


## Rendimiento productivo y clasificación de canales de corderos Pelibuey puros y cruzados criados bajo un sistema de producción intensivo en un clima cálido-húmedo



Miriam Rosas-Rodríguez <sup>a</sup>

Ricardo Serna-Lagunes <sup>b</sup>

Josafhat Salinas-Ruiz <sup>a</sup>

Julio Miguel Ayala-Rodríguez <sup>c</sup>

Benjamín Alfredo Piña Cárdenas <sup>d</sup>

Juan Salazar-Ortiz <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Colegio de Postgraduados. Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, Congregación Manuel León, 94946, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México.

<sup>b</sup> Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Orizaba-Córdoba, Veracruz, México.

<sup>c</sup> Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo-Ganadería. Estado de México, México.

<sup>d</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Posta. Veracruz, México.

\*Autor de correspondencia: [salazar@colpos.mx](mailto:salazar@colpos.mx)

### Resumen:

Se estudió el efecto de la raza en el crecimiento, las características y la clasificación de la canal utilizando 11 corderos Charollais x Pelibuey (ChP), 10 corderos Dorper x Pelibuey (DP) y 18 corderos Pelibuey (P) bajo un sistema de producción intensiva en un clima cálido-húmedo. Se observó un efecto significativo del genotipo ( $P < 0.05$ ) en el peso al nacer (PN),

el peso al destete (PD) y la ganancia diaria de peso (GDP), todos ellos fueron mayores en el genotipo ChP. Los corderos ChP y DP alcanzaron el peso comercial 35 y 23 días antes, respectivamente, que los corderos P. El genotipo tiene una marcada influencia en las características de la canal, afecta la conformación y la clasificación de la canal. La probabilidad de obtener una canal con buena conformación y clasificación MEX 1 (buena: MEX 1) es 72 % mayor para el genotipo ChP que para el genotipo P. Los rendimientos de lomo y pierna del genotipo ChP fueron mayores que los de los otros genotipos. El pH, la temperatura y el color instrumental de la canal, la carne y la grasa subcutánea fueron afectados por el genotipo. Los corderos ChP mostraron un mejor crecimiento, características y clasificación de la canal que los corderos de los genotipos DP y P.

**Palabras clave:** Cordero, Ovino de pelo, Canal, Cortes comerciales, Carne.

Recibido: 15/07/2021

Aceptado: 31/01/2022

## Introducción

En México, la producción ovina es importante debido a la alta demanda y la insuficiente producción nacional de carne<sup>(1)</sup>. En las regiones cálido-húmedas, la producción local de forraje es favorable, y la producción de carne de ovino podría mejorarse durante todo el año para satisfacer la demanda interna. En los sistemas locales de producción ovina, incluyendo los de las regiones cálido-húmedas, la producción de carne puede mejorarse mediante el uso de tecnologías y estrategias de manejo específicas<sup>(2)</sup>. Una de estas estrategias es el cruzamiento de razas locales como la raza ovina Pelibuey con razas grandes de lana para producir corderos cruzados, ya que los animales resultantes de estas cruces presentan mayor ganancia diaria de peso<sup>(3)</sup>.

La Pelibuey es una raza de pelo de tamaño mediano y se distribuye en una gran parte del territorio mexicano<sup>(4)</sup>. Es una raza que se utiliza para la producción de carne porque posee características de rusticidad que le permiten adaptarse a diferentes climas<sup>(5,6)</sup>. Tiene baja estacionalidad reproductiva, alta prolificidad y resistencia a parásitos, aunque los animales de engorda tienen tasas de crecimiento más bajas que las razas tradicionales de lana<sup>(7)</sup>. Debido a sus características específicas y bajo las condiciones de los sistemas de producción utilizados en México, las ovejas Pelibuey pueden ser utilizadas como raza materna para el cruzamiento con otras razas especializadas para la producción de carne<sup>(6)</sup> para obtener corderos que desarrollen canales con mejor conformación cárnica. No obstante, el rendimiento productivo y las características de la canal de la raza Pelibuey han sido menos

satisfactorios que los de otras razas con mejor conformación cárnica<sup>(4)</sup>, y a veces estas características de la canal no se mejoran al cruzarse con ciertas razas de lana especializadas<sup>(5)</sup>. Debido a la reciente introducción en México de nuevas razas de ovinos con mayor especialización para la producción de carne (por ejemplo, las razas Charollais y Dorper) y la posibilidad de que estas razas puedan ser de utilidad potencial en el cruzamiento con la raza Pelibuey, es necesario evaluar el rendimiento productivo (peso al nacer, peso al destete, ganancia diaria de peso y días de engorda) y las características de la carne en canal de corderos que resultan del cruzamiento con la raza Pelibuey.

Los estándares para la evaluación de la calidad de la carne de ovino en canal varían en todo el mundo. Para orientar y fortalecer la cadena de producción, procesamiento, comercialización y consumo de carne de ovino y definir las características de calidad de las canales de ovino para su comercialización nacional en México, se utilizó la norma mexicana para la clasificación de la carne de ovino en canal, NMX-FF-106-SCFI-2006. Sin embargo, hay pocos reportes de su aplicación en la evaluación de la carne de ovino en canal. Asimismo, hay poca información sobre el crecimiento y las características de corderos Pelibuey de raza pura o corderos obtenidos al cruzar esta raza con razas como Dorper y Charollais. Para satisfacer la demanda actual y futura del mercado interno, es importante determinar el efecto de la raza en el crecimiento de los corderos, su edad al sacrificio y la calidad de la carne en canal para las razas actualmente utilizadas en México y, de ese modo, generar información que contribuya a la comercialización de carne en canal de calidad. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la raza en el crecimiento, las características y la clasificación de la canal de corderos Pelibuey de raza pura y corderos obtenidos al cruzar la raza Pelibuey con las razas Dorper y Charollais.

## Material y métodos

La investigación se realizó de 2015 a 2017 en las instalaciones del Área Experimental de Ovinos del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, ubicado en la carretera federal Córdoba-Veracruz en el km 348, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. La ubicación geográfica es 18° 51' 20" N y 96° 51' 37" O, a una altitud de 650 msnm. El clima es cálido-húmedo con lluvias abundantes en verano, la temperatura promedio anual es de 22 °C, y la precipitación anual es de 2,000 mm<sup>(8)</sup>. El experimento se realizó de acuerdo a los criterios establecidos en la Norma Oficial Mexicana sobre especificaciones técnicas para la producción y procesamiento sanitario de la carne (NOM-009-ZOO-1994), especificaciones técnicas para la producción y trato humanitario en la movilización de animales (NOM-051-ZOO-1995), uso de animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999), y métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres (NOM-033-SAG/ZOO-2014), de conformidad con el Reglamento para el Uso y Cuidado de Animales Destinados a la Investigación del Colegio de Postgraduados.

