

Características de la canal y de la carne de cinco biotipos raciales de ganado ovino de diferente rango de edad y sexo sacrificados en la Región Centro de México

E. D. Martínez^{1*} 

Recibido: 03/05/2023. Aprobado: 06/05/2023

RESUMEN

Es importante evaluar las variables determinantes de las características de la canal y de la carne de ganado ovino porque están relacionadas con la aceptabilidad de la carne en el mercado. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar las características de la canal y fisicoquímicas de la carne de cinco biotipos raciales: Katahdin (n=9), Dorper (n=12), Pelibuey (n=18), Blackbelly (n=14) y Suffolk (n=7) de diferente rango de edad (≤ 12 meses; n=42) y (> 13 meses; n=18), machos (n=53) y hembras (7). Los datos se analizaron por estadísticas descriptivas, modelo lineal general y correlación de Pearson. El peso de la canal caliente (PCC) fue mayor en los corderos Katahdin (23,76 kg), Dorper (24,49 kg) y Pelibuey (22,91 kg). Los machos fueron 23,08% superiores ($P<0,05$) en PCC que las hembras. La capacidad de retención de agua fue mayor en los ovinos de menor edad (61,59%) ($P<0,05$), que los de mayor edad (59%). La grasa intramuscular fue mayor en los Katahdin (4,12%) y Pelibuey (3,27%). La proteína fue mayor en los Suffolk (16,50%) y Katahdin (15,85%). El índice de compacidad de la canal tuvo una alta correlación con el peso de sacrificio ($r=0,819$), PCC ($r=0,954$), rendimiento de la canal ($r=0,618$), perímetro del tórax ($r=0,773$) y perímetro de la grupa ($r=0,734$). En conclusión, las características de la canal y de la carne de los biotipos raciales machos de menor edad presentaron mejores valores que los ovinos de mayor edad y hembras, y posiblemente con mayor aceptación en el mercado.

Palabras clave: perímetro del tórax, perímetro de la grupa, capacidad de retención de agua, fuerza de corte, grasa intramuscular–marmoleo.

Carcass and meat traits from five racial biotypes livestock sheep of different age range and gender slaughtered in the Mexico Central Region

ABSTRACT

The determinant variables of the carcass and meat traits from livestock sheep are important to evaluate because they are related to the acceptability of the meat in the market. Therefore, the objective of the present study was to evaluate the carcass and physicochemical meat traits from five racial biotypes; Katahdin (n=9), Dorper (n=12), Pelibuey (n=18), Blackbelly (n=14) and Suffolk (n=7) of different age range (≤ 12 months old; n=42)

¹ Egresada del Programa de Posgrado en Producción Animal. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.
Correo electrónico: desdemona_esme@yahoo.com.mx

and (> 13 months old; n=18), males (n=53) and females (7). The data were analyzed by descriptive statistics, general linear model, and Pearson correlation. Hot carcass weight (HCW) was higher in Katahdin (23.76 kg), Dorper (24.49 kg), and Pelibuey (22.91 kg) lambs. Males were 23.08% higher ($P<0.05$) in HCW than females. The water holding capacity was higher in young sheep (61.59%) ($P<0.05$) than in the old sheep (59%). The intramuscular fat was higher in Katahdin (4.12%) and Pelibuey (3.27%). The protein was higher in Suffolk (16.50%) and Katahdin (15.85%). The carcass compactness index had a high correlation with slaughter weight ($r=0.819$), HCW ($r=0.954$), carcass yield ($r=0.618$), thorax perimeter ($r=0.773$) and rump perimeter ($r=0.734$). In conclusion, the carcass and meat traits of the young male racial biotypes presented better values than those of old and female's sheep, and possibly with greater acceptance in the market.

Keywords: thorax perimeter, rump perimeter, water holding capacity, shear force, intramuscular fat.

INTRODUCCIÓN

Las características de la canal y de la carne de los ovinos dependen de factores intrínsecos como raza, edad, sexo, peso, tipo de parto y composición del tipo de fibra muscular (Alexandridis *et al.* 2016; Hoffman *et al.* 2003; Júnior *et al.* 2016; González–Barrón *et al.* 2021; Belhaj *et al.* 2021) y de factores extrínsecos como alimentación, aditivos, promotores de crecimiento, sanidad, bienestar animal, manejo, buenas prácticas de sacrificio, refrigeración, almacenamiento, maduración de la carne y empaçado (Guerrero *et al.* 2013; Ramírez–Retama y Morales 2014; Sari *et al.* 2019; Prache *et al.* 2022).

Las variables determinantes en las características de la canal son peso de sacrificio (PS), peso de la canal caliente (PCC), rendimiento de la canal, conformación (CONF), grasa de cobertura de la canal (GC), color visual de la grasa de cobertura, área del ojo de la costilla, grasa intramuscular–marmoleo (GIM) y medidas morfométricas (Swatland 1991; Boggs *et al.* 2006; Vázquez *et al.* 2011; Martínez 2014; Velázquez *et al.* 2016), y las variables que determinan las características fisicoquímicas de la carne son temperatura, pH, capacidad de retención de agua (CRA),

color, fuerza de corte (FC), pérdida por cocción (PPC), composición química y perfil de ácidos grasos (García *et al.*, 1998; Júnior *et al.*, 2016; Estrada–León *et al.*, 2022). Estas variables se relacionan con la aceptación de la carne por los consumidores de cada país y son determinantes en el comercio de la industria de la carne, que en situaciones desfavorables crea pérdidas económicas en toda la cadena de suministro. Por tanto, el estudio de estas variables es sumamente importante en la cadena productiva de carne de ovinos.

En un estudio realizado con 22 grupos de corderos comerciales producidos en seis diferentes países europeos, se reportó que el contenido de GIM en la carne varió de 5,3% a 13%, eso se atribuyó principalmente al grupo genético y a la edad (Berge *et al.* 2003). El contenido de GIM es mayor en las hembras que en los machos, y los castrados tienen mayor cantidad de GIM que los machos enteros, pero esta es menor que en las hembras (Torrescano *et al.* 2010; Júnior *et al.* 2016).

En tanto, Lambe *et al.* (2008; 2009) reportaron una variación importante de pH final y terneza entre las razas Texel y Scottish Blackface. Genéticamente la

FC y el color instrumental de la carne tienen estimaciones de heredabilidad >0,25 (Jacob y Pethick 2014), con una notable excepción en el área del ojo de la costilla (0,45) y la GIM (0,48) (Boggs *et al.* 2006; Mortimer *et al.* 2014; Scanes 2003). Por su parte, Guerrero *et al.* (2013) reportaron que el sexo de los rumiantes influyó sobre los valores de pH y el color de la carne, y también agregaron que existen variables que se relacionan, por ejemplo, la GIM, jugosidad y la PPC de la carne influyen sobre la terneza, mientras que el color de la carne se relaciona con el contenido de mioglobina muscular, pigmentos hemínicos y luminosidad, y estos a su vez se relacionan con la edad de sacrificio (Beriaín *et al.* 2000; Juárez *et al.* 2009; Calnan *et al.* 2014; Swatland 2014). Asimismo, la edad influye sobre la terneza de la carne; en los corderos la carne es más tierna que en los animales adultos y corresponde en un incremento en la FC a mayor edad, atribuido a una reducción en la solubilidad del colágeno, longitud del sarcómero en pre-rigor, proteólisis y metabolismo del glucógeno *post mortem* (Varnam y Sutherland 1995;

Warriss 2009; Warner *et al.* 2010; Pearson y Young 2012).

Dada la importancia de factores propios de los ovinos sobre las características de la canal y de la carne, y la mayor aceptabilidad de la carne en el mercado, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar las características de la canal y fisicoquímicas de la carne de cinco biotipos raciales de diferente rango de edad, machos y hembras, sacrificados en la Región Centro de México, y su correlación entre variables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de los ovinos y sacrificio

Sesenta ovinos de biotipos raciales Katahdin (KA) Dorper (DO) Pelibuey (PE), Blackbelly (BB) y Suffolk (SF) de dos rangos de edades y sexo distribuidos como se muestra en la tabla 1 y provenientes de sistemas de producción intensivos y semi-intensivos se muestrearon, sacrificaron y evaluaron en un rastro de ovinos de Certificación Tipo Inspección Federal (TIF), ubicado en la

TABLA 1. Descripción de la distribución de cinco biotipos raciales de ganado ovino de diferente rango de edad, machos y hembras

Biotipo racial	n	Edad		Sexo	
		≤ 12 meses	> 13 meses	Machos	Hembras
Katahdin	9	6	3	9	0
Dorper	12	10	2	12	0
Pelibuey	18	11	7	18	0
Blackbelly	14	13	1	14	0
Suffolk	7	2	5	0	7
Total	60	42	18	53	7

Fuente: elaboración propia.

Región Centro de México, considerando las especificaciones de las buenas prácticas de sacrificio humanitario y proceso sanitario de la carne establecidas por las Normas Oficiales Mexicanas 033-SAG/ZOO-2014 y 009-ZOO-1994.

Después del proceso de sacrificio, las canales se lavaron con ácidos orgánicos para el control de crecimiento microbiano y se refrigeraron por veinte horas en una cámara de frío, con una circulación de aire inferior a 1 m/s. La temperatura y humedad relativa interna variaron como se presenta a continuación (tabla 2).

Evaluación de las características de la canal

- Rendimiento de la canal: relación entre PCC y el PS con reposo y ayuno (PCC/PS X 100).
- Conformación (CONF): se clasificó en suprema (6), excelente (5), muy buena (4), buena (3), menos buena (2) e inferior (1) (SEUMIX) (Boggs *et al.* 2006; Martínez 2014).
- Grasa de cobertura (GC): se clasificó en muy importante (5), importante (4), media (3), escasa (2) y nula (1) (Boggs *et al.* 2006; Martínez 2014).
- Color visual de la grasa de cobertura: se clasificó en blanca (6), blanca cremosa (5), blanca amarilla (4), cremosa (3), cremosa amarilla (2) y amarilla (1) (Martínez, 2014).

