

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto de Ciencias Agrícolas



**COMPORTAMIENTO EN CORRAL, CARACTERÍSTICAS
DE CANAL, COMPONENTES NO CÁRNICOS Y CORTES
PRIMARIOS EN OVINOS PELIBUEY Y DORPER X
PELIBUEY EN UN CLIMA SUB-TROPICAL**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
ANIMAL**

PRESENTA


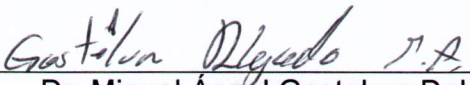
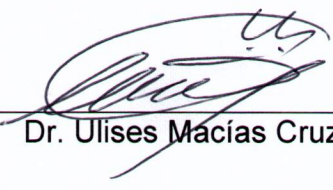

Ing. José Francisco Rodríguez Díaz

DIRECTOR DE TESIS

Ph.D. Leonel Avendaño Reyes

La presente tesis “COMPORTAMIENTO EN CORRAL, CARACTERÍSTICAS DE CANAL, COMPONENTES NO CÁRNICOS Y CORTES PRIMARIOS EN OVINOS PELIBUEY Y DORPER X PELIBUEY EN UN CLIMA SUB-TROPICAL” realizada por el C. José Francisco Rodríguez Díaz, y dirigida por el Ph.D. Leonel Avendaño Reyes, ha sido evaluada y aprobada por el Consejo particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL
COMITÉ PARTICULAR**

Presidente/Director	 Ph. D. Leonel Avendaño Reyes
Sinodal/Co-director	 Dr. Miguel Ángel Gastelum Delgado
Sinodal/Asesor	 Dr. Ulises Macías Cruz
Sinodal/Asesora	 Dra. Vielka Jeanethe Castañeda Bustos

“POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE”

Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California México, diciembre de 2021

AGRADECIMIENTO

A Dios, por cuidarme y permitirme continuar en esta travesía llamada vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca para cursar el programa de Maestría en Ciencias en Sistemas de Producción Animal, así como los servicios prestados durante la difícil situación de salud por la cual pase.

A la Universidad Autónoma de Baja California y al Instituto de Ciencias Agrícolas por permitirme el poder realizar un posgrado.

A la Finca El Cielo por las facilidades brindadas en el apoyo de personal, instalaciones y animales, con la finalidad de llevar a cabo el experimento.

Al Ph.D. Leonel Avendaño Reyes, por el gran apoyo brindado durante tiempos difíciles y ánimos para la culminación de mi tesis, gracias.

Al Dr. Miguel Ángel Gastelum Delgado, por su apoyo brindado durante mi formación profesional y posgrado.

Al Dr. Ulises Macías Cruz, por su tiempo, apoyo y disposición para ayudarme en todo momento.

A la Dra. Vielka Jeanethe Castañeda Bustos, por su ayuda y disposición brindada durante la redacción de la tesis.

Al Ph. D. Abelardo Correa Calderón, por ayudar y formar parte de mi formación de posgrado.

A todos los docentes que fueron parte de mi formación durante los dos años de mi posgrado.

A cada uno de mis amigos y conocidos con quienes conviví durante este periodo, por su gran apoyo y amistad incondicional, Uvaldo Sánchez Ortiz, Jennifer Montiel González, Ariadna Tatiana Carbajal Estrada, Verónica González del Prado. Sin embargo, me faltaría espacio para mencionar y agradecer a cada uno, pero siempre contarán con mi amistad.

DEDICATORIA

A la vida por darme una segunda oportunidad y gran lección de la misma.

A mis padres:

José Francisco Rodríguez Ontiveros y Maricela Díaz Hernández

Por el gran apoyo y sacrificio por su parte para poderme realizar profesionalmente, así como la enseñanza de siempre buscar el superarme personal y profesionalmente.

A mi esposa:

Yuriselda Molina Herrera

Por el permitir realizarme profesionalmente sacrificando tiempo familiar con nuestra hija.

A mi hija:

Ashley Letsu Molina Herrera

Por ser siempre cariñosa y risueña en los pocos momentos compartidos.

A mi hermana:

María Guadalupe Rodríguez Díaz

Por su apoyo y comprensión durante este proceso de vida.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Situación de la ovinocultura en el Mundo.....	4
2.2. Situación de la ovinocultura en México.....	5
2.3. Razas ovinas de pelo utilizadas en México.....	6
2.4. Cruzamientos.....	9
2.5. Resultados de cruzamientos en desempeño en corral.....	11
2.6. Resultados de cruzamientos en rasgos de canal y cortes.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Ubicación y clima de la zona del estudio.....	15
3.2. Origen de los animales.....	15
3.3. Manejo y dieta de los animales experimentales.....	16
3.4. Variables de desempeño en corral.....	16
3.5. Características de canal.....	17
3.6. Cortes primarios.....	17
3.7. Análisis estadístico.....	18
IV. RESULTADOS	20
4.1. Condiciones climáticas.....	20
4.2. Comportamiento productivo.....	20
4.3. Características de canal.....	20
4.4. Componentes no cárnicos.....	21

4.5. Rendimiento de cortes primarios.....	21
V. DISCUSIÓN	26
5.1. Condiciones climáticas.....	26
5.2. Desempeño en corral.....	26
5.3. Características de canal.....	28
5.4. Componentes no cárnicos.....	31
5.5. Rendimiento de cortes primarios.....	32
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. LITERATURA CITADA	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ingredientes y composición de la dieta ofrecida a ovinos Pelibuey puros y cruzados Dorper x Pelibuey durante la fase de finalización en corral.....	199
Cuadro 2. Comportamiento en corral de corderos Pelibuey puros y cruzados Dorper x Pelibuey finalizados en corral.....	22
Cuadro 3. Características de canal en ovinos Pelibuey puros y cruzados Dorper x Pelibuey finalizados en corral.....	23
Cuadro 4. Componentes no cárnicos de ovinos Pelibuey puros y cruzados Dorper x Pelibuey finalizados en corral.....	24
Cuadro 5. Rendimiento de cortes primarios en ovinos Pelibuey puros y cruzados Dorper x Pelibuey finalizados en corral.....	25

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el desempeño productivo en corral, características de canal, componentes no cárnicos y rendimiento de cortes primarios en corderos de dos genotipos en una región subtropical seca. Se emplearon 40 corderos de pelo (20 Pelibuey puros y 20 Dorper x Pelibuey) ubicados en corraleta individual y finalizados con una dieta de engorda por 30 d para obtener en corral ganancia diaria de peso (GDP), ganancia de peso total (GPT), consumo de materia seca (CMS) y eficiencia alimenticia (EA); en canal se obtuvo peso al sacrificio (PS), peso vivo vacío (PVV), peso de canal caliente y fría (PCC y PCF), pH a 45 min y 24 h *post-mortem*, longitud de canal (LC), profundidad de tórax (PT) y longitud y perímetro de la pierna (LP y PP); los pesos de los componentes no cárnicos incluyeron corazón, rumen, hígado, vísceras, bazo, piel, riñones, sangre, cabeza, testículos, patas y pulmones; el rendimiento de cortes primarios incluyó pierna, cuello, lomo, faldilla, cadera, costillar y paleta. Los datos se analizaron con un diseño completamente al azar con peso inicial como co-variable. Los corderos cruzados tuvieron mayor ($P < 0.05$) GDP, GPT, CMS y EA que los puros. En características de canal, los cruzados lograron mayor ($P < 0.01$) PS, PVV, PCC y PCF. Los valores de pH a 45 min y 24 h fueron mayores ($P < 0.01$) en los cruzados. La LC fue mayor ($P < 0.05$) en ovinos cruzados, mientras que PT exhibió una tendencia ($P < 0.10$) a ser mayor en ovinos cruzados. Los componentes no cárnicos rumen, piel y testículos fueron mayores ($P < 0.05$) en animales cruzados, sin embargo, los puros generaron bazos de mayor peso ($P < 0.05$). En rendimiento de cortes primarios no se observó efecto de genotipo ($P > 0.05$). En conclusión, el cruzamiento Dorper x Pelibuey mejoró el desempeño en corral en la fase de finalización y algunas características de canal, así como algunos componentes no cárnicos; sin embargo, no se observaron cambios en el rendimiento de cortes primarios. Estos resultados sugieren un efecto de complementariedad en algunos rasgos productivos y de canal por el uso de la raza Dorper como raza paterna con Pelibuey como raza materna.

Palabras clave: *Ovinos de pelo, cruzamiento, complementariedad, finalización en corral.*

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate feedlot performance, carcass characteristics, non-carcass components and yield of primary cuts in lambs of two genotypes in a subtropical region of México. Forty hair sheep males were used (20 pure Pelibuey and 20 Dorper x Pelibuey cross), placed in individual pens and finished with a feedlot diet during 30 d to obtain daily weight gain (DWG), total weight gain (TWG), dry matter intake (DMI) and feed efficiency (FE); after slaughter of the animals, carcass characteristics were collected: slaughter weight (SW), empty body weight (EBW), hot and cold carcass weights (HCW and CCW), pH at 45 min and at 24 h *post-mortem*, carcass length (CL), thorax depth (TD), and length and perimeter of the leg (LL and LP); non-carcass components included the weights of rumen, blood, skin, head, leg, heart, liver, lungs, kidneys, spleen and testicles; and the yield of primary cuts included leg, neck, loin, skirt, rump, rib, and shoulders. Data were analyzed with a completely randomized design with initial body weight as a co-variable. During the feedlot, crossbred animals had higher ($P < 0.05$) DWG, TWG, DMI and FE than purebred lambs. In carcass, crossbred sheep achieved higher ($P < 0.01$) SW, EBW, HCW and CCW. The pH values at 45 min and at 24 h *post-mortem* were higher ($P < 0.01$) in crossbred animals. The CL was higher ($P < 0.05$) in crossbred sheep, while TD exhibited a tendency ($P < 0.10$) to be higher in crossbred sheep. The non-meat components rumen, skin and testes had higher ($P < 0.05$) weight in crossbred animals, however, pure animals produced higher ($P < 0.05$) weight of the spleen. No genotype effect ($P > 0.05$) was observed for yield of primary cuts. In conclusion, the Dorper x Pelibuey cross improved the feedlot performance and some carcass characteristics, as well as some non-meat components, with no changes in yield of primary cuts. These results suggest a complementarity effect in feedlot performance and some carcass traits for using Dorper as paternal breed with Pelibuey as maternal breed.

Keywords: *Hairsheep, crossbreeding, complementarity, finishing feedlot.*

I. INTRODUCCIÓN

La práctica de la producción ovina es una actividad que actualmente ha tomado una gran relevancia a nivel mundial, impulsada por la fuerte demanda de esta carne por consumidores en todo el mundo. Países como Reino Unido y Francia son ejemplo de una alta afinidad por este tipo de proteína y quienes llegaron a realizar importaciones de hasta 200, 000 toneladas de carne ovina de diferentes países productores para llegar a satisfacer su demanda doméstica (Acero, 2005). Según proyecciones de FAO (2013), la carne ovina tenderá a incrementar sus costos de adquisición derivado del creciente consumo de la misma, así como el incremento en las importaciones de esta proteína por países en vías de desarrollo.