## **Animales de experimentación y dieta**

Treinta y nueve (39) corderos machos de un rebaño experimental: Charollais x Pelibuey (n= 11), Dorper x Pelibuey (n= 10) y Pelibuey (n= 18), fueron criados por sus madres. En la primera semana de lactancia, los corderos se quedaron con sus madres; después de este período, las ovejas salían a pastar de las 1000 a las 1400 h, regresando a amamantar a sus crías y a quedarse toda la noche. A los corderos se les proporcionó una dieta comercial (creep feeding de Agribrands Purina México®) desde el nacimiento hasta el destete en comederos con acceso restringido para las madres. Después del destete, los corderos se alimentaron con una dieta de forraje de caña de azúcar picado mecánicamente con un tamaño de partícula aproximado de 3.0 cm y un concentrado de alimento comercial (Agribrands Purina México®) que contenía 15 % de proteína cruda (PC) y que consistía principalmente en cereales molidos, una combinación de pastas de semillas oleaginosas, subproductos de cereales, melaza, pasta de coco y aceite vegetal. Este alimento se ofreció libremente a los corderos solo una vez al día (0700 a 0800 h). El agua estuvo disponible *ad libitum* en bebedores tipo taza. En la región central de Veracruz, México, donde se desarrolló el presente estudio, los productores de ovinos manejan la dieta ensayada en esta investigación durante el período de engorda. En este sentido, se están evaluando las condiciones de manejo que actualmente aplican los productores de ovino, por lo que no se modificó la dieta de las ovinos estudiados, con el fin de adoptar y trasladar los resultados de esta investigación a los ovinos locales del productor.

## **Rendimiento productivo del cordero**

El peso de los corderos se midió al nacer (dentro de las primeras 24 h de vida, PN) y cada 15 días a partir de entonces hasta que alcanzaron el peso de sacrificio (aproximadamente 45 kg). También se registraron los pesos al destete (PD) de los corderos (aproximadamente 75 d). Los días de engorda (DE) se determinaron como el número de días entre el destete y el sacrificio. La ganancia diaria de peso (GDP) se determinó a partir de la diferencia en el peso al sacrificio y el PD dividida entre los DE. Los corderos se sacrificaron con pesos vivos promedio similar.

## **Rendimiento de la canal del cordero**

El sacrificio de los animales se realizó en el rastro municipal de Orizaba, Veracruz, México, a 18 km de las instalaciones del Colegio de Postgraduados bajo las especificaciones establecidas en la norma NOM-033-SAG/ZOO-2014. Cada cordero se transportó de forma individual, y los animales se transportaron a una densidad de población de 0.2 m<sup>2</sup>/cordero para minimizar la probabilidad de lesiones. Antes del sacrificio (1200 h), se redujo la disponibilidad de alimentos para los corderos, y se mantuvieron en ayunas durante 4 h y se transportaron al rastro el día del sacrificio. El peso vivo (PV) de los corderos se registró en

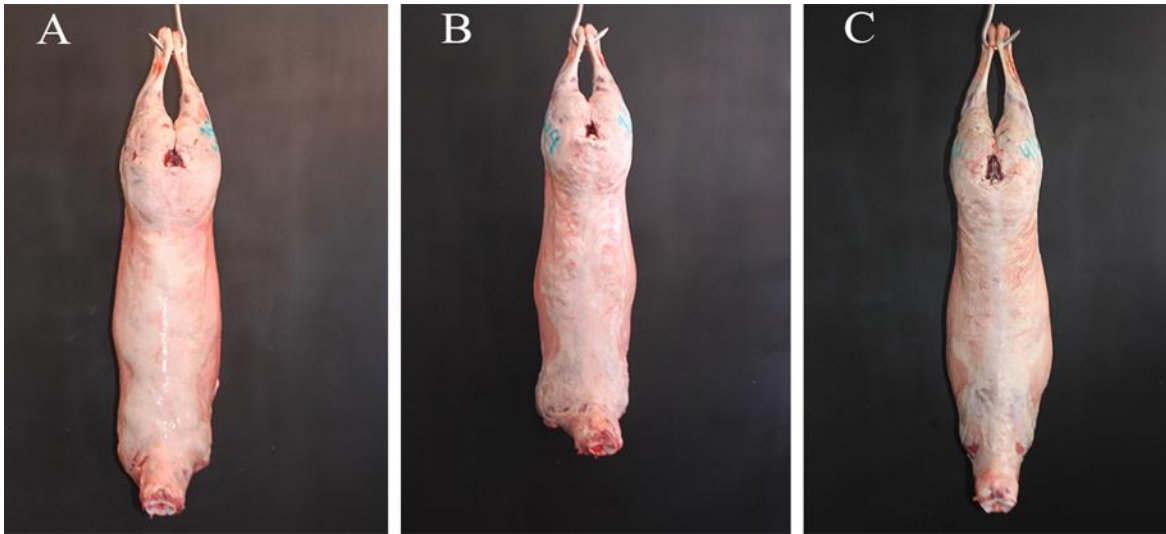
el rastro. Después fueron aturdidos utilizando una pistola de perno cautivo, y la exsanguinación se realizó a través de un corte en la arteria carótida y la vena yugular. Luego los animales se desollaron y evisceraron. Los componentes que no eran de la canal, como la cabeza y las pezuñas, se retiraron y pesaron por separado. También se registraron los pesos de la sangre, la piel, las vísceras verdes llenas y vacías, las vísceras rojas y la bilis. El peso de la canal caliente (PCC) se registró inmediatamente para determinar el rendimiento de la canal caliente ( $PCC/PV*100$ ).

Cuando las canales alcanzaron la temperatura ambiente, se almacenaron en una cámara frigorífica a 4 °C durante 24 h, donde se colgaron por ambos tendones de Aquiles. Posteriormente, se realizaron las siguientes mediciones: peso de la canal fría (PCF) para determinar el rendimiento de la canal fría (PCF/PV), pérdida de peso (PCC-PCF), grosor de la grasa dorsal y perímetro del ojo de la costilla. Para determinar el grosor de la grasa y el área del ojo de la costilla del *Longissimus dorsi*, se realizó un corte entre las costillas 12 y 13, el grosor de la grasa dorsal se midió con un calibrador digital y el perímetro del ojo de la costilla se dibujó en papel de acetato. El área del ojo de la costilla se estimó a partir del perímetro utilizando un medidor de área foliar LI 3100 (LICOR®, Lincoln, NE, EE.UU.).

### **Conformación-clasificación de la canal de cordero y cortes comerciales de carne**

Las canales fueron evaluadas por cinco evaluadores capacitados. La capacitación de los evaluadores consistió en varias sesiones de capacitación en calidad de canal de ovino. Los estándares fotográficos utilizados para la evaluación de las canales obtenidas en este experimento se muestran en la Figura 1. La evaluación de las canales se basó en los criterios de la norma mexicana para la clasificación de las canales de cordero (NMX-FF-106-SCFI-2006)<sup>(9)</sup>. Esta norma describe tres categorías de conformación de la canal (excelente, buena y deficiente) y cuatro categorías de grado de calidad para la canal entera; en orden de calidad decreciente, las mejores son México Extra (MEX EXT), México 1 (MEX 1), México 2 (MEX 2) y Fuera de Clasificación (F/C). Los criterios para la clasificación incluyen la edad del animal, el peso al sacrificio, la conformación de la canal y el grosor de la grasa dorsal en el músculo *longissimus dorsi* a la altura de la 12ª costilla (relación grasa/conformación).

**Figura 1:** Canales de cordero clasificadas según la norma mexicana NMX-FF-106-SCFI-2006



(A) Charollais x Pelibuey (Buena conformación, grado de calidad MEX 1); (B) Dorper x Pelibuey (Buena conformación, grado de calidad MEX 1); y (C) Pelibuey (Conformación deficiente, grado de calidad MEX 2).

