



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN PRODUCTIVA EN CORDEROS CRUZADOS DE LA RAZA CHAROLLAIS
EN EL PERIODO DEL NACIMIENTO AL DESTETE EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN
DEL ESTADO DE MÉXICO”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A

CARLOS EDUARDO MARTÍNEZ SÁNCHEZ

ASESORES:

Dr. en BCA. JORGE OSORIO AVALOS

Dr. MANUEL GONZÁLEZ RONQUILLO



Toluca, México. Septiembre de 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Cruzamientos, como herramienta de mejoramiento genético.....	6
2.1.1 Heterosis	7
2.1.2 Uso de las razas ovinas de acuerdo con su orientación	8
2.2 Sistemas de cruzamiento empleados en ovinos	9
2.3 Características de la raza Charollais	14
2.4 Cruzamientos de la raza paterna Charollais.....	18
3. JUSTIFICACIÓN.....	21
4. HIPÓTESIS	22
5. OBJETIVO GENERAL	23
Objetivos específicos.....	23
6. MATERIAL Y MÉTODOS	24
6.1 Población.....	24
6.2 Registros de la población	24
6.3 Edición de la información y análisis estadístico	25
6.3.1 Modelos estadísticos.....	25
7. LÍMITE DE ESPACIO.....	26
8. LÍMITE DE TIEMPO.....	27
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
9.1 Efecto del genotipo de la oveja.....	29
9.2 Efecto época de nacimiento.....	35
9.3 Efecto tipo de parto	36
9.4 Efecto tipo de sexo	37
9.5 Efecto tipo de explotación	37
10.- CONCLUSIONES	39
11.- LITERATURA CITADA	40

RESUMEN

“Evaluación productiva en corderos cruzados de la raza Charollais en el periodo del nacimiento al destete en unidades de producción del Estado de México”. Tesis de Licenciatura producto del proyecto: Evaluación de rendimientos productivos en corderos puros y cruzados al destete en unidades de producción del Estado de México empleando inseminación artificial. SIAE clave: 4588/2018/CIP.

Martínez SCE, Osorio AJ y González RM.

El presente estudio evaluó los rendimientos productivos en corderos de la raza paterna Charollais y sus cruzas para características de peso al nacimiento y peso y supervivencia al destete (60 días de edad). Se utilizaron datos de 22 unidades de producción comercial en diferentes municipios del Estado de México y que fueron registrados por el Centro de Mejoramiento Genético Ovino (CeMeGO). Los registros corresponden a corderos nacidos producto de la aplicación de inseminación artificial (septiembre de 2018 a mayo de 2019), usando germoplasma de sementales de la raza Charollais aplicado a diferentes grupos genéticos de ovejas: Criolla, Compuesta Neozelandesa y ovejas F1 Charollais, Dorper, Dorset, Katahdin y Pelibuey. Los datos corresponden a 559 corderos con registro de peso al nacimiento y 493 corderos con registro de peso (ajustado a 60 días de edad) y supervivencia al destete. Para la obtención de las medias mínimo cuadráticas se emplearon modelos mixtos (efectos fijos y aleatorios) para el análisis estadístico, y para las comparaciones múltiples entre las medias obtenidas de los diferentes cruzamientos se aplicó la prueba de Tukey. Los resultados encontrados indicaron que existieron diferencias estadísticas significativas tanto en los efectos genéticos como de los efectos ambientales analizados ($P < 0.05$). Los rendimientos productivos de las variables analizadas en este estudio fueron diferentes de acuerdo al tipo de cruzamiento usando a la raza Charollais como línea paterna. Los mejores rendimientos productivos para el peso al nacimiento fueron logrados en corderos nacidos producto del cruzamiento con las cruzas de F1 Charollais, F1 Katahdin, F1 Dorper y Compuesta Neozelandesa ($P < 0.05$). Estos cruzamientos pueden ser una buena alternativa para hacer eficientes los procesos productivos en corderos al destete en unidades de producción del Estado de México. Asimismo, la raza paterna Charollais, es una buena alternativa productiva en cruzas principalmente con las líneas maternas Criolla y ovejas de cubierta de pelo.

Palabras clave: líneas maternas, heterosis, raza paterna, cruzamientos.

1. INTRODUCCIÓN

La situación actual en México para la producción ovina, ha tenido bajas constantes desde hace más de cinco años (INEGI, 2018a); por lo que, es importante fomentar la ovinocultura en nuestro país. Dado que la producción de carne de ovino en México con respecto a la carne de bovino del año pasado no alcanza el 1% de la producción de esta (INEGI, 2018b), la producción de carne de ovino se vuelve un tema de interés.

Muchos sistemas de producción son de pequeños productores que están en condiciones marginales para producir y carecen de información sobre las diferentes opciones de genotipos a criar; así como de genotipos especializados (Mueller, 1996). Una de las alternativas que emplean los países industrializados es la utilización de los sistemas de cruzamiento para incrementar la producción y la calidad de carne en el ganado ovino (Gama, 2002; Leymaster, 2002).