Durante los últimos años, la ovinocultura en México ha presentado un gran crecimiento promovido por un incremento en la aceptación de carne ovina dentro de la dieta de los mexicanos, donde sus más comunes formas de presentación son barbacoa, birria o a las brasas, llegando a tener un consumo *per cápita* de 0.700 kg. (Torrescano-Urrutia *et al.*, 2009; SAGARPA, 2017). Sin embargo, aun y cuando existe una gran demanda de este tipo de carne, los rebaños a lo largo del país no han sido capaces de satisfacerla. Esto ha conducido a los ovinocultores del país a la búsqueda de distintas alternativas para incrementar la productividad de sus rebaños. Una de estas alternativas es el uso de razas cárnicas de alto potencial genético, debido a que tienden a depositar menor cantidad de grasa y una mayor cantidad de proteína que otros genotipos (Huerta, 2001). Además, una característica de los ovinos de pelo es que se adaptan fácilmente a distintos tipos de climas, lo cual se presenta dentro del territorio nacional, ya que México cuenta con una gran variedad de climas que van desde templado a cálido y de húmedo hasta seco (García, 1981). Los ovinos de pelo tienen la capacidad de reproducirse prácticamente todo el año incluso en regiones con clima cálido extremo, dada su capacidad de modificar su metabolismo para facilitar su subsistencia por medio de la termorregulación (Gastelum-Delgado *et al.*, 2015).

En México, unas de las principales razas de pelo que se explotan es Pelibuey, que procede de ancestros originarios del oeste de África, de donde los españoles las

extrajeron principalmente como alimento para las tripulaciones de sus embarcaciones; posteriormente descubrieron que esta raza de ovinos poseía gran capacidad de adaptación a distintos climas, ya que pudo habitar zonas tropicales, subtropicales y áridas (González-Reyna *et al.*, 1991). Por lo tanto, han sido objeto de un gran número de estudios promovidos principalmente por su capacidad de adaptabilidad a la diversidad climatológica del territorio nacional a partir de los años 60's (Aguilar-Martínez *et al.*, 2017). A pesar de que se han realizado una amplia variedad de estudios para la valoración y estimación de los parámetros productivos en las distintas razas existentes a nivel nacional, los estudios han demostrado variabilidad en los resultados atribuidos principalmente a la heterogeneidad existente en la población ovina (Aguilar-Martínez *et al.*, 2017).

En la búsqueda por encontrar una mayor productividad a partir de razas de pelo, se han implementado distintas estrategias como la engorda de ovinos en confinamiento, uso de promotores de crecimiento, así como el cruzamiento entre razas. Con relación a cruzamientos, Macías-Cruz *et al.* (2010a) y López-Carlos *et al.* (2021) encontraron que animales híbridos obtenidos a partir de la cruce de Pelibuey con razas puras cárnicas bajo condiciones áridas y semiáridas se han comportado favorablemente en comparación a la Pelibuey pura, considerando características de crecimiento en corral como ganancia de peso y eficiencia alimenticia. Generalmente, al realizar cruzamientos para mejorar la productividad de ovinos de pelo en los sistemas de producción mexicanos, la raza Pelibuey es utilizada como raza materna y como raza paterna se usan razas de mayor habilidad cárnica como Dorper, Blackbelly y Katahdin, entre otras. Se conoce que la raza Pelibuey posee un índice de crecimiento menor a las razas cárnicas, pero poseen mayor habilidad materna y prolificidad, por lo que su cruce con razas cárnicas puede complementar rasgos de crianza, adaptación a climas cálidos y características productivas en corral y en canal (Leymaster, 2002; Bradford, 2002). En condiciones subtropicales, el desempeño en finalización y características de canal de la cruce de ovinos Pelibuey con razas cárnicas aún no ha sido evaluados formalmente.

Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el desempeño productivo en corral, características de canal, componentes no cárnicos y

rendimiento de cortes primarios de corderos enteros del genotipo Pelibuey y la cruce Dorper x Pelibuey en una región de México con clima subtropical seco.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Situación de la ovinocultura en el Mundo

La producción ovina a nivel mundial se ha incrementado en los últimos años debido a un aumento importante en el consumo de carne de esta especie. La demanda de carne ovina hace que esta actividad pecuaria se vuelva redituable, lo que ha favorecido el establecimiento de diferentes sistemas de producción ovino entre los que se encuentran los sistemas intensivos, semi-intensivos y los de pastoreo, ya sea en agostaderos o en praderas irrigadas. Aunado a este escenario se encuentra el uso de animales especializados en producción de carne mediante el uso de genotipos cárnicos, y su inclusión en esquemas de mejoramiento ha impactado positivamente en la industria ovina de carne (Garnier, 2010).

La FAO (2014) registró una población ovina en el mundo de 1,811 millones en el año 2000, pero para el año 2012 se registró un incremento en la población total de 2,165 millones de borregos, lo cual representó un incremento en la crianza del 19.5%. En el año 2014, la población ovina se concentraba principalmente en el continente asiático con 45.42%, seguido del continente africano con 28.14%, en tercer lugar el europeo con 10.77%, seguido por Oceanía con 8.47%, y por último el continente americano con el 7.20% de la población mundial (SAGARPA, 2016). Los principales países con la mayor distribución de cabezas de ovinos fueron China con 16.71%, Australia con 6%, India con 5.21%, Irán con 4.15%, Nigeria con 3.35%, Sudan con 3.29%, Reino Unido con 2.79%, Turquía con 2.57% y Nueva Zelanda con 2.46%; el 53.46% restante de los ovinos se encontraba en el resto de los países del mundo. En ese mismo año, la producción cárnica de origen ovino disminuyó de 8.2 a 7.5 millones de toneladas producidas a nivel mundial, donde China aportó el 27.42%, seguido de Australia con 8.7%, Nueva Zelanda con 5.93%, Sudan 4.28% y por último Turquía con 3.89% (Hernández-Marín *et al.*, 2017). Al mismo tiempo, FAO (2014) informó sobre el consumo de carne ovina promedio per cápita en distintos países, reportando que los países desarrollados tienen un consumo de 76.1 kg, mientras que los países en vías de desarrollo el consumo fue de 33.7 kg, estimando que el consumo promedio per cápita de carne ovina a nivel mundial fue 42.9 kg en 2014.

La OECD/FAO (2021) realizó una proyección a nivel mundial para el comportamiento en el consumo y producción de las proteínas de origen animal como lo son bovinos, porcinos, aves y ovinos, encontrando que el consumo *per cápita* de la carne en general pasaría de 42.7 kg a 43.5 kg, lo cual representa un incremento del 1.9% en el periodo del año 2018 al 2025. Por su parte, la producción de carne ovina, la cual oscilaba en 15, 862 toneladas, pasaría a 17, 129 toneladas, lo cual representa un incremento del 8%. Por su parte, durante el mismo periodo del año 2018 al 2025, se estima un aumento del 1.3% en el consumo *per cápita* de carne ovina para países desarrollados, pasando de 85.7 a 86.8 kg. Así mismo, se proyecta un incremento del 4% en el consumo de proteína procedente de borregos en países en vías de desarrollo.

2.2. Situación de la ovinocultura en México

El ejercicio de la actividad ovina en México se ha beneficiado durante los últimos años por una aceptación generalizada en el consumo de esta carne, lo que ha sido promovido por su introducción dentro de la dieta cotidiana y costumbres mexicanas, ya que su consumo era principalmente durante festividades nacionales, siendo la barbacoa y la birria sus preparaciones con mayor demanda (Torrescano-Urrutia *et al.*, 2009). Según datos proporcionados por fuentes oficiales mexicanas, en 2006 se contaba con un hato nacional cercano a 7 millones de cabezas de ovinos distribuidos a lo largo y ancho del territorio nacional; sin embargo, en los últimos años el número de animales en sistemas de producción aumentó hasta llegar a más de 8.6 millones de cabezas en el año 2018, concentrándose principalmente en el Estado de México, Hidalgo, Veracruz y Puebla, los cuales concentraron el 43.3% del total de la población ovina nacional (SIACON, 2018).

Este fenómeno ha provocado que la ovinocultura durante las últimas 2 décadas haya mostrado un incremento en su población y productividad, favorecido por el aumento en el consumo de este tipo de proteína, pues durante el año 2000 la producción de carne ovina oscilaba en 33, 000 ton, mientras que en el año 2018 se produjo un total cercano a 63,000 ton, representando un incremento del 90% durante ese periodo. En la zona noroeste conformada por los estados Baja California, Baja

California Sur, Sonora y Sinaloa, SIACON (2018) reportó un total de 130,019 animales en 2018, produciéndose un total de 2,314.18 ton de carne distribuidas para el abasto dentro de esos estados y en el centro del país. El estado de esta zona que concentró la mayor actividad durante este año fue Sinaloa con un total de 77,035 animales y una producción de 1305.84 toneladas, seguido por el estado de Sonora con 25,046 animales y 522.77 toneladas, Baja California con 15,475 animales y 288.78 toneladas; por último, se encuentra el estado de Baja California Sur con un hato de 12,463 animales y 198.79 toneladas producidas (SIACON, 2018).

En un análisis reciente realizado por Bobadilla-Soto *et al.* (2021), señalan que en el periodo comprendido de 1970 al 2019, la tasa de crecimiento media anual para la producción ovina en México fue de 2.2%, que aunque moderada, no ha sido suficiente para satisfacer el mercado, ya que se continúan requiriendo importaciones de carne ovina de países como Australia, Nueva Zelanda y EUA.

De acuerdo con información de SAGARPA (2008), en México se sacrificaron 2.3 millones de cabezas de ovinos, de las cuales sólo el 8% (190,000 animales) se sacrificó en rastros municipales o rastros TIF (Tipo Inspección Federal). Lo más grave es que ni siquiera el 1% de la población ovina sacrificada ese año se llevó a cabo en rastros TIF. Estos datos destacan el gran rezago tecnológico que se tiene en nuestro país, donde el sacrificio del ganado ovino se realiza en rastros clandestinos o en las mismas explotaciones. Por tanto, la calidad de la carne y su inocuidad son aspectos con un significativo atraso y se alejan mucho de ser los adecuados (Carrera-Chávez, 2008). Sin embargo, de acuerdo a las tendencias observadas, la actividad ovina seguirá creciendo, por lo que se presenta un abanico de oportunidades que pueden ser explotadas positivamente si se realiza ordenada y organizadamente.

2.3. Razas ovinas de pelo utilizadas en México

Datos proporcionados por FAO (2015) estimaban la existencia de aproximadamente 1,400 razas de ovejas diseminadas por el mundo, de las cuales el 83% corresponden a razas específicas de alguna región. De la población total ovina en México en 2008, las 15 razas con mayor explotación y presencia eran

Rambouillet, Suffolk, Hampshire, Dorset, Pelibuey, Blackbelly, Katahdin, Dorper, Saint Croix, Romanov, Texel, East Friesian, Damara, Charolaise y Arcot, lo que indica una predominancia de razas de lana (FAO, 2010; Arteaga, 2012). Por su parte, SIACON (2018) indica que del inventario total de ovinos señalado, el 63.63% (5´ 525, 951 animales) se concentraron en el centro del país; de este total, las principales razas de tipo lanar fueron Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Dorset. La zona sur del país tenía una población de 2´ 057, 557 cabezas que aportaron 23.69% del total, siendo las razas de pelo predominantes Pelibuey, Blackbelly, Katahdin y Dorper. En la zona norte, la totalidad de animales fue de 1´ 100, 327 cabezas, representando 12.67% del total, siendo las razas de pelo las de mayor presencia en estos estados, principalmente por el tipo de clima poco favorable que predomina en las entidades de esta zona y que hacen difícil la adaptación de razas de lana (Arteaga, 2012).

