

## EFECTO DEL CRUZAMIENTO F1 EN LAS RESPUESTAS PRODUCTIVAS Y CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE CORDEROS (*Ovis aries*) PELIBUEY X DORPER Y PELIBUEY X KATAHDIN

### EFFECT OF F1 CROSSBREEDING ON THE PRODUCTIVE RESPONSES AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PELIBUEY X DORPER AND PELIBUEY X KATAHDIN LAMBS (*Ovis aries*)

\*Cedeño, Héctor. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.  
[hector.cedenov@up.ac.pa](mailto:hector.cedenov@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0001-8400-4276>

Ambulo, Yarina. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.  
[yarina.ambulo-p@up.ac.pa](mailto:yarina.ambulo-p@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0003-2351-9553>

Guerra, Reggie. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.  
[reggie.guerra@up.ac.pa](mailto:reggie.guerra@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0001-8471-2862>

Grajales-Cedeño, Joseph. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.  
[joseph.grajales@up.ac.pa](mailto:joseph.grajales@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0002-1021-3945>

Sánchez-Galán, Enrique. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Desarrollo Agropecuario, Panamá.  
[enrique.sanchezg@up.ac.pa](mailto:enrique.sanchezg@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0002-9452-8177>

Pimentel, Tamara. Consultor Independiente, Panamá. [tamaraan26@gmail.com](mailto:tamaraan26@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-5861-2910>

De Gracia, Meivis. Consultor Independiente, Panamá. [linethmdc@gmail.com](mailto:linethmdc@gmail.com) <https://orcid.org/0009-0008-1947-0965>

\*Autor de Correspondencia: [hector.cedenov@up.ac.pa](mailto:hector.cedenov@up.ac.pa)

DOI <https://doi.org/10.48204/j.ia.v6n1.a4515>

Recibido: 21/04/2023

Aceptado: 02/10/2023

**RESUMEN.** El objetivo del estudio fue evaluar la influencia del cruzamiento F1 sobre el desempeño productivo y características morfológicas en cruces de Pelibuey x Dorper (PD) y Pelibuey x Katahdin (PK). Se utilizó la raza Pelibuey como línea materna y las razas Dorper y Katahdin como líneas paternas. Se utilizaron 20 animales machos, 10 PD y 10 PK. Los animales fueron manejados en sistemas de producción estabulado. Los corderos PD presentaron mayor peso al final del engorde, ganancia diaria de peso, peso en canal y rendimiento de la canal en comparación a los corderos PK ( $p < 0,05$ ), sin embargo, no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en el peso al nacimiento y destete entre los cruzamientos. Con relación a las variables morfológicas, animales PD tuvieron mayor ancho de cabeza, perímetro torácico, ancho de pecho y grupa en comparación a los corderos PK ( $p < 0,05$ ). Mientras que los corderos PK presentaron mayor alzada de cruz, alzada de grupa y longitud corporal con relación a PD ( $p < 0,05$ ). No obstante, la longitud de cabeza y perímetro de caña no mostraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los cruces. Los modelos Brody y Von Bertalanffy presentaron mejores ajustes para modelar la curva de crecimiento de los corderos PD y PK, con  $R^2 \geq 0,98$ . Se encontró correlación lineal positiva alta entre el peso vivo y perímetro torácico ( $r = 0,98$ ) en ambos cruzamientos. En conclusión, los corderos F1 PD presentan mejor desempeño productivo y características morfológicas adecuadas al biotipo con aptitud para producción de carne.

**PALABRAS CLAVE:** Cruzamiento, corderos, curva de crecimiento, modelos no lineales.

**ABSTRACT.** The objective of the study was to evaluate the influence of F1 crossbreeding on productive performance and morphological characteristics in crosses of Pelibuey x Dorper (PD) and Pelibuey x Katahdin (PK). The Pelibuey breed was used as the maternal line and the Dorper and Katahdin breeds as the paternal lines. 20 male animals were used, 10 PD and 10 PK. The animals were managed in stable production systems. PD lambs had higher weight at the end of fattening, daily weight gain, carcass weight and carcass yield than PK lambs ( $p < 0.05$ ), however, there were no



significant differences ( $p>0.05$ ) in weight at birth and weaning between crosses. In relation to morphological variables, PD animals had greater head width, thoracic perimeter, chest width and rump compared to PK lambs ( $p<0.05$ ). While PK lambs had greater withers height, rump height and body length in relation to PD ( $p<0.05$ ). However, head length and shank perimeter did not show significant differences ( $p>0.05$ ) between the crosses. The Brody and Von Bertalanffy models presented better fits to model the growth curve of the PD and PK lambs, with  $R^2 \geq 0.98$ . A high positive linear correlation was found between live weight and chest perimeter ( $r=0.98$ ) in both crosses. In conclusion, F1 PD lambs present better productive performance and morphological characteristics appropriate to the biotype with aptitude for meat production.

**KEYWORDS:** Crossbreeding, lambs, growth curve, nonlinear models.

## INTRODUCCIÓN

Durante muchos años la producción de carne de animales rumiantes ha sido considerada una excelente fuente de proteína para la nutrición humana. Entre los animales rumiantes más utilizados para este fin están los bovinos, ovinos y caprinos, entre otros. Actualmente, el propósito en la producción de carne animal se enfoca en la cantidad y, con mayor énfasis, en la calidad, las cuales son características que pueden afectarse por varios factores como, por ejemplo, la genética, alimentación, edad y el manejo en general que se brinda a los animales (Bores-Quintero *et al.*, 2002; Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2010).

En Panamá, la población de ovinos ha presentado aumento de 15% en los últimos años (INEC, 2011), esto debido principalmente a la existencia de nuevas culturas en el país con preferencias particular por el consumo de la carne ovina. También es importante destacar que actualmente se han formado nuevas empresas ganaderas, asociaciones, cooperativas y ferias de productores de ovinos y caprinos a nivel nacional, que promueven la venta de las diferentes razas de animales y el desarrollo de nuevos productos en el mercado nacional como la carne, leche, yogurt, queso, helados, entre otros, (Marquínez-Batista *et al.*, 2022). Este desarrollo de la ganadería ovina indica que la demanda nacional de carne ha crecido, por lo tanto, los sistemas de producción adquieren mayor interés cada día y a la vez se torna un gran desafío por mejorar la eficiencia productiva de los animales.

Las razas ovinas más utilizadas para producción de carne en Panamá son la raza Pelibuey y Black Belly, estas razas presentan buena adaptación a las condiciones tropicales del país, con un bajo desempeño productivo (Saldaña-Ríos *et al.*, 2016). El bajo rendimiento de ambas razas se debe posiblemente al manejo reproductivo inadecuado, haciendo uso de la consanguinidad (cruzamientos entre parientes), lo cual ha traído como consecuencia bajo desempeño productivo en los animales.