Debido al crecimiento de la población y a la demanda de alimento, en conjunto con la diversidad actual de nuevas razas de ovinos en México, se emplea la utilización de cruzamientos para intensificar la producción de carne de ovino (Leymaster, 2002). En consecuencia, a la variedad de climas en el Estado de México, se utilizan diversos tipos de cruzamientos de razas puras para crear nuevas líneas genéticas con el propósito de aportar beneficios (fortalezas) de los progenitores en búsqueda de una mejor adaptación y producción (Lara, 2003).

Dentro de las distintas características deseables de la transmisión a la progenie, en el caso de los ovinos productores de carne, se encuentran: el peso al nacimiento, peso al destete, peso finalizado, ganancia de peso (pre y posdestete), conformación muscular y la cobertura de grasa, entre otras. Las cuales presentan un mediano índice de heredabilidad (h^2), que se refiere al porcentaje de una característica que es debido a la acción de los genes; esto es la herencia (Nicholas, 1998; Falconer y Mackay, 2006). También puede definirse como la fracción de la varianza fenotípica que se debe a las diferencias entre los genotipos de los individuos de una población (Ossa, 2017) y que el porcentaje restante se encuentra determinado por las condiciones del medio ambiente (Nicholas, 1998; Falconer y Mackay, 2006).

Algunas de las razas de carne, también llamadas paternas más comunes son: Suffolk, Hampshire, Dorset y Southdown, las cuales son razas con buena capacidad de adaptación a los diferentes sistemas de producción (New Mexico State University, 2000). También las razas Suffolk, Texel y Charollais son frecuentemente usadas como razas terminales especializadas para producir corderos destinados al mercado en sistemas terminales de cruzamiento (Leymaster, 2002; Lara, 2003).

La raza *Charollais* o Charolesa, es la mejor y más desarrollada raza ovina en Francia, originada aproximadamente a principios del siglo XIX en la región de Borgoña, en el departamento de Saône-et-Loire, Francia. Se creó mediante la cruce de la raza local, Landrace con individuos de tipo Leicester de lana larga (Partida *et al.*, 2013; Charollais-Galicia, 2014).

La raza Charollais ha mostrado tener buenos rendimientos productivos. En un estudio realizado en República Checa se evaluaron diferentes efectos de orden genético de acuerdo con la raza (Suffolk y Charollais) y factores ambientales como el sexo y el peso de la camada para la habilidad de crecimiento de los corderos desde el nacimiento hasta su peso finalizado. A los 100 días, los corderos Charollais fueron ligeramente más pesados con un desempeño más rápido en el crecimiento (Janoš *et al.*, 2018). En Alemania, se evaluó el rendimiento de las cruces de “Merino Landschaf” con cinco razas de carne: Ile de France, Charollais, cabeza negra alemana, Suffolk y Texel. La Merino Landschaf x Charollais mostraron el mayor peso al nacimiento de los corderos con respecto a otras cuatro cruces; asimismo, presentó un mayor desempeño de acuerdo con el porcentaje de grasa, manteniendo niveles adecuados y aceptables para venta de mercado, siendo la Charollais una raza adecuada que aumentar la producción cárnica (Schiller *et al.*, 2015).

En México, se han realizado escasos estudios del comportamiento de productivo en la raza Charoillais, resaltando su gran capacidad como raza paterna con diferentes cruzamientos encontrando pesos al nacimiento y al destete (64 días) de 3.74 kg y 18.5 kg (Osorio-Avalos *et al.*, 2012). Además de tener una buena viabilidad de las crías y mérito de la canal (Partida, 2009). Es por ello que el presente estudio pretende evaluar los rendimientos productivos en corderos de la raza Charollais dentro del periodo del nacimiento al destete producto de cruzamientos utilizada como raza paterna en diferentes unidades de producción ubicadas en el Estado de México.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cruzamientos, como herramienta de mejoramiento genético

Existen varias razones para hacer cruzamientos entre diferentes razas, principalmente, lo que se busca son las ventajas individuales de ciertas razas para dar lugar a un individuo que comparta características favorables de las razas involucradas; haciendo uso de lo que se llama “vigor híbrido” o “heterosis” (Gama, 2002). En general, individuos cruzados son más vigorosos, más fértiles y crecen más rápido que el promedio de las razas que los originaron. Esto ocurre, en parte, porque las razas puras durante su periodo de formación sufrieron de cierta consanguinidad para fijar el tipo racial (Gama, 2002).

Cuando se acuñó el término “Heterosis”, fue definido como el comportamiento superior de los individuos híbridos en comparación con los padres, la manifestación de vigor en la F1 para uno o varios caracteres, superando a la media de los padres (Shull, 1948). El vigor fisiológico de un organismo es manifestado en su velocidad de crecimiento, su altura y robustez general, que está correlacionado positivamente con el grado de disimilitud en los gametos por cuya unión el organismo fue formado (Falconer y Mackay, 2006).