Las canales se dividieron longitudinalmente a lo largo de la espina dorsal. La mitad derecha se dividió en seis secciones comerciales en una modificación del procedimiento descrito: cuello (vértebras cervicales de la 1 a la 5); hombro (base ósea: escápula y húmero incluyendo las primeras cinco costillas en una sección perpendicular ubicada debajo de este); brazo (parte superior de la pata delantera y pecho, incluyendo el radio, de la 2<sup>a</sup> a la 11<sup>a</sup> costilla en una sección perpendicular con la falda); costillar (vértebras torácicas de la 5 a la 12); lomo (*longissimus lumborum* de la 13<sup>a</sup> vértebra torácica a la 7<sup>a</sup> vértebra lumbar); y pierna (la sección entre la última vértebra lumbar y la primera vértebra sacra)<sup>(10)</sup>. Las secciones se pesaron de forma individual, y el rendimiento (%) se determinó con respecto al peso de la mitad derecha de la canal<sup>(11)</sup>.

### Mediciones del color, la temperatura y el pH de la canal

El color instrumental, la temperatura y el pH de las canales se midieron a los 30 minutos y 24 h después del sacrificio. El color instrumental se midió de acuerdo con la escala CIE  $L^*a^*b^*$ . Para el  $color_{30min}$  de la canal, la lectura se hizo del músculo *Rectus abdominis*<sup>(11)</sup>; para el  $color_{24h}$ , la lectura se hizo del *Longissimus dorsi*, y para el color de la grasa, la lectura se hizo de la cobertura de grasa de la pierna. Se utilizó un colorímetro portátil para medir esta variable (Mod CR-300/410, Minolta, Tokio, Japón). El iluminador D65 se utilizó como estándar de observación a un ángulo visual de 10° y 8 mm de apertura. La temperatura de la canal caliente (CC) y la de la canal fría (CF) se midieron insertando un termómetro de punción de grado alimenticio en la masa muscular (pierna). El  $pH_{30min}$  se midió utilizando un

potenciómetro equipado con un electrodo de punción (medidor de pH Mod HI 99163, Hanna, TX, EE. UU.) después de la calibración del equipo utilizando soluciones tampón de pH 4.0 y 7.0, eligiendo el mismo punto para todas las canales. El pH<sub>24h</sub> de la carne (*Longissimus dorsi*) se midió utilizando un potenciómetro (Mod pH 1100, Oaklon, Eutech Instruments, Singapur) previamente calibrado con soluciones tampón de pH 4.0, 7.0 y 10.0. Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

### Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando el procedimiento GLIMMIX en SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE. UU.). El tipo de raza se consideró como el efecto principal en el modelo. Para las variables GDP y DE se utilizó el siguiente modelo de covarianza:

$$y_{ij} = \mu + raza_i + (\beta + \delta_i)X_{ij} + animal_j + \epsilon_{ij};$$

Donde:

$i = 1,2,3;$

$j = 1, \dots, 39,$

$y_{ij}$  son los DE la raza  $i$  en animal  $j$ ,

$\mu$  es la media general,

$raza_i$  es el efecto fijo debido al genotipo  $i$ ,

$(\beta + \delta_i)X_{ij}$ ,  $\beta$  es el intercepto de la covariable peso al destete  $X_{ij}$ ,

$\delta_i$  es la pendiente del genotipo,

$animal_j$  es el efecto aleatorio debido al animal, asumiendo que  $animal_j \sim IIDN(0, \sigma_{animal}^2)$ ,

$\epsilon_{ij}$  es el error experimental con  $\epsilon_{ijk} \sim IIDN(0, \sigma^2)$ .

Para analizar las variables de desarrollo productivo, características de la canal, cortes comerciales y calidad de la canal y la carne, se utilizó el siguiente modelo mixto:

$$y_{ij} = \mu + raza_i + animal_j + \epsilon_{ij};$$

Donde

$i = 1,2,3; j = 1, \dots, 39,$

$y_{ij}$  es la variable de la respuesta del tipo de cruce  $i$ , en el animal  $j$ ,

$\mu$  es la media general,

$raza_i$  es el efecto fijo debido a la raza,  $animal_j$  es el efecto aleatorio debido al animal, asumiendo que  $animal_j \sim IIDN(0, \sigma_{animal}^2)$ ,

$\epsilon_{ij}$  es el error experimental, asumiendo que  $\epsilon_{ijk} \sim IIDN(0, \sigma^2)$ .

El método de la DMS de Fisher y el método de corrección de grados de libertad de Satterthwaite se utilizaron para comparar las medias. Se utilizó el modelo logit acumulativo para comparar la conformación y el grado de calidad de la canal de los genotipos. El predictor lineal es  $\eta_{ci} = \eta_c + \tau_i$ , donde  $\eta_{ci}$  es el predictor lineal en la  $c$ -ésima categoría ( $c = 0, 1$ ) para el  $i$ -ésimo genotipo ( $i = 1, 2, 3$ ),  $\eta_c$  es el intercepto para la  $c$ -ésima categoría y  $\tau_i$  es el  $i$ -ésimo efecto fijo del genotipo. La norma mexicana para la clasificación de canales de cordero establece tres categorías para la conformación de la canal (excelente, buena y deficiente) y cuatro categorías para el grado de calidad de la canal entera (en orden decreciente de calidad, estas categorías son MEX EXT, MEX 1, MEX 2 y F/C). En este estudio, sólo se obtuvieron y consideraron en el modelo para el análisis dos categorías para la conformación (buena y deficiente) y dos categorías para el grado de calidad (MEX 1 y MEX 2).

## Resultados y discusión

### Rendimiento productivo del cordero

El rendimiento productivo de los corderos de acuerdo con el genotipo se muestra en el Cuadro 1. El análisis de varianza mostró que existe un efecto altamente significativo ( $P=0.0001$ ) del genotipo en las variables PN, PD y GDP. El PN y el PD promedio fueron significativamente mayores en el genotipo Charollais x Pelibuey (ChP) que en el genotipo Dorper x Pelibuey (DP) (en 0.47 kg y 2.94 kg, respectivamente) y en el genotipo Pelibuey (P) (en 0.69 kg y 4.05 kg, respectivamente). Hubo un efecto significativo del genotipo ( $P=0.0020$ ) y la covariable peso al destete ( $P=0.0073$ ) en el número de DE. El número de DE requeridos para que los corderos alcanzaran el peso comercial no fue significativamente diferente en los corderos ChP y DP, pero los DE en esos grupos difirieron significativamente de los de los corderos P. Los corderos ChP y DP alcanzaron el peso comercial 35 y 23 días antes, respectivamente, que los corderos P. La ganancia diaria de peso promedio (GDP) desde el destete hasta el sacrificio difirió significativamente en los tres grupos; los corderos ChP y DP mostraron una GDP más alta que los corderos P (Figura 2). La GDP fue mayor en el genotipo ChP que en el genotipo DP.