Dada la diversidad climática que experimenta nuestro país, las zonas frías y templadas se caracterizan por la explotación de ovinos de lana, mientras que las zonas cálidas por la explotación de razas de pelo. Dentro de las zonas cálidas se encuentran los ecosistemas áridos, semi-áridos, tropicales y sub-tropicales, los cuales están ubicados en las zonas costeras y en el sur del país, así como la región norte del mismo. En estas zonas la raza más utilizada es Pelibuey, la cual ingresó a México desde Cuba por conducto de los españoles a través del estado de Yucatán (Lara, 2007). Pelibuey es una raza de pelo con cuerpo pequeño y estructura ósea fina, son prolíficos, tienen excelente adaptación a condiciones ambientales cálidas y presentan muy poca estacionalidad reproductiva. Las hembras pueden llegar a tener una fertilidad del 80-95% con promedio de 1.4 - 1.95 crías por parto; los pesos adultos son variados, pero en promedio las hembras llegan a pesar entre 35 y 50 kg, mientras que los machos entre 60 y 85 kg (Lara, 1983; Partida de la Peña, 2007; Perón *et al.*, 1991).

Otra de las razas de pelo explotadas en México es Blackbelly, que proviene del país caribeño Barbados; esta raza es de cuerpo delgado, alargado, grupa y lomos rectos; son de color marrón en cuerpo y negro en la panza, en la parte interna de las extremidades y parte del cuello, lo cual es característico de esta raza y por eso

la denominan “panza negra”. Las hembras tienen prolificidad de 1.37 - 2.3 crías por parto, poseen buen instinto materno y llegan a pesar entre 30 y 45 kg. Los machos llegan a pesar 60-80 kg (Ucros, 2001; Partida de la Peña *et al.*, 2013).

La raza Katahdin proviene de Estados Unidos y es resultado de una cruce de hembras Saint Croix con distintas razas, especialmente la Suffolk. Son animales de pelo con coloraciones blanco uniforme, canelo o pinto; son de talla mediana con capacidad de eliminar la cubierta pilífera en verano, quedando una piel fina. Las hembras se caracterizan por tener partos sin problemas, así como buen instinto materno, ya que logran un porcentaje de partos entre 88-96%, con prolificidad de 1.4 a 2.1 crías por parto. Una hembra puede pesar 50-65 kg, mientras que los machos entre 100-125 kg (Partida de la Peña *et al.*, 2013; Arteaga Castelán, 2007).

La raza Dorper es una raza de pelo de origen africano y existen 2 variedades, la de cuello y cabeza negra y la blanca totalmente. Estos animales cuentan con una gran capacidad de adaptación a climas adversos, mientras que de cuerpo son de apariencia vigorosa; las hembras cuentan con fuerte instinto materno y además pueden tener 3 partos en 2 años con un promedio de 2.25 crías por parto. Las hembras de Dorper llegan a pesar 80 - 100 kg, mientras que los machos de 110 - 130 kg (Elías *et al.*, 1985; Milne, 2000; Partida de la Peña *et al.*, 2013).

El aumento en el número de cabezas de ovinos de pelo para poder satisfacer la demanda de carne de esta especie en nuestro país ha traído consigo diferentes retos que se deben enfrentar con mejoras, tanto en los paquetes tecnológicos como en las buenas prácticas de manejo de los rebaños. Esto implica que tanto la genética de los ovinos como el manejo de rebaño son esenciales para permitir expresar al máximo la productividad de los animales. De aquí que una herramienta fundamental de la producción ovina es el mejoramiento genético, donde las formas tradicionales como cruzamientos y selección siguen siendo los métodos más importantes para lograr una progenie mejorada tanto en rasgos productivos y fisiológicos, como adaptación a diversos ecosistemas (Zúñiga-Orozco *et al.*, 2021).

Dado el crecimiento evidente de la industria ovina en nuestro país, los criadores mexicanos han trabajado en el mejoramiento genético de diferentes razas, lo que ha permitido contar con algunos rebaños de excelente calidad genética. Los

individuos desarrollados de estas razas de pelo han mostrado gran potencial productivo y adaptación a climas cálidos, lo que ha conducido a colocar en el mercado internacional a varios ejemplares ovinos mexicanos (Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2010). La gran diversidad de razas ovinas en México, tanto de lana como de pelo, representa un abanico de múltiples posibilidades para buscar cruza con las cuales se logre incrementar la producción de carne y reducir así la dependencia de otros países.

2.4. Cruzamientos

El mejoramiento genético es un procedimiento continuo que es aplicable a cualquier especie doméstica o población de animales y generalmente se centra en el cruzamiento y selección de los individuos más sobresalientes para ciertas características que son económicamente importantes para cumplir los objetivos en la empresa ganadera (Vilela-Velarde, 2014). Es decir, es un método de acopiar genes superiores para un atributo determinado que posee interés económico para la explotación pecuaria en desarrollo (De la Barra y Carvajal, 2020).

El cruzamiento se define como la cruce o el apareamiento de un macho y una hembra de distinta raza que no están emparentados, con el objeto de obtener una cría con las características deseadas de sus progenitores; esa cría es un híbrido que se denomina primera generación filial o F_1 (Warwick y Legates, 1983). Similarmente, los cruzamientos se consideran estrategias de bajo costo que permiten combinar características deseables de dos o más razas para mejorar la productividad de un sistema de producción animal (Bianchi, 2001). Los animales involucrados en el cruzamiento deben ser seleccionados cuidadosamente para obtener los resultados deseados, ya que su aplicación sin el conocimiento de esta estrategia puede conducir a un retroceso de las características de interés (Ganzábal *et al.*, 2002). El éxito de un programa de cruzamiento entre dos razas puras dependerá en gran medida de dos factores: a) la superioridad en las características a mejorar por parte de las razas involucradas en el cruzamiento, y b) la heterosis o vigor híbrido resultante del cruzamiento (Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2010).

La heterosis o vigor híbrido representa la diferencia que existe entre la productividad de la progenie y el promedio de productividad de las dos razas que se utilizaron en el cruzamiento, y donde cada raza constituye un conjunto de efectos genéticos que producen características que distinguen a una raza de otra (Leymaster, 1987). Se pueden distinguir 3 tipos de heterosis o vigor híbrido: 1) *individual*, que significa la capacidad de comportamiento de la crua conforme a los predecesores; 2) *maternal*, que representa la mejora en producción relacionada al uso de madres cruzadas en vez de puras; y 3) *paternal*, que significa la mejora obtenida en la eficiencia reproductiva de la progenie al implementar machos cruzados en lugar de padres puros. Es por ello que durante el cruzamiento de razas se busca la expresión de heterosis, la cual tiene un impacto en los parámetros productivos por medio de la expresión de la interacción entre genes que fueron transmitidos a las crías por los progenitores (Aguilar-Martínez *et al.*, 2017; Cardellino y Rovira, 1987).

Asimismo, Leymaster (2002) menciona que en un cruzamiento de tipo terminal donde se utilizan hembras de razas criollas o nativas con machos de razas especializadas en producción de carne, es posible aumentar la productividad hasta en 50%, debido a que contribuyen tanto la complementariedad como dos tipos de vigor híbrido, el individual y el de la vía materna.

La complementariedad se puede definir como la mejora de la eficiencia en producción por medio de la realización de cruzamiento de razas con características específicas y poco desarrolladas por parte del otro progenitor, aprovechando los recursos genéticos heredables a las crías presentes en los padres (Simm, 1998; Cardellino y Rovira, 1987). Por ejemplo, en la producción de carne se pueden combinar características reproductivas por parte de la línea materna, con rasgos de crecimiento, de canal, o de calidad de carne por parte de la línea paterna (Gama, 2013).

Es importante señalar que el uso de esquemas de cruzamientos en los sistemas de producción ovinos induce la variabilidad genética, la cual a su vez proviene de un aumento en la heterocigosidad de los genotipos involucrados en el cruzamiento. Por tanto, esta herramienta es fundamental para evitar un problema

muy común en pequeños rumiantes que es la presencia de consanguinidad, ya que la consanguinidad se hace presente cuando animales altamente emparentados comienzan a reproducirse y los alelos de diferentes características tienen altas probabilidades de expresarse, resultando en un aumento en homocigosis, lo que puede generar la presencia de anomalías genéticas y la disminución de la expresión en caracteres productivos y reproductivos (De la Barra y Carvajal, 2020; Ravagnolo *et al.*, 2005).

En México, el cruzamiento de razas altas productoras con razas poco productivas ha sido el esquema de mayor implementación en cuanto a mejoramiento genético se refiere, es decir, se utilizan vientres de razas con bajos índices productivos pero altos sentido materno como Pelibuey o Blackbelly con razas de alto rendimiento cárnico, tales como Katahdin, Dorper, Suffolk y Charollais (Canton *et al.*, 2009; Vázquez-Soria *et al.*, 2011; Dávila-Ramírez, 2015). Este tipo de cruzamientos trata de combinar características como alta fertilidad y prolificidad, así como adaptación y rusticidad por parte de la raza Pelibuey, con caracteres de rápido crecimiento como peso al destete, ganancia de peso y peso de la canal por parte de las razas cárnicas como Dorper, Charollais y Katahdin (Aguilar-Martínez *et al.*, 2017; Gutiérrez *et al.*, 2005; Magaña-Monforte *et al.*, 2015).

2.5. Resultados de cruzamientos en desempeño en corral

En México, el uso de la raza Pelibuey, desde su introducción al territorio nacional, ha generado una aceptación favorable hacia su uso promovido por la capacidad de adaptación que presenta frente a climas adversos. El resultado del encaste de razas de producción baja como lo son los ovinos Pelibuey, pero con aptitudes como maternidad y adaptabilidad a climas adversos y consumo de subproductos alimenticios, con razas de alto rendimiento como Dorper, Charollais o Katahdin, ha provocado que la descendencia producto de estos cruzamientos mejoren las características productivas en corral (Avendaño-Reyes *et al.*, 2007; Ríos-Utrera *et al.*, 2014).