Los sistemas de cruzamientos usan esta diversidad para incrementar la productividad. Dichos sistemas varían en complejidad gerencial y en el uso de los efectos benéficos. La eficiencia de la producción de carne se maximiza con los sistemas de cruzamiento terminales, mediante el uso de razas paternas especializadas para complementar las características de ovinos cruzados (Leymaster, 2002; Gama, 2002).

Dado que el parámetro de eficiencia de una explotación económica de carne es el kilogramo de cordero destetado por oveja expuesta (De Lucas, 2000); esta será la principal característica a evaluar. De aquí la importancia del uso de los cruzamientos en ovinos de forma comercial.

Con esto, podemos tomar decisiones de acuerdo con el rendimiento de los animales para elegir a los reproductores y con base a sus resultados, predecir los de la progenie; es decir, buscar características deseables que permitan hacer uso más eficiente de la producción de carne de ovino. De ahí, la importancia del control de producción, una base de datos y una constante evaluación para sustentar las decisiones en el sistema de producción (Castro, 2003). Los caracteres del animal que apuntan a una mayor cantidad de carne son: tasa de velocidad de crecimiento, tasa reproductiva y peso corporal (Mueller, 1996).

Mediante el cruzamiento se logra incrementar la fertilidad, supervivencia del cordero y comportamiento materno; logrando con ello, mejorar aspectos de impacto económico, entre otros, como la ganancia de peso postdestete (Gama, 2002). También se pueden utilizar las características de importancia económica de las diferentes razas de manera complementaria. Este concepto reconoce que todas las razas tienen fortalezas y debilidades y que no todas las razas pueden jugar el mismo papel en un esquema reproductivo. Por lo tanto, la producción se optimiza cuando el sistema de cruzamientos contempla el uso de razas que maximicen sus fortalezas y minimicen sus debilidades (Leymaster, 2002; Gama, 2002).

2.1.1 Heterosis

Los niveles de heterosis se definen como la diferencia entre los individuos cruzados y el promedio de las razas puras, expresándose en porcentaje (Gama, 2002). Estos valores tienden a ser más altos en características de supervivencia y de crecimiento (Leymaster, 2002); por lo tanto, un cordero producto de cruzamientos entre las razas adecuadas, elevará la rentabilidad económica al productor al disminuir la mortalidad e incrementar el peso total destetado por la oveja (Lara, 2003). La heterosis individual (Gama, 2002) se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Heterosis} = \frac{(MAB + MBA) - (MAA + MBB)}{(MAA + MBB)} \times 100$$

donde:

MAA = promedio de la raza A

MBB = promedio de la raza B

MAB = promedio de la raza paterna A x la raza materna B

MBA = promedio de la raza paterna B x la raza materna A

Podemos decir que hay tres tipos de heterosis que son de relevancia en los ovinos productores de carne:

1. Heterosis individual, la cual se define como la ventaja de los individuos cruzados respecto al promedio de las razas puras que lo forman.
2. Heterosis materna, la cual indica la ventaja de las madres híbridas sobre el promedio de las madres de razas puras, siendo esta última de gran importancia productiva.
3. Heterosis paterna, la cual tiene efectos sobre la tasa de concepción, el libido, adaptabilidad, longevidad y aspectos relacionados con la reproducción en el macho; especialmente cuando se usan carneros híbridos en encastes de primavera. (Castellaro, 2013, adaptado de Leymaster, 2002).

Los efectos favorables de la heterosis individual y materna incrementan toda la producción de las ovejas cruzadas, más allá del promedio de las razas puras que las formaron. Mediante el cruzamiento también se logra incrementar la fertilidad, supervivencia del cordero y comportamiento materno. Mediante la selección podremos mejorar aspectos de impacto económico como ganancia de peso postdestete (Leymaster, 2002; Gama, 2002).

2.1.2 Uso de las razas ovinas de acuerdo con su orientación

Las razas introducidas en México han sido seleccionadas en su lugar de origen para cumplir con funciones específicas de acuerdo con su orientación zootécnica. Una clasificación sencilla, considerando los aspectos reproductivos y productivos de los ovinos, ha catalogado a las distintas razas como:

- Razas maternas
- Razas paternas o terminales
- Doble propósito
- Razas lecheras
- Razas prolíficas

Cuando las razas son explotadas y comienzan a ser estandarizadas sus características propias, se empieza a perder el vigor propio de los cruzamientos entre razas. Los rasgos clave usados con el propósito de clasificar a las razas son: adaptabilidad, longevidad, estacionalidad, edad a la pubertad, tasa de natalidad, habilidad materna, supervivencia de los corderos, magrez y peso a la madurez. Las razas maternas y paternas especializadas tienen claras fortalezas y debilidades en sus rasgos clave (Leymaster, 2002; Gama, 2002).

Las razas maternas son usadas predominantemente en sistemas de cruzamiento como vientres de rebaño para producir corderos de mercado. En estas razas se enfatiza la adaptabilidad y las características reproductivas, habilidad materna, producción de leche, pubertad precoz y prolificidad; siendo menos importante las asociadas a la magrez y el peso a la madurez. Como ejemplo de ellas tenemos a la raza Pelibuey, Black Belly, Polipay, Finnsheep, Romanov, entre otras (Sheep Production Handbook, 2002).