Para mejorar estos parámetros productivos, se ha optado por importar sementales Katahdin y Dorper de México para realizar mejoramiento genético (Saldaña-Ríos *et al.*, 2016). Esto debido a su destacado desempeño productivo y adaptación a los climas tropicales (Moreno-Cáñez *et al.*, 2013; Gómez-Hernández *et al.*, 2022). También existen otras razas como la Charollais y Hampshire, las cuales son nuevas razas introducidas en Panamá, ambas razas presentan buena aptitud para producción de carne (Bianchi *et al.*, 2003; Cruz-Colín *et al.*, 2006; López-Velázquez

*et al.*, 2016). Sin embargo, aún no se conoce la adaptación y el desempeño productivo en las condiciones tropicales del país.

Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del cruzamiento terminal F1 en las respuestas productivas y características morfológicas de los corderos Pelibuey x Dorper y Pelibuey x Katahdin manejados en sistema estabulado bajo condiciones del clima tropical húmedo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área del estudio

El estudio experimental se realizó en la empresa Hacienda Nápoles, San Vicente, provincia de Panamá. Su ubicación geográfica corresponde a los 9°07'17" latitud Norte y 79°35'26" longitud Oeste, con valores mínimos y máximos de temperatura ambiental 24,5 y 31,4°C y humedad relativa 57 y 83%, respectivamente; correspondiendo a la clasificación de clima tropical húmedo.

### Manejo de animales en experimento

En este estudio se utilizaron 20 animales F1 machos, 10 Pelibuey x Dorper (PD) y 10 Pelibuey x Katahdin (PK), a cada animal se le asignó una identificación individual para su control. Los animales se mantuvieron con las madres hasta el destete (100 días), posteriormente fueron trasladados a los corrales de ceba con medidas de 2,80 x 2,25 m, con piso de plástico suspendidos (1,5 m de altura). Se consideró un periodo de adaptación durante los primeros 15 días y el periodo de ceba duró 80 días; las etapas de cría y ceba se desarrollaron durante el mes de enero hasta junio de 2022.

Para garantizar condiciones iguales durante el experimento para los corderos de ambos cruzamientos, se les proporcionó el mismo manejo, ofreciéndoles una dieta con concentrado comercial de 18% de proteína cruda y 2,80 Mcal EM/kg MS. También, se brindó heno de Swazi (*Digitaria swazilandensis*), pasto Tanner (*Urochloa arrecta*), sal mineralizada y con disponibilidad de agua en los corrales. Los alimentos se ofrecieron a voluntad hasta completar 180 días de edad.

Se realizaron medidas profilácticas sobre el corte y limpieza de las pezuñas, control de parásitos gastrointestinales y aplicaciones de vitaminas para garantizar que ambos grupos mantuvieran buena salud durante el estudio.

### Evaluación productiva y morfológica de los animales

**Las variables productivas evaluadas fueron:** peso al nacimiento (kg), peso al destete ajustado a 100 días (kg), peso final de ceba o sacrificio (kg) a 180 días de edad, ganancia diaria de peso (g/día), peso en canal (kg) y el rendimiento en canal (%). Se registró el peso al nacimiento (kg) de todos los corderos F1, posteriormente se pesaron una vez a la semana hasta finalizar con el peso final ceba o sacrificio a 180 días de edad, utilizando una balanza digital modelo (LP7515). Para

estimar la ganancia diaria de peso (GDP) g/día de ambos cruzamientos F1, entre el periodo del destete y la ceba de 80 días, se calculó de la siguiente forma:

$$\text{GDP (g/día)} = \frac{\text{Peso final de ceba (kg)} - \text{peso inicial a 100 días (kg)}}{\text{Periodo de ceba (días)}} \times 1000$$

**Las variables morfológicas evaluadas fueron:** longitud de cabeza, ancho de cabeza, alzada de la cruz, perímetro torácico, perímetro de caña, alzada de la grupa, largo de grupa, ancho de grupa y longitud corporal. Todas estas mediciones se realizaron con apoyo de una regla de madera y cinta métrica calibrada en centímetros (cm) y milímetros (mm), según la metodología propuesta por Hernández-Zepeda *et al.*, (2002). Estos valores fueron registrados de forma individual, durante el periodo final de la ceba a 180 días de edad de los animales.

Al culminar el periodo de ceba, los animales fueron sacrificados, en este proceso la cabeza, piel, patas y órganos viscerales fueron separados de cada canal y su peso se registró de manera individual, posteriormente el rendimiento en canal RC (%) se calculó de la siguiente forma:

$$\text{RC (\%)} = \frac{\text{Peso de la canal caliente (kg)}}{\text{Peso final de ceba o sacrificio (kg)}} \times 100$$

### Diseño y análisis estadístico

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), empleando el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ik} = \mu + t_i + e_{ik}$$

Donde  $y_{ik}$  = representa las variables dependientes (respuestas productivas y morfológicas);  $\mu$  = es la media general;  $t_i$  es el efecto del cruzamiento terminal F1 (½ Pelibuey x ½ Dorper vs ½ Pelibuey x ½ Katahdin);  $e_{ijk}$  es el error aleatorio.

Para estudiar la evolución del peso corporal fue utilizado el Diseño de Medidas Repetidas (DMR), donde los dos factores considerados fueron: el grupo genético y la edad según los subperiodos para la medición del peso corporal. El modelo lineal aditivo fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + a_{j(i)} + e_{(ijk)}$$

Donde  $Y_{ijk}$  = Peso corporal,  $\mu$  = media general del peso corporal (kg),  $\alpha_i$  = Grupos genéticos  $i^{\text{mo}}$  = 1 (½ Pelibuey x ½ Dorper) y 2 (½ Pelibuey x ½ Katahdin),  $\beta_k$  = Peso Corporal en el tiempo  $k^{\text{mo}}$  según la edad 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 y 180 días,  $a_{j(i)}$  = efecto aleatorio del animal  $j$  anidado en  $i$ ,  $(\alpha\beta)_{ik}$  = Interacción del tiempo con los grupos genéticos y  $e_{(ijk)}$  = Residuo experimental.

Se realizó prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (1965) para verificar la normalidad de las variables, y la prueba de Levene (1960) para verificar la homocedasticidad en todas las variables en estudio. Posteriormente, se ejecutó un análisis de varianza (ANOVA) para todas las variables

de respuesta productiva y características morfológicas, con el uso del programa estadístico SAS ( $P < 0,05$ ) (SAS Institute Inc., 2004). Los valores observados, los promedios y el valor-P del ANOVA de cada variable en estudio fueron representados en las gráficas de cajas y bigotes, realizados a través del programa Graph Pad Prism v. 8.0.2. Para caracterizar las curvas de crecimiento, se evaluaron tres modelos no lineales Brody (Brody & Lardy, 1945), Gompertz (Gompertz, 1825) y Von Bertalanffy (Von Bertalanffy, 1938). Se realizaron gráficas de dispersión, tomando el peso vivo (kg) desde el nacimiento hasta 180 días de edad, utilizando la herramienta Solver del programa Excel, con los siguientes modelos matemáticos Brody  $y = a(1 - b \exp^{-kt})$ , Gompertz  $y = a \exp^{-b \exp^{-kt}}$ , y Von Bertalanffy  $y = a(1 - b \exp^{-kt})^3$ . El mejor modelo fue seleccionado de acuerdo con el criterio del mayor coeficiente de determinación  $R^2$ , Criterio de Información de Akaike AIC y el Criterio de Información Bayesiano BIC. También, se determinó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) entre el peso vivo y las variables morfológicas en ambos cruzamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Respuestas productivas

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los cruzamientos F1, para las variables peso al nacimiento kg y al destete ajustado a 100 días kg (Figura 1a y b). Sin embargo, indicó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para las variables peso final de ceba a 180 días kg, ganancia diaria de peso g/d, peso en canal kg y rendimiento en canal % (Figura 1c, d, e y f). Los corderos cruzados F1 PD y PK presentan pesos similares al nacimiento con promedio general de  $3,16 \pm 0,38$  kg, y peso al destete con promedio de  $24,24 \pm 4,13$  kg.