**Cuadro 1:** Comportamiento productivo de corderos Charollais x Pelibuey (ChP), Dorper x Pelibuey (DP) y Pelibuey (P)

Variable	ChP (n = 11)	DP (n = 10)	P (n = 18)
Peso al nacer, kg	3.93 ± 0.24 <sup>a</sup>	3.46 ± 0.24 <sup>ab</sup>	3.24 ± 0.16 <sup>b</sup>
Peso al destete, kg	19.39 ± 0.91 <sup>a</sup>	16.45 ± 0.92 <sup>b</sup>	15.34 ± 0.60 <sup>b</sup>
DE (destete al sacrificio)	106.87 ± 7.07 <sup>b</sup>	118.01 ± 6.76 <sup>b</sup>	141.35 ± 5.36 <sup>a</sup>
GDP, kg/d (destete al sacrificio)	0.278 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.235 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.207 ± 0.01 <sup>c</sup>

GDP= ganancia diaria de peso; DE= días de engorda. Los datos se reportan como la media ± el error estándar.

<sup>abc</sup> Las medias dentro de la misma fila marcadas con letras diferentes son diferentes ( $P < 0.05$ ).

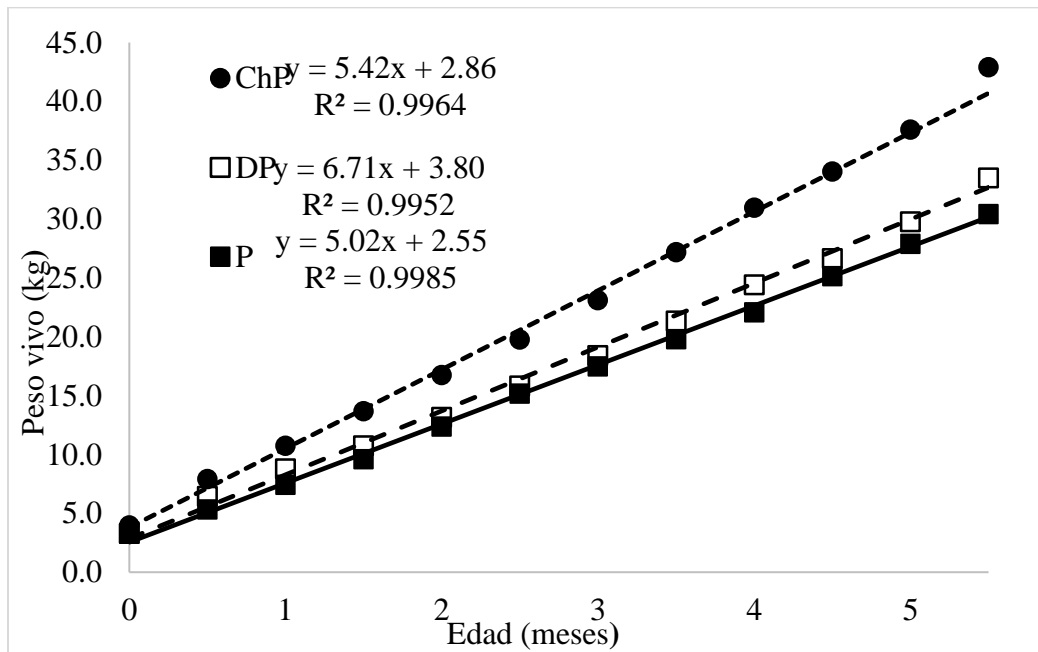
El presente estudio mostró que el cruzamiento de ovejas Pelibuey con carneros Charollais resulta en un mejor desarrollo productivo (PN, PD, DE y GDP) de corderos criados en condiciones de alta temperatura y humedad, es decir, en el área de estudio donde se desarrolló la presente investigación, la temperatura varía de 12 a 32 °C (mínima de 9 °C y máxima de 37 °C) y llueve 25.1 d en un mes con al menos 1 mm de precipitación. Los corderos de ovejas con aptitud cárnica (Katahdin) y carneros de cuatro razas (Charollais, Dorper, Suffolk y Textel) bajo mejores condiciones ambientales para la producción de ovinos (clima templado seco a 1,962 msnm), fueron que el mejor comportamiento productivo se encontró en corderos de la cruce Katahdin x Charollais<sup>(12)</sup>. Los valores de producción citados en ese estudio son similares a los valores encontrados en el presente estudio. Los valores de PN encontrados en este estudio son superiores a los reportados en otros estudios<sup>(13)</sup> en corderos de ovejas Black Belly x Pelibuey y carneros de tres razas diferentes (Dorset, Hampshire y Suffolk) y corderos de ovejas Pelibuey y carneros de razas de pelo (Pelibuey, Katahdin y Dorper), con valores promedio reportados de 3.18 ± 0.34 y 2.9 ± 0.09 kg, respectivamente.

La GDP (kg/d) en el presente estudio para los tres genotipos fue mayor que los valores en corderos P (0.181 ± 0.02), Pelibuey x Suffolk (0.206 ± 0.03), DP (0.222 ± 0.03), F1 x Dorset (0.217 ± 0.05), F1 x Hampshire (0.219 ± 0.05) y F1 x Suffolk (0.222 ± 0.04)<sup>(4,13)</sup>. Estas diferencias pueden deberse a las razas utilizadas en la cruce y al manejo de los corderos durante la engorda. Es importante mencionar que no se han reportado previamente valores de PN, PD, DE o GDP para la cruce Charollais x Pelibuey (ChP). Por primera vez, se demuestra que el rendimiento de los corderos ChP con respecto a las variables es mejor que el de otras cruces, incluso en condiciones climáticas estresantes de alta temperatura y humedad del área de estudio. Por lo tanto, esta cruce es una buena alternativa para producir ovinos en el trópico.

La Figura 2 muestra el cambio en el peso vivo desde el nacimiento hasta los 5.5 meses según el genotipo. La gráfica muestra que a la edad de 5.5 meses, los corderos de los genotipos ChP

y DP mostraron una mayor tasa de crecimiento, con ganancias de peso mensuales promedio de 6.71 y 5.42 kg, respectivamente, que los corderos del genotipo P (5.02 kg), a pesar de que los pesos iniciales de los corderos de los tres genotipos fueron muy similares. Los corderos ChP alcanzaron el peso comercial para el sacrificio 35 y 12 d antes que los corderos de los genotipos P y DP, respectivamente. La raza Dorper ha sido recomendada para la producción de corderos con aptitud cárnica en la craza<sup>(14)</sup>. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación muestran que el cruzamiento de carneros Charollais con ovejas Pelibuey resulta en corderos que son más adecuados para producir carne debido a su mejor tasa de crecimiento.

**Figura 2:** Cambio en el peso vivo desde el nacimiento hasta los 5.5 meses de edad de corderos Charollais x Pelibuey (ChP, círculos cerrados), Dorper x Pelibuey (DP, cuadros abiertos) y Pelibuey (P, cuadros cerrados). Las líneas de regresión se presentan para cada raza desde el nacimiento hasta los 5.5 meses de edad



### Rendimiento de la canal de cordero

El análisis de varianza mostró un efecto altamente significativo del genotipo en la pérdida de peso de la canal ( $P=0.0072$ ) y en el peso de las vísceras verdes vacías ( $P=0.0001$ ). Esto significa que la raza Charollais x Pelibuey presentó menor pérdida de vísceras verdes vacías, seguida de la raza Dorper x Pelibuey, mientras que la raza Pelibuey pura tuvo una menor pérdida de esta característica. No hubo efecto significativo del genotipo en las variables restantes (Cuadro 2), como pérdida de peso, grosor de la grasa dorsal, área de la costilla y vísceras rojas, por lo que el comportamiento de las características de las canales fue similar entre las razas y cruza de ovinos evaluadas. La pérdida de peso entre canales calientes y

frías fue menor en el genotipo ChP; el peso de las vísceras verdes vacías fue significativamente diferente entre las tres razas y fue mayor en las razas de pelo (P y DP). Los corderos de los tres genotipos mostraron valores promedio similares de rendimiento de la canal fría (RCC) porque se estandarizó el peso de los animales al sacrificio.