Las razas paternas son utilizadas para cubrir a ovejas de razas puras o cruza con marcada habilidad materna, con el propósito de producir corderos de mercado en sistemas de cruzamiento. Las razas paternas se destacan por la fertilidad y longevidad de los carneros, y la sobrevivencia de los corderos (Leymaster, 2002). Las razas paternas deben producir corderos con destacables características en el rendimiento a la canal y velocidad de crecimiento, para sistemas de producción especializados en producción de carne (Sheep Production Handbook, 2002).

Las razas de doble propósito son aquellas que tienen características tanto paternas como maternas, como la raza Dorset, Katahdin, Texel, Columbia y Corriedale. Las razas lecheras con excelentes aptitudes maternas se encuentran la East Friesian, y Awassi (Sheep Production Handbook, 2002; Gama, 2002).

2.2 Sistemas de cruzamiento empleados en ovinos

El principal objetivo de los sistemas de cruzamiento es el de mejorar la eficiencia en relación con el desempeño de razas puras. Dicho esto, la diversidad de razas es todavía mejor si se consideran varios rasgos a la vez que uno solo (Leymaster, 2002).

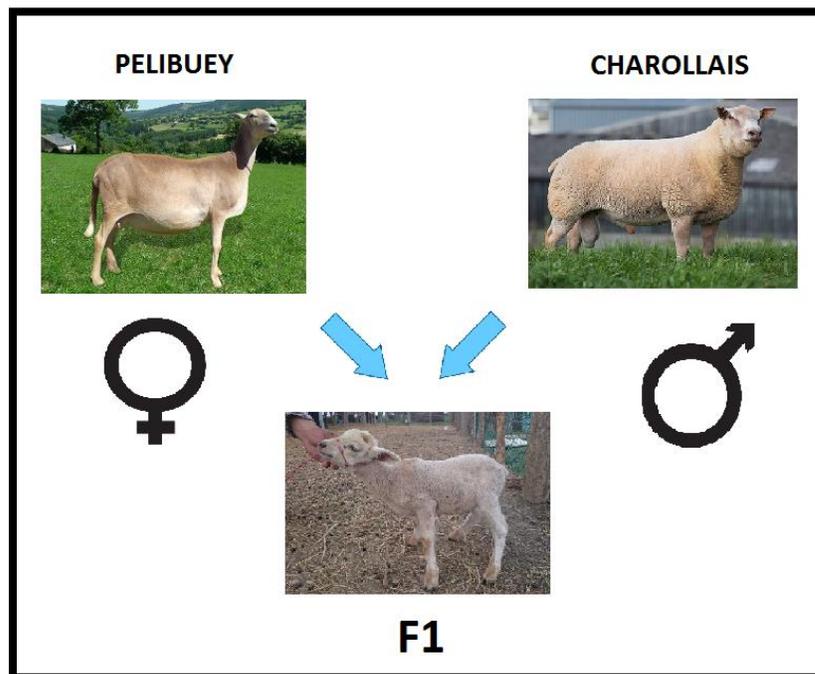
La eficiencia de los sistemas de cruzamiento estará determinada fundamentalmente por la magnitud de la heterosis y por la productividad de las razas puras involucradas en el sistema de cruzamiento. Con relación a lo último, se debe tener presente que es fundamental elegir las razas más productivas para cada entorno, así como determinar su rol como raza materna o como raza paterna, en función de las características claves antes mencionadas. En sistemas extensivos, el nivel de productividad dependerá del grado de intensificación de los sistemas de producción, para lo cual es muy importante dimensionar los requerimientos nutritivos de las razas y los productos de sus cruza, en relación con la disponibilidad y calidad de alimentos existentes en el predio (Castellaro, 2013).

No hay que olvidar que la efectividad de los cruzamientos se ve afectada por la falta de bienestar animal, por lo que es un punto a tomar en cuenta antes de tratar de realizar mejoramiento genético (Sisto, 2010). El sistema de cruzamiento ideal será aquel que maximice el vigor híbrido y utilice la complementariedad de diferentes razas, con individuos de alto valor genético. Este, debe producir un producto uniforme y tener buen acceso a las hembras de reemplazo. También debe ser simple de operar (Castellaro, 2013).

Existen 5 tipos de cruzamientos de ovinos que son usados en sistemas de cruzamientos estructurados:

1. **Raza pura:** Se trata de un rebaño de una sola raza, en la que no se obtiene ningún beneficio de la heterosis individual o materna. Sirve simplemente para producir reemplazos de los padres, el excedente es comercializado. Cuando existen situaciones de condiciones ambientales extremas para la raza, o cuando está totalmente adaptada al ambiente o va dirigida a un mercado específico, lo que es más favorable continuar de esa manera que con cruzamientos. Sin embargo, lo usual es realizar sistemas de cruzamientos para incrementar la eficiencia de producción de carne (Gama, 2002; Leymaster, 2002).