- Medidas morfológicas (MM): se midieron en longitud de la canal (LC), longitud de la pierna (LP), perímetro del tórax (PT), ancho del tórax (AT), perímetro de la grupa (PG), ancho de la grupa (AG), índice de compacidad de la canal (ICC) (PCC/LC) e índice de compacidad de la pierna (ICP) (AG/LP) (Martínez 2014).

Evaluación de las características fisicoquímicas de la carne

pH y temperatura

Se realizaron 18 min y 24 h *post mortem* en el músculo semimembranoso de la pierna izquierda de la canal. El pH se determinó con un pH metro portátil de inserción de la marca Sentron, modelo 101. Este fue calibrado antes de su uso con soluciones tampones pH 4 y 7, y cepillado de la punta con agua destilada cada muestreo de 10 a 15 canales, concluida la jornada de muestreo, el electrodo metálico se dejó sumergido en una solución desproteínizadora para su uso posterior. La temperatura se determinó con un termómetro portátil de inserción de la marca Hanna®.

Color instrumental de la carne y de la grasa

Se realizó 24 h *post mortem*, con un espectrofotómetro marca Minolta camera, modelo CM-2002, en el músculo *obliquus*

TABLA 2. Temperatura y humedad relativa interna de la cámara de frío durante la refrigeración de las canales de cinco biotipos raciales de ganado ovino de diferente rango de edad, machos y hembras

Tiempo de refrigeración	Hora 0	Hora 2	Hora 4	Hora 8	Hora 20
Temperatura	7°C	6,5°C	5,5°C	4,3°C	2,9°C
Humedad relativa	74%	81%	85%	84%	80%

Fuente: elaboración propia.

internus abdominis de la media canal izquierda (Boggs *et al.* 2006; Martínez 2014). Se determinaron las coordenadas L* (luminosidad o claridad), a* (color rojo) y b* (color amarillo) CIELAB. El color de la grasa se midió sobre la porción posterior del lomo a nivel de la sexta vértebra lumbar de las canales. En el inicio de cada muestreo el equipo se calibró según las recomendaciones del fabricante.

Capacidad de retención de agua (CRA)

Se realizó después de la refrigeración. Se pesaron 0,3 g de muestra del músculo semimembranoso en una báscula analítica marca OHAUS, con un máximo de peso de 210 g y con una diferencia de peso de 0,1 mg. La muestra se colocó entre dos hojas de papel filtro de 4 x 4 cm con porosidad de 5 µm y se dejaron entre dos placas plexiglás de 25 x 25 cm, enseguida se les colocó un peso constante de 10 kg por 15 min, posteriormente la muestra comprimida se pesó y del cociente peso de la carne comprimida y peso de la muestra inicial x 100 se calculó la CRA (Grau *et al.* 1953; Boakye y Mittal 1993).

Fuerza de corte (kgf) (FC)

Se tomó muestra de 4 cm de longitud, 2 cm de ancho y 1,5 cm de grosor del músculo *Obliquus internus abdominis* no cocinada y con la navaja de Warner Bratzler, adaptado a la celda de un equipo analizador de textura marca TA-HDi (Textura Technologies, Stable Micro Systems), y con una carga de 50 kg y velocidad de penetración de 1 mm/s se realizó la FC. La muestra se ubicó de manera horizontalmente entre la base de la celda en la cual la navaja bajó verticalmente hasta lograr la completa penetración de la muestra de carne.

Pérdida por cocción (PPC)

Se tomó muestra del músculo *Obliquus internus abdominis* y se depositó en una bolsita de polietileno para baño maría en un equipo marca OAKTON STABLE a 80 °C por 30 min hasta que la temperatura interna de la muestra obtuvo 68 °C. Después, la muestra se dejó enfriar por 20 min y se pesó, y del cociente peso de la carne cocinada y peso de la muestra inicial x 100 se calculó la PPC.

Humedad

Se tomó muestra de 2,2 g del músculo *Obliquus internus abdominis*, se colocó en una charola de aluminio de una termobalanza electrónica de humedad marca AMB 50 y se programó a 120 °C por 20 min. Después se obtuvo en forma directa la lectura.

Proteína, grasa (GIM) y cenizas

Se tomaron muestras del músculo *Obliquus internus abdominis* y se determinaron el porcentaje de proteína por el método de micro Kjeldahl, la GIM por el método de hidrólisis ácida y, finalmente, las cenizas por el método general, de acuerdo con el método correspondiente descrito en la AOAC (1995).

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de las variables asociadas con características de la canal y fisicoquímicas de la carne se analizaron por el procedimiento Proc Means para obtener las estadísticas descriptivas de tendencia central y dispersión y con el procedimiento Proc GLM (modelo lineal general) del programa estadístico (SAS Institute 2002) se obtuvieron las medias y errores estándares de las variables, según el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + Y_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha Y)_{ik} + (\beta Y)_{jk} + \epsilon_{ijkl}$$
 donde: Y_{ijkl} = variable respuesta; μ = es la media general del conjunto de datos; α_i = efecto fijo del i -ésimo biotipo racial ($i=1,2,3,4,5$); β_j = efecto fijo del j -ésimo rango de edad ($j=1,2$); Y_k = efecto fijo del k -ésimo sexo (1,2); $(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción entre el i -ésimo biotipo racial y el j -ésimo rango de edad; $(\alpha Y)_{ik}$ = efecto de la interacción entre el i -ésimo biotipo racial y el k -ésimo sexo; $(\beta Y)_{jk}$ = efecto de la interacción entre el j -ésimo rango de edad y el k -ésimo sexo; ϵ_{ijkl} = el error aleatorio asumiendo NID (0,). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0,05. El análisis de correlación de Pearson y prueba t de Student entre variables se realizó en el programa estadístico Minitab (Minitab Institute 2007). Se consideraron correlaciones bajas, que obtuvieron valores de 0,2 a 0,39, correlaciones moderadas con valores de 0,40 a 0,69 y correlaciones altas con valores de 0,70 a 1,00 (Montgomery 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso de sacrificio y características de la canal

En la tabla 3, se presentan las estadísticas descriptivas de tendencia central y de dispersión de las características de la canal de cinco biotipos raciales de ganado ovino de diferente rango de edad, machos y hembras, donde se destaca que las variables que muestran el mayor coeficiente de variación son color visual de la grasa (36,31%), CONF (27,45%) y GC (25,10%).

El color visual de la grasa de cobertura tiene relación con los β -carotenos presentes

en los forrajes, que son depositados en la grasa (Mora y Shimada 2001), y la amplia variación de este valor puede obedecer a los sistemas productivos de alimentación en que estuvieron criados los ovinos, es decir, cantidad y tiempo en el que consumieron forraje y concentrado. Asimismo, es importante la eficiencia alimenticia propia de los ovinos, debido a que estos mismos autores mencionaron que la tasa de desaparición de los b-caroteno, a nivel ruminal, está asociada a la tasa de desaparición de la materia seca y del contenido celular, por la actividad intestinal de la enzima 15,15' dioxigenasa. El valor 5 (blanca cremosa) que se obtuvo de la moda de esta variable tuvo mayor frecuencia absoluta (21) en el conjunto de datos.

En tanto, la CONF es una evaluación del crecimiento y desarrollo del tejido muscular de las canales ampliamente utilizada en los sistemas de clasificación, y en su variación influyen diversos factores, como expresión genética, tipo de alimentación, edad y sexo (Kempster *et al.* 1982; Boggs *et al.* 2006). El valor 4 (muy buena) que se obtuvo de la moda de esta variable tuvo mayor frecuencia absoluta (24). Asimismo, la variación de la GC se atribuye a los mismos factores que influyen en la CONF, y el valor 4 (importante) que se obtuvo de la moda tuvo mayor frecuencia absoluta (25).

La tabla 4, muestra que hubo efecto de la edad sobre el PS, sin embargo, no hubo efecto de la interacción biotipo racial x edad. Los ovinos de mayor edad tuvieron mayor PS (47,08 kg), que aquellos de menor edad (43,81 kg). Este aspecto debe ser analizado en las plantas procesadoras de carne porque no siempre los ovinos de mayor edad tienen mayor PS. Los animales con restricción

TABLA 3. Estadísticas descriptivas de tendencia central y de dispersión de las características de la canal de cinco biotipos raciales de ganado ovino de diferente rango de edad, machos y hembras

Variable	n	Moda	Mediana	Media	DE	CV%	Mínimo	Máximo
Peso de sacrificio (kg)	60	46,50 47,50 (7)	46,50	44,79	± 5,16	11,54	30,00	54,50
Peso de la canal caliente (kg)	60	24,50 (5)	23,75	22,47	± 3,50	15,61	14,15	29,30
Rendimiento (%)	60	50,00 (3)	51,26	49,88	± 4,22	8,47	36,50	55,47
Conformación (1-6)	60	4 (24)	4,00	3,51	± 0,96	27,45	1	5
Grasa de cobertura (1-5)	60	4 (25)	4,00	3,55	± 0,89	25,10	2	5
Color visual de la grasa de cobertura (1-6)	60	5 (21)	4,00	3,83	± 1,39	36,31	1	6
Longitud de la canal (cm)	60	49 (12)	49,25	49,79	± 2,29	4,61	44,00	56,00
Longitud de la pierna (cm)	60	32 (14)	33,75	33,46	± 1,91	5,71	28,00	39,00
Perímetro del tórax (cm)	60	78 (11)	76,00	74,64	± 4,72	6,33	65,00	81,50
Ancho del tórax (cm)	60	24 (14)	23,50	23,05	± 2,35	13,10	15,00	27,00
Perímetro de la grupa (cm)	60	63 (12)	62,50	61,87	± 3,47	5,61	52,50	69,00
Ancho de la grupa (cm)	60	20 (11)	19,00	18,93	± 2,48	13,10	15,00	27,00
Índice de compacidad de la canal (PCC/LC)	60	0,285 0,369 0,449 0,454 (2)	0,473	0,450	± 0,06	15,18	0,285	0,597
Índice de compacidad de la pierna (AG/LP)	60	0,571 (6)	0,562	0,567	± 0,07	13,50	0,394	0,818

Los valores numéricos entre los paréntesis de la moda indican los valores que tuvieron mayor frecuencia absoluta en el conjunto de datos. DE: desviación estándar. CV: porcentaje del coeficiente de variación PCC: peso de la canal caliente. LC: longitud de la canal. AG: ancho de la grupa. LP: longitud de la pierna.