**Cuadro 2:** Características de las canales de corderos Charollais x Pelibuey (ChP), Dorper x Pelibuey (DP) y Pelibuey (P)

Variable	ChP (n = 11)	DP (n = 10)	P (n = 18)
Peso vivo vacío, kg	44.85 ± 0.85	42.96 ± 0.89	43.17 ± 0.66
Peso de la canal caliente, kg	22.21 ± 0.47	21.45 ± 0.49	21.40 ± 0.36
Peso de la canal fría, kg	21.86 ± 0.46	21.03 ± 0.49	20.91 ± 0.36
Rendimiento de canal caliente, %	49.53 ± 0.44	49.89 ± 0.46	49.53 ± 0.34
Rendimiento canal fría, %	48.74 ± 0.43	48.90 ± 0.45	48.46 ± 0.33
Pérdida de peso, kg	0.35 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.42 ± 0.03 <sup>ab</sup>	0.50 ± 0.02 <sup>a</sup>
Grosor de la grasa dorsal, mm	1.51 ± 0.17	1.63 ± 0.18	1.56 ± 0.13
Área de la costilla, cm <sup>2</sup>	14.66 ± 0.69	15.43 ± 0.81	15.83 ± 1.33
Vísceras rojas, kg	1.98 ± 0.39	1.98 ± 0.41	2.39 ± 0.30
Vísceras verdes vacías, kg	3.84 ± 0.13 <sup>c</sup>	4.31 ± 0.13 <sup>b</sup>	4.87 ± 0.10 <sup>a</sup>

Los datos se reportan como la media ± el error estándar (EE).

<sup>abc</sup> Las medias dentro de una fila marcadas con letras diferentes son diferentes ( $P < 0.05$ ).

En este estudio no se encontró que el genotipo afectara al RCF y a los corderos con pesos estandarizados al sacrificio y de ovejas de pelo y carneros de las razas Dorset, Hampshire, Suffolk, Pelibuey y Rambouillet<sup>(5,13)</sup>. Esos autores mostraron que no hubo diferencias significativas en el RCF entre los genotipos estudiados, pero los valores reportados para el RCF fueron inferiores a los obtenidos en esta investigación. El rendimiento de la canal puede ser afectado por factores como la edad del cordero, el crecimiento de lana, la nutrición y la raza<sup>(15)</sup>. Estos resultados no mostraron ningún efecto de la raza en el RCF. En este sentido, se indica que con la estandarización del peso al sacrificio, no se afecta el rendimiento de la canal<sup>(5)</sup>. En el presente estudio, las canales de corderos ChP perdieron menos peso a las 24 h después del sacrificio (0.15 kg) que las canales de P y DP. En contraste, en el cruzamiento de Pelibuey con las razas Rambouillet y Suffolk, no se encontraron diferencias en esta variable<sup>(5)</sup>.

Otra característica importante de la canal es el grosor de la grasa dorsal. Valores bajos de este parámetro son un indicador de carne magra, que es preferida en el mercado mexicano<sup>(5)</sup>. Los valores promedio de grosor de la grasa dorsal en este estudio fueron muy bajos (ChP=

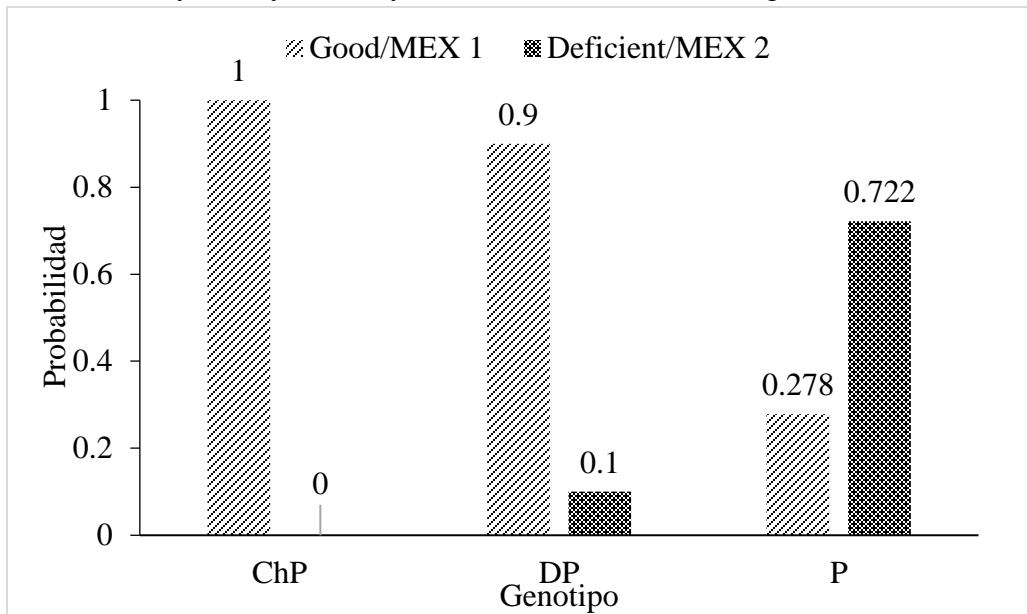
1.51 ± 0.17 mm, DP= 1.63 ± 0.18 mm, P= 1.56 ± 0.13 mm) a pesar del elevado peso al sacrificio de los animales. Se han reportado valores similares para corderos Pelibuey (1.2 mm), Pelibuey x Katahdin (1.8 mm), DP (1.8 mm), Pelibuey x Rambouillet (1.7 mm) y Pelibuey x Suffolk (1.4 mm)<sup>(16,17)</sup>. Por otro lado, se han reportado valores más altos de grosor de la grasa dorsal (6.33 ± 1.22 mm) en corderos obtenidos al cruzar ovejas Katahdin con carneros Charollais<sup>(16)</sup>. Esto puede ser porque las razas Katahdin y Charollais experimentan un rápido crecimiento y acumulan grasa dorsal a una edad temprana en comparación con la raza Pelibuey, que es de crecimiento más lento y tiende a acumular más grasa visceral que grasa dorsal<sup>(2)</sup>.