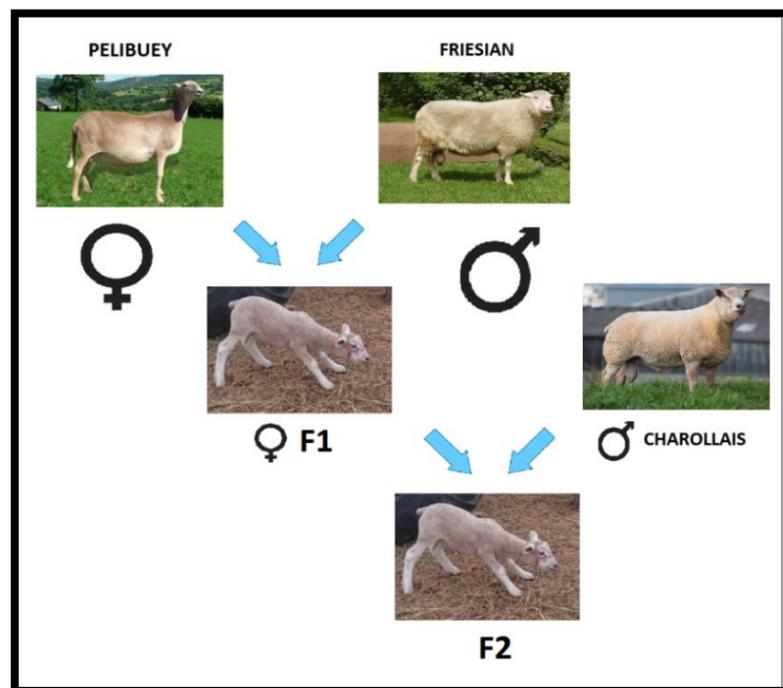
2. **Primer cruzamiento (cruza terminal simple):** También denominado "cruzamiento industrial". Consiste en cruzar hembras autóctonas y/o bien adaptadas al medio, con machos de marcada aptitud carnífera. Toda la descendencia mestiza (F1), tanto machos como hembras, se destinan a mercado. El sistema busca principalmente complementariedad entre las razas y explotar el "vigor híbrido" solamente por vía del cordero. Su principal ventaja es la simpleza; este sistema no modifica la base genética del rebaño de hembras, tiene resultados inmediatos y mejora las características del cordero (en peso al nacimiento, vitalidad, sobrevivencia, índice de conversión alimenticia, velocidad de crecimiento, rendimiento a la canal, conformación y grado de engrasamiento). Como desventajas se puede decir que es posible obtener pesos al sacrificio muy elevados que escapen a lo requerido por el mercado de cordero ligero (canales de 14-15 kg). Este sistema requiere reponer los vientres puros del rebaño, lo que obliga a tener en la explotación machos puros o adquirir desde el exterior las hembras de reposición. Un ejemplo de este sistema puede ser el cruzamiento de hembras Pelibuey con machos Charollais (Castellaro, 2013), como se puede observar en la Figura 1.



(Adaptado de Castellaro, 2013)

Figura 1. Cruzamiento de tipo Terminal simple

3. **Cruzamiento doble (de tres niveles o dos vías):** Como se puede observar en la Figura 2, este sistema consiste en efectuar primeramente un cruzamiento de las hembras autóctonas y/o bien adaptadas, con un carnero de raza prolífica, con el propósito de mejorar la prolificidad de las hembras F1. Todos los machos de la F1 se venden. Posteriormente, las hembras F1 se cruzan con un macho de marcada aptitud cárnica y toda la descendencia (tanto machos como hembras) de este segundo cruzamiento va al mercado. Su principal ventaja radica en el hecho de que las hembras F1 son más precoces y prolíficas y los machos de la F1 crecen más rápido y tienen canales ligeramente superiores. Este sistema de cruzamiento implica que alrededor del 30% de los vientres sean puras y 70% restante hembras híbridas (50% raza autóctona - 50% raza prolífica). Como principales desventajas se menciona que puede existir poca adaptación de la oveja, resultado de la cruce, al ambiente adverso; principalmente por pérdida de adaptabilidad y mayor susceptibilidad a enfermedades y parásitos. También, este sistema implica mayores gastos en suplementación, cuidados de corderos, demanda prácticas de manejo y control más exhaustivo, ya que se requiere mantener dos rebaños en el predio. Bien manejados, estos sistemas pueden incrementar la productividad hasta en un 50%, ya que se explota la complementariedad y el vigor híbrido vía individual y materna (Castellaro, 2013).