Fuente: elaboración propia.

alimenticia tardan más tiempo en alcanzar el PS que conlleva mayor edad, aspecto que pone en detrimento la terneza de la carne (Gerrard y Grant 2006; Warner *et al.* 2010). El PCC fue mayor en los

biotipos raciales DO (24,49 kg) y KA (23,76 kg) ($P < 0,05$) y menor en los SF (17,76 kg); estos últimos fueron hembras en su totalidad y así se consideró en el análisis de los datos.

TABLA 4. Efecto de cinco biotipos raciales de ganado ovino, rango de edad, machos y hembras e interacción sobre las características de la canal

Variable	Biotipo racial		Edad				Sexo		Significancias de las diferencias estadísticas							
			≤12 meses		>13 meses				Machos		Hembras		BR	E	S	BR x E
	n=9	n=12	n=18	n=14	n=7	n=42	n=18	n=53	n=7	n=7						
Peso de sacrificio (kg)	46,17±1,52	47,08±0,42	44,64±1,32	42,71±1,77	43,84±1,73	43,81±0,84	47,08±0,85	44,94±0,72	43,64±1,73	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
Peso de la canal caliente (kg)	23,76±0,71	24,49±0,34	22,91 ^{ab} ±0,71	21,71 ^b ±1,11	17,76±1,01	22,20±0,53	23 ^a ,10±0,85	23,09±0,42	17,76±1,01	*	NS	*	NS	*	NS	NS
Rendimiento %	50,24 ^a ±1,05	51,85±0,61	51,32±0,44	50,72±0,67	40,85±1,47	50,30±0,54	48,91±1,30	51,10±0,32	40,85±1,47	*	NS	*	NS	*	NS	NS
Conformación (1-6)	4,11±0,26	3,75±0,21	3,72±0,13	3,07 ^{ab} ±0,32	2,71 ^b ±0,42	3,47±0,15	3,61±0,21	3,62 ^a ±0,12	2,71 ^b ±0,42	*	NS	*	NS	*	NS	NS
Grasa de cobertura (1-5)	3,88 ^a ±0,35	4,08±0,22	3,55 ^{ab} ±0,18	3,14 ^b ±0,20	3,00 ^b ±0,30	3,57±0,13	3,50±0,21	3,50±0,12	3,00±0,30	*	NS	*	NS	*	NS	NS
Color visual de la grasa de cobertura (1-6)	3,11±0,45	4,00±0,38	4,05±0,29	3,92±0,35	3,71±0,74	3,73±0,19	4,05±0,38	3,84±0,18	3,71±0,74	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Longitud de la canal (cm)	50,38±0,88	50,45±0,83	49,36±0,49	50,10±0,56	48,35±0,26	50,06±0,03	49,16±0,45	49,98±0,32	48,35±0,26	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
Longitud de la pierna (cm)	33,77±0,81	34,16±0,36	33,33±0,55	33,57±0,34	32,00±0,50	33,63±0,28	33,08±0,47	33,66±0,26	32,00±0,50	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
Perímetro del tórax (cm)	76,00 ^a ±1,58	76,33±0,51	75,25 ^{ab} ±1,26	74,07 ^b ±1,21	69,57 ^b ±1,63	74,58±0,68	74,78±1,28	75,31±0,60	69,57 ^b ±1,63	*	NS	*	NS	*	NS	NS
Ancho del tórax (cm)	23,55±0,48	24,20±0,53	23,30±0,52	22,17 ^{ab} ±0,83	21,57 ^b ±0,64	23,02±0,39	23,13±0,43	23,25±0,32	21,57±0,64	*	NS	*	NS	*	NS	NS
Perímetro de la grupa (cm)	63,00±1,02	63,91±0,60	62,05±0,82	60,43 ^a ±1,05	59,35±0,99	61,52±0,54	62,69±0,78	62,20±0,47	59,35±0,99	*	NS	*	NS	*	NS	NS
Ancho de la grupa (cm)	18,44±0,58	21,25 ^a ±0,83	18,55±0,41	18,42±0,72	17,57±0,56	18,86±0,43	19,08±0,34	19,11±0,34	17,57±0,56	*	NS	*	NS	*	NS	NS
Índice de compacidad de la canal (PCC/LC)	0,47 ^a ±0,01	0,48±0,01	0,46±0,01	0,43 ^b ±0,02	0,36±0,02	0,44±0,01	0,468±0,01	0,461±0,00	0,367±0,02	*	NS	*	NS	*	NS	NS
Índice de compacidad de la pierna (AG/LP)	0,54±0,02	0,62±0,02	0,56±0,01	0,54±0,02	0,54±0,01	0,56±0,01	0,578±0,01	0,569±0,01	0,548±0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^{abc} Medias en el mismo renglón con diferente literal son diferentes (P<0,05). Significativo= * (P<0,05). NS= no significativo (P>0,05). BR= biotipo racial. E= edad. S= sexo. BR x E= Interacción biotipo racial x edad. PCC: peso de la canal caliente. LC: longitud de la canal. AG: ancho de la grupa. LP: longitud de la pierna. Fuente: elaboración propia.

Los PE (22,91 kg) y BB (21,71 kg) estuvieron en pesos intermedios. Igualmente, la CONF fue mayor en los DO (3,75), KA (4,11) y PE (3,72) siendo esta de clase muy buena, y los BB (3,07) y SF (2,71), de clase buena. Sin embargo, Martínez *et al.* (2009) clasificó mayor número de canales de corderos BB y PE en la clase muy buena con valores de 3,5 y 4. El PCC de los machos fue 23,08% mayor que en las hembras ($P < 0,05$), por la diferencia en la relación músculo:hueso y madurez fisiológica que se reflejó en mayor clase de CONF y rendimiento cárnico (Martínez 2019).

El rendimiento de la canal fue superior en los biotipos raciales KA (50,24%), DO (51,85%), PE (51,32%), BB (50,72%) ($P < 0,05$) con respecto a las hembras SF (40,65%). No obstante, estos rendimientos fueron inferiores a los reportados por Burke *et al.* (2003) en corderos DO x Saint Croix (52,8%), DO x Romanov x Saint Croix (52,1%) y KA (53,7%). El menor rendimiento de la canal de las hembras se debe al menor PCC, y posiblemente al mayor peso de los componentes no cárnicos como órganos, cabeza, piel, patas, sangre y vísceras.

La GC de los DO (4,08) y KA (3,88) fue mayor ($P < 0,05$) y de clasificación importante, por un mayor tamaño de los adipocitos celulares (Gerrard y Grant 2006; Scanes 2003; Lawrence *et al.* 2012) reflejo de la temprana madurez fisiológica, en comparación con los biotipos raciales PE (3,55), BB (3,14) y SF (3,00) que fueron de clasificación media y madurez fisiológica tardía. En tanto, el color visual de la grasa de cobertura no mostró diferencia estadística entre biotipos raciales, rangos de edades y sexo, siendo de clasificación blanca ligeramente amarilla, con excepción de los KA, que fue visualmente cremosa

(3,11), es probable que los primeros hayan recibido una alimentación con mayor cantidad de concentrado y mínima cantidad de forraje, lo cual es característico de los sistemas intensivos; esto con base en estudios realizados por Barrón *et al.* (2006) y Mora y Shimada (2001), en los que mencionaron que el color casi amarillo de la grasa corresponde a mayor ingesta de carotenoides presentes en los forrajes.

Por otro lado, los machos tuvieron mayor LC y LP (49,98 cm y 33,66 cm) ($P < 0,05$) que las hembras (48,35 cm y 32 cm), pero entre biotipos raciales y rangos de edad no hubo diferencias estadísticas. Asimismo, Macías *et al.* (2010), en corderos de pelo, reportaron mayor LC en los machos que en las hembras, con mayor medida de la columna vertebral, que podría representar una ventaja por el mayor tamaño del lomo y cortes comerciales de mayor valor económico.

En tanto, PT, PG e ICC fueron superiores ($P < 0,05$) en los biotipos raciales KA (76 cm, 63 cm y 0,47 kg/cm), DO (76,33 cm, 63,91 cm y 0,48 kg/cm) y PE (75,25 cm, 62,05 cm y 0,46 kg/cm), cuya característica son canales amplias y compactas con mejor deposición de los tejidos corporales por unidad de longitud en las canales, en comparación con los BB (74,07 cm, 60,43 cm y 0,43 kg/cm) y SF (69,57 cm, 59,35 cm y 0,36 kg/cm), que fueron más angostas y longilíneas y de menor CONF. Sin embargo, en corderos de razas de lana, López-Velásquez *et al.* (2016) no encontraron diferencias en estas medidas. Por otro lado, los machos (75,31 cm, 62,20 cm y 0,46 kg/cm) superaron en estas medidas ($P < 0,05$) a las hembras SF (69,57 cm, 59,35 cm y 0,36 kg/cm) por mayor crecimiento y desarrollo de las fibras musculares en los primeros (Gerrard y Grant 2006; Lawrence *et al.* 2012).

Características fisicoquímicas de la carne

En la tabla 5, se muestran las estadísticas descriptivas de tendencia central y de dispersión de las características fisicoquímicas de la carne de cinco biotipos raciales de ganado ovino de diferente rango de edad, machos y hembras. Las variables que

mostraron mayor coeficiente de variación son el valor de a* (color rojo) del color instrumental de la grasa (73,09%) y que está muy relacionado con el valor de b*(color amarillo) del color de la grasa. Esta variación obedece a que los animales fueron criados en diferentes sistemas de producción.