Estos resultados indican buen comportamiento para ambos cruzamientos F1, ya que permite la facilidad al parto en las ovejas y así lograr crías saludables (González *et al.*, 2002). La media general de peso al nacimiento para ambos cruces fue similar a la reportada por otros autores, por ejemplo, González *et al.* (2002) quienes informaron rangos entre 2,7 a 3,0 kg.

En cuanto al peso al destete ajustado a 100 días, el resultado indicó que ambos cruces F1 presentan crecimientos similares en esta etapa, lo cual está relacionado posiblemente a la capacidad materna (producción leche) de la raza materna Pelibuey, bajo condiciones similares de manejo, considerando que en esta etapa existe mucha influencia de la madre, cuando son animales bien seleccionados y también se les brinda buena alimentación balanceada que cubra los requerimientos nutricionales de la madre y también para la crías (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2015).

Los corderos F1 PD presentaron 8,05%, 45,04%, 19,38%, 4,84% mayor peso final de ceba a 180 días de edad, ganancia diaria de peso, peso en canal y el rendimiento en canal, respectivamente, en comparación a los corderos F1 PK.

Los resultados favorables sobre el desempeño productivo del cruce terminal F1 PD se debe posiblemente a la contribución genética de la raza paterna Dorper que le da una complementariedad al cruce con la raza Pelibuey obteniendo mejores ganancias de peso y

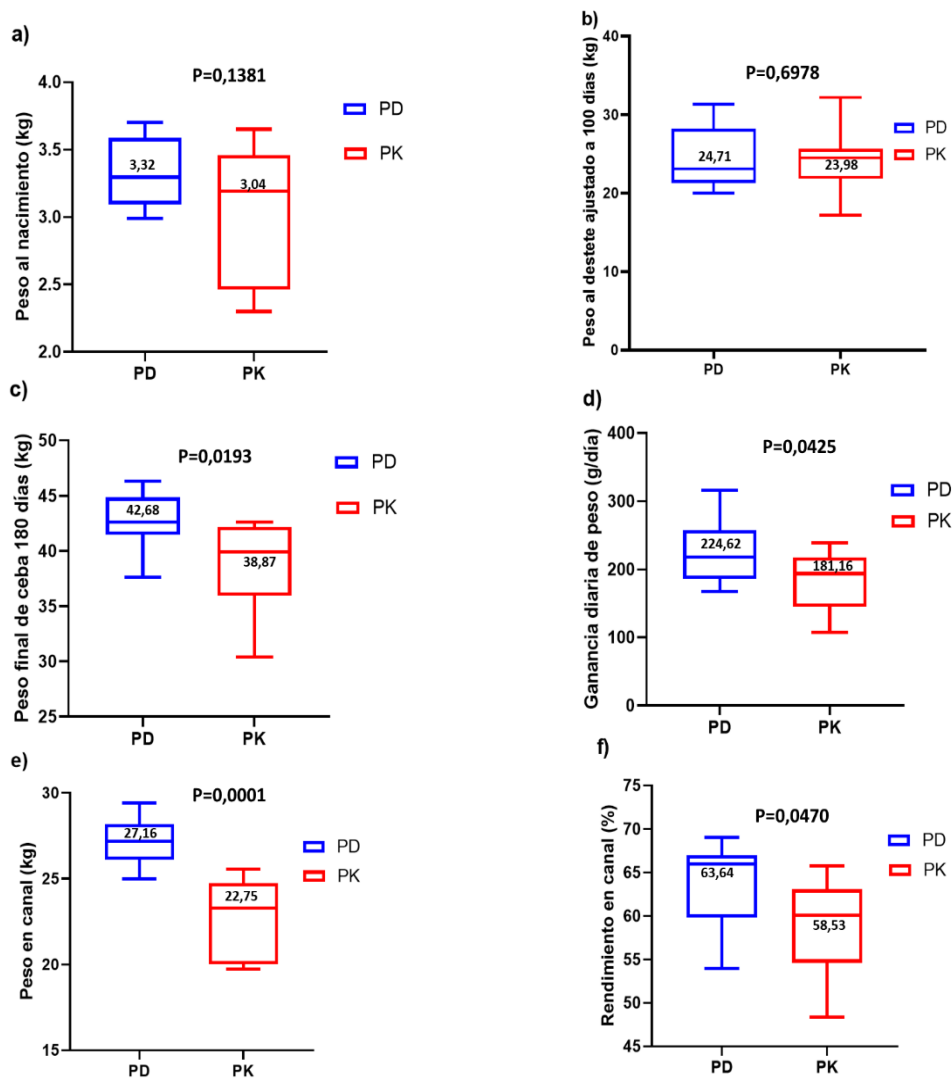
rendimiento en canal (Macías-Cruz *et al.*, 2010). Lo cual se puede relacionar con la raza ya que es un factor importante que influye sobre el desempeño productivo de los rumiantes para leche y carne (Barbato *et al.*, 2011).

En este sentido, la línea paterna Dorper aporta características productivas que maximizan la heterosis y complementariedad obtenida en el cruzamiento F1 (Macías-Cruz *et al.*, 2010). Esto podría representar una alternativa para mejorar la producción de carne en la región y por otro lado, apoya la idea que la mayor cantidad de heterosis se presenta en individuos F1 aunque en este estudio no fue medida.

Los resultados obtenidos en este estudio con respecto al tiempo y peso final de ceba indicó que los corderos PD presentaron mayor eficiencia en la finalización de la ceba a 180 días, este factor posiblemente se debe la genética del Dorper, el entorno ambiental y al sistema de producción utilizado en el experimento.