El área del ojo de la costilla es un indicador de la conformación muscular de la canal<sup>(18)</sup>; cuanto mayor es el área del ojo de la costilla, mejor es la conformación muscular. En este estudio, el genotipo no influyó en el área del ojo de la costilla ni en el área del músculo *Longissimus dorsi* (ChP= 14.66 ± 0.69 cm<sup>2</sup>, DP= 15.43 ± 0.81 cm<sup>2</sup> y P= 15.83 ± 1.33 cm<sup>2</sup>). Se han reportado valores más bajos en corderos DP (11.01 cm<sup>2</sup>), Pelibuey, Pelibuey x Rambouillet y Pelibuey x Suffolk (5.16 ± 0.13 cm<sup>2</sup>) y Black Belly (10.89 cm<sup>2</sup>)<sup>(5,16,17,19)</sup>. Los valores más altos del área del ojo de la costilla (19.8 ± 0.5 cm<sup>2</sup>) se encontraron en corderos Katahdin x Charollais y Katahdin x Dorper tratados con agonistas β-adrenérgicos durante la engorda<sup>(20)</sup>. La raza, la dieta y el tratamiento hormonal afectan el desarrollo muscular<sup>(21)</sup>.

### **Clasificación, conformación de la canal y cortes comerciales**

Las probabilidades estimadas de conformación y grado de calidad de la canal según el genotipo se muestran en la Figura 3. El análisis F mostró un efecto estadísticamente significativo entre los genotipos ( $P < 0.0382$ ) en la conformación y el grado de calidad de la canal. De las canales evaluadas según la norma NMX-FF-106-SCFI-2006, el genotipo ChP mostró mejor conformación y grado de calidad de la canal que los genotipos DP y P. Los corderos obtenidos del cruzamiento de ovejas Pelibuey con la raza Charollais mostraron mejor conformación y grado de calidad de la canal que los otros animales, como lo demuestra el hecho de que la probabilidad de obtener buena conformación y grado de calidad MEX 1 en el genotipo ChP es 0.10 y 0.72 unidades mayor, respectivamente, que la de los genotipos DP y P. El genotipo P mostró el mayor porcentaje (72 %) de canales con conformación deficiente y grado de calidad MEX 2, mientras que el 10 % de las canales del genotipo DP y ninguna de las canales del genotipo ChP mostraron una calidad y conformación deficientes. En general, la cruce de DP y ChP resultó en una mejor clasificación, una mejor conformación de la canal y un mejor grado de calidad que los obtenidos con el genotipo P.

**Figura 3:** Probabilidades estimadas de alcanzar categorías de conformación y grados de calidad de la canal específicos para corderos Charollais x Pelibuey (ChP), Dorper x Pelibuey (DP) y Pelibuey (P) utilizando un modelo logit acumulativo



La Figura 1 muestra los estándares fotográficos utilizados para evaluar las canales obtenidas en este experimento. El cruzamiento de ovejas Pelibuey con carneros de las razas Charollais y Dorper confirió mejor conformación y grado de calidad de la canal porque las dos últimas razas presentan mejor conformación de la carne<sup>(1)</sup> que la raza Pelibuey pura. En este estudio, se demostró que el cruzamiento de Katahdin x Charollais produce canales con excelente conformación y grado de calidad MEX EXT; en ese caso, ambas razas utilizadas en la crucea son adecuadas para la producción de carne<sup>(16)</sup>.

El peso promedio de la mitad de la canal y el peso y rendimiento de los cortes comerciales según el genotipo se muestran en el Cuadro 3. El análisis de varianza mostró un efecto altamente significativo del genotipo en el peso promedio del cuello ( $P=0.0036$ ), lomo ( $P=0.0339$ ) y pierna ( $P=0.0001$ ), pero no se observó ningún efecto significativo del genotipo para los otros cortes comerciales o para el peso promedio de la mitad de la canal. En el rendimiento de los cortes comerciales, hubo un efecto significativo del genotipo en el cuello ( $P=0.0060$ ), el brazuelo ( $P=0.0289$ ), el lomo ( $P=0.0484$ ) y la pierna ( $P=0.0088$ ). El genotipo P presentó mayor peso y rendimiento de cuello que los genotipos ChP y DP, mientras que solo el genotipo P presentó mayor peso de lomo que el genotipo DP. Se observó que, de los tres genotipos, el ChP presentó mayor peso y rendimiento de pierna y mayor rendimiento de brazuelo que los otros dos genotipos.

**Cuadro 3:** Peso promedio de la mitad de la canal y peso y rendimiento de cortes comerciales de corderos Charollais x Pelibuey (ChP), Dorper x Pelibuey (DP) y Pelibuey (P)

Variable	ChP (n= 11)	DP (n= 10)	P (n= 18)
Peso de la mitad de la canal	10.45 ± 0.26	10.17 ± 0.27	10.36 ± 0.20
Cortes comerciales (kg)			
Cuello	0.58 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.56 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.71 ± 0.02 <sup>a</sup>
Hombro	1.57 ± 0.05	1.57 ± 0.05	1.54 ± 0.04
Brazuelo	2.43 ± 0.12	2.23 ± 0.13	2.13 ± 0.09
Costillar	1.18 ± 0.07	1.14 ± 0.07	1.14 ± 0.06
Lomo	1.58 ± 0.08 <sup>ab</sup>	1.46 ± 0.08 <sup>b</sup>	1.72 ± 0.06 <sup>a</sup>
Pierna	3.44 ± 0.09 <sup>a</sup>	3.13 ± 0.09 <sup>b</sup>	3.15 ± 0.08 <sup>b</sup>
Rendimiento de cortes comerciales (%)			
Cuello	5.68 ± 0.37 <sup>b</sup>	5.64 ± 0.35 <sup>b</sup>	6.96 ± 0.28 <sup>a</sup>
Hombro	15.52 ± 0.44	15.51 ± 0.42	14.83 ± 0.33
Brazuelo	24.28 ± 1.05 <sup>a</sup>	21.91 ± 0.99 <sup>ab</sup>	20.59 ± 0.79 <sup>b</sup>
Costillar	10.51 ± 0.35	11.22 ± 0.33	10.47 ± 0.26
Lomo	15.31 ± 0.71 <sup>ab</sup>	14.39 ± 0.68 <sup>b</sup>	16.57 ± 0.53 <sup>a</sup>
Pierna	32.81 ± 0.58 <sup>a</sup>	31.35 ± 0.55 <sup>ab</sup>	30.41 ± 0.43 <sup>b</sup>

Los datos se reportan como la media ± el error estándar.

<sup>ab</sup> Las medias dentro de la misma fila marcadas con letras diferentes son diferentes ( $P < 0.05$ ).

La pierna y el lomo son cortes de gran valor comercial y representan el 43.3 % del rendimiento de la canal<sup>(10)</sup>. En este estudio, el rendimiento obtenido para ambos cortes fue mayor que el valor reportado en los tres genotipos: ChP (48.12 %), DP (45.74 %) y P (46.98 %). En este estudio, el cruzamiento de Pelibuey con Charollais resultó en un mayor peso de la pierna, que es un corte de alto valor comercial<sup>(5)</sup>. Sin embargo, se observaron diferencias del 1 al 4 % entre los genotipos en los pesos de los cortes de cuello, lomo, brazuelo, diferencias mínimas en los pesos de la mayoría de los cortes comerciales en la evaluación de 15 razas de lana especializadas para la producción de lana o carne<sup>(22)</sup>. En corderos cruzados de razas de pelo (DP) y razas de pelo x lana y se reportaron diferencias en el rendimiento de cortes de aproximadamente 1 %, similares a las diferencias encontradas en este estudio<sup>(23)</sup>.