TABLA 5. Estadísticas descriptivas de tendencia central y de dispersión de las características fisicoquímicas de la carne de cinco biotipos raciales de ganado ovino de diferente rango de edad, machos y hembras

Variable	n	Moda	Mediana	Media	DE	CV%	Mínimo	Máximo
T ₁₈ °C	60	37,50 (10)	37,50	37,66	± 1,24	3,30	34,50	39,90
T ₂₄ °C	60	3 (7)	2,80	3,18	± 1,17	37,04	1,60	5,80
pH ₁₈	60	6,50 (14)	6,50	6,56	± 0,19	2,94	6,10	6,90
pH ₂₄	60	5,80 5,90 (19)	5,80	5,80	± 0,16	2,76	5,40	6,30
CRA%	60	58,40 59,43 60,53 (2)	60,52	60,81	± 4,15	6,83	50,46	69,02
Color de la carne								
L*	60	32,59 33,55 36,48 39,90 (2)	36,10	36,82	± 5,61	15,24	26,31	50,18
a*	60	9,22 9,42 10,42 10,50 (2)	10,30	10,48	± 2,15	20,52	6,52	17,82
b*	60	10,58 11,58 12,84 16,39 (2)	12,14	11,55	± 3,88	33,61	0,910	18,74
Color de la grasa								
L*	60	61,20 64,32 (3)	63,37	64,48	± 4,76	7,39	55,96	75,63
a*	60	1,18 1,23 4,50 5,60 (3)	3,24	3,75	± 2,74	73,09	0,040	14,30
b*	60	8,52 (4)	9,92	10,65	± 3,06	28,75	5,44	17,10
FC (kgf)	60	1,98 1,99 2,01 2,74 (2)	3,18	3,00	± 1,35	45,09	0,336	5,93
PPC %	60	20 (3)	26,53	26,37	± 6,61	25,08	15,83	63,94
HUM %	60	61,46 (2)	58,27	57,63	± 4,89	8,50	44,97	66,74
PROT %	60	15,67 (2)	15,31	15,30	± 1,37	8,98	12,15	18,73
GIM %	60	0,244 (2)	0,255	2,86	± 1,50	52,57	0,830	8,20
CEN %	60	1,00 (2)	1,01	1,01	± 0,01	1,61	0,989	1,065

Los valores numéricos en los paréntesis de la moda indican los valores que tuvieron mayor frecuencia absoluta en el conjunto de datos. DE: desviación estándar. CV: porcentaje del coeficiente de variación. T18: temperatura interna de la canal 18 min *post mortem*. T24: temperatura interna de la canal 24 h *post mortem*. pH18: pH 18 min *post mortem*. pH24: pH 24 h *post mortem*. CRA: porcentaje de la capacidad de retención de agua. L*: luminosidad o claridad. a*: color rojo. b*: color amarillo. FC: fuerza de corte (kgf). PPC: porcentaje de pérdida por cocción. HUM: porcentaje de humedad. PROT: porcentaje de proteína. GIM: porcentaje de grasa intramuscular. CEN: porcentaje de cenizas.

Fuente: elaboración propia.

La GIM, que son los adipocitos localizados entre las fibras musculares, el área interfascicular y pequeñas cantidades en formas de gotas dentro del citoplasma de la fibra muscular, también tuvo un alto coeficiente de variación (52,57%) que obedece principalmente al efecto del biotipo racial, manejo, alimentación energética, edad y sexo. Asimismo, la FC tuvo una amplia variación (45,09%), esto se atribuye sobre todo a la diferencia de edad y a la GIM, con origen en la formación de enlaces intermoleculares de las moléculas de tropocolágeno que confieren la firmeza del colágeno (Alexandridis *et al.* 2016; Warner *et al.* 2010; Warriss 2009).

Por otro lado, cabe mencionar que los valores de moda de pH_{24} (5,8 y 5,9) tuvieron mayor frecuencia absoluta (19) en el conjunto de datos. Esto muestra en general que los valores de pH_{24} estuvieron en un rango aceptable. La medición de pH_{24} después de la matanza es un indicativo del estado fisiológico y metabólico en que son sacrificados los ovinos y tiene efecto sobre la calidad fisicoquímica, microbiológica y aceptación de la carne en el mercado (Martínez 2020a).

La tabla 6 muestra que las canales de los biotipos raciales DO (37,25 °C), PE (38,05 °C), BB (38,18 °C) y SF (37,88 °C) tuvieron mayor T_{18} ($P < 0,05$) que las canales de los KA (36,45 °C). En tanto, la T_{24} fue mayor ($P < 0,05$) en las canales de los biotipos raciales KA (3,21 °C), DO (3,45 °C), PE (3,30 °C) y BB (3,37 °C) y menor en los SF (1,97 °C), porque los ovinos con mayor T_{24} tuvieron una glucólisis menos rápida con mayor y prolongado gasto de la energía por las enzimas fosforilasas a nivel celular antes de la instauración del rigor mortis (Warriss, 2009), lo que se reflejó en valores mayores de pH_{24} como sucedió en los KA (5,94).

Por otro lado, la CRA de la carne fue superior en los biotipos raciales KA (61,70%), DO (61,05%), BB (60,65%) que la carne de las hembras SF (56,66%) ($P < 0,05$). Se obtuvieron valores similares a los primeros en corderos castrados Santa Inés x DO (61,39% a 62,94%) en alimentación intensiva (De Melo *et al.* 2022).

Asimismo, los ovinos de menor edad tuvieron mayor CRA (61,59%) que los de mayor edad (59%), ya que la carne de los ovinos de mayor edad tuvo mayor GIM (3,58% vs. 2,55%) y disminuye la actividad del agua dentro de las fibras musculares y el rendimiento por cocción (Pearson y Young 2012). Los machos tuvieron una mayor CRA (61,36%) en comparación con las hembras (56,66%), lo que conlleva en estos últimos una mayor pérdida de valor nutritivo de la carne a través del exudado liberado durante la refrigeración, el empaquetado y el almacenamiento.

El color instrumental de la carne no mostró diferencia estadística entre biotipos raciales que reflejaron un color visual rojo rosa brillante con valores de μ ; luminosidad ($L^* = 36,82$), color rojo ($a^* = 10,48$) y color amarillo ($b^* = 11,55$) (tabla 5), este color de la carne es una ventaja en la venta al detalle, ya que los consumidores asocian el color rojo brillante con carne más fresca y saludable (Mancini y Hunt 2005). Referente a los rangos de edad, los ovinos de menor edad tuvieron valores mayores de ($L^* = 38,86$) ($P < 0,05$), que los de mayor edad ($L^* = 35,95$), lo cual es característico de mayor actividad de agua dentro de las fibras musculares en los primeros, y cuyo resultado origina diferentes espectros de absorbancia y reflectancia de luz de distintas longitudes de onda (colores) (Swatland 1991; Calnan *et al.* 2014).

Por otro lado, los DO ($L^* = 65,92$) y BB ($L^* = 68,14$) tuvieron mayores valores en el

TABLA 6. Efecto de cinco biotipos raciales de ganado ovino, rango de edad, machos y hembras e interacción sobre las características fisicoquímicas de la carne

Variable	Biotipo racial				Edad				Sexo				Significancias de las diferencias estadísticas							
	Katahdin		Dorper		Pelibuey		Blackbelly Suffolk		≤12 meses		>13 meses		Machos		Hembras		BR	E	S	BRxE
	n=9	n=12	n=18	n=14	n=7	n=7	n=7	n=7	n=42	n=18	n=53	n=7	n=7							
T ₁₈ °C	36,45 ^c ±0,36	37,25 ^{ab} ±0,40	38,05 ^a ±0,25	38,18 ^b ±0,20	37,88 ^{ab} ±0,50	37,69±0,18	37,58±0,31	37,63±0,170	37,88±0,50	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T ₂₄ °C	3,21 ^b ±0,34	3,45 ^b ±0,26	3,30 ^a ±0,26	3,37 ^a ±0,40	1,97 ^b ±0,08	3,09±0,158	3,37±0,35	3,34 ^a ±0,15	2,22 ^b ±0,08	*	NS	*	NS	*	NS	*	NS	*	NS	NS
pH ₁₈	6,51±0,05	6,56±0,05	6,59±0,03	6,55±0,06	6,55±0,09	6,57±0,02	6,53±0,05	6,56±0,02	6,55±0,09	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
pH ₂₄	5,94 ^c ±0,05	5,84 ^{ab} ±0,03	5,81 ^{ab} ±0,03	5,70 ^b ±0,04	5,75 ^b ±0,03	5,81±0,02	5,78±0,04	5,81±0,02	5,75±0,03	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CRA %	61,70 ^a ±1,04	61,05 ^a ±1,11	61,97 ^a ±1,01	60,65 ^a ±1,12	56,66 ^b ±1,40	61,59±0,59	59,00±1,04	61,36 ^b ±0,53	56,66 ^b ±1,40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	NS
Color de la carne																				
L*	35,42±1,99	35,47±1,82	36,64±1,23	39,01±1,52	37,0±1,72	38,88 ^a ±1,30	35,95 ^b ±0,84	36,79±0,79	37,09±1,72	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
a*	10,89±0,38	10,07±0,49	9,81±0,56	10,75±0,47	11,82±1,26	10,26±0,61	10,57±0,30	10,30±0,26	11,82±1,26	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
b*	12,22±0,82	10,78±1,39	10,32±0,96	11,80±0,93	14,68±0,88	10,95±1,15	11,81±0,52	11,14 ^a ±0,53	14,68 ^b ±0,88	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Color de la grasa																				
L*	63,78 ^b ±1,01	65,92 ^b ±1,13	62,36 ^a ±0,87	68,14 ^b ±1,42	61,05 ^a ±1,68	65,31 ^a ±0,77	62,53 ^b ±0,80	64,93 ^b ±0,64	61,05 ^b ±1,68	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	NS
a*	4,49±1,09	3,65±0,63	4,85±0,71	2,62±0,56	2,39±0,84	3,17 ^a ±0,34	5,11 ^b ±0,79	3,93 ^a ±0,38	2,39 ^a ±0,44	NS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	NS
b*	9,02 ^c ±0,69	9,25 ^b ±0,69	11,88 ^{bc} ±0,66	10,14 ^{ab} ±0,90	12,99 ^c ±1,15	10,13 ^b ±0,44	11,85 ^b ±0,75	10,34 ^a ±0,40	12,99 ^c ±1,15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	NS
FC (kgf)	2,86±0,57	3,22±0,36	3,16±0,27	2,60±0,45	3,17±0,25	2,79±0,18	3,47 ^b ±0,16	2,97±0,19	3,17±0,25	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PPC %	25,08±1,58	26,16±4,70	25,19±1,22	26,36±0,62	24,19±2,51	27,00 ^b ±1,21	22,08 ^a ±1,89	25,70±1,15	24,19±2,51	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
HUM %	54,53±1,95	57,56±1,11	58,65±1,32	58,98±0,85	56,46±2,00	57,46±0,79	58,04±1,05	57,79±0,67	56,46±2,00	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PROT %	15,85 ^{ab} ±0,29	14,82 ^a ±0,36	15,21 ^a ±0,36	14,87 ^a ±0,32	16,50 ^b ±0,44	15,19±0,20	15,55±0,35	15,14 ^b ±0,18	16,50 ^b ±0,34	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
GIM %	4,12 ^a ±0,69	2,22 ^a ±0,26	3,27 ^b ±0,34	2,53 ^a ±0,33	1,96 ^a ±0,36	2,55 ^a ±0,01	3,58 ^b ±0,04	2,98±0,02	1,96±0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	NS
CEN %	1,01±0,00	1,01±0,00	1,01±0,00	1,01±0,00	1,01±0,00	1,01±0,00	1,01±0,00	1,01±0,00	1,01±0,00	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^{abc} Medias en el mismo renglón con diferente literal son diferentes (P < 0,05). Significativo: * (P < 0,05), NS: no significativo (P > 0,05). BR: biotipo racial. E: edad. S: sexo. BR x E: interacción biotipo racial x edad. T_{18 °C}: temperatura interna de la canal 18 min *post mortem*. T_{24 °C}: temperatura interna de la canal 24 h *post mortem*. pH18: pH 18 min *post mortem*. pH24: pH 24 h *post mortem*. CRA: porcentaje de retención de agua. L*: luminosidad o claridad. a*: color rojo. b*: color amarillo. FC: fuerza de corte (kgf). PPC: porcentaje de pérdida por cocción. HUM: porcentaje de humedad. PROT: porcentaje de proteína. GIM: porcentaje de grasa intramuscular. CEN: porcentaje de cenizas