### **Figura 1**

*Efecto del cruzamiento en las respuestas productivas de corderos F1 Pelibuey x Dorper (PD) y F1 Pelibuey x Katahdin (PK) en sistema estabulado bajo condiciones del clima tropical húmedo.*



## Curva de crecimiento

El cruzamiento F1 presentó efecto ( $p < 0,05$ ) sobre el peso corporal de los animales PD y PK, los pesos según la edad presentaron diferencias ( $p < 0,05$ ) entre los corderos PD y PK, y también se encontró interacción significativa ( $p < 0,05$ ) entre los cruzamientos y los pesos obtenidos según la edad a los 165 y 180 días, donde los PD presentaron mayor peso. En la tabla 1 se encuentran los parámetros estimados de las curvas de crecimiento de los corderos de ambos cruzamientos F1, con los modelos no lineales Brody, Gompertz y Von Bertalanffy. El  $R^2$  osciló entre 0,98 a 0,99, lo cual indicó de forma general buen ajuste para los tres modelos no lineales, mientras que al analizar los valores AIC y BIC, se observó que los modelos Brody, Gompertz y Von Bertalanffy presentaron mínimas diferencias entre ambos criterios; sin embargo, se seleccionaron los modelos Brody y Von Bertalanffy, como los de mejores ajustes a los datos de pesos, y por su menor valor de AIC y BIC, en ambos cruzamientos F1. De acuerdo con Vergara-Gray *et al.*, (2017) el crecimiento y desarrollo de los animales cruzados es lento, para llegar al peso adulto, sin embargo, los resultados

de este estudio indican que los animales F1 PD y PK alcanzaron pesos altos a 180 días de edad, con una tasa de crecimiento considerada buena, en comparación a otros estudios con corderos de raza Pelibuey puros y cruzados con Dorper y Katahdin (Macías-Cruz *et al.*, 2010). Este indicador zootécnico es fundamental para la empresa ovina, porque ayuda a determinar el peso y la edad más adecuada al sacrificio de los corderos, con el propósito de obtener una mayor rentabilidad.

**Tabla 1**

*Parámetros estimados de modelos no lineales para el ajuste de las curvas de crecimiento de corderos F1 (Pelibuey x Dorper) y F1 (Pelibuey x Katahdin).*

Modelo	GG F1	Parámetros			Criterios de ajuste			
		a	b	k	R <sup>2</sup>	RMSE	AIC	BIC
Brody	PD	146,26	0,9723	0,0016	0,9991	5,46	461,56	472,36
	PK	203,39	0,9819	0,0010	0,9844	9,82	619,99	630,79
Gompertz	PD	59,86	2,3237	0,0102	0,9919	5,72	474,16	484,96
	PK	65,63	2,4319	0,0088	0,9843	9,92	622,52	633,31
Von	PD	51,32	0,9738	0,0015	0,9923	5,45	461,00	471,79
Bertalanffy	PK	74,33	0,9832	0,0009	0,9844	9,80	619,24	630,03

GG: grupo genético F1, PD: F1(Pelibuey x Dorper), PK: F1(Pelibuey x Katahdin), R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación, RMSE: Raíz del cuadrado medio del error, AIC: Criterio de Información Akaike, BIC: Criterio de Información Bayesiano.

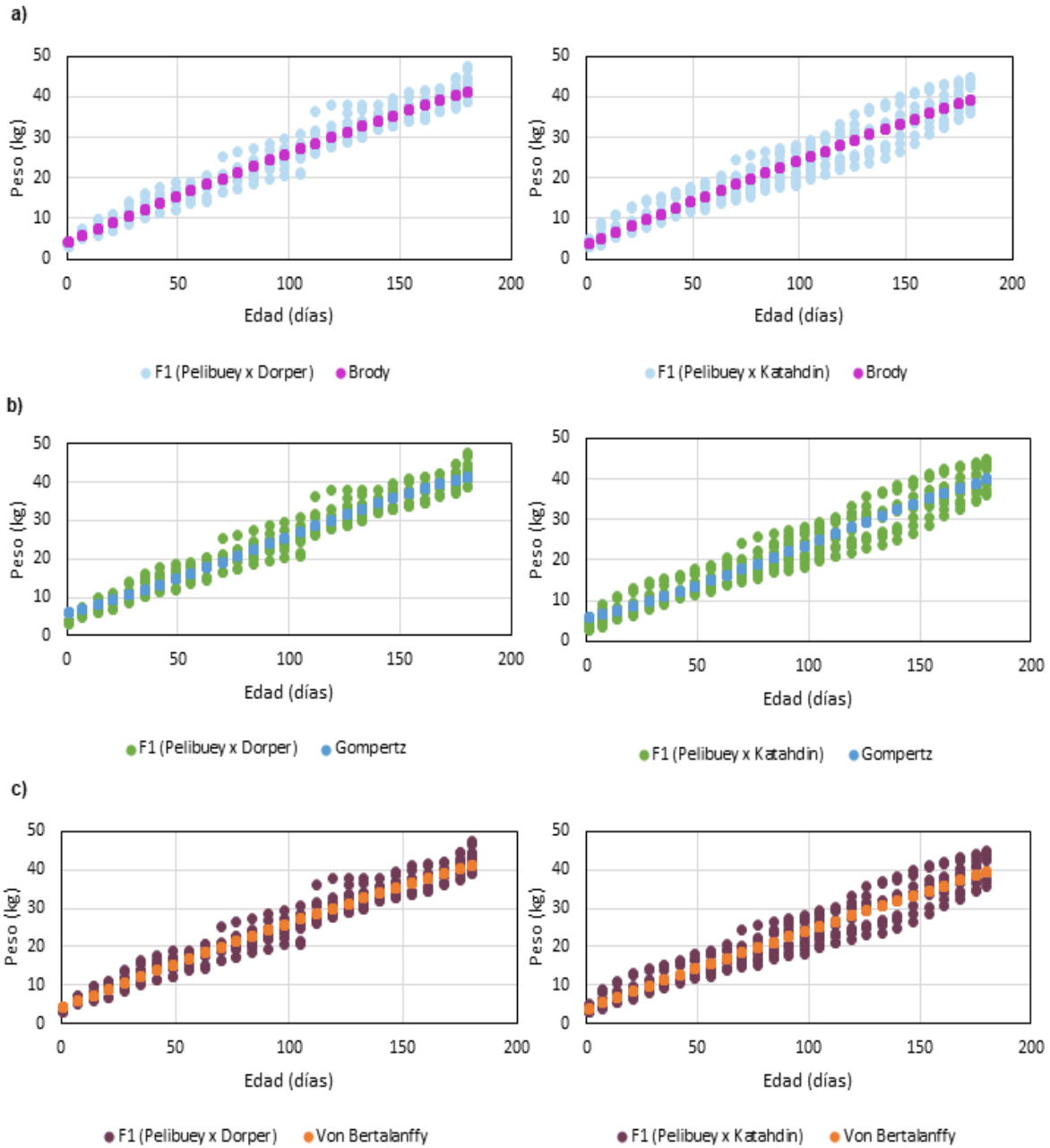
En las Figuras 2a , b y c, se observa que los pesos estimados de los corderos PD y PK con los distintos modelos no lineales tuvieron una tendencia de aumento, de acuerdo con la edad. Los modelos no lineales evaluados Brody, Gompertz y Von Bertalanffy formaron curvas de crecimiento muy similares en ambos cruzamientos F1, favoreciendo los modelos Brody y Von Bertalanffy, los cuales presentaron pesos acorde al proceso biológico del crecimiento esperado en los corderos para producción de carne, mientras que el modelo Gompertz estimó el peso al nacimiento de 6,00 y 5,89 kg para los corderos PD y PK, respectivamente, estos valores son considerandos muy altos y no representan el comportamiento fisiológico de crecimiento más apropiado en los corderos de pelo. Es importante destacar que los corderos con pesos al nacimiento mayor de 4,5 kg pueden provocar dificultad al parto en las ovejas.

