de maíz (en inglés). *South African Journal of Animal Science*, 51 (2): 231-240. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v51i2.11>
- Suárez-Paternina, E., Maza-Angulo, L., Aguayo-Ulloa, L., Vergara-Garay, O., Barragán-Hernández, W. y Bustamante-Yáñez, M. 2020. Efecto de la suplementación con semilla de algodón y maíz en el desempeño productivo y calidad de la carne de ovinos. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 23 (2): 1604. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1604>
- Suliman, G.M., Al-Owaimer, A.N, El-Waziry, A.M., Hussein, E.O.S., Abuelfatah, K. y Swelum, A.A. 2021. Un estudio comparativo de razas ovinas: rendimiento de engorde, características de la canal, composición química de la carne y atributos de calidad (en inglés). *Frontiers in Veterinary Science*, 8: 647192. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.647192>
- Tinari, M., Lynch, G., Mc Cormick, M., y Simonetti, L. 2014. Determinación de la edad en el ovino: práctica de boqueo. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*, 1(2): 26-32.
- Umaña, L.A. 2017. Boletín: Ganadería ovina una alternativa de pastoreo en el Pacífico Central. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

Vásquez, N. 2011a. Producción de ovinos de carne en Costa Rica: Estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación de un modelo productivo. Tesis Lic., Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Vásquez, B. 2011b. Rentabilidad en los corderos lechales. Periódico El Economista. Junio 11.

Yalcintan, H., Ekiz, B., Kocak, O., Dogan, N., Akin, P.D. y Yilmaz, A. 2017. Características de calidad de la canal y la carne de corderos criados en diferentes temporadas (en inglés). Archives Animal Breeding, 60: 225–233. <https://doi.org/10.5194/aab-60-225-2017>