### pH, temperatura y color instrumental de la canal y la carne

El Cuadro 4 presenta los valores promedio de pH, temperatura y color instrumental del músculo *rectus abdominis*, carne y grasa subcutánea según el genotipo. De las variables medidas en la canal,  $T_{30\text{min}}$  ( $P=0.0658$ ),  $L^*$  ( $P=0.0001$ ) y  $a^*$  ( $P=0.0107$ ) fueron afectadas por

el genotipo. El análisis de varianza también mostró diferencias significativas en las variables pH<sub>24h</sub> ( $P=0.0607$ ), L\* ( $P=0.0001$ ), a\* ( $P=0.0001$ ) y b\* ( $P=0.0006$ ), medidas en la carne (*longissimus dorsi*) y en L\* ( $P=0.0001$ ) de la grasa subcutánea; no se observaron diferencias en las variables restantes. El genotipo ChP presentó una temperatura de la canal más alta que el genotipo P; sin embargo, la temperatura 24h *post mortem* fue similar entre los tres genotipos ( $T_{24h}$ ,  $P=0.2643$ ) porque las canales se mantuvieron en las mismas condiciones de almacenamiento (24 h a 4°C). El valor promedio de pH<sub>24h</sub> fue mayor en el genotipo ChP que en el genotipo P.

**Cuadro 4:** pH, temperatura y color instrumental del músculo *rectus abdominis* y carne de corderos Charollais x Pelibuey (ChP), Dorper x Pelibuey (DP) y Pelibuey (P)

Variable	ChP (n = 11)	DP (n = 10)	P (n = 18)
pH <sub>30min</sub>	6.64 ± 0.06	6.72 ± 0.06	6.75 ± 0.04
pH <sub>24h</sub>	5.66 ± 0.02 <sup>a</sup>	5.61 ± 0.02 <sup>ab</sup>	5.59 ± 0.02 <sup>b</sup>
T <sub>30min</sub> (°C)	39.88 ± 0.23 <sup>a</sup>	39.37 ± 0.24 <sup>ab</sup>	39.19 ± 0.18 <sup>b</sup>
T <sub>24h</sub> (°C)	4.64 ± 0.19	4.20 ± 0.20	4.33 ± 0.15
<i>Rectus abdominis</i>	L*	41.35 ± 0.78 <sup>b</sup>	38.20 ± 0.82 <sup>c</sup>
	a*	12.78 ± 1.40 <sup>b</sup>	13.30 ± 1.46 <sup>b</sup>
	b*	-0.81 ± 0.33	-0.94 ± 0.35
<i>Longissimus dorsi</i> <sub>24h</sub>	L*	33.69 ± 0.66 <sup>b</sup>	32.61 ± 0.69 <sup>b</sup>
	a*	14.73 ± 0.42 <sup>b</sup>	13.84 ± 0.45 <sup>b</sup>
	b*	4.29 ± 0.23 <sup>a</sup>	3.33 ± 0.24 <sup>b</sup>
Grasa subcutánea	L*	68.41 ± 1.38 <sup>b</sup>	67.98 ± 1.45 <sup>b</sup>
	a*	3.32 ± 0.45	3.6 ± 0.48
	b*	4.29 ± 0.46	4.31 ± 0.49

Los datos se reportan como la media ± el error estándar.

<sup>ab</sup> Las medias dentro de la misma fila marcadas con letras diferentes son diferentes ( $P<0.05$ ).

El pH y el color de la carne son indicadores importantes de calidad e influyen en la apariencia visual de la carne<sup>(24)</sup>. La diferencia en el pH a las 24 h *post mortem* entre los genotipos en este estudio fue probablemente porque la T<sub>30min</sub> de la canal tiende a ser menor en las razas de pelo que en las razas de lana<sup>(25)</sup>, y se ha demostrado que la carne de corderos de rápido crecimiento tiende a tener un pH más alto<sup>(26)</sup>. No obstante, los valores de pH<sub>24h</sub> para los tres genotipos en este estudio cayeron dentro del rango preferido para este parámetro<sup>(27)</sup>.

El color del músculo *rectus abdominis* (30 min *post mortem*) fue afectado significativamente por el genotipo en este estudio. Los valores de a\* fueron similares a los reportados en canales de corderos Rasa Aragonesa para diferentes grosores de grasa dorsal con un peso al sacrificio

de 50-60 kg<sup>(28)</sup>. Valores superiores reportados en el presente estudio para L\* (51.12) y a\* (11.64) en corderos Rasa Aragonesa, con un peso al sacrificio de 24 kg<sup>(29)</sup>.

En el color de la carne (*longissimus dorsi*), los genotipos ChP y DP presentaron índices de L\* (luminosidad) y a\* (rojo) inferiores a los presentados por el genotipo P. Durante el almacenamiento, la tasa de acumulación de metmioglobina férrica (MetMb) en la superficie de la carne se rige por factores intrínsecos (edad del animal, raza, sexo, dieta, pH y tipo metabólico del músculo) y factores extrínsecos (temperatura, disponibilidad de oxígeno, iluminación, crecimiento de microbios de superficie y tipo de empaque) o una combinación de estos factores<sup>(30,31)</sup>. En este estudio se observó que el genotipo afectó el color de la carne; el color de la carne probablemente también fue afectado por el tiempo de exposición de las canales antes del almacenamiento en cámara frigorífica<sup>(26)</sup>. Se encontró un efecto del genotipo en los índices a\* y b\* del color de la carne en corderos de razas de pelo y corderos obtenidos al cruzar razas de pelo y de lana<sup>(32)</sup>.

Con respecto a la grasa subcutánea, no hubo diferencias significativas en los índices a\* ( $P=0.7484$ ) o b\* ( $P=0.4617$ ) entre los tres genotipos. El índice b\* (amarillo) de la grasa subcutánea fue similar en los tres genotipos porque los corderos se sometieron al mismo manejo durante la engorda y permanecieron estabulados; los corderos en pastoreo tienden a tener valores más altos del índice b\*<sup>(26)</sup> debido a la presencia de altos niveles de carotenoides en la grasa<sup>(32)</sup>, lo que resulta en un color amarillo que no es atractivo para los consumidores.

## Conclusiones e implicaciones

La raza tuvo un efecto significativo en el crecimiento, las características y la clasificación de las canales de cordero. El cruzamiento de ovejas Pelibuey con la raza Charollais (ChP) resultó en una mayor GDP. Los corderos ChP y DP alcanzaron el peso comercial un mes antes que los corderos P. Con la cruce ChP, existe una alta probabilidad (0.72) de obtener canales que muestren buena conformación y buen grado de calidad (MEX 1). Por lo tanto, la cruce ChP puede ser una opción para la cría y engorda comercial de corderos para producir carne de calidad en climas cálidos y húmedos. En este estudio se encontró que el genotipo de los ovinos evaluados presentó condiciones diferentes en la composición de la carne, como un aumento en el pH, variaciones de temperatura, cambios en el color instrumental de la canal, cantidad de carne y grasa subcutánea; sin embargo, estos parámetros están dentro de los rangos aceptables de calidad de la carne para cada raza. En este sentido, es factible que los productores ovinos del Centro de Veracruz, México puedan utilizar las cruces de las razas evaluadas en este estudio para mantener o aumentar la productividad de sus rebaños.