Estos resultados muestran que ambos cruzamientos F1 tuvieron buen manejo en la alimentación, nutrición y salud durante el estudio. Es importante señalar que el peso vivo se puede afectar cuando no se cubren los requerimientos nutricionales de los animales (Lambe *et al.*, 2006; Adán *et al.*, 2007; Lupi *et al.*, 2015). En otros estudios sobre el crecimiento de corderos cruzados Santa Inés x Criollo también mostraron resultados similares, donde los modelos no lineales Brody y Von Bertalanffy mostraron buenos ajustes para estimar las curvas de crecimiento de los animales (Lenis-Valencia *et al.*, 2022).

**Figura 2**

*Diagrama de dispersión para la curva de crecimiento de los corderos F1 (Pelibuey x Dorper) y F1 (Pelibuey x Katahdin) de acuerdo con los modelos no lineales Brody (a), Gompertz (b) y Von Bertalanffy (c).*





### Características morfológicas

El análisis de varianza no indicó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para las variables longitud de cabeza y perímetro de caña cm (Figura 3a y f), sin embargo, hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para las variables ancho de cabeza, alzada de la cruz, perímetro torácico, ancho de pecho, alzada de la grupa, longitud de grupa, ancho de grupa y longitud corporal cm (Figura 3b, c, d, e, g, h, i, y j).

Los corderos F1 PD y PK presentaron longitud de cabeza y perímetro de caña similares con promedio general de  $15,88 \pm 1,02$  cm y  $8,38 \pm 0,72$  cm, respectivamente. Los corderos PD

presentaron 11,10%, 19,73%, 9,04%, y 27,75% mayor tamaño para el ancho de la cabeza, pecho, perímetro torácico y grupa, respectivamente, que los F1 PK, mientras que los corderos PK presentaron 7,80%, 5,93%, 12,11% y 9,77% mayor tamaño de alzada de la cruz, alzada de grupa, longitud de grupa y longitud corporal, respectivamente en comparación a los corderos PD.

Estos resultados permiten caracterizar a los corderos F1 PD como animales de menor tamaño, pero con gran fortaleza y amplitud corporal en comparación a los corderos F1 PK, mientras que los corderos PK presentan mayor tamaño y longitud del cuerpo. Ambos cruzamientos presentaron uniformidad morfológica con buen desarrollo óseo, perímetro de caña y aplomos, sin embargo, es importante destacar que el cruce PD mostró superioridad en las variables morfológicas de mayor interés que están relacionadas al biotipo más eficiente para producción de carne.

Las diferencias encontradas en este estudio pueden ser explicada por la variación genética de las razas paternas Dorper y Katahdin utilizadas en los esquemas de cruzamientos F1 con la raza Pelibuey, la raza Dorper es considerada superior en atributos para producción de carne en comparación a la raza Katahdin, esta última raza ha sido mayormente utilizada como una línea materna debido a su habilidad materna y adaptación a climas tropicales (Rocha *et al.*, 2009; Zúñiga *et al.*, 2021).

Las medidas y perfil de la cabeza de los animales están asociada a las características heredadas por los progenitores, la peculiaridad en el cruce Dorper con cabeza más ancha, también permite indicar mayor rusticidad y capacidad para alimentación bajo el pastoreo. Las medidas de la cabeza tienen su importancia etnológica, porque no están influenciadas directamente por los factores ambientales y por el manejo (Bedotti *et al.*, 2004).

El promedio del ancho de pecho obtenida en el cruce PD, permite caracterizar a los animales más robustos, con una función relacionada hacia la producción de carne. De igual manera, el perímetro torácico mayor observado en PD se aproxima más a la forma predominante en los animales con aptitud carnífera (Rawat y Sing, 2014). También genera una idea del grado de finura del esqueleto, siendo su valor mayor en animales con aptitud para producir carne y menor en animales con aptitud para producción de leche (Bravo y Sepúlveda, 2010; Alves *et al.*, 2023).

Estas características en los corderos (PD) permiten obtener animales eficientes durante el desarrollo de engorda, lo cual está relacionado al genotipo que aporta la línea paterna Dorper, una raza con excelente desarrollo muscular en comparación a las características morfológicas de la raza Katahdin (Macías-Cruz *et al.*, 2010).

Tomando en cuenta la alzada de cruz y longitud corporal podemos indicar que el cruce F1 PK presenta proporciones de un animal longilíneo (Fernández *et al.*, 2014). Las medidas ancho y longitud de grupa, es fundamental porque aporta datos de interés desde un punto de vista racial, productivo y reproductivo (Mello y Schmidt, 2008).