En un estudio realizado por Macías-Cruz *et al.* (2010a) en una zona árida del noroeste de México donde evaluaron el rendimiento en corral y características de

canal de corderos macho y hembra de los genotipos Pelibuey, Dorper X Pelibuey y Katahdin X Pelibuey, encontraron que la craza Dorper X Pelibuey tuvo mayores ganancias diarias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia que la raza Pelibuey pura, siendo los promedios de 240 g/d, 1.5 kg/d y 6.3 kg vs 180 g/d, 1.2 kg/d y 6.9 kg en las cruza y los puros, respectivamente. Es importante señalar que el experimento fue realizado bajo condiciones de estrés calórico moderado para ovinos. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Partida de la Peña *et al.* (2009), quienes al cruzar ovinos Pelibuey con Dorset obtuvieron una ganancia de peso diario de 222 g/d, mientras que al cruzarlos con Suffolk aumentaron en promedio 206 g/d en la fase de corral respectivamente. Ambas cruza fueron mayores que lo alcanzado por Pelibuey puro de 191 g/d; por otro lado, el consumo de materia seca y conversión alimenticia fue 1.19 kg/d y 6.6 kg en los Pelibuey puros, 1.22 kg/d y 5.5 kg para los animales Dorset X Pelibuey, y de 1.17 kg/d y 5.7 kg para los Suffolk X Pelibuey. Este estudio se realizó bajo condiciones templadas sub-húmedas. Por su parte, Vázquez-Soria *et al.* (2011) compararon hembras Katahdin con 4 razas cárnica paternas, encontrando que la craza Katahdin X Dorper tuvo una ganancia diaria de peso y conversión alimenticia del destete al sacrificio de 298 g/d y 4.46 kg, mientras que la craza Katahdin X Charollais alcanzó 353 g/d y 4.11 kg; el consumo de materia seca de ambas cruza no fue diferente y osciló entre 1.33 y 1.45 kg/d. En otro estudio, Ruiz-Nuño *et al.* (2009) observaron que corderos puros de razas Dorper y Pelibuey tuvieron el mismo consumo de materia seca del destete al sacrificio (~ 1.00 kg/d), mientras que la ganancia diaria de peso y la eficiencia fue similar entre las dos razas. Los machos Dorper mostraron mayor peso al sacrificio que los machos raza Pelibuey, siendo los pesos de 37.25 vs 35.28 kg, respectivamente. Adicionalmente, Partida de la Peña *et al.* (2009) evaluaron el desempeño en corral de ovinos Pelibuey puros y sus cruza con las razas lanares Suffolk y Dorset, encontrando que los animales cruzados tuvieron mayor ganancia diario de peso, sin diferencias en el consumo de alimento ni eficiencia alimenticia. Al evaluar el crecimiento post-destete de 6 diferentes genotipos puros y cruzados de razas de pelo, Muñoz-Osorio *et al.* (2018) concluyeron que los factores genéticos tuvieron mayor influencia que los no genéticos, observando que los corderos Dorper

X Katahdin mostraron mayor crecimiento post-destete que los genotipos puros de raza Pelibuey, Dorper y Katahdin, así como sobre las cruzas Dorper X Pelibuey y Katahdin X Pelibuey; sin embargo, entre Pelibuey puros y Dorper X Pelibuey no hubo diferencia en ganancia diaria de peso ni en pesos finales.

Como puede observarse, el cruzamiento a partir de la raza Pelibuey ha dado resultados positivos en cuanto al desempeño en corral, por lo que ha demostrado aumentar el rendimiento en genotipos de pelo.

2.6. Resultados de cruzamientos en rasgos de canal y cortes

En general, los cruzamientos entre razas ovinas de pelo han dado como resultado efectos positivos en algunas características de canal, pero en cuanto a rendimiento en cortes los resultados no han sido positivos. En condiciones tropicales, Pineda *et al.* (1998) encontraron que el peso al sacrificio, porcentaje de carne en canal, así como el peso de los componentes no cárnicos tracto respiratorio, hígado, piel, tracto digestivo vacío, patas, cabeza y cola fueron similares en animales Pelibuey puros comparados con Pelibuey cruzadas con Rambouillet y Dorset.

Macías-Cruz *et al.* (2010a) realizaron un estudio en una región árida y encontraron que corderos Dorper X Pelibuey tuvieron canales 14% más pesadas en comparación con canales de corderos Pelibuey puros, siendo los pesos de 18.9 kg en corderos cruzados y de 16.6 kg en corderos puros. En relación a cortes primarios, estos mismos autores encontraron que los corderos Pelibuey cruzados con Dorper y Katahdin obtuvieron 23% y 18% mayor peso en el corte de pierna que los animales Pelibuey puros, respectivamente; en el resto de los cortes medidos (lomo, costilla, faldilla y paleta) no se observaron diferencias.

Gutiérrez *et al.* (2005) mencionan que las cruzas Rambouillet x Pelibuey y Suffolk X Pelibuey tuvieron similar peso de canal caliente (~ 16.2 kg), rendimiento de canal (~ 44%), área del ojo de la costilla (~ 4.9 cm²), grasa KPH (~ 4.00%), longitud de canal (~ 60.5 cm) y longitud de pierna (~ 25 cm) que corderos Pelibuey puros; sin embargo, la craza Rambouillet X Pelibuey mostró mayor grasa dorsal y marmoleo (0.17 cm y 1.7 unidades respectivamente) que los Pelibuey puros (0.12 cm y 1.42 unidades respectivamente). Las canales de animales Pelibuey puros fueron más

magras y con menos grasa total que animales Rambouillet X Pelibuey, mientras que en cortes solamente el rendimiento de paleta fue mayor en Pelibuey que en los animales cruzados. La cruce de Suffolk X Pelibuey fue muy similar en características de canal y rendimiento de cortes.

Por su parte, Partida de la Peña *et al.* (2009) compararon algunas características de canal en ovinos Pelibuey puros y sus cruces con Suffolk y Dorset, observando que los 3 genotipos tuvieron similar rendimiento de canal comercial y verdadero, así como en la cantidad de hueso y músculo en canal; sin embargo, los corderos Pelibuey puros presentaron menor deposición de grasa visceral en relación a los cruzados (12.8 vs 14.3%, respectivamente).

Los resultados mostrados proporcionan evidencia de que varias características de canal son mejoradas a través del cruzamiento a partir de raza Pelibuey, sin embargo, en relación a rendimiento de cortes las ventajas del cruzamiento son inconsistentes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y clima de la zona del estudio

El estudio se realizó en la finca comercial El Cielo, localizada en la ampliación de la avenida Álvaro Obregón, en Culiacán, Sinaloa (24°42'31.8" N, 107°22'48.2" W). Las condiciones climáticas predominantes en esta región se clasifican como sub-tropical, clima húmedo y caliente con temperaturas máximas en verano de 45°C y mínimas durante invierno de 9 °C. La precipitación media anual es de 675.6 mm, siendo entre los meses de junio y agosto donde se concentra el período de lluvias. Para evitar la posible influencia del clima, el experimento a desarrollar se llevó a cabo en la época de invierno, cuando las condiciones climáticas son apropiadas para la engorda de corderos, es decir, condiciones de termo neutralidad. Con las variables climáticas humedad relativa (HR) y temperatura ambiente (TA) se estimó el índice temperatura-humedad ITH de acuerdo a la fórmula sugerida por Hahn (1999):

$$ITH = 0.81 * TA + HR (TA - 14.4) + 46.4$$

Los datos climáticos se obtuvieron de la página sobre históricos del clima en Culiacán, Sinaloa (Meteored, 2019).

3.2. Origen de los animales

Esta explotación ovina se dedica a la compra y venta de animales para pie de cría. Todos los animales poseen su registro en la Unidad Nacional de Ovinocultores y se manejan dos razas principalmente, Pelibuey y Katahdin. Se adquirieron dos sementales Dorper con el objeto de probar su cruce con Pelibuey. Las hembras Pelibuey se sincronizaron para ser servidas con estos sementales Dorper por medio de monta natural. Se seleccionaron las crías más homogéneas para realizar la prueba de comportamiento. Así se utilizaron 20 corderos de cruces Dorper X Pelibuey (DXP) y 20 corderos Pelibuey de raza pura (PP); el peso inicial de los 40 corderos fue 32.28 ± 1.22 kg, los cuales se colocaron en corraletas individuales provistas de comedero, bebedero y sombra.

3.3. Manejo y dieta de los animales experimentales

Quince días previos al comienzo de la prueba de comportamiento, a los corderos les aplicaron vitaminas y se trataron contra endoparásitos y ectoparásitos. Además, durante estos días se ofreció la dieta basal como periodo de adaptación al nuevo ambiente individual, la cual se formuló en base a los requerimientos nutricionales establecidos en NRC (Cuadro 1). Los ingredientes de la ración ofrecida fueron: 9% de paja de maíz, 12 % de alfalfa, 21% grano de maíz quebrado, 30% de maíz entero, 13% pasta de soya, 12% de melaza y 3% de minerales. Al comienzo de la prueba de comportamiento los corderos fueron pesados de manera individual. Las dietas se ofrecieron dos veces por día (7:00 y 15:00 h), y el alimento rechazado fue retirado previo al ofrecimiento del día siguiente, mientras que el alimento retirado fue pesado para realizar ajustes al ofrecimiento diario. Al finalizar la prueba, día 30 aproximadamente, se procedió a sacrificar los 40 corderos en el rastro municipal de Costa Rica, Culiacán, Sinaloa.

3.4. Variables de desempeño en corral

La prueba de comportamiento en corral constó de 48 d, 15 d de adaptación y 30 d de prueba, ofreciéndose el alimento diariamente, retirando el alimento no consumido de un día anterior. Los pesos del alimento ofrecido y rechazado se registraron para calcular el consumo diario de alimento en base a materia seca (CMS) y ajustar dicho consumo a 5% de rechazo diario. Muestras de alimento ofrecido se almacenaron para su posterior determinación bromatológica. Se realizó un pesaje intermedio a los 15 d de prueba. Al término de la prueba de comportamiento se pesaron los corderos individualmente para registrar la ganancia de peso total (GPT). La ganancia diaria de peso (GDP) se estimó dividiendo la diferencia entre peso final e inicial entre los 30 d de prueba. La conversión alimenticia (CA) también se calculó dividiendo el consumo diario de alimento entre la ganancia diaria de peso. La eficiencia alimenticia (EA) se obtuvo dividiendo la ganancia diaria de peso entre el consumo de alimento. Estas variables se estimaron en tres diferentes periodos: primeros 15 d, últimos 15 d y el periodo completo de 30 d usando una báscula (tipo Crane Series CR, Gram

Precisión, S.L. Barcelona, España) con capacidad 300 kg y con variación de \pm 0.1 kg, específica para ganado ovino.

3.5. Características de canal

Antes del sacrificio, 24 h, se retiró el agua y alimento a los corderos. El sacrificio se realizó por medio del método de degüelle sin previa insensibilización de los corderos. Después del sacrificio los animales se desangraron y evisceraron, retirando además patas y cabeza. Se registró el peso de canal caliente (PCC) y el de diversos componentes considerados como no cárnicos y fueron: cabeza, piel, corazón, pulmón, hígado, riñones, grasa de cavidad pélvica, intestino delgado, rumen, omaso, abomaso y retículo. Las canales se enfriaron durante 24 h a temperatura de 4°C para obtener las variables: peso de la canal fría (PCF), longitud de la canal (distancia desde la última vértebra sacra hasta la última vértebra cervical), conformación (en escala 1-8, donde 1=mala y 8=excelente), grasa de cobertura, grasa en riñón-pelvis-corazón y espesor de la grasa dorsal. Los órganos viscerales se expresaron como porcentaje del peso al sacrificio. Cada canal fue dividida a la mitad cortando con sierra eléctrica las canales sobre la línea media dorsal. En la mitad del lado derecho se cortó nuevamente el entre la 12ava y 13ava costillas para medir el pH a 45 minutos y a 24 h en el músculo *Longissimus dorsi*.

3.6. Cortes primarios

Por último, las canales se dividieron en los cortes primarios pierna, cuello, costillar, lomo, paleta, faldilla y cadera, siendo registrados los pesos de cada corte. El rendimiento de la canal (PCC expresado en porcentaje del peso al sacrificio), y el rendimiento de cada corte primario (representando el peso de cada corte como porcentaje del PCC) se expresaron en porcentajes.

3.7. Análisis estadístico

Las variables respuesta fueron analizadas con un diseño completamente al azar incluyendo como co-variable el peso inicial de los animales. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \tau_i + \xi_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la variable de respuesta (en corral, característica de canal o corte)

μ = Es la media poblacional de la variable de respuesta

β_j = Es la co-variable peso inicial

τ_i = Es el efecto el i -ésimo tratamiento (genotipo, $i = 1, 2$)

ξ_{ijk} = es el error experimental anidado en todas las observaciones

Los análisis se realizaron con el programa estadístico SAS versión 9.4 utilizando el PROC MIXED y las medias ajustadas se detectaron con la opción PDIF (SAS, 2012). Las diferencias se declararon significativas a un nivel de probabilidad menor a 0.05 y entre 0.05 y 0.10 la diferencia se declaró tendencia.