Fuente: elaboración propia.

color instrumental de la grasa ($P < 0,05$) que los KA ($L^* = 63,76$), PE ($L^* = 62,36$) y SF ($L^* = 61,05$) como resultado de mayor engrasamiento, dictado por expresión genética propia de cada biotipo racial. Asimismo, Beriain *et al.* (2000) relacionaron mayor engrasamiento en la canal con valores más altos de $L^* = 68,46$. En tanto, los ovinos de mayor edad tuvieron valores más altos de b^* (color amarillo) = 11,85 ($P < 0,05$) que los de menor edad ($b^* = 10,13$) por mayor tiempo en alcanzar el PS, menor eficiencia alimenticia y más tiempo en metabolizar los β -carotenos a nivel ruminal (Barrón *et al.* 2006). Igualmente, las hembras fueron superiores ($b^* = 12,99$) que los machos ($b^* = 10,34$) por la menor eficiencia de las hembras en la actividad de la coenzima hidrogenizada ruminal y desaparición de los β -carotenos (Wyss 2004).

La FC no difirió entre biotipos raciales y se consideraron aceptables (2,60 a 3,22 kgf) con $\mu = 3$, mediana 3,18, mínimo 0,336 y máximo 5,93 kgf (tabla 5), ya que Hilton *et al.* (2004) mencionaron que la carne regularmente tierna presenta valores $\leq 3,6$ kgf. Sin embargo, Snowden y Duckett (2003) reportaron diferencias en FC entre corderos DO (2,80 kgf) y corderos SF (3,98 kgf). Referente a los rangos de edad, como era de esperarse, los ovinos de mayor edad tuvieron mayor FC (3,47 kgf) ($P < 0,05$) que los de menor edad (2,79 kgf) por mayores entrecruzamientos intermoleculares de fibras de colágeno y reducción de su solubilidad con el avance de la edad (Warner *et al.* 2010).

Por otro lado, los ovinos de menor edad tuvieron mayor PPC (27%) que los de mayor edad (22,08%), por la mayor macidez de la carne en estos últimos y mayor cantidad de GIM (3,58 vs 2,98%). Por su parte, Fernandes *et al.* (2011) reportaron menor PPC (20,12%) en la carne

de corderos Santa Inés de siete meses en alimentación intensiva, esto relacionado con mayor cantidad de GIM. Asimismo, Zhang *et al.* (2023) asociaron menor PPC con mayor puntuación de marmoleo en la carne de corderos australianos. Igualmente, Estrada–León *et al.* (2022) reportaron que los corderos KA con mayor GIM (4,05%) presentaron menor PPC (32,77%) en comparación con la raza DO y cruce DO x Katahdin que tuvieron menor GIM y mayor PPC.

Por otro lado, no hubo diferencia entre biotipos raciales, rangos de edad y sexo sobre la humedad y cenizas. Asimismo, Estrada–León *et al.* (2022) no encontraron diferencia en humedad entre las razas: DO (73,54%), KA (73,71%) y cruce DO x KA (72,10%). Sin embargo, López *et al.* (2000) sí encontraron diferencia entre raza de pelo y media lana y sexo. Cabe señalar que la diferencia en el valor de humedad reportado por estos autores respecto al presente estudio $\mu = 57,63\%$ (tabla 5) se debe a la diferencia del músculo de muestreo evaluado.

Los SF (16,50%) y KA (15,85%) tuvieron valores mayores ($P < 0,05$) de proteína que los DO (14,82%), PE (15,21%) y BB (14,87%), esto se deriva de la diferencia en el recambio de las proteínas musculares durante el metabolismo del organismo, lo cual favorece la síntesis de proteína a expensas de su degradación (Gerrard y Grant 2006). Igualmente, Partida *et al.* (2015) reportaron mayor proteína en la carne de corderos KA x DO (21,8%) que en los KA x Charollais (21,3%). Asimismo, Issakowicz *et al.* (2018) reportaron mayor proteína en la carne de corderos DO x Santa Inés (18,7%), Santa Inés (17,3%) y DO x Morada Nova (17,5%) que en la raza Morada Nova (15,5%). Cabe mencionar que la diferencia en el valor

de proteína con respecto a lo reportado en el presente estudio $\mu=15,30\%$ (tabla 5) se debe a la diferencia del músculo muestreado, ya que Fowler *et al.* (2019) reportaron diferencia significativa en el contenido de proteína producto de diferentes cortes de carne, donde esta es menor en el corte de la espaldilla (17%), mayor en el lomo (22,9%) e intermedio en el chamberete (20,5%). También se encontró que la interacción biotipo racial x rango de edad ($P<0,05$) influyó sobre la proteína; esto quiere decir que la proteína varió tanto por biotipo racial como por los rangos de edad.

Por otro lado, la GIM fue mayor ($P<0,05$) en los biotipos raciales KA (4,12%) y en los PE (3,27%) en comparación con los DO (2,22%), BB (2,53%) y SF (1,96%), por lo que los primeros biotipos raciales se verían favorecidos en la comercialización por las características sensoriales deseables como jugosidad, terneza, olor y sabor que les confiere la GIM de la carne. Asimismo, López *et al.* (2000) reportaron mayor GIM en la raza PE (4,46%). Estas diferencias entre genotipos de GIM se deben a la diferencia de crecimiento de los tejidos tisulares (grasa, carne y hueso), con lo que alcanzan la madurez fisiológica. En tanto, los ovinos de menor edad tuvieron menor GIM (2,55%) que los de mayor edad (3,58%), lo cual corrobora lo reportado por Mashele *et al.* (2017).

Coefficientes de correlación de Pearson

En la tabla 7, se presentan los coeficientes de correlación de Pearson entre las características de la canal y fisicoquímicas de la carne de cinco biotipos raciales de ganado ovino de diferente rango de edad, machos y hembras. El PS y PCC tuvieron una alta correlación ($r=0,857$), y estas

a su vez tuvieron una alta correlación con el PG ($r=0,711$); ($r=0,753$) y PT ($r=0,702$); ($r=0,821$) e ICC ($r=0,819$); ($r=0,954$). Igualmente, Martínez *et al.* (2007) reportaron correlaciones altas y moderadas entre el PS y PCC ($r=0,855$), PS y PT ($r=0,690$), PS y PG ($r=0,455$), PCC y PT ($r=0,832$), PCC y PG ($r=0,590$) en corderos de pelo. Por su parte, Bianchi *et al.* (2006) reportaron que el mayor PCC conseguido en corderos de lana en alimentación intensiva indicó superioridad en ICC, CONF y rendimiento cárnico.

Por otro lado, también se observó que, a mayor PCC, la T_{24} de las canales fue mayor ($r=0,502$) por el mayor tiempo de enfriamiento al interior de la carne en las canales de mayor PCC. Igualmente, a medida que se incrementó el PS y PCC se incrementó la ceniza ($r=0,322$); ($r=0,367$), lo cual se asocia a ovinos de mayor madurez fisiológica, con mayor grado de calcificación de los huesos.

El rendimiento de la canal se correlacionó ($P<0,05$) con el PCC ($r=0,636$), CONF ($r=0,396$), PT ($r=0,506$) e ICC ($r=0,618$). En este sentido, Martínez (2020b) reportó que los corderos KA y DO con mayor rendimiento de la canal también presentaron mayor PCC, CONF, ICC y GC por la mejor relación en la estructura esquelética y desarrollo de los músculos y GC, en comparación con los corderos PE, BB y PE x KA.