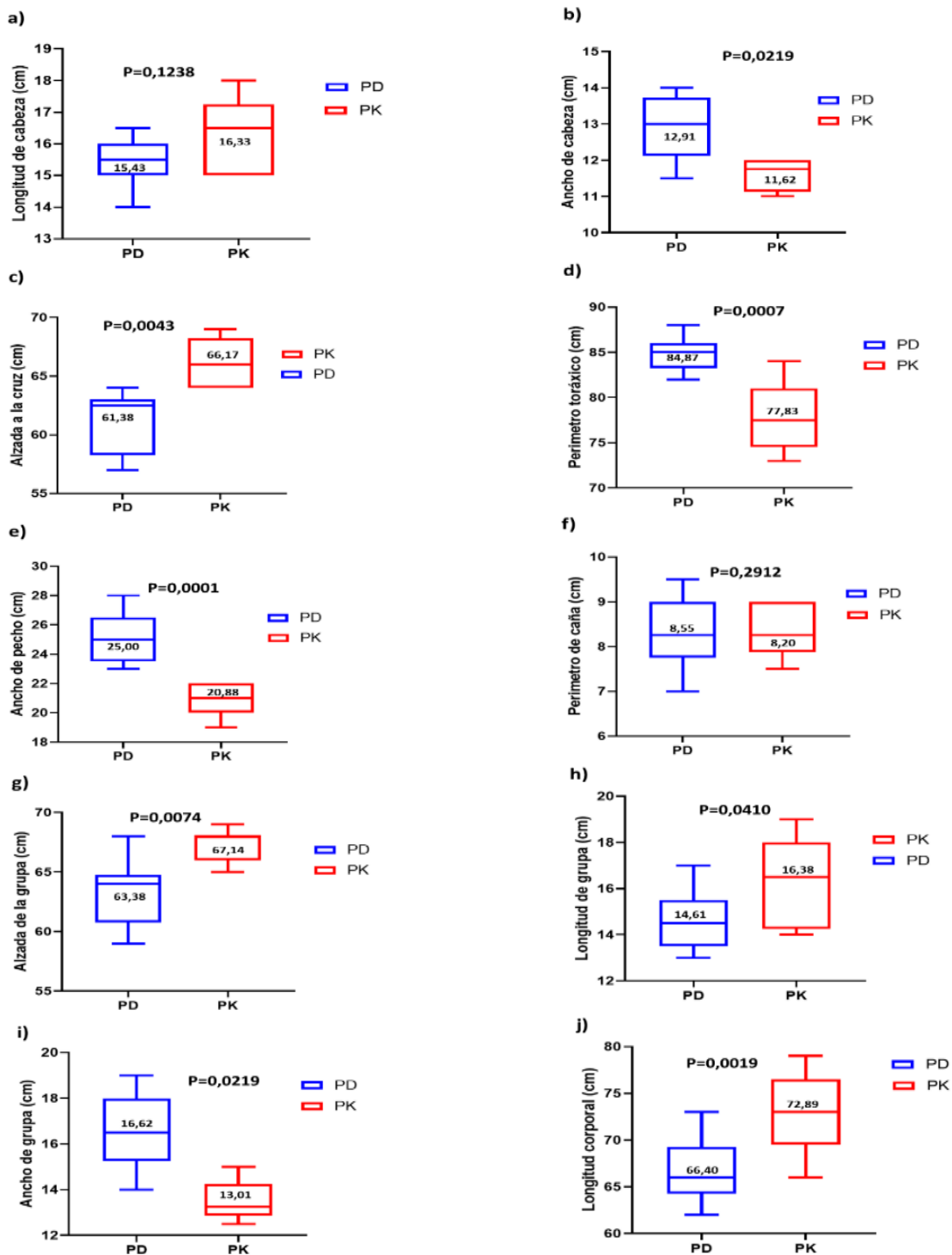
Los corderos de padres Dorper tuvieron mayor ancho de grupa, lo cual significa una mayor extensión del tronco que podría representar una ventaja para el tamaño del lomo, que es un corte de mayor valor en la canal. Además, en este estudio, los corderos PD se caracterizan por presentar menor longitud corporal y alzada de cruz y grupa, pero sus canales son más compactas que en los

corderos PK, lo cual se atribuye un menor tamaño y mayor precocidad de la raza Dorper en comparación con la Katahdin.

La relevancia de estas variables morfológicas estriba en que estas piezas son consideradas como un corte de primera, con un alto valor económico. Además, si presentan la circunferencia torácica y pecho amplio, puede aumentar la producción y calidad de la canal, debido a que los sistemas de los mercados valoran mejor las canales de forma redondeados y con perfiles convexos (López *et al.*, 2016). La raza paterna seleccionada influye sobre el desarrollo de las características morfológicas en los animales (Barbato *et al.*, 2011).

### **Figura 3**

*Efecto del cruzamiento en las características morfológicas de corderos F1 Pelibuey x Dorper (PD) y F1 Pelibuey x Katahdin (PK) en periodo final de ceba a 180 días de edad, en sistema estabulado bajo condiciones del clima tropical húmedo.*



### Correlación entre variables productiva y morfológica

En este estudio se encontraron correlaciones significativas ( $p < 0,05$ ) entre el peso vivo y las variables morfológicas de ambos cruzamientos F1, hubo correlaciones entre el peso vivo y el perímetro torácico ( $r = 0,98$ ), y correlaciones consideradas media, entre el peso vivo y las variables



alzada de la cruz ( $r = 0,69$  PD y  $r = 0,68$  PK), ancho de pecho ( $r = 0,75$  PD y  $r = 0,70$  PK), alzada de la grupa ( $r = 0,67$  PD y  $r = 0,68$  PK) ancho de grupa ( $r = 0,69$  PD y  $r = 0,68$  PK), y longitud corporal ( $r = 0,71$  PD y  $r = 0,73$  PK). Las demás variables no presentaron correlaciones significativas ( $p > 0,05$ ), las cuales fueron consideradas moderadas y bajas (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Coefficientes de correlación de Pearson entre el peso vivo y las variables morfológicas de los corderos F1 (Pelibuey x Dorper) y F1 (Pelibuey x Katahdin) en sistema estabulado bajo condiciones del clima tropical húmedo.*

	F1 (Pelibuey x Dorper)									
	LC	AC	ALC	PT	AP	PC	ALG	LG	AG	LC
PV	0,5296	0,5989	0,6923*	0,9859*	0,7505*	0,4609	0,6726*	0,2402	0,6950*	0,7195*
LCA		0,4946	0,4797	0,5581	0,4511	0,4369	0,5622	0,3228	0,2635	0,4715
AC			0,5486	0,5922	0,6639	0,4102	0,5892	0,2203	0,5225	0,6395
ALC				0,6086	0,6081	0,4156	0,8677	0,3115	0,3114	0,5919
PT					0,7652	0,4960	0,6981	0,3409	0,5761	0,5412
AP						0,4555	0,5913	0,2341	0,5316	0,6060
PC							0,3706	0,2508	0,3303	0,4672
ALG								0,2078	0,2991	0,5845
LG									0,4206	0,3020
AG										0,4656

	F1 (Pelibuey x Katahdin)									
	LC	AC	ALC	PT	AP	PC	ALG	LG	AG	LC
PV	0,4392	0,5899	0,6878*	0,9817*	0,7087*	0,2609	0,6833*	0,3298	0,6891	0,7312*
LCA		0,3256	0,5683	0,2989	0,3208	0,3358	0,6267	0,3345	0,1785	0,4983
AC			0,4702	0,5893	0,6257	0,3903	0,4674	0,1655	0,3978	0,5481
ALC				0,6221	0,5911	0,4072	0,8802	0,4213	0,2865	0,6087
PT					0,7337	0,3728	0,6795	0,3264	0,4259	0,5631
AP						0,2891	0,4766	0,1596	0,4895	0,5839
PC							0,2691	0,2013	0,2835	0,3974
ALG								0,1865	0,3058	0,6057
LG									0,4602	0,4725
AG										0,3102