Cuadro 1. Ingredientes y composición de la dieta ofrecida a ovinos Pelibuey puros y cruzados Dorper x Pelibuey durante la fase de finalización en corral

Ingredientes (basados a la cantidad ofrecida)	%
Heno de alfalfa	12
Rastrojo de maíz	9
Maíz entero	30
Maíz molido	21
Pasta de soya	13
Melaza	12
Ganamin engorda ovinos	2
Ganabuffer	1
Composición química (base materia seca)	%
Materia seca	91.4
Cenizas	90.5
Proteína cruda	14.7
Extracto etéreo	6.3
Aporte energético	Mcal/kg
Energía metabolizable	2.8
Energía neta de mantenimiento	1.8
Energía neta de ganancia	1.2

Mcal/Kg= Mega calorías / kilogramo.

IV. RESULTADOS

4.1. Condiciones climáticas

Las variables climáticas durante el periodo de estudio incluyeron temperatura ambiente (TA), humedad relativa (HR) e índice temperatura-humedad (ITH), las cuales se comportaron de la siguiente forma: TA máxima, mínima y promedio 32, 11.5 y 21.9°C; la HR máxima, mínima y promedio 80 51 y 66.5%; finalmente el ITH máximo, mínimo y promedio fue 81.3, 52.8 y 69.1 unidades.

4.2. Comportamiento productivo

En el cuadro 2 se observan los promedios y errores estándar de las variables relacionadas con el desempeño productivo durante la fase de finalización de la engorda. Se observa que los animales cruzados obtuvieron mayores ($P < 0.01$) GPT y GDP en los tres periodos evaluados, obteniendo los animales cruzados 6.7 kg y 150 gr más GPT y GDP que animales puros en el periodo completo, respectivamente; sin embargo, el CMS fue mayor ($P < 0.05$) en corderos cruzados que en los puros por solamente 150 gr (9%). Finalmente, los animales cruzados mostraron ser 61% más eficientes ($P < 0.01$) que los animales puros en el periodo completo de la engorda (0.119 vs 0.192 unidades).

4.3. Características de canal

Como se puede observar en el Cuadro 3 correspondiente a las medias y porcentajes de las características de canal, los animales cruzados tuvieron mayor ($P < 0.01$) PS, PVV, PCC, PCF (en 20, 23, 27 y 26% respectivamente). El pH a los 45 min y 24 h también fue mayor ($P < 0.01$) en corderos cruzados que en puros. Sin embargo, a pesar de tener mayor peso en canales, no hubo diferencia ($P > 0.05$) en sus rendimientos. Las deposiciones de grasa KPH, omental y mesentérica no fueron afectadas ($P > 0.05$) por el genotipo. Para las medidas zoométricas, solamente longitud de canal fue mayor ($P < 0.05$) en 4% en animales cruzados que animales Pelibuey puros. Mientras que el tórax solo tendió ($P < 0.10$) a ser más profundo en animales Dorper x Pelibuey, ya que tuvieron en promedio 3% más profundidad del tórax que animales Pelibuey puros.

4.4. Componentes no cárnicos

En cuanto al peso de las vísceras mostrado en el Cuadro 4, el rumen de los animales cruzados pesó 20% más ($P < 0.01$) que el de los puros (3.53 vs 2.93 kg); así también, el peso de la piel fue mayor ($P < 0.05$) en 15% en animales Dorper x Pelibuey (8.92 vs 7.72 kg). Igualmente, los testículos fueron 23% más pesados ($P < 0.01$) en corderos cruzados (1.57 kg) que en los puros (1.27 kg). Contrariamente, el peso del bazo en corderos puros fue 56% mayor ($P < 0.05$) que el de los cruzados (0.42 vs 0.27 kg). El resto de los componentes no cárnicos (intestinos, sangre, cabeza, patas, corazón, hígado, pulmones y riñones) no fueron afectados ($P > 0.05$) por el genotipo.

4.5. Rendimiento de cortes primarios

En el cuadro 5 se observan los promedios para cortes primarios, donde se observa que ningún corte primario fue afectado ($P > 0.05$) por el genotipo. Sin embargo, numéricamente se observa que los animales cruzados tuvieron ligeramente mayor porcentaje en cortes como costilla, cadera, faldilla y paleta; mientras que los puros obtuvieron numéricamente mayor porcentaje en cuello y lomo.

Cuadro 2. Comportamiento en corral de corderos Pelibuey puros y cruzados Dorper x Pelibuey finalizados en corral

Variables	Genotipo		EEM	Valor de P
	Puro	Cruzado		
Peso vivo (kg)				
d 1	30.59	33.97	0.61	0.0004
d 15	34.32	38.89	0.59	<0.0001
d 30	37.19	43.90	0.61	<0.0001
Ganancia de peso total (kg)				
d 1 a 15	3.145	5.265	0.373	0.0006
d 16 a 30	2.580	4.858	0.398	0.0005
d 1 a 30	5.683	10.125	0.461	<0.0001
Ganancia diaria de peso (kg)				
d 1 a 15	0.207	0.351	0.025	0.0005
d 16 a 30	0.170	0.324	0.027	0.0005
d 1 a 30	0.189	0.338	0.015	<0.0001
Consumo MS (kg)				
d 1 a 15	1.532	1.532	0.049	0.9976
d 16 a 30	1.662	1.962	0.051	0.0004
d 1 a 30	1.597	1.747	0.043	0.0256
Eficiencia alimenticia (kg)				
d 1 a 15	0.136	0.229	0.016	0.0004
d 16 a 30	0.103	0.162	0.011	0.0011
d 1 a 30	0.119	0.192	0.010	<0.0001

EEM= Error estándar de la media; Kg= Kilogramos.

Cuadro 3. Características de canal en ovinos Pelibuey puros y cruzados Dorper x Pelibuey finalizados en corral

Variable	Genotipo		EEM	Valor de P
	Puro	Cruzado		
Peso sacrificio (kg)	36.136	43.590	0.777	<0.0001
Peso vivo vacío (kg)	31.177	38.568	0.781	<0.0001
Peso canal caliente (kg)	16.200	20.585	0.515	<0.0001
Peso canal fría (kg)	15.971	20.178	0.490	<0.0001
Conformación (pts.)	6.514	6.231	0.206	0.3405
Rend. canal caliente (%)	51.896	53.392	0.941	0.2719
Rend. canal fría (%)	51.154	52.348	0.891	0.3526
Músculo LD				
pH a 45 min	6.564	6.979	0.361	0.0002
pH a 24 h	5.285	5.918	0.110	0.0004
Grasa corporal (%)				
KPH	2.636	2.895	0.266	0.4981
Omental	2.398	2.256	0.191	0.6064
Mesentérica	1.791	1.788	0.142	0.9860
Medidas zoométricas (cm)				
Longitud canal	58.750	61.154	0.793	0.0420
Profundidad tórax	69.000	71.846	1.085	0.0756
Longitud pierna	20.714	21.115	0.459	0.5420
Perímetro pierna	40.964	42.462	0.946	0.2740

EEM= Error estándar de la media; Pts= Puntos; KPH= Grasa en riñón, pelvis y corazón (Kidney-Pelvic-Heart fat); Rend. = Rendimiento.

Cuadro 4. Componentes no cárnicos de ovinos Pelibuey puros y cruzados Dorper x Pelibuey finalizados en corral

Variable (%)	Genotipo		EEM	Valor de P
	Puro	Cruzado		
Intestinos	3.486	3.317	0.110	0.2842
Rumen	2.931	3.529	0.119	0.0016
Sangre	4.009	3.994	0.152	0.9445
Piel	7.723	8.923	0.315	0.0131
Cabeza	6.179	6.107	0.119	0.6762
Patas	2.553	2.390	0.080	0.1613
Corazón	0.456	0.441	0.018	0.5857
Hígado	1.917	2.028	0.062	0.2218
Pulmones	1.551	1.692	0.078	0.2173
Riñones	0.315	0.296	0.014	0.3478
Bazo	0.420	0.268	0.043	0.0194
Testículos	1.270	1.569	0.066	0.0040

EEM= Error estándar de la media.

Cuadro 5. Rendimiento de cortes primarios en ovinos Pelibuey puros y cruzados Dorper x Pelibuey finalizados en corral

Variable (%)	Genotipo		EEM	Valor de P
	Puros	Cruzados		
Cuello	8.422	7.471	0.456	0.1527
Lomo	19.175	18.002	0.691	0.2410
Costilla	17.689	18.515	0.516	0.2684
Faldilla	5.611	5.964	0.262	0.3504
Paleta	18.151	18.792	0.361	0.2204
Pierna	25.190	25.213	0.576	0.9776
Cadera	5.767	6.046	0.338	0.5651

EEM= Error estándar de la media.

V. DISCUSIÓN

La utilización de cruzamientos entre razas productoras de carne en ovinos de pelo ha generado beneficios importantes para los ovinocultores, ya que al llevarlas a cabo se adquieren combinaciones de genes que permiten a los híbridos expresar caracteres como una mayor adaptabilidad al ambiente en el cual se desempeñarán, cualidades de rápido crecimiento en corral y, en algunas ocasiones, mejoras en características de canal y calidad de la carne. En condiciones tropicales, Vilaboa-Arroniz *et al.* (2010) caracterizaron las razas de pelo Dorper, Katahdin y Pelibuey, encontrando una variación importante en el peso vivo adulto y en dimensiones corporales, siendo mayor para la raza Dorper, seguida de la Katahdin; por otro lado, la raza Pelibuey fue menor en estas variables a las dos razas de pelo anteriormente mencionadas. Estos resultados refuerzan la utilización de la raza Dorper como raza terminal para cruzamientos en ovinos de pelo donde el objetivo sea la producción de carne.

5.1. Condiciones climáticas

El promedio de ITH obtenido durante el estudio fue 69 unidades, resultado que confirma que las condiciones climáticas bajo las cuales se realizó este estudio fueron termoneutrales, ya que no se considera la presencia de estrés por calor, aunque por las condiciones de humedad se haya alcanzado esta condición (>79 unidades) en algunas horas de ciertos días. En este sentido, Vicente-Pérez *et al.* (2020) señalan que el estrés calórico en ovinos de pelo inicia en 79 unidades de ITH, aunque existen reportes de que esta especie alcanza a tolerar hasta 82 unidades de ITH como inicio de la condición de estrés calórico.

5.2. Desempeño en corral

Todas las variables asociadas al desempeño en corral de los animales cruzados DXP fueron superiores que en los animales PP. Las ganancias de peso total y diaria promedio fueron 78 y 79% mayores en las cruces DXP que en los PP. No obstante el consumo de alimento fue mayor en los animales cruzados DXP, estos mismos fueron 61% más eficientes para convertir en peso corporal ese alimento que

los PP. Estos resultados fueron mayores a los reportados por Macías-Cruz *et al.* (2010a) en una región árida, quienes observaron que animales cruzados DXP tuvieron 33% mayor GDP y 7% mayor EA. El porcentaje de superioridad promedio del presente estudio fue igualmente superior a lo reportado por Partida de la Peña *et al.* (2009), quienes indican una superioridad de 18% en promedio de las cruzas Dorset X Pelibuey y Suffolk X Pelibuey sobre los PP en cuanto a GDP y EA. Por su parte, Pineda *et al.* (1998) evaluaron una crusa de hembras PP con una crusa de machos F₁ Rambouillet X Dorset en una zona tropical, encontrando una superioridad en GDP del 31% en favor de los animales cruzados y de 18% en conversión alimenticia, resultados que fueron mucho menores a los obtenidos en el presente estudio. Dos aspectos importantes de este último estudio es que se utilizaron dos razas paternas de lana, mientras que el segundo se esperaba heterosis paterna adicional por el hecho de utilizar una crusa. Contrariamente a estos resultados, Cantón *et al.* (2009) compararon Pelibuey puros vs cruzados de Dorper en otra zona tropical del sur de México y no encontraron diferencias en GDP ni en EA. Por otro lado, Ríos *et al.* (2011) realizaron un estudio en una zona semiárida del norte de México, reportando que ovinos raza Pelibuey pura tuvieron mejor comportamiento en corral, pero menores características de canal que corderos crusa Dorper X Pelibuey.