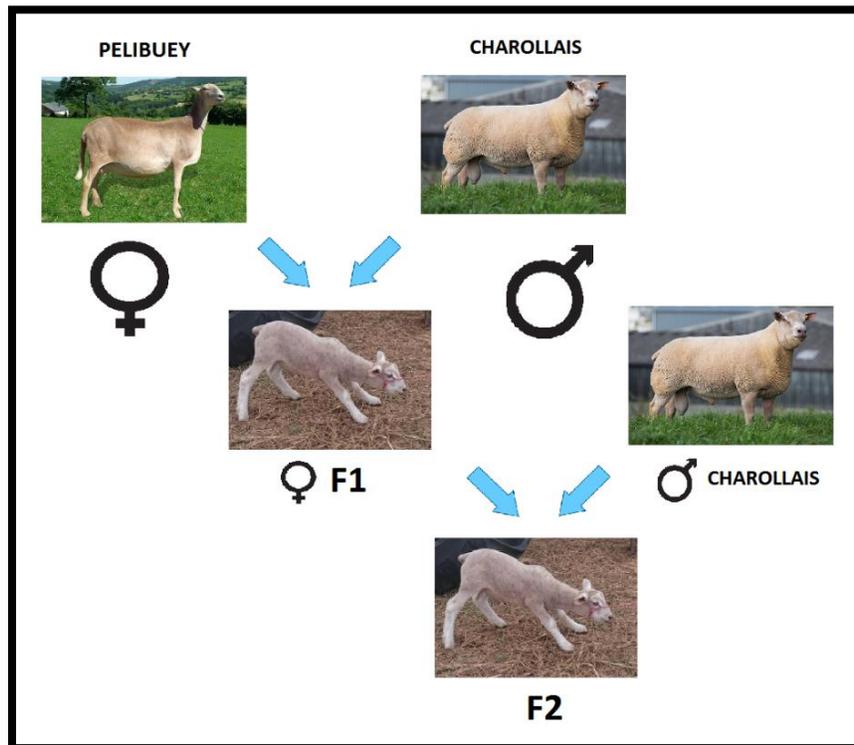


(Adaptado de Castellaro, 2013)

Figura 2. Cruzamiento de doble etapa, tres niveles o dos vías

4. **Línea Compuesta:** Pretende solucionar los problemas de la rotación, al tratarse de dos o más razas. El porcentaje de heterosis individual y materna, contenidos en la línea compuesta, se incrementa mientras más razas sean añadidas. Sin embargo, la inclusión de una raza de bajo nivel para ganar más porcentaje de heterosis es contraproducente (Gama, 2002; Leymaster, 2002). Aunque los sistemas de rotación alcanzan más altos niveles de heterosis, que los compuestos por un dado número de razas, los compuestos se manejan como un solo rebaño, se mantienen muy buenos niveles de heterosis y tienen una composición racial estable (Leymaster, 2002).

5. **Retrocruzamiento:** Consiste en realizar un cruzamiento de razas puras con el fin de obtener descendencia F1 que será cruzada con uno de los padres que la engendraron para obtener un F2 con un 75% de una raza que la engendró y 25% de la otra raza involucrada en su engendración y así, sucesivamente (Leymaster, 2002; Gama, 2002) (Figura 3).



(Adaptado de Castellaro, 2013)

Figura 3. Retrocruzamiento

2.3 Características de la raza Charollais

Es una raza de talla grande, los machos adultos alcanzan un peso de 110-160 kg y las hembras entre 80-110 kg. Por ser una raza precoz de rápido crecimiento, los corderos para abasto deben ser sacrificados cuando alcanzan los 40-45 kg para evitar que se engrasen demasiado (Sheep Production Handbook, 2002; Partida *et al.*, 2013).

De origen francés, esta raza es una de las más populares en Europa para la producción de corderos para el abasto. Es notoria su característica de excelente conformación, ganancia de peso y calidad de la canal. Son líderes frecuentes en los concursos de conformación y calidad de carne. En México se trabaja con líneas 100% europeas, existiendo rebaños puros en Querétaro, Hidalgo y Jalisco (Lara, 2003; AMCO, 2007; Partida, 2009).

Con un tipo de lana medio, adaptabilidad media, tamaño adulto medio, velocidad de crecimiento alta, prolificidad media y con finalidad paterna, fue originada para crear ovejas con carne de las mejores características. Iniciada en 1897, la Charollais fue mejorada aún más en el Reino Unido y exportada a Canadá desde 1994 como embrión para trasplante (Ecured, 2019).

En algunos lugares se le conoció inicialmente como el “Mouton Charollais”. Posteriormente, la raza fue mejorada en Inglaterra mediante la selección y cruzamiento de individuos sobresalientes, y a partir de los años 50’s, con la búsqueda de animales con canales pesadas y magras, adquiere una mayor relevancia. En 1963 se le da el nombre definitivo en “Palignes” y se abre el libro genealógico de la raza, pero hasta 1974 se reconoce oficialmente por el Ministerio de Agricultura (Partida *et al.*, 2013).

En la actualidad, Charollais es una de las razas más utilizadas para el cruzamiento en Francia y se encuentra distribuida en más de 10 países de la Unión Europea y en 4 de América. A nuestro país fueron introducidos en 1995 y en la actualidad se emplean líneas europeas que se explotan en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Querétaro y Veracruz (Partida *et al.*, 2013).