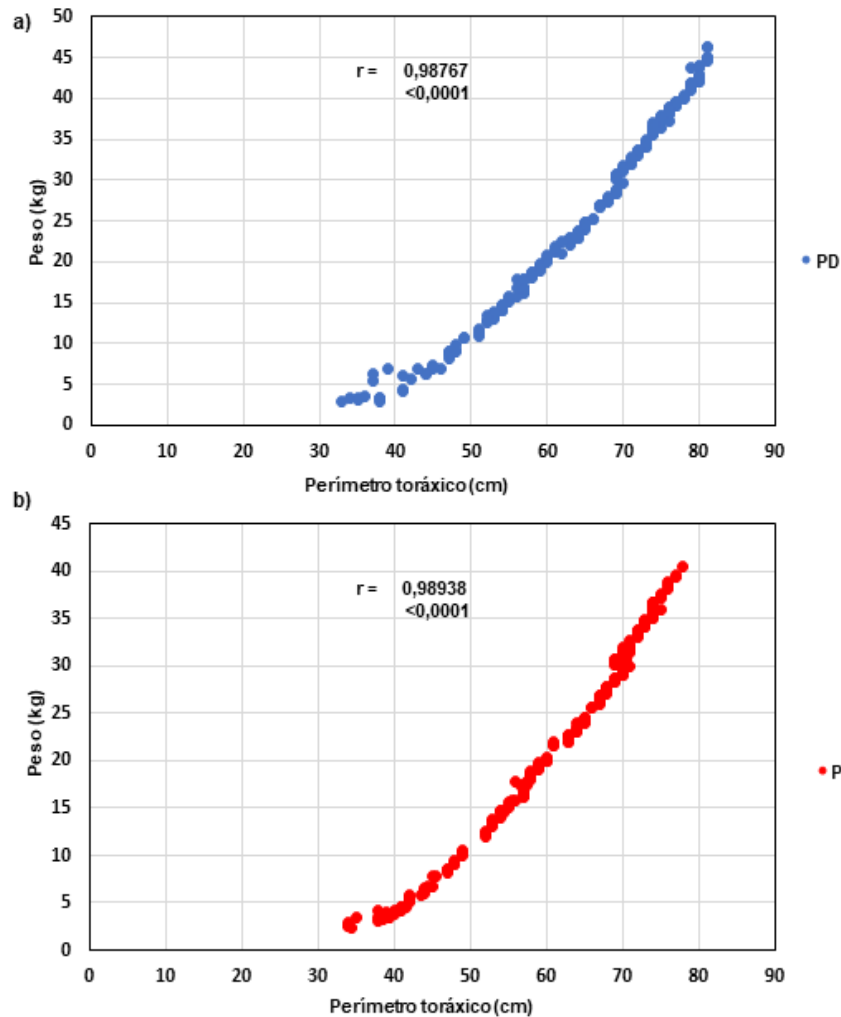
PV: peso vivo; LCA: longitud de cabeza; AC: ancho de cabeza; ALC: alzada a la cruz; PT: perímetro torácico; AP: ancho de pecho; PC: perímetro de caña; ALG: alzada a la grupa; LG: longitud de grupa; AG: ancho de grupa; LC: longitud corporal. \*La correlación es significativa ( $p < 0,05$ ).

En la figura 4, se ilustra la correlación lineal positiva alta más relevante encontrada en este estudio entre las variables peso vivo y el perímetro torácico de ambos animales F1. Esto indica una relación muy importante en animales para producción de carne, entre más amplio el perímetro torácico los corderos presentan mayor peso corporal.

**Figura 4**

*Diagrama de dispersión de los valores observados del peso vivo (kg) y el perímetro torácico (cm) en los corderos (a) F1 Pelibuey x Dorper (PD) y (b) F1 Pelibuey x Katahdin (PK) en sistema estabulado bajo condiciones del clima tropical húmedo.*





Los animales con mayor perímetro torácico, ancho de pecho, ancho de grupa y longitud corporal, indican buena amplitud torácica y fortaleza en los animales. Estos tienen una estructura morfológica que se aproxima más a un rectángulo, forma predominante en los animales con aptitud para producción de carne (Canaza-Cayo *et al.*, 2017). Para estas características evaluadas en estudio, los cruces F1 PD tuvieron superioridad en comparación a los animales PK, lo cual también es importante indicar que las respuestas de este último cruce F1 se consideran buenas y aceptables para la ceba.

La correlación alta entre el peso corporal y el perímetro torácico son importante, ya que en situaciones donde no se cuenta con balanza para pesar los animales, se puede utilizar principalmente como referencia el perímetro torácico (Abreu *et al.*, 2005). Además, es fundamental tomar en cuenta otras medidas biométricas como el ancho de pecho, ancho de grupa, alzada de la cruz y longitud corporal, las cuales permiten hacer selección más adecuada de los animales con mejor perfil para producción de carne (Contreras *et al.*, 2021).

## CONCLUSIONES

Los corderos F1 Pelibuey x Dorper presentan mejor desempeño productivo y características morfológicas adecuadas al biotipo con mayor aptitud para producción de carne.

Los modelos no lineales Brody y Von Bertalanffy muestran buen ajuste para caracterizar la curva de crecimiento acorde con el peso de nacimiento hasta 180 días de edad de los corderos en estudio.

Las medidas del perímetro torácico, alzada de la cruz, ancho de pecho, alzada de la grupa, ancho de grupa y longitud corporal pueden ser utilizadas para la selección de corderos más productivos ya que manifiestan mayor relación con el peso corporal de los animales.

## AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Jihad Badr Darybara Issa, por permitir el uso de las instalaciones y los animales para este estudio. A la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá (FCA-UP) por el transporte brindado para el desarrollo de esta investigación. También, se agradece a los Señores. Christian De León y José Pérez por el apoyo brindado en el manejo de los animales durante el periodo experimental.

## REFERENCIAS

- Abreu, U. G. P., Santos, S. A., Sereno, J. R. B., Comastri-filho, J. A. y Ravanelli, M. S. (2005). Caracterización morfométrica de los bovinos pantaneiros del núcleo de conservación IN SITU DE NHUMIRIM. *Archivo de Zootecnia*, 54(206-207), 211-216.
- Adán, S., García, J., Domínguez, B., Justo, J. R., Lama, J., Fernández, M., Rivero, C. J. y Rois, D. (2007). Estudio del crecimiento de los corderos de la raza ovella galega. *Archivo de Zootecnia*, 56(1), 489-496.
- Alves, S. G., Vega, W. H., Costa, H. H., Silveira, R. M. & Landim, A. V. (2023). Morada Nova lambs' meat production potencial description through morphometric evaluation. *Ciência Rural*, Santa Maria, 53(8), 1-13.
- Barbato, G. Kremer, R. Rosés, L. y Rista, L. (2011). Producción de ovejas Corriedale y cruza F1 con Milchschaaf y Texel en condiciones de pastoreo. *Veterinaria Montevideo*, 47(181), 9-13.
- Bedotti, D., Gómez, A. G., Sánchez, M. y Martos, J. (2004). Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra Colorada Pampeana. *Arch. Zootec*, 53, 261-271.