Inyangala *et al.* (1992) realizó un estudio donde estimó el parámetro genético heredabilidad en características de crecimiento de raza Dorper en Kenya, encontrando que para peso ajustado a 6 y a 9 meses fue de 0.39 y 0.55 respectivamente, mientras que la h^2 para ganancia de peso del destete a los 6 meses fue 0.28 y de los 6 a los 9 meses 0.59, lo cual demuestra que existe una fuerte variación genética aditiva en estos caracteres y puede ser aprovechado para seleccionar animales con alto potencial para rápido crecimiento en corral. Por tanto, estos resultados sugieren una alta influencia genética en la raza Dorper para características de comportamiento en corral, lo que apoya la aseveración de que la raza Dorper puede ser utilizada como raza terminal en esquemas de cruzamientos (Snowder y Duckett, 2003). Por su parte, Zhang *et al.* (2013) reportan la presencia de los genes RFXANK (Factor regulador X asociado al contenido de la proteína ankrina) y RIPK2 (Receptor interactivo con serina/treonina quinasa 2) en el genoma de ovinos

raza Dorper, los cuales están asociados a características de crecimiento, principalmente con la ganancia postdestete.

En general, los estudios realizados en México en diferentes ecosistemas indican una tendencia a mejorar el desempeño productivo de ovinos cruce Dorper X Pelibuey sobre la Pelibuey pura, aunque con ciertas diferencias debidas a diversos factores como son tipo de manejo e instalaciones y el mismo clima, pero sugieren un efecto de vigor híbrido expresado en los animales F_1 . Por tanto, es preciso que se realicen estimaciones de parámetros genéticos sobre características de crecimiento para validar el uso de raza Dorper como terminal para producción de carne en nuestro país.

5.3. Características de canal

En la evaluación de las características de canal, la superioridad de los ovinos cruzados fue evidente, ya que la ventaja en porcentaje de la cruce sobre el puro para las variables PS, PVV, PCC y PCF fue en promedio de 20, 23, 27 y 26% respectivamente, además, los animales DXP tuvieron mediciones de pH ligeramente más altos a los presentados por los animales PP al realizar las mediciones a los 45 min y 24 h en un 6 y 12%. Por último, en las mediciones zoométricas los animales DXP mejoraron la longitud de las canales debido a que fueron 4% más largas. Por su parte, los animales cruzados tendieron a obtener canales con 4% mayor profundidad de tórax, mientras que las restantes características de canal fueron similares entre animales cruzados y puros. Sin embargo, los animales empleados en el presente estudio tuvieron mayores promedios, en porcentaje con relación a los puros, en algunas variables de acuerdo a lo reportado por Macías-Cruz *et al.* (2010a), quienes indicaron que animales provenientes de hembras Pelibuey con sementales Dorper bajo condiciones áridas mejoraron las características de canal PS, PCC y PCF en un 16, 10 y 14% sobre los puros, respectivamente; asimismo, también produjeron canales de mayor longitud con respecto los ejemplares puros en 5%. Contrariamente, nuestros datos fueron menores a los reportados por Tsegay *et al.* (2013), quienes al trabajar con corderos machos Dorper y dos razas indígenas Blackhead Ogaden y Hararghe Highland, así como la cruce entre las mismas,

encontraron que ambas cruzas en conjunto tuvieron mayores rendimientos que las razas indígenas para las variables PS, PVV, PCC y PCF, expresando esta ventaja en porcentajes de 23, 26, 36 y 38% respectivamente. Sin embargo, en otros estudios realizados se reportó que las variables de PS, PCC o PCF no sufrieron mejoras por efecto del cruzamiento Dorset X Pelibuey sobre PP (Partida de la Peña *et al.*, 2009; Stazionati *et al.*, 2021). Por otra parte, el pH es un indicador en el inicio del proceso de transformación del músculo a carne por efecto de la acidificación muscular en un periodo de 12 a 24 h en ovinos, donde los valores normales oscilan de 7.3 a 7, hasta mínimos de 5.7 a 5.5 dentro de las primeras 6 a 12 h *post-mortem*. En este sentido, estudios como el de Fernandes Junior *et al.* (2013) reportan valores de pH entre 6.7 y 6.5 a los 45 min y de 5.4 a 5.2 a las 24 h, valores que coinciden con los señalados por Rezende-Mazon *et al.* (2017), por Pérez-Chávez *et al.* (2019) y por Jaramillo-López *et al.* (2020) en sus respectivos estudios. Nuestros resultados son ligeramente mayores a los reportados por estos autores, ya que el pH de las canales fluctuaban entre 6.9 y 6.5 a los 45 min, y 5.9 a 5.2 a las 24 h, donde estas variaciones en las medidas de pH pueden ser afectadas por el tipo de alimentación o estrés por manejo excesivo *antemortem* (Sanmiguel-Plazas *et al.*, 2018). Durante la mediciones zoométricas de las canales, se observó que la longitud de las canales de los animales encastados con Dorper fueron 2.4 cm más largas que la de los animales Pelibuey puros, medidas muy parecidas a las reportadas por Macías-Cruz *et al.* (2010a), quienes encontraron una diferencia entre DxP y Pb de 2.8 cm. Sin embargo, Gutiérrez *et al.* (2005), al evaluar el cruzamiento entre hembras Pelibuey y sementales Rambouillet o Suffolk, reportaron que las longitudes de las canales fueron similares entre los 2 tipos de cruce y los animales puros. Cabe señalar que todos estos estudios reportan alrededor de 60 cm como promedio de longitud de canal. En cuanto a profundidad del tórax, se encontró una tendencia de los animales cruzados a mejorar esta característica, mientras que Vázquez-Soria *et al.* (2011), al encastar hembras Katahdin con machos Dorper, obtuvieron una mayor profundidad de tórax que al cruzarlas con las razas Charollais, Suffolk o Texel. Por su parte, Fernandes Junior *et al.* (2013) indicaron que los animales cruzados Dorper x Morada Nova tuvieron medidas similares a las razas puras empleadas en profundidad de

tórax. Al igual que los resultados sobre PCC y PCF, Magaña-Monforte *et al.* (2015) cruzaron hembras Katahdin con machos Dorper y Pelibuey y fueron engordados en jaulas elevadas, reportando que el rendimiento de canal por parte de animales cruzados fue similar al de los puros, siendo los valores alrededor de 50%. De la misma forma, Macías-Cruz *et al.* (2010a) reportaron un promedio similar entre el rendimiento de canal para ovinos Pelibuey puros y cruzados F1 con raza Dorper y Katahdin en confinamiento, donde los promedios fueron de 54.5% en puros vs 52.5% para cruzados, siendo un mayor rendimiento observado en el presente estudio. Así mismo, Bravo *et al.* (2010) realizaron el cruzamiento de hembras Araucanas con machos de genotipo Araucano, Dorset o una cruce Cuádruple (cruza de cuatro razas distintas), los resultados indicaron que animales cruzados tuvieron un rendimiento en conjunto del 46.7% mientras que los animales puros 47.6%, es decir, 0.9% más pesados. Estos valores junto a los reportados por Magaña-Monforte *et al.* (2015) fueron menores a los observados durante el presente trabajo.

En un estudio efectuado por Cao *et al.* (2017), donde analizaron el efecto de la metilación del ADN en el genoma del músculo *Longissimus dorsi* en ovinos Han y su cruce con Dorper, observaron que esta cruce presentó una hipometilación de 3 genes, los cuales tuvieron diversos efectos sobre el crecimiento y desarrollo del músculo: el gen candidato ACSL1 (miembro 1 de la familia de cadena larga de acil-CoA sintetasa), que se relaciona en la producción de ácidos grasos; RIN2 (interactor ras y rab 2) que se asocia con la adición de células endoteliales, y el gen ADAMTS2 (metalopeptidasa ADAM con motivo 2 de trombospondina tipo 1), que tiene efecto en el porcentaje de grasa intramuscular. Por su parte, Wang *et al.* (2015) encontraron, en un estudio sobre identificación de genes en razas de ovinos domésticos en China, que los animales Dorper poseen el gen PRKAG3, llamado subunidad de la proteína quinasa activada por AMP gamma 3 no catalítica, el cual se ha asociado con un incremento en la oxidación de ácidos grasos y con la captación de glucosa para satisfacer las demandas de energía en músculo y se considera un gen candidato que ha sido relacionado con características de canal, calidad de la carne y rasgos de crecimiento en bovinos y porcinos.

5.4. Componentes no cárnicos

En el presente estudio, los animales DXP mejoraron los componentes no cárnicos de la canal piel, rumen y testículos en 16, 20 y 24% respectivamente, mientras que los animales PP tuvieron mayor peso en bazo que los animales DXP en 57%. Este efecto fue descrito por Macías-Cruz *et al.* (2010a), quienes reportaron 17% mayor peso para el componente externo piel al cruzar animales Pelibuey con Dorper; por otra parte, Tsegay *et al.* (2013), al cruzar dos tipos de razas etíopes con machos Dorper, no observaron diferencias para este componente. Es posible que los animales empleados en el presente estudio tuvieran mayor peso de piel debido a un mayor tamaño corporal por parte de los ovinos encastados con Dorper. Un experimento realizado por Vargas *et al.* (2015) donde cruzaron ovinos de la raza brasileña Panteneiro con razas Texel o Santa Inés, reportó que animales cruzados con Texel obtuvieron mayor peso para rumen que los Panteneiro puros en 12%. Sin embargo, Karimi *et al.* (2021) observaron que tanto los animales puros como los cruzados, obtuvieron pesos estadísticamente similares. Camaggi (2008), al cruzar ovinos de lana Texel con animales provenientes de un cruzamiento cuádruple, así como la raza de Cuádruple x Cuádruple, obtuvieron mayores pesos que los animales de cruzamiento Dorset x Suffolk o Texel x Suffolk; los autores atribuyeron estas diferencias a que las características madurez y velocidad de desarrollo fueron se expresaron en mayor grado en corderos cruzados. Por último, Karimi *et al.* (2021) y Camaggi (2008) concuerdan que animales cruzados tuvieron mayores pesos para el componente no cárnico bazo con respecto a los animales puros. Sin embargo, este efecto fue reportado de manera contraria por López-Carlos *et al.* (2014) y Avendaño-Reyes *et al.* (2018), quienes al adicionar el agonista adrenérgico-beta clorhidrato de zilpaterol en la dieta durante la etapa de finalización en corral encontraron que el bazo de los animales tratados se redujo conforme incrementaba la dosis del promotor de crecimiento; los autores concluyeron que posiblemente este efecto fue promovido por la redirección de nutrientes a partir de los órganos viscerales hacia la formación muscular, sin embargo, para los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente estudio no se encontró algún reporte en la literatura que explicara este efecto.