La CONF se correlacionó ($P<0,05$) con GC ($r=0,472$), PT ($r=0,402$), AT ($r=0,471$), PG ($r=0,483$) e ICC ($r=0,334$). Asimismo, Martínez *et al.* (2007) reportaron una correlación moderada entre CONF y GC ($r=0,572$) y CONF y PG ($r=0,530$). También se ha reportado en otras investigaciones que, conforme mejora la CONF de la canal, se incrementa el ICC (Sabbioni *et al.*, 2016).

TABLA 7. Coeficientes de correlación de Pearson entre las características de la canal y fisicoquímicas de la carne de cinco biotipos raciales de ganado ovino de diferente rango de edad, machos y hembras

	PV	PCC	REND	CONF	GC	CGC	LC	LP	PT	AT	PG	AG	ICC	ICP
PCC	0,857*													
REND	0,188	0,636*												
CONF	0,340	0,472*	0,396*											
GC	0,180	0,311*	0,289*	0,472*										
CGC	-0,053	0,028	0,216	-0,212	-0,061									
LC	0,223	0,265	0,139	0,103	0,024	0,034								
LP	0,445*	0,500*	0,261	0,065	-0,044	-0,091	0,466*							
PT	0,702*	0,821*	0,506*	0,402*	0,327*	-0,047	0,261*	0,510*						
AT	0,573*	0,661*	0,396*	0,471*	0,328*	-0,046	0,167	0,300*	0,887*	0,621*				
PG	0,711*	0,755*	0,351*	0,483*	0,371*	-0,052	0,152	0,436*	0,851*	0,225	0,515*			
AG	0,399*	0,425*	0,195	0,142	0,312*	0,080	0,053	0,109	0,351*	0,645*	0,734*	0,435*		
ICC	0,819*	0,954*	0,618*	0,334*	0,334*	0,019	-0,026	0,362*	0,773*	0,102	0,338*	0,910*	0,283*	
ICP	0,207	0,213	0,093	0,335*	0,335*	0,115	-0,152	-0,305*	0,149	0,102	0,166	-0,166	-0,331*	0,019
T ₁₈	-0,422*	-0,441*	-0,105	-0,171	-0,296*	0,083	-0,442*	-0,433	-0,370*	-0,310*	0,162	0,162	0,441*	0,035
T ₇₄	0,422*	0,502*	0,219	0,219	-0,092	0,189	0,203	0,280*	0,313*	0,284*	0,162	-0,128	-0,241	-0,130
pH ₁₈	-0,268*	-0,182	0,049	0,085	0,085	0,108	0,196	0,040	-0,100	0,068	0,234	0,234	0,037	0,207
pH ₇₄	0,021	0,054	-0,063	0,320*	0,320*	-0,312*	0,064	0,029	0,187	0,068	0,057	0,057	0,088	0,106
CRA	-0,138	0,076	0,279*	0,053	-0,086	0,019	0,019	-0,103	-0,019	-0,008	0,057	0,057	0,088	0,106
Lc*	-0,075	-0,040	0,110	-0,295	-0,295*	0,191	-0,058	0,050	-0,120	-0,051	-0,247	-0,247	-0,044	-0,245
ac*	-0,077	-0,031	-0,189	0,071	0,071	-0,039	0,049	-0,034	0,064	-0,017	0,180	0,180	-0,048	0,177
bc*	-0,021	-0,120	-0,181	0,231	0,231	-0,053	0,004	-0,050	0,016	-0,114	0,069	0,069	-0,113	0,091
Lq*	-0,084	0,050	0,222	-0,042	-0,109	0,113	0,192	0,215	-0,029	-0,067	0,053	0,053	-0,008	0,003
ag*	0,417*	0,457*	0,239	0,326*	0,342*	0,115	-0,015	-0,001	0,474*	0,286	0,495*	0,243	0,482*	0,272
bg*	-0,137	-0,205	-0,184	0,110	0,106	0,035	-0,219	-0,343*	-0,244	-0,163	-0,185	-0,009	-0,155	0,141
FC	-0,029	-0,022	0,015	0,155	0,155	0,049	-0,140	-0,300*	-0,134	-0,137	0,352*	0,352*	0,026	0,443*
PPC%	-0,151	-0,116	-0,036	0,014	0,093	0,011	0,285	0,150	-0,051	-0,013	0,113	0,034	-0,202	-0,068
HUM%	-0,291	-0,129	0,206	0,113	0,113	0,175	-0,158	-0,275	-0,268	-0,179	0,034	0,034	-0,077	0,128
PROT%	-0,247	-0,368	-0,380	-0,15	-0,015	-0,191	-0,094	0,001	-0,258	-0,188	-0,285	-0,285	-0,341*	0,269*
GIM%	0,217	0,325*	0,219	0,295*	0,302*	-0,134	0,204	-0,044	0,216	0,133	0,112	0,112	0,276*	0,134
CEN%	0,322*	0,367*	0,224	0,098	0,098	0,162	0,080	0,142	0,319	0,360*	0,072	0,072	0,355*	0,012

	T ₁₈	T ₂₄	pH ₁₈	pH ₂₄	CRA	Lc*	ac*	bc*	Lg*	ag*	bg*	FC	PPC	HUM	PROT	GIM
PCC																
REND																
CONF																
GC																
CGC																
LC																
LP																
PT																
AT																
PG																
AG																
ICC																
ICP																
T ₁₈	0,067															
T ₂₄		-0,093														
pH ₁₈			-0,332													
pH ₂₄				-0,099												
CRA					0,093											
Lc*																
ac*																
bc*																
Lg*																
ag*																
bg*																
FC																
PPC																
HUM%																
PROT%																
GIM%																
CEN%																

* P<0,05 PV: peso vivo. PCC: peso de la canal caliente. REND: rendimiento de la canal. CONF: conformación. GC: grasa de cobertura en la canal. CGC: color de la grasa de cobertura en la canal. LC: longitud de la canal. LP: longitud de la pierna. PT: perímetro del tórax. AT: ancho del tórax. PG: perímetro de la grupa. AG: ancho de la grupa. ICC= índice de compacidad de la canal. ICP: índice de compacidad de la pierna. T18: temperatura interna de la canal 18 min post mortem. T24: temperatura interna de la canal 24 h post mortem. pH18: pH 18 min post mortem. pH24: pH 24 h post mortem. CRA: porcentaje de la capacidad de retención de agua. Lc*: luminosidad o claridad de la carne. ac*: color rojo de la carne. bc*: color amarillo de la carne. Lg*: luminosidad o claridad de la grasa. ag*: color rojo de la grasa. bg*: color amarillo de la grasa. FC: fuerza de corte (kgf). PPC: porcentaje de pérdida por cocción. HUM: porcentaje de humedad. PROT: porcentaje de proteína. GIM: porcentaje de grasa intramuscular. CEN: porcentaje de cenizas.

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, las correlaciones mostraron que, a medida que se incrementaron el PG y PT por mayor PCC, también se incrementaron la GC y la GIM. En este sentido, Huidobro *et al.* (2005) mencionaron que el PG es un buen predictor de la proporción de grasa en la canal. Por su parte, Gomes *et al.* (2021) reportaron una alta correlación $r=0,701$ ($P<0,001$) entre el PCC y la proporción de grasa en la canal de corderos de la raza Santa Inés de seis a siete meses de edad.

Asimismo, se encontró que, cuanto mayor PT y PG, el ICC también fue mayor ($r=0,773$) y ($r=0,734$) con ligero incremento de la GC ($r=0,327$) y ($r=0,371$), lo que indicaba un incremento de carne producida por cada centímetro de la canal con adecuada proporción de grasa. En este sentido, Gomes *et al.* (2021) reportaron alta y moderada correlación ($P<0,001$) entre la proporción de grasa en la canal y el PT ($r=0,699$) y PG ($r=0,530$).

Las correlaciones altas entre el ICC y el PS ($r=0,819$), PCC ($r=0,95$), PT ($r=773$), PG ($r=734$) muestran que estas variables son determinantes en la cantidad de carne producida por cada centímetro de la canal. Por otro lado, el ICP tuvo una correlación moderada ($P<0,05$) con la FC ($r=0,443$), así los ovinos de mayor crecimiento y desarrollo en AG y LP son de mayor edad y se refleja en carne menos tierna con mayor FC.

La carne con mayor T_{24} tuvo mayores valores de luminosidad ($r=0,426$) y menor PPC ($r= -0,344$). Sin embargo, se debe prestar atención a la calidad microbiológica de la carne, ya que la carne con mayor T_{24} y manejada inadecuadamente luego del sacrificio es susceptible de crecimiento microbiológico y reducida vida de anaquel.

La carne que presentó mayor pH_{24} tuvo menores valores de Lc^* ($r= -0,489$),

lo que visualmente se refleja en carne roja oscura. En la carne que presentó una mayor Lc^* , disminuyeron los valores de ac^* , y bc^* ($r= -0,318$), siendo carne más clara y rosada, característico de ovinos de menor edad; por el contrario, en la carne que presentó una menor Lc^* , el ac^* (color rojo de la carne) se incrementó, cuyo resultado es carne menos clara y de mayor intensidad de color rojo, propio de animales de mayor edad. Asimismo, las correlaciones mostraron que, a medida que se incrementó la Lc^* (luminosidad de la carne), la PPC disminuyó ($r= -0,449$) y la humedad aumentó ($r=0,320$) por mayor contenido de agua inmovilizada entre los filamentos de miosina y actina de las miofibrillas, lo que se reflejó en mayor CRA y menor PPC de la carne (Warriss 2009; Pearson y Young 2012). Finalmente, se encontró que a mayor valor de ac^* también se incrementó el valor de bc^* ($r=0,692$).