- Biachini, G., Garibotto, G. y Betancur, O. (2003). Características de crecimiento de corderos ligeros hijos de ovejas corriedale y Moruecos Corriedale Texel, Hampshire down, Southdown, Ile de France, Milchschaef o suffolk. *Archivos de Zootecnia*, 52(199), 339-345.
- Bravo, S. Sepúlveda, N. (2010). Índice zoométricos en ovejas Criollas Araucanas. *Int. J. Morphol*, 28(2), 489-495.
- Brody, S., & Lardy, H. (1945). Bioenergetics and growth. *The Journal of Physical Chemistry* (New York). 50(2), 168-169. <https://doi.org/10.1021/j15046a008>
- Bores-Quintero, R. F. Velázquez, P. A., Aguilar, H. (2002). Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Técnica Pecuaria en México*, 40(1), 71-79.
- Canaza-Cayo, A. W., Beltrán-Barriga, P. A., Gallegos-Rojas, E. y Quispe, J. (2017). Zoometría de ecuaciones de predicción de peso vivo en ovejas de la raza Corriedale. *Revista Investig. Altoandin*, 19(3) 313-318.
- Cienfuegos-Rivas, E. G. González-Reyna, A. Hernández-Meléndez, J. y Zárate-Fortuna, P. (2010). Mejoramiento genético de la producción ovina mediante estrategias de cruzamientos con razas de pelo. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 18(1-2), 49-56.
- Contreras, J. L., Cordero, A. G., Curasma, J., Enriquez, D., Vilcapaza, L., Gutierrez, N. y Del Solar, J. (2021). Caracterización biométrica y estimación del peso corporal en bovinos criollos en la comunidad de Chuñuranra-Huancavelica (Perú). *Archivo de Zootecnia*, 70(271), 246-250.
- Cruz-Colín, L., Torres-Hernández, G., Nuñez-Dominguez, R. y Becerril-Pérez, C. M. (2006). Evaluación de características productivas de cordeiros Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento, en Hidalgo, México. *Agrociencia*, 40(1), 59-69.
- Fernández, J. L. Holgado, F. D. Hernández, M. E. Solaligue, P. B. y Salinas, C. (2014). Caracterización morfológica del caprino Criollo del NOA I: Medidas morfométricas e índices corporales. *Revista Agron. Argent*, 34(2) 107-110.
- González, R., Torres, G. y Castillo, M. (2002). Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. *Revista Veterinaria México*, 33(4), 443-453.
- Gómez-Hernández, L.E., González-Reyna, A., Zárate-Fortuna, P., Faustino-Lázaro, B., Hernández-Meléndez, J. y Martínez-González, J. C. (2022). Comportamiento pre-destete del cordero, producción y calidad de la leche en ovejas de pelo. *Revista Ciencia Agropecuaria*, 34, 1-22.

- Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*.115, 513-583.
- Hernández-Zepeda, J.S., Franco, F. J., Herrera, G., Rodero, E., Sierra, A. C., Bañuelos, A. y Delgado, J. V. (2002). Estudio de los recursos genéticos de México: características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Archivos de Zootecnia*, 51(194), 53-64.
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., Oliva, J., Torres, G., Segura, J.C. y González, R. (2015). Productividad de ovejas F1 Pelibuey x Blackbelly y sus cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, *México, Arch Med Vet*, 47, 167-174.
- INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2011). Estimación de la producción caprina y ovina en Panamá. Retrived march 27, 2022, Recuperado <https://www.inec.gob.pa/archivos/p4801Cuadro18.pd>
- Lambe, N. R., Navajas, E. A. Simm, G. y Bunger, L. (2006). A genetic investigation of various growth models to describe growth of lambs of two contrasting breeds. *Journal of Animal Science*, 84, 2642-2654.
- Lenis-Valencia, C. P., Molina, E. J. y Álvarez-Franco, L. A. (2022). Productividad y curvas de crecimiento usando modelos no lineales en un cruce de ovino de pelo colombiano x Pelibuey. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 25(2), 1-9. <http://doi.org/10.31910/rudca.v25.n2.2022.1853>
- Levene, H. "Robust Tests for Equality of Variances." Contributions to Probability and Statistics. (Edited by I. Olkin, et al.) Stanford: Stanford University Press, 1960. Chapter 25. pp. 278-292.
- Lupi, T. M., Nogales, S., León, J. M., Barba, C. y Delgado, V. (2015). Characterization of comercial and biological growth curves in the Segureña sheep breed. *Journal Animal* 9(8), 1341-1348.
- López, M. M., de la Cruz, L. de la Peña, J. A. , Torres, G., Becerril, C. M., Rodríguez, G., Jiménez, M., Alfaro, R. H., Martínez, R. D. y Hinojosa, J. A. (2016). Efecto de la raza paterna en características de la canal de corderos para carne en Hidalgo, *México. Rev. Mex. Cienc Pecu*, 7(4), 441-453.
- Macías-Cruz, U., Álvarez, F.D., García, Correa, A. Torrentera, N. G. Molina, L. y Alvendaño, L. (2010). Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Revista Achivos Medicos Veterinarios*, 42, 147-154.

- Marquínez-Batista, L. M. Saldaña-Ríos, C. I. Moreno, E. E. Rivera, R. Escudero, V. Sandoya, I. y Espinosa, J. (2022). Caracterización de la producción, agroindustrialización y comercialización de ovinos y caprinos en Panamá. *Revista Ciencia Agropecuaria*, 35(1), 30-52.
- Moreno-Cañez, E., Ortega-García, C., Cañez-Carrasco, M. G. y Peñúñuri-Molina, F. (2013). Evaluación del comportamiento posdestete en corral de futuros sementales ovinos de raza Katahdin y Pelibuey en Sonora. *Tecnociencia Chihuahua*, 7(1), 7-16.
- Mello, F. A. Schmidt, V. (2008). Cracterização biométrica de caprinos Anglo-Nubianos nascidos no Brasil no período de 1993 a 2001. *Arch. Zootec.* 57 (220) 525-535.
- Rawat, S. K. & Sing, S. C. (2014). Characterization of jamunapari goat in mahoba district of bundelkhand región. *Scientific Journal of Animal Science*, 3(3) 81-86.
- Rocha, L. P., Fraga, A. B., Araújo, J. T., Figueira, R. F., Pacheco, K. M., Silva, F. I. y Rodríguez, D. S. (2009). Desempenho de cordeiros cruzados em Alagoas, Brasil. *Arch. Zootec.* 58(221), 145-148.
- Saldaña-Ríos, C. I., Ortega-Ríos, H. y Díaz-Granados, D. (2016). Constantes fisiológicas de ovinos Pelibuey, Dorper y Katahdin en ecosistema de bosque húmedo tropical. *Revista Ciencia Agropecuaria*, 25, 118-130.
- SAS Institute Inc. (2004). SAS/ETS 9.1 User's Guide. Statistical Analysis System. SAS institute, Inc., Cary, North Carolina. USA, 38-2416.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. (1965). "An analysis of variance test for normality (complete samples)". *Biometrika*. 52(3-4), 591-611.
- Vergara-Garay, O., Medina-Ríos, H., Robles-Sierra, C., Simanca-Sotelo, J. y Bustamante-Yanez, M. (2017). Determinación de la curva de crecimiento en ovinos criollos de pelo, mediante la utilización de modelo Gompertz, en el trópico bajo colombiano. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2) 385-391. <https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n2.2017.396>
- Von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). *Human Biology*. 10(2), 181-213.
- Zuñiga, A., Ross, D. y Carrodegua, A. (2021). Fundamentos para la mejora genética de ovinos en Costa Rica. *Repertorio Científico*, 24(1), 79-95.