### Agradecimientos y declaración de conflicto de interés

Agradecemos a la Unidad de Enlace del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba por el apoyo brindado para este trabajo en la Microrregión de Atención Prioritaria. Esta investigación fue financiada y apoyada por una beca estudiantil del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) México. Los autores declaran que no hay conflictos de intereses.

#### Literatura citada:

1. Partida JA, Vázquez E, Rubio MS, Méndez D. Effect of breed of sire on carcass traits and meat quality of Katahdin lambs. *J Food Res* 2012;1(4):141-149.
2. Muñoz-Osorio GA, Aguilar-Caballero AJ, Sarmiento-Franco LA, Wurzinger M, Cámara-Sarmiento R. Technologies and strategies for improving hair lamb fattening systems in tropical regions: A review. *Ecosist Recur Agropec* 2016;3(8):267-277.
3. Pineda J, Palma JM, Haenlein GFW, Galina MA. Fattening of Pelibuey hair sheep and crossbreds (Rambouillet-Dorset×Pelibuey) in the Mexican tropics. *Small Ruminant Res* 1998;27(3):263-266.
4. Partida de la Peña JA, Braña VD, Martínez RL. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruza con Suffolk o Dorset. *Téc Pecu Méx* 2009;47(3): 313-322.
5. Gutiérrez J, Rubio MS, Méndez RD. Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. *Meat Sci* 2005;70(1):1-5.
6. Partida de la Peña JA, Braña VD, Jiménez SH, Ríos RFG, Buendía RG. Producción de carne ovina. Libro técnico. 2013;5:6-18.
7. Wildeus S. Hair sheep genetic resources and their contribution to diversified small ruminant production in the United States. *J Anim Sci* 1997;75:630-640.
8. García E. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen. 5ª ed. México, Distrito Federal. Universidad Nacional Autónoma de México. 2005.
9. Secretaría de Economía. Productos pecuarios-carne de ovino en canal—clasificación. 1ra ed. Distrito Federal, México. Secretaría de Economía. 2006.
10. Martínez DE, Núñez GFA, Rodríguez AFA. Manual para la evaluación de corderos en pie y en canal. Chihuahua, México. Universidad Autónoma de Chihuahua. 2007.

11. Colomer F, Morand FP, Kirton AH, Delfa R, Sierra I. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. Madrid, España, Cuadernos del INIA. 1987.
12. Hinojosa-Cuéllar JA, Oliva-Hernández J, Torres-Hernández G, Segura-Correa JC. Productive performance of F1 Pelibuey × Blackbelly lambs and crosses with Dorper and Katahdin in a production system in the humid tropic of Tabasco, México. *Archiv Med Vet* 2013;45(2):135-143.
13. Bores QRF, Velázquez MPA, Heredia A. Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Téc Pecu Méx* 2002;40:71-79.
14. Vázquez-Soria ET, Partida de la Peña JA, Rubio-Lozano M, Méndez-Medina D. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. *Rev Mex Cienc Pecu* 2011;2:247-258.
15. Gardner, GE, Williams A, Ball AJ, Jacob RH, Refshauge G, Hocking EJ, Behrendt R, Pethick DW. Carcass weight and dressing percentage are increased using Australian Sheep Breeding Values for increased weight and muscling and reduced fat depth. *Meat Sci* 2015;99:89-98.
16. Estrada A, Dávila H, Herrera RS, Robles JC, La OO, Castro BI, Portillo JJ, Ríos FG, Contreras G. Carcass characteristics and yield of the primary cuts of lambs fed broom millet (*Sorghum bicolor* var. Technicum, jav). *Cuban J Agr Sci* 2012;46:145-150.
17. Ríos FG, Gómez-Vázquez A, Pinos-Rodríguez JM, García-López JC, Estrada-Angulo A, Hernández-Bautista J, Portillo JJ. Effect of breed on performance and carcass characteristics of Mexican hair sheep. *South African J Anim Sci* 2011;41:275-279.
18. Hopkins DL, Wotton JSA, Gamble DJ, Atkinson WR. Lamb carcass characteristics. 2. Estimation of the percentage of saleable cuts for carcasses prepared as 'trim' and traditional cuts using carcass weight, fat depth, eye muscle area, sex, and conformation score. *Australian J Exp Agr* 1995;35(2):161-169.
19. Salinas-Ríos T, Sánchez-Torres-Esqueda MT, Hernández-Bautista J, Díaz-Cruz A, Nava-Cuellar C, *et al.* Carcass characteristics, physicochemical changes and oxidative stress indicators of meat from sheep fed diets with coffee pulp. *Arq Brasileiro Med Vet Zoot* 2014;66:1901-1908.
20. Partida de la Peña JA, Cesaya RTA, Rubio LMS, Méndez MRD. Efecto del clorhidrato de zilpaterol sobre las características de la canal en cruces terminales de corderos Katahdin. *Vet Méx OA*. 2015;2:1-13.

21. Ferreira OGL, Rossi FD, Coelho RAT, Fucilini VF, Benedetti M. Measurement of rib-eye area by the method of digital images. *Rev Brasileira Zoot* 2012;41:811-814.
22. Kirton AH, Carter AH, Clarke JN, Sinclair DP, Mercer GJK, Duganzich DM. A comparison of 15 ram breeds for export lamb production 2. Proportions of export cuts and carcass class. *NZ J Agr Res* 1996;39:333-340.
23. Santos CV, Ezequiel JMB, Morgado ES, de Sousa JSC. Carcass and meat traits of lambs fed by-products from the processing of oil seeds. *Acta Scient Anim Sci* 2013;35:387-394.
24. Hopkins DL, Fogarty NM. Diverse lamb genotypes-2. Meat pH, colour and tenderness. *Meat Sci* 1998;49:477-488.
25. Hernández-Cruz L, Ramírez-Bribiesca JE, Guerrero-Legarreta MI, Hernández-Mendo O, Crosby-Galvan MM, Hernández-Calva LM. Effects of crossbreeding on carcass and meat quality of Mexican lambs. *Arq Brasileiro Med Vet Zoot* 2009;61:475-483.
26. Priolo A, Micol D, Agabriel J, Prache S, Dransfield E. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Sci* 2002;62:179-185.
27. Sañudo C. Calidad de la canal y de la carne en los ovinos: factores que la determinan. *Rev Argentina Prod Anim* 2006;26:155-167.
28. Sañudo C, Alfonso M, Sánchez A, Delfa R, Teixeira A. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. *Meat Sci* 2000;56:89-94.
29. Ripoll G, González-Calvo L, Molino F, Calvo JH, Joy M. Effects of finishing period length with vitamin E supplementation and alfalfa grazing on carcass color and the evolution of meat color and the lipid oxidation of light lambs. *Meat Sci* 2013;93:906-913.
30. Jeong JY, Hur SJ, Yang HS, Moon SH, Hwang YH, Park GB, Joo ST. Discoloration characteristics of 3 major muscles from cattle during cold storage. *J Food Sci* 2009;74:C1-C5.
31. Renner M. Factors involved in the discoloration of beef meat. *Int J Food Sci Technol*. 1990;25:613-630.
32. Burke JM, Apple JK, Roberts WJ, Boger CB, Kegley EB. Effect of breed-type on performance and carcass traits of intensively managed hair sheep. *Meat Sci* 2003;63:309-315.