5.5. Rendimiento de cortes primarios

Al evaluar el rendimiento de los cortes primarios de los animales del presente estudio se observó que animales cruzados y puros tuvieron un rendimiento similar en los pesos los distintos cortes primarios medidos en ambos genotipos. Es posible que este resultado esté asociado a que los rendimientos de la canal caliente y fría fueron similares. Nuestro resultado coincide con lo señalado por Magaña-Monforte *et al.* (2015), quienes cruzaron hembras Katahdin con machos Dorper o Pelibuey y encontraron que los rendimientos de cortes primarios entre animales cruzados y animales puros fueron similares. Asimismo, Bravo *et al.* (2010) realizaron cruza de hembras Araucana con sementales Araucana, Dorset o con una cruce Cuádruple (cuatro razas), reportando que el comportamiento tanto de la cruce pura así como las cruces especializadas fue de manera similar. Por su parte, Macías-Cruz *et al.* (2010a) encontraron que animales cruce Dorper X Pelibuey obtuvieron solamente mayor peso en el corte de pierna en comparación a la raza pura Pelibuey, sin embargo, no encontraron diferencias significativas en los demás cortes analizados.

Por otro lado, Snowden y Duckett (2003) compararon el rendimiento de algunos cortes utilizando la raza Dorper como terminal con razas de lana, formando los grupos Dorper X Columbia, Suffolk X Columbia y Columbia puros, encontrando que utilizando la raza Dorper como raza paternal se obtuvo mayor peso del lomo, pero menor peso de paleta, siendo similares en pierna los tres genotipos. Igualmente, Gutiérrez *et al.* (2005) observaron que los Pelibuey puros tuvieron similar peso de cuello, costilla, lomo, faldilla y pierna que las cruces Suffolk X Pelibuey y Rambouillet X Pelibuey. Estos autores también encontraron que la inclusión de la raza Rambouillet produjo mayor cantidad de grasa en la canal, por lo que no la recomiendan para su uso en explotaciones mexicanas dado que este mercado prefiere canales más magras.

VI. CONCLUSIONES

Durante la fase de desempeño en corral fue donde se observaron mayores ventajas de la cruce Dorper X Pelibuey, ya que durante los 3 periodos evaluados se obtuvo mayor ganancia de peso diaria y total, así como mejor eficiencia en el uso del alimento. En la evaluación de las características de canal se observó que nuevamente los corderos cruzados presentaron mayor peso al sacrificio y de canal, así como canales más largas y profundas. En componentes no cárnicos se observó efecto de heterosis en peso de rumen, piel, testículos, mientras que los Pelibuey puros tuvieron mayor peso del bazo. Al analizar el rendimiento de cortes primarios de ambos genotipos, no se observó diferencia.

Por lo anteriormente descrito, se concluye que, al realizar cruzamientos con sementales Dorper, se mejora el desempeño en corral en la fase de finalización, así como también algunas características de canal, lo cual sugiere un efecto de complementariedad en los rasgos productivos de la raza Pelibuey.

VII. LITERATURA CITADA

- Acero, C. M. 2005. *El papel de México y América Latina en el comercio mundial de la carne ovina*. Memoria electrónica de la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal, y XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, pp 4-10. Tampico, Tamaulipas, México.
- Aguilar Martínez, C.U., Berruecos Villalobos, J.M., Espinoza Gutiérrez, B., Segura Correa, J.C., Valencia Méndez, J., Roldán Roldán, A. (2017). Origen, historia y situación actual de la oveja Pelibuey en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20 (3): 429-439.
- Arteaga Castelán, J.D. (2007). *Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos*. [Archivo PDF] https://uno.org.mx/razas_ovinas/index.html
- Arteaga, C.J.D. (2012). Mensaje institucional en Acto Inaugural del VII Foro Ovino del Estado de México. INIFAP. ICAMEX.
- Avendaño Reyes, L., Álvarez Valenzuela, F.D., Molina Ramírez, L., Rangel Santos, A. Correa Calderón, A., Rodríguez García, J., Cruz Villegas, M., Robinson, P.H. and Famula, T.R. (2007). Reproduction performance of Pelibuey ewes in response to estrus synchronization and artificial insemination in northwestern Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6 (6): 807-817.
- Avendaño Reyes, L., Torrentera Olivera, N.G., Correa Calderón, A., López Rincón, G., Soto Navarro, S.A., Rojo Rubio, R., Guerra Liera, J.E. y Macías Cruz, U. (2018). Daily optimal level of a generic beta-agonist base on zilpaterol hydrochloride for feedlot hair lambs. *Small Ruminant Research*, 165: 48-53.

- Bianchi G. (17-18 mayo 2001). *Utilización de razas y cruzamientos para la producción de carne ovina en el Uruguay*. Curso internacional en salud y producción ovina. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Bobadilla Soto, E.E., Ochoa Ambriz, F. y Perea Peña, M. (2021). Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. *Agronomía Mesoamericana*, 32 (3): 963-982.
- Bradford, E. (2002). *Breeding and Selection Chapter*. In: *Sheep Production Handbook 7th edition*. American Sheep Industry Association, Inc.
- Bravo, S., Fabres, M., Inostroza, K. y Sepúlveda, N. (2010). Características de la canal y de la carne de tres genotipos ovinos. XXXV Congreso Anual Sociedad Chilena de Producción Ovina y I Congreso Internacional Agroforestal Patagónico, pp 253-255. Región de Aysén, Patagonia, Chile.
- Buendía Rodríguez, G., Acebes Hacebe, C., El-Sayed, M.M. and Ruiz Sánchez, R. (2015). Characterization and sheep meat quality of finishing breeds specified for markets fin cuts. *Life Science Journal*, 12 (2): 100-103.
- Camaggi, A. (2008). *Efecto del cruce y del peso de sacrificio sobre calidad y de carne ovina*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Chile, Santiago, Chile.]
- Canton, G.J., Bores, Q.R., Baeza, R.J., Quintal, F.J., Santos, R.R. and Sandoval, C.C. (2009). Growth and feed efficiency of pure and F₁ Pelibuey lambs crossbred with specialized breeds for production of meat. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (1): 26-32.
- Cao, Y., Jin, H.G., Ma, H.H. and Zhao, Z.H. (2017). Comparative analysis on genome-wide DNA methylation in longissimus dorsi muscle between Small

Tailed Han and Dorper x Small Tailed Han crossbred sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30 (11): 1529-1539.

Cardellino, R. y Rovira, J. (1987). *Mejoramiento Genético Animal*. Editorial Hemisferio Sur.

Carrera Chávez, B. (2008). *La ovinocultura en México: alternativa para los productores rurales? Avances cuaderno de trabajo*. [Archivo PDF]. <http://www3.uacj.mx/DGDCDC/SP/Documents/avances/Documents/2008/Avances%20207.%20Benjam%C3%ADn%20Carrera.pdf>

Cienfuegos Rivas, E.G., González Reyna, A., Hernández Meléndez, J., Zárate Fortuna, P., Ibarra Hinojosa, M.A., Lucero Magaña, F.A. y Martínez González, J.C. (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.

Dávila Ramírez, J.L. (2015). *Manipulación del crecimiento y calidad de la carne de ovinos mediante el uso de clorhidrato de zilpaterol y aceite rico en ácidos grasos insaturados*. [Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California].

De la Barra, R. y Carvajal, A. (2020). *Habilidades productivas y utilidad de las razas ovinas presentes en la Patagonia Verde*. INIA. Informativo. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/3991/Informativo%20INIA%20N%C2%B0%20231?sequence=1&isAllowed=y>

Elías, E., Cohen, D. and Dayenoff, P. (1985). Characteristics and indices of reproduction in Dorper sheep. *South African Veterinary Association*, 85 (3): 127-130.

FAO. (2010). *FAO: evolución mundial del consumo de carne*.
http://www.3tres3.com/buscando/fao-evolucion-mundial-delconsumo-de-carne_30869/ Visitado 29/09/2021.

FAO (2013). *Carne y productos cárnicos*.
<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>.

FAO (2014). *Fuentes de carne*.
http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_sources.html.

FAO (2014).- *Consumo de carne*.
<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>.

FAO. (2015). *The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, edited by B.D. Scherf & D. Pilling.
[Archivo PDF] <https://www.fao.org/3/i4787e/i4787e.pdf>

Fernandes Junior, G.A., Lôbo, R.N.B., Madruga, M.S., Lôbo, A.M.B.O., Vieira, L.S. and Facó, O. (2013). Genotype effect on carcass and meat quality of lambs finished in irrigated pastures in the semiarid Northeastern Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 65 (4): 1208-1216.

García E. (1981). *Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. Offset Larios.

Garnier J.P. (2010). Análisis del mercado mundial de la carne de ovino. *Eurocarne*, 118: 115-122.

Gastélum Delgado, M.A., Avendaño Reyes, L., Álvarez Valenzuela, F.D., Correa Calderón, A., Meza Herrera, C.A., Mellado, M. (2015). Comportamiento de

estro circanual en ovejas Pelibuey bajo condiciones áridas del Noroeste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6 (1): 109-118.

Gama, L.T., Bressan, M.C., Rodrigues, E.C., Rossato, L.V., Moreira, O.C., Alves, S.P. and Bessa, R.J.B. (2013). Heterosis for meat quality and fatty acid profiles in crosses among *Bos indicus* and *Bos Taurus* finished on pasture or grain. *Meat Science*, 93: 98-104.

Ganzábal, A., de Mattos, D., Montossi, F., Ranchero, G., San Julián, R., Pérez, J.A., Noboa, M., de los Campos, G. y Calistro, S. (2002). Inserción de tecnologías de cruzamientos ovinos en sistemas intensivos de producción: Resultados preliminares obtenidos. *INIA Serie Técnica*. 126 p. Pp: 109-130.

González Reyna, A., Valencia, J., Foote, W.C. y Murphy, B.D. (1991). Hair sheep in Mexico: reproduction in the Pelibuey sheep. *Animal Breeding Abstracts*, 59: 509-524.

Gutiérrez, J., Rubio, M.S. y Méndez, R.D. (2005). Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. *Meat Science*, 70: 1-5.

Hahn, G.L. (1999). Dynamic Responses of cattle to termal heat loads. *Journal Dairy Science*, 82 (2): 10-20.

Hernández Marín, J.A., Valencia Posadas, M., Ruiz Nieto, J.E., Mireles Arriaga, A.I., Cortez Romero, C., Gallegos Sánchez, J. (2017). Contribución de la ovinocultura al sector pecuario en México. *Agroproductividad*, 10 (3): 87-93.

Huerta, B.M. (2001). Requerimientos nutricionales de ovinos Pelibuey y de lana. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y

Camélidos Sudamericanos y XI Congreso Nacional de Producción Ovina, pp 1-16. Mérida, Yucatán, México.

Inyangala, B.A.O., Rege, J.E.O. and Itulya, S. (1992). *Growth traits of the Dorper sheep. II. Genetic and phenotypic parameters*. Conference AGRIS-FAO. International Livestock Research Institute, Kenya, Africa.

Issakowicz, J., Issakowickz, A.C.K.S., Bueno, M.S., Dias da Costa, R.L., Torres-Geraldo, A., Luiz-Abdalla, A., McManus, C. and Louvandini, H. (2018). Crossbreeding locally adapted hair sheep to improve productivity and meat quality. *Scientia Agricola*, 75 (4): 288-295.