CONCLUSIONES

El PS no mostró diferencia significativa entre biotipos raciales, sin embargo, los ovinos KA, DO y PE consiguieron mayor PCC, GC, PT, PG e ICC y probablemente mayor rendimiento cárnico que los biotipos raciales BB y SF. Las hembras consiguieron menor PCC, REND, CONF, LC, LP, PT, PG e ICC por menor relación músculo:hueso en comparación con los machos. En contraparte, la velocidad de la glucólisis fue menos rápida en los ovinos de mayor T_{24} , lo que se reflejó en valores altos de pH_{24} . Los valores de mayor CRA obtenidos en los ovinos de menor edad son indicativos de menores pérdidas del valor nutritivo de la carne a través del exudado liberado durante la refrigeración y el almacenamiento de la carne que

los de mayor edad, y en los machos en comparación a las hembras. El color de la carne de los biotipos raciales estuvo en un rango aceptable, y las hembras metabolizaron en más tiempo los β -carotenos a nivel ruminal en comparación con los machos, lo que se reflejó en valores más altos de b^* en la grasa. La FC indicó que la carne fue menos tierna en los ovinos de mayor edad. La proteína fue mayor en las hembras que en los machos. La carne de los KA y PE consiguieron mayor GIM que los DO, BB y SF. Igualmente, los ovinos de mayor edad consiguieron mayor GIM que los de menor edad. Las canales anchas y compactas fueron de mejores características productivas como resultado de las altas correlaciones entre las variables PCC, PT, AT, PG e ICC. Los ovinos de mayor madurez fisiológica reflejaron una correlación significativa entre el PCC y ceniza, ICP y FC, GIM e ICC. La Lc^* tuvo una correlación moderada negativa con la PPC y positivamente con la humedad. La evaluación de las características antes citadas de los biotipos raciales permite consignar el potencial genético de los ovinos de acuerdo con el rango de edad y sexo para la producción de carne, lo cual contribuye con programas de mejoramiento genético, sistemas productivos, industrialización y comercialización, aspectos que generan beneficios económicos en toda la cadena productiva de carne ovina. Sin embargo, se deben realizar trabajos futuros utilizando marcadores moleculares en cada ovino para la determinación de la eficiencia alimenticia, contenido de grasa en la canal y calidad de la carne como terneza y marmoleo.

CONFLICTOS DE INTERESES

No existe declaración de conflicto de intereses personales o con otras personas,

organizaciones, dependencias e instituciones que pudieran influir de manera inapropiada en el presente artículo.

CUMPLIMIENTO CON LAS NORMAS ÉTICAS DE EXPERIMENTACIÓN

No se realizó experimentación con animales vivos previo al sacrificio. Sin embargo, en el rastro de certificación Tipo Inspección Federal (TIF) aprobado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (México), donde fueron sacrificados los animales, se cumplieron los protocolos y procedimientos oficiales para dar muerte a los animales domésticos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-SAG-200-2014) y el proceso sanitario de la carne de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-009-200-1994).

FUENTES DE FINANCIACIÓN

El presente estudio se realizó con los recursos de asignación de beca de estudios de posgrado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT).

DECLARACIÓN USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

No se hizo uso de inteligencia artificial en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración participativa de los productores de ganado ovino de la Región Centro de México por permitirnos obtener muestras de carne de las canales del ganado para su análisis fisicoquímico. Asimismo, se agradece al personal que labora en la procesadora de carne de ovinos de Certificación Tipo Inspección

Federal en los diferentes puntos de procesamiento por su valiosa colaboración y apoyo incondicional en la realización del presente estudio.

REFERENCIAS

- Alexandridis V, Skapetas B, Kantas D, Goulas P, Kalaitzidou M. 2016. Evaluation the impact of carcass weight, age at slaughter, and sex on the chemical composition of lamb meat: the case of the Boutsiko sheep breed. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 6:119-124. Disponible en: https://ijas.rasht.iau.ir/article_520889.html
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. *Standard Official Method of Analysis*. 16a ed. Washington: United States Department of Agriculture (USDA). Disponible en: <https://search.worldcat.org/es/title/Official-methods-of-analysis-of-AOAC-international/oclc/421897987>
- Barrón GS, Mora OI, Castaño VM, Shimada MA. 2006. La pigmentación amarilla del tejido adiposo de bovinos finalizados en pastoreo y su concentración de carotenoides y el perfil de ácidos grasos. *Técnica Pecuaria México*. 44:231-240. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/613/61344208.pdf>
- Belhaj K, Mansouri F, Tikent A, Taaifi Y, Boukharta M, Serghini HC, Elamrani A. 2021. Effect of age and breed on carcass and meat quality characteristics of Beni-Guil and Ouled-Djellal sheep breeds. *The Scientific World Journal*. <https://doi.org/10.1155/2021/5536793>
- Berge P, Sañudo C, Sánchez A, Alfonso M, Stamatari C, Thorkelsson G. 2003. Comparison of muscle composition and meat quality traits in diverse commercial lamb types. *Journal of Muscle Foods*. 14:281-300. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2003.tb00707.x>
- Beriain MJ, Horcada A, Purroy G, Lizaso J, Chasco JA. 2000. Characteristics of Lacha and Raza Aragonesa lambs slaughtered at three live weights. *Journal of Animal Science*. 78:3070-3077. <https://doi.org/10.2527/2000.78123070x>
- Bianchi G, Garibotto G, Betancur O, Forichi S, Ballesteros F, Nan F, Franco J et al. 2006. Confinamiento de corderos de diferente genotipo y peso vivo: efecto sobre características de la canal y de la carne. *Agrociencia*. 10:15-22. Disponible en: <https://agrocienciauruguay.uy/index.php/agrociencia/article/view/919/959>
- Boakye K, Mittal GS. 1993. Changes in pH and water holding properties of Longissimus dorsi during beef ageing. *Meat Science*. 34:335-349. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(93\)90082-S](https://doi.org/10.1016/0309-1740(93)90082-S)
- Boggs LD, Merkel AR, Doumit EM. 2006. *Lamb Carcass Evaluation and Grading*. Livestock and Carcasses. En: *An Integrated Approach to Evaluation, Grading, and Selection*. 6a ed. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, pp. 181-202. Disponible en: <https://he.kendallhunt.com/product/livestock-and-carcasses-integrated-approach-evaluation-grading-and-selection>
- Burke JM, Apple JK, Roberts WJ, Boger CB, Kegley EB. 2003. Effect of breed-type on performance and carcass traits of intensively managed hair sheep. *Meat Science*. 63:309-315. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00087-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00087-6)
- Calnan HB, Jacob RH, Pethick DW, Gardner GE. 2014. Factors affecting the colour of lamb meat from the longissimus muscle during display: The influence of muscle weight and muscle oxidative capacity. *Meat Science*. 96:1049-1057. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.032>
- De Melo AMP, Monteiro LFS, Costa RG, Júnior VL, Medeiros AN, Queiroga RE, Ribeiro NL et al. 2022. Quality of Santa Inês x Dorper sheep meat submitted to different levels of inclusion of sunflower cake. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 20:e0608. <https://doi.org/10.5424/sjar/2022203-19173>
- Estrada-León RJ, Moo-Huchin VM, Mena-Arceo D, Cárdenas-Medina JV, Ortiz-Fernández A, Canto-Pinto JC. 2022. Meat quality physicochemical traits in hair sheep in southeast Mexico. 27(supl):e2563. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2563>
- Fernandes AR, Junior MA, Orrico AC, Junior FM, Oliveira AB. 2011. Desempenho e características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40:1822-1829. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000800028>

- Fowler SM, Morris S, Hopkins DL. 2019. Nutritional composition of lamb retail cuts from the carcasses of extensively finished lambs. *Meat Science*. 154:126-132. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.016>
- García MJA, Núñez GFA, Rodríguez AFA, Prieto C, Molina DNI. 1998. Calidad de la canal y de la carne de borregos Pelibuey castrados. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 36:1-8. Disponible en: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/625/623>
- Gerrard ED, Grant LA. 2006. Relationships among growth, composition, and meat quality. En: *Principles of animal growth and development*. Debuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, pp. 215-240. Disponible en: <https://he.kendallhunt.com/product/principles-animal-growth-and-development>
- Gomes MB, Neves ML, Barreto LM, Ferreira MA, Monnerat JP, Carone GM, Morais JS et al. 2021. Prediction of carcass composition through measurements in vivo and measurements of the carcass of growing Santa Inês sheep. *PLoS ONE*. 16(3):e0247950. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247950>
- González-Barrón U, Santos-Rodrigues G, Bermúdez RP, Coelho-Fernandes S, Osoro K, Celaya R, Serrão RM et al. 2021. Quality attributes of lamb meat from European breeds: effects of intrinsic properties and storage. *Small Ruminant Research*. 198:106354. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106354>
- Grau R, Hamm R, Eine E. 1953. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Mukel. *Naturwissenschaften*. 40:29-30. <https://doi.org/10.1007/BF00595734>
- Guerrero A, Velandia VM, Mar CM, Sañudo C. 2013. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 35:335-347. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i4.21756>
- Hilton GG, Gentry JG, Allen DM, Miller MF. 2004. Utilization of beef from different cattle phenotypes to produce a guaranteed tender beef product. *Journal of Animal Science* 82:1190-1194. <https://doi.org/10.2527/2004.8241190x>
- Hoffman LC, Muller M, Cloete SWP, Schmidt D. 2003. Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. *Meat Science*. 65:1265-74. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00034-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00034-2)
- Huidobro RF, Miguel E, Cañeque V, Velasco S. 2005. Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal ovina. En: Cañeque V, Sañudo C, editores. *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*. Madrid, España: Monografías INIA: Serie Ganadera N.º 3, pp. 143-169. Disponible en: <https://e-libro.net/libros/libro.aspx?idlibro=29012>
- Issakowicz J, Sampaio IAC, Bueno MS, Da Costa DRL, Geraldo AT, Abdalla AL, McManus C et al. 2018. Crossbreeding locally adapted hair sheep to improve productivity and meat quality. *Scientia Agricola*. 75:288-295. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0505>
- Jacob RH, Pethick DW. 2014. Animal factors affecting the meat quality of Australian lamb meat. *Meat Science*. 96:1120-1123. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.039>
- Juárez M, Horcada A, Alcalde MJ, Valera M, Polvillo O, Molina A. 2009. Meat and fat quality of unweaned lambs as affected by slaughter weight and breed. *Meat Science*. 83:308-313. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.017>
- Júnior DL, Carvalho FF, Silva FJ, Rangel AH, Novaes LP, Difante GS. 2016. Intrinsic factors affecting sheep meat quality: a review. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 29:3-15. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v29n1a01>
- Kempster AJ, Cuthbertson A, Harrington G. 1982. *Carcasses evaluation in livestock breeding, production and marketing*. England: Granada Publishing. 306 pp. Disponible en: <https://www.abebooks.com/9780865315310/Carcase-Evaluation-Livestock-Breeding-Production-0865315310/plp>
- Lambe NR, Navajas EA, Schofield CP, Fisher AV, Simm G, Roehle R, Bünger L. 2008. The use of various live animal measurements to predict carcass and meat quality in two divergent lamb breeds. *Meat Science*. 80:1138-49. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.026>