Dentro de la región central de México, ha mostrado tener altos rendimientos productivos de la raza Charollais en cruzamientos con diferentes razas, mejorando los parámetros de peso al nacimiento, al destete y peso posdestete; así como aumentar la tasa de supervivencia de los corderos por efecto del vigor híbrido o heterosis (Osorio-Avalos *et al.*, 2012).

Características y utilización

La raza Charollais es de lana corta, pero su propósito fundamental es la producción de carne. Comúnmente, los machos se emplean como sementales terminales para el cruzamiento industrial (Ecured, 2019), ya que proporcionan una excelente aptitud cárnica a su descendencia, presentando un rápido crecimiento (Osorio-Avalos *et al.*, 2012), gran conformación, originando excelentes canales (Partida, 2009). Se ajustan bien tanto al sistema de pastoreo como al encierro intensivo; paren con facilidad y muestran una fecundidad mejor de lo normal (Ecured, 2019).

Características físicas

El cuerpo es ancho y horizontal con amplia carne bien repartida; pecho profundo y ancho; ancas separadas y musculosa, y rabadilla curva. Los músculos posteriores son desarrollados y con muslos abiertos, formando un cuarto trasero muy ancho. El tronco es largo, con una línea dorso-lumbar musculosa y las espaldas bien unidas al tronco. Las extremidades son de un ancho mediano con buenos aplomos, simetría bien balanceada y un excelente desarrollo muscular; con extremidades desprovistas de lana, mostrando limpiamente la estructura ósea, con erguida postura y firmes pezuñas (Sheep Production Handbook, 2002; Partida *et al.*, 2013; Ecured, 2019).

La raza se caracteriza por tener la cabeza desprovista de lana y pelo, pudiendo observarse en numerosos ejemplares un empobrecido pelaje blanco o crema que deja ver el tono rosado, rojizo o grisáceo de su piel que caracteriza a esta raza. En ocasiones, presentan algunos puntos negros; piel medianamente gruesa, suave y elástica, que produce excelente cuero (Partida *et al.*, 2013; Ecured, 2019; Charollais–Galicia, 2019). Es un animal potente y de gran tamaño, el cual posee una frente ancha y corta, con las órbitas separadas, ligeramente hundida; finas orejas de tamaño mediano, que son de la misma coloración que la cabeza, finas, largas y móviles; por lo general se dirigen hacia el frente; morro ancho y labios gruesos, las membranas mucosas son de color rosado y posee ojos grandes (Partida *et al.*, 2013; Ecured, 2019). La velocidad de producción de lana es muy baja, reduciendo así los gastos de esquileo, además que la cabeza y extremidades están desprovistas de lana y pelo (Ecured, 2019).

Características de los corderos

Los corderos mantienen niveles de crecimiento muy altos (>300 g/día), tienen elevados pesos al destete y producen canales de muy buena calidad, con lomo muy ancho y largo (Sheep Production Handbook, 2002; Partida *et al.*, 2013).

Las hembras poseen excelentes cualidades maternas, prolificidad, adaptabilidad y buena capacidad lechera. Tiene un buen promedio de fecundidad (Ecured, 2019), alta fertilidad y paren con facilidad crías que tienen un instinto muy fuerte de sobrevivencia. Las corderas son bastante precoces, gestándose a los 7 meses y pariendo al año (Partida, 2009). La calidad de la lana de los animales puros es baja, pero en las cruzas de otra raza con carneros Charollais, los corderos heredan la calidad de lana de las madres (Ecured, 2019).

Aptitudes

La distribución del tejido graso es eminentemente buena, con penetración profunda en el tejido muscular que aparece entremezclado en bandas cruzadas, produciendo una carne tierna, sabrosa y altamente nutritiva. La aptitud para engordar es muy notable y pocas razas pueden competir con la Charollais en este aspecto, ya sea en corral o pastoreo. La prepotencia de la raza, acompañada de su adaptabilidad a diferentes ambientes le permite transmitir a su descendencia la excelencia de sus cualidades (Charollais–Galicia 2019).

Adaptabilidad

La gran expansión de la raza se debe a su gran poder de adaptación, precocidad, adaptabilidad, robustez y propensión a engordar en todas las edades (Ecured, 2019). Se le encuentra en regiones de clima tropical, subtropical, templado y árido. Lugares donde aparentemente se ha aclimatado, comportándose con satisfacción. Suelen predominar en climas fríos, sirviendo ese empobrecido pelaje de protección natural, demostrando su gran capacidad de adaptabilidad climática (Ecured, 2019; Charollais–Galicia 2019).