Jaramillo López, E., Peraza Mercado, G. e Itzá Ortiz, M. (2020). Edad de sacrificio y tiempo de muestreo sobre pH y color de la carne de ovinos de pelo. *Abanico Veterinario*, 10 (1): 1-8.

Karimi, A., Abarghuei, M.J. and Boostani, A. (2021). Influence of crossbreeding of ghezel ram with grey Shirazi ewe on growth performance, feed efficiency and carcass traits of fattening lambs. *Tropical Animal Health and Production*. *In Press*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-642724/v1>

Lara, E. y Rolón, L. (1983). Comportamiento productivo del borrego Pelibuey en la Huasteca potosina, México. *Archivos Latinoamericanos Producción Animal*, 18: 136.

Lara, P.S.J. (2007). *Producción de ovinos de pelo en México: Materia genética para exportación*. Memorias del VIII Congreso Mundial de la Lana y del Cordero, pp 1-4. Santiago de Querétaro, Querétaro.

Lasley, J.F. (1982). *Genética del Mejoramiento del Ganado*. Editorial Hispanoamericana.

- Leymaster, K. A. (1987). The crossbred sire: Experimental results for sheep. *Journal Animal Science*, 65: 110-116.
- Leymaster, K.A. (2002). Fundamental aspects of crossbreeding of sheep: use of breed diversity to improve efficiency of meat production. *Sheep and Goat Research Journal*, 17 (3): 50-59.
- López Carlos, M.A., Aguilera Soto, J.I., Ramírez, R.G., Rodríguez, H., Carrillo Muro, O. and Méndez Llorente, F. (2014). Effect of zilpaterol hydrochloride on growth performance and carcass characteristics of wether goats. *Small Ruminant Research*, 117: 142-150.
- López Carlos, M., Fernández Mier, R., Aréchiga Flores, C., Hernández Briano, P., Medina Flores, C. y Ramírez Chéquer, J. (2021). Crecimiento de corderos de pelo en el altiplano semiárido de Zacatecas durante el invierno. *Abanico Veterinario*, 11: 1-14.
- Macías Cruz, U., Álvarez Valenzuela, F.D., Rodríguez García, J., Correa Calderón, A., Torrentera Olivera, N.G., Molina Ramírez, L. and Avendaño Reyes, L. (2010a). Crecimiento y características de la canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 42: 147-154.
- Macías Cruz, U. (2010b). *Eficiencia productiva de ovinos de pelo y el uso de subproductos agroindustriales en la alimentación de corderos en el norte de México*. [Tesis Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México.]
- Macías Cruz, U., Gastélum Delgado, M.A., Avendaño Reyes, L., Correa Calderón, A., Mellado, M., Chay Canul, A., y Arechiga, C.F. (2018). Variaciones en las

respuestas termorregulatorias de ovejas de pelo durante los meses de verano en un clima desértico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9 (4): 738-753.

Magaña Monforte, J.G., Moo Catzin, C.J., Chay Canul, A.J., Aké López, J.R., Segura Correa, J.C. y Montés Pérez, R.C. (2015). Crecimiento y componentes de la canal de ovinos de pelo en jaulas elevadas. *Livestock Research for Rural Development*, 27 (6): 1-7.

Meteored. 2019. *Historico del clima en Culiacán*.
<https://www.meteored.mx/culiacan/historico>

Milne, C. (2000). The history of the Dorper sheep. *Small Ruminant Research*, 36: 99-102.

Muñoz Osorio, G.A., Aguilar Caballero, A.J., Sarmiento Franco, L.A., Wurzinger, M. and Álvarez Ramírez, A. (2018). Post-weaning growth of pure and crossbred hair lambs under the tropical Mexican conditions. *Archivos de Zootecnia*, 67 (257): 149-152.

OECD / FAO. (2021). Proyección mundial de carne. https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/data/oecd-agriculture-statistics_agr-data-en

Partida de la Peña, J.P. (2007). Antecedentes, desarrollo y perspectivas del borrego Pelibuey en México. *Acontecer Ovino-Caprino*, 8 (37): 4-12.

Partida de la Peña, J.P., Braña Varela, D. y Martínez Rojas, L. (2009). Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruza con Suffolk o Dorset. *Técnica Pecuaria México*, 47 (3): 313-322.

- Partida de la Peña, J. A., Braña Varela, D., Jiménez Severiano, H., Ríos Rincón, F.G., Buendía Rodríguez, G. (2013). *Producción de carne ovina*. Dzibal Impresos.
- Pérez Chávez, A.E., Cantón Castillo, J.J., Moguel Ordoñez, Y.B., Castillo Huchim, J.E., Alcaraz Romero, R.A. y Piñeiro Vázquez, A.T. (2019). Características físicas de la carne de corderos Katahdin con Pelibuey alimentados a base de forraje y concentrado. *Agroproductividad*, 12 (12): 61-65.
- Perón, N., Limas, T. y Fuentes, J.L. (1991). El ovino Pelibuey de Cuba. Revisión bibliográfica de algunas características productivas. *Revista Mundial Zootecnia* 66 (1):32-39.
- Pineda, J. Palma, J.M., Haenlein G.F.W. and Galina M.A. (1998). Fattening of Pelibuey hair sheep and crossbreeds (Rambouillet-Dorset x Pelibuey) in the Mexican tropics. *Small Ruminant Research*, 27: 263-266.
- Ravagnolo, O., Ciapesoni, G., Aguilar, I. y Pravia, M.I. (2005). Mejoramiento genético animal, herramienta para un crecimiento permanente. *Mejoramiento Animal*, Revista INIA (2): 6-9.
- Rezende Mazon, M., Ferreira Carvalho, R., Cenachi Pesce, D.M., DaLuz Silva, S., Bonaguio Gallo, S. and Roberto Leme, P. (2017). Time on feedlot and sexual effects on animal performance and characteristics of lamb`s meat. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. Maringá, 39 (1): 103-109.
- Ríos, F.G., Gómez Vázquez, A., Pinos Rodríguez, J.M., García López, J.C., Estrada Angulo, A., Hernández Bautista, J. and Portillo, J.J. (2011). Effect of breed on performance and carcass characteristics of Mexican hair sheep. *South African Journal of Animal Science*, 41 (3): 275-279.

- Ríos Utrera, A., Calderón Robles, R., Lagunes Lagunes, J. y Oliva Hernández, J. (2014). Ganancia de peso predestete en corderos Pelibuey y sus cruces con Blackbelly, Dorper y Katahdin. *Nova Scientia*, 6 (2): 272-286.
- Ruíz Nuño, A., Uribe Gómez J.J., Orozco Hernández J.R. y Fuentes Hernández V.O. (2009). The effect of different protein concentrations in the diet of fattening Dorper and Pelibuey lambs. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (6): 1049-1051.
- Ruíz Ramos, J., Chay Canul, A.J., Ku Vera, J.C., Magaña Monforte, J.G., Gomez Vazquez, A., Cruz Hernandez, A., Gonzalez Garduño, R. and Ayala Burgos, A.J. (2016). Carcass and non-carcass components of Pelibuey ewes subjected to three levels of metabolizable energy intake. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3 (7): 21-31.
- SAGARPA, (2016). *Plan rector sistema producto ovino (2015-2024)*. [Archivo PDF] http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/2016/05/plan_rector_ovinos2016.pdf.pdf
- SAGARPA, (2017). *Producción en el sector ovino nacional con alta calidad genética*. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crecio-70-por-ciento-la-produccion-en-el-sector-ovino-nacional-con-alta-calidad-genetica-sagarpa-182461>
- Sanmiguel Plazas, R.A., Plazas Hernández, F.A., Trujillo Piso, D.Y., Pérez Rubio, M.R., Peñuela Sierra, L.M. y DiGiacinto, A. (2018). Requerimientos para la medición de indicadores de estrés invasivos y no invasivos en producción animal. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29 (1): 15-30.
- SAS (2012). *Sistema de análisis estadístico, Guía del usuario*. Estadístico. Versión 9.1th edition SAS. Institute Inc. Cary. NC, USA.

- SIACON (2018). *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta Nueva Generación*. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Simm, G. (1998). *Genetic improvement of cattle and sheep*. Oxford University Press.
- Snowder, G.D. and Duckett, S.K. (2003). Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass and palatability characteristics. *Journal of Animal Science*, 81 (2): 368-375.
- Stazionati, M.F., Keilty, H., Sánchez, H. y Murcia, V.N. (2021). Efecto de la raza sobre la calidad de la canal y de la carne en corderos Pampinta y su cruce con Hampshire Down. *Ciencia Veterinaria*, 23 (2): 135-148.
- Torrescano Urrutia, G.R., Sánchez Escalante, A., Peñúñuri Molina, F.J., Velázquez Caudillo, J. y Sierra Ramiro, T. (2009). Características de la canal y calidad de la carne de ovinos Pelibuey engordados en Hermosillo, Sonora. *Biotecnia*, 11(1): 41-50.
- Tsegay, T., Yoseph, M. and Mengistu, U. (2013). Comparative evaluation of growth and carcass traits of indigenous and crossbreed (Dorper x Indigenous) Ethiopian sheep. *Small Ruminant Research*, 114: 247-252.
- Ucros, J. (2001). Establecimiento de parámetros productivos y ovinométricos en ovinos africanos bajo pastoreo en la subregión sabana de Sucre. [Trabajo de grado Zootecnista. Sampedrés, Sucre Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.]
- Vargas Junior, F.M., Martins, C.F., Pinto, G.S., Ferreira, M.B., Ricardo, H.A., Leonardo, A.P., Fernandes, A.R.M. and Teixeira, A. (2015). Carcass measurements, non-carcass components and cut production of local

Brazilian Pantaneiro sheep and crossbreeds of Texel and Santa Inés with Pantaneiro. *Small Ruminant Research*, article in press, <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.12.007>

Vázquez Soria, E.T., Partida de la Peña, J.P., Rubio Lozano, M.S. y Méndez Medina, D. (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 (3): 247-258.

Vicente Pérez, R., Macías Cruz, U., Avendaño Reyes, L., Correa Calderón, A., López Baca, M.A. y Lara Rivera, A.L. (2020). Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11 (1): 205-222.

Vilela Velarde, J.L. (2014). *Mejoramiento genético en animales domésticos*. Editorial Macro.

Vilaboa Arroniz, J., Bozzi, R., Díaz River, P. y Bazzi, L. (2010). Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Katahdin en el estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*, 28 (3): 321-328.

Wang, H., Zhang, L., Cao, J., Wu, M., Ma, X., Liu, Z., Liu, R., Zhao, F., Wei, C. and Du, L. (2015). Genome-wide specific selection in three domestic sheep breeds. *Plos ONE*, 10 (6): 1-21.

Warwick, E.J. and Legates, J.E. (1983). *Cría y mejora del ganado*. 7ma edición, McGraw-Hill.

Wildeus, S. (1997). Hair sheep genetic resources and their contribution to diversified small ruminant production in the United States. *Journal Animal Science*, 75 (3):630–640.

Zhang, L., Liu, J., Zhao, F., Ren, H., Xu, L., Lu, J., Zhang, S., Zhang, X., Wei, C., Lu, G., Zheng, Y. and Du, L. (2013). Genome-wide association studies for growth and meat production traits in sheep. *Plos ONE*, 8 (6): 1-12.

Zúñiga Orozco, A., Ross Moscarella, D. y Carrodegua González, A. (2021). Fundamentos para la mejora genética de ovinos en Costa Rica. *Repertorio Científico*, 24 (1): 79-95.