- Lambe NR, Navajas EA, Fisher AV, Simm G, Roehle R, Bünger L. 2009. Prediction of lamb meat eating quality in two divergent breeds using various live animal and carcass measurements. *Meat Science*. 83:366-75. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.007>
- Lawrence TLJ, Fowler VR, Novakofski JE. 2012. Principles of cell growth. En: *Growth of Farm Animals*. 3a ed. Reino Unido: Cabinternational, pp. 22-37. Disponible en: <https://www.cabdigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781780641461.0000>
- López-Velázquez MM, Cruz-Colín L, Partida JA, Torres-Hernández G, Becerril-Pérez CM, Buendía GR, Jiménez MRB et al. 2016. Efecto de la raza paterna en características de la canal de corderos para carne en Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 74:441-453. Disponible en: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4277>
- López PG, Rubio MS, Valdés SM. 2000. Efecto del cruzamiento sexo y dieta en la composición química de la carne de ovinos pelibuey con rambouillet y suffolk. *Veterinaria México*. 31:11-19. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/423/42331102.pdf>
- Macías CU, Álvarez VFD, Rodríguez GJ, Correa CA, Torrentera ONG, Molina RL. 2010. Crecimiento y características de la canal en corderos Pelibuey puro y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 42:147-154. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2010000300005>
- Mancini RA, Hunt MC. 2005. Current research in meat color. *Meat Science*. 71:100-121. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>
- Martínez ED, Núñez GFA, García MJA, Soto SS, Hernández CJF. 2007. Avaliação e classificação na carcaça dos cordeiros para abate no estado de Hidalgo, México. En: XVI Congreso de Iniciación Científica. IX Encontro de Pós-Graduação. Pelotas, Brasil: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidad Federal de Pelotas. pp. 1-5. Disponible en: https://www2.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/CA/CA_00502.pdf
- Martínez ED, Soto SS, Ortega GJA, Pérez LMI, Lozano TS, Martínez HPA. 2009. Pre-clasificación de canales de corderos en México. En: VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Querétaro, México. pp. 17-21. Disponible en: <https://fddocuments.es/document/pre-clasificacion-de-canales-de-ovinos-canales-corderos-en-clasificacion-garantiza.html?page=1>
- Martínez ED. 2014. Métodos de evaluación para determinar la calidad de la canal. En: *Evaluación de Corderos en Pie y en Canal*. México: Trillas. pp. 33-46. Disponible en: https://etrillas.mx/libro/evaluacion-de-corderos-en-pie-y-en-canal_10830
- Martínez ED. 2019. Características de las canales de ovinos en la región centro de México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*. 6(supl.2):675-682. Disponible en: <https://revistaremaeivto.mx/index.php/remae/issue/view/12/10>
- Martínez ED. 2020a. Efecto del tiempo de reposo pre sacrificio como indicador de bienestar animal sobre la calidad de carne de ovinos. *Compendio de Ciencias Veterinarias*. 10:33-40. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2020.10.01.33>
- Martínez ED. 2020b. 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>
- Mashele GA, Parker ME, Schreurs NM. 2017. Effect of slaughter age between 5 to 14 months of age on the quality of sheep meat. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 77:177-180. Disponible en: <https://www.nzsap.org/system/files/proceedings/11%20Schreurs.pdf>
- Minitab. 2007. Minitab Statistical Software. User's guide statistics version 15 for Microsoft Windows. Pennsylvania: Minitab Institute Inc. Disponible en: <https://www.minitab.com/en-us/>
- Montgomery DC. 2020. Análisis de correlación. En: *Design and analysis of experiments*. Estados Unidos: Wiley. pp. 429-462. Disponible en: <https://www.wiley.com/en-us/Design+and+Analysis+of+Experiments%2C+10th+Edition-p-9781119492443>
- Mora IO, Shimada MA. 2001. Causas del color amarillo de la grasa de canales de bovinos finalizados en pastoreo. *Veterinaria México*. 32:63-71. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/423/42332110.pdf>
- Mortimer SI, Van der Werf JHJ, Jacob RH, Hopkins DL, Pannier L, Pearce KL, Gardner GE et al. 2014. Genetic parameters for meat quality

- traits of Australian lamb meat. *Meat Science*. 96:1016-1024. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.09.007>
- Norma Oficial Mexicana [NOM-009-Z00-1994]. Proceso Sanitario de la Carne. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/203872/NOM-009-ZOO-1994_161194_Orig.pdf
- Norma Oficial Mexicana [NOM-003-SAG/Z00-2014]. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133499/4.-_NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-033-SAG-ZOO-2014.pdf
- Partida JA, Casaya TA, Rubio MS, Méndez RD. 2015. Meat quality in Katahdin lamb terminal crosses treated with zilpaterol hydrochloride. *Journal of Food Research*. 4:48-57. <https://doi.org/10.5539/jfr.v4n6p48>
- Pearson AM, Young RB. 2012. Proteins of the Thick Filament. En: *Muscle and Meat Biochemistry*. San Diego: Academic Press. pp. 66-97. Disponible en: <https://www.abebooks.com/9780125480550/Muscle-Meat-Biochemistry-Food-Science-0125480555/plp>
- Prache S, Schreurs N, Guillier L. 2022. Review: Factors affecting sheep carcass and meat quality attributes. *Animal*. 16:100330. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100330>
- Ramírez-Retama J, Morales R. 2014. Influence of breed and feeding on the main quality characteristics of sheep carcass and meat: A review. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 74:225-233. <http://doi.org/10.4067/S0718-58392014000200015>
- Sabbioni A, Beretti V, Zambini EM, Superchi P. 2016. Carcass and meat parameters in Cornigliese sheep breed as affected by sex and age-class. *Italian Journal of Animal Science*. 15:2-9. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2015.1130201>
- Sarı M, Aksoy Y, Önk K, Erinç H, Serpil A, Isik SA, Muammer T. 2019. Effects of genotype and fattening system on the quality of male lamb meat-part 1: technological properties and carcass measurements. *Archive Animal Breed*. 62:605-614. <https://doi.org/10.5194/aab-62-605-2019>
- SAS. 2002. *Statistical Analysis Software. User's Guide Statistics. Version 9 for Microsoft Windows*. N.C. Estados Unidos: SAS Institute, Cary. Disponible en: https://www.sas.com/en_us/software/stat.html
- Scanes CG. 2003. Genetics and Growth. En: *Biology of growth of domestic animals*. Iowa: Wiley-Blackwell Ames. pp. 318-342. Disponible en: <https://www.wiley.com/en-us/Biology+of+Growth+of+Domestic+Animals-p-9780813829067>
- Snowder GD, Duckett SK. 2003. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass, and palatability characteristics. *Journal of Animal Science*. 81:368-375. <https://doi.org/10.2527/2003.812368x>
- Swatland HJ. 1991. Estructura Comercial de la Canal. En: *Estructura y Desarrollo de los Animales de Abasto*. Zaragoza, España: Acribia. pp. 101-119. Disponible en: https://www.editorialacribia.com/libro/estructura-y-desarrollo-de-los-animales-de-abasto_54347/
- Swatland HJ. 2014. *Meat Colour*. En: *Eating Meat: Science and Consumption Culture*. Guelph, Canada: 5M Pub. Paperback. pp. 108-124. Disponible en: <https://www.abebooks.com/9780955501197/Eating-Meat-Science-Consumption-Culture-0955501199/plp>
- Torrescano UGR, Sánchez EA, Peñúñuri MF, Velázquez JC, Sierra RT. 2009. Características de la canal y calidad de la carne de ovinos Pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. *Biotechnia*. 9:41-50. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971160006>
- Varnam AH, Sutherland JP. 1995. Determinants of meat quality. En: *Meat and meat products: technology, chemistry and microbiology*. Reino Unido: Chapman & Hall. pp. 10-45. Disponible en: https://www.abebooks.com/servlet/BookDetailsPL?bi=30690027311&cm_sp=plp_-9780412495601_-_used
- Vázquez SET, Partida JA, Rubio MS, Méndez, MD. 2011. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2:247-258. Disponible en: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1439>

- Velázquez LM, Colín CL, Partida JA, Hernández TG, Pérez BM, Rodríguez BG, Badillo JM et al. 2016. Efecto de la raza paterna en características de la canal de corderos para carne en Hidalgo, México. *Revista Mexicana en Ciencias Pecuarias*. 7:441-453. Disponible en: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4277>
- Warner RD, Greenwood PL, Pethick DW, Ferguson DM. 2010. Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat Science*. 86:171-183. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.042>
- Warriss PD. 2009. Post-mortem changes in muscle and its conversion into meat. En: *Meat science: an introductory text*. 2a ed. Reino Unido: CABI Publishing. pp. 64-76. Disponible en: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781845935931.0000>
- Wyss A. 2004. Carotene oxygenases: a new family of double bond cleavage enzymes. *The Journal of Nutrition*. 134:246-250. <https://doi.org/10.1093/jn/134.1.246S>
- Zhang T, Wang S, Liu R, Liu T, Zhang Y, Yang L, Kang L, et al. 2023. Effects of different feeds on growth performance and meat quality of hybrid lambs. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 15: 182-192. <https://doi.org/10.15586/qas.v15i1.1252>

Forma de citación del artículo:

Martínez, E. D. (2024). Características de la canal y de la carne de cinco biotipos raciales de ganado ovino de diferente rango de edad y sexo sacrificado en la Región Centro de México. *Rev Med Vet Zoot*. 71(1): e108744. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v71n1.108744>