Las condiciones habituales de la cría, así como la aptitud a la marcha, han dado a la Charollais muy buena rudeza, conservada cuidadosamente por la selección (Partida *et al.*, 2013; Charollais–Galicia, 2019). Esta rudeza se traduce por una gran resistencia a los climas extremos: al frío y al calor, Una adaptación fácil a los forrajes, asimilándolas con provecho (Charollais–Galicia, 2019)

Eficiencia productiva y comercial

- Los machos y hembras alcanzan a temprana edad su pubertad y etapa apta reproductiva (precocidad)
- Facilidad de parto
- Excelente fertilidad
- Partos triples frecuentes
- Se supera con facilidad un 1.88% de prolificidad
- Eficiencia comercial
- Mejoramiento de la blancura de la carne
- Bajo contenido de depósitos grasos que contribuye a que las canales tengan más kilogramos de carne roja para la venta y menos grasa para recortar
- El producto final es la carne, que da cortes de excelente marmoleo y bajos niveles grasos
- Mejoramiento de la blandura de la carne, gran palatabilidad y suavidad (Vázquez-Soria *et al.*, 2011; Ecured, 2019; Charollais–Galicia, 2019).

2.4 Cruzamientos de la raza paterna Charollais

Los cruzamientos de Charollais como raza terminal con razas de lana fina son frecuentemente reservadas como ovejas para el mercado de producción de corderos (Sheep Production Handbook, 2002). Se ha promovido el cruzamiento de razas de pelo con razas de carne como una buena opción para producir corderos de abasto, como la raza cárnica Charollais. Aunque fue catalogada como una raza en vías de desaparición al igual que la Katahdin en el 2006, ambas razas siguen siendo vigentes, importantes y muy rentables en la producción ovina (De Lucas, 2006). Existen algunos estudios del uso de esta raza en sistemas de cruzamientos que se presentan a continuación tanto nacionales e internacionales.

1.- En Alemania se evaluaron los rendimientos productivos de las cruces de Merino Landschaf con cinco razas de carne: Ile de France, Charollais, Cabeza negra alemana, Suffolk y Texel. La “Merino Landschaf” x Charollais mostraron el mayor peso al nacimiento con respecto a los correspondientes otros cuatro cruces; asimismo presentó un mayor desempeño de acuerdo por el porcentaje de grasa manteniendo niveles adecuados y aceptables para venta de mercado, siendo la Charollais una raza adecuada que aumentar la producción cárnica (Schiller *et al.*, 2015).

2.- En República Checa se realizaron cruzamientos F1 de Awassi x Charollais y Awassi x Romanov, encontrando que fueron superiores a los corderos hijos de padre Charollais en ganancia diaria de peso y ganancia de peso total, conversión alimenticia; y costos más bajos por kilogramo de alimento convertido en carne en las canales (Momani-Shaker *et al.*, 2002).

3.- Como una propuesta de “Mejoramiento genético de la producción ovina mediante estrategias de cruzamientos con razas de pelo” se vierten algunas estrategias de cruzamientos con razas ovinas de pelo que mejoran la producción de carne en México, como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Alternativas de cruzamiento de la raza Charollais

RAZA MATERNA	RAZA PATERNA	BORREGA F1	RAZA TERMINAL (MERCADO)
Criolla cara negra	Dorset	Criolla x Dorset	Charollais o Texel
Pelibuey comercial	Friesian	Pelibuey. x Friesian	Charollais, Texel, Ile de France

*De acuerdo con Lara, 2003.

4.- También se ha presentado un esquema de cruzamiento que pueda dar solución al problema de uso intensivo que se les han dado a algunas razas en cruzamientos no planeados en los rebaños mediante la creación de un híbrido o raza sintética $\frac{5}{8}$ Charollais $\frac{3}{8}$ raza de pelo; utilizando las razas de pelo Blackbelly y Pelibuey y a la Charollais como una raza cárnica (pudiendo utilizarse cualquier otra raza cárnica de acuerdo con la producción de cada sistema en particular). Se pretende mejorar la producción de carne de ovino mediante sistemas de cruzamiento, manejando un esquema de dos cruzamientos de líneas maternas con razas de pelo y la utilización de la raza Dorper y Charollais como razas de carne y de crecimiento rápido (Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2010).

5.- En otro estudio mencionan que la práctica de cruzamientos terminales con sementales de razas lanadas con una aptitud cárnica marcada es una estrategia válida y adecuada para eficientizar la producción de corderos para el abasto en México. La propuesta es: teniendo una raza materna bien adaptada a las características ambientales locales debe cruzarse, ya sea directamente con un semental con una gran velocidad de crecimiento y eficiencia en la conversión alimenticia, o bien, con un semental de otra raza con cualidades maternas como producción láctea o prolificidad, y esta F1 cruzarla con el semental terminal aprovechando la existencia de evaluaciones genéticas (Martínez-González *et al.*, 2010).

6.- En la región de Tabasco, México, Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2013) reportaron una mejora en la supervivencia al destete en corderos de la raza F1 Pelibuey x Blackbelly, y esta a su vez con cruce de Katahdin y Dorper, naciendo en época de sequía (febrero a abril).

7.- Se evaluó el desempeño productivo y las características de la canal en corderos procedentes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. Se concluyó que la cruce en ovejas Katahdin y Charollais comparadas con las realizadas entre Katahdin y Texel, Katahdin con Dorper y Katahdin con Suffolk, les permitió una ganancia mayor de peso diaria, mayor peso a la matanza, mejor rendimiento en canal, mayor cantidad de grasa intramuscular y el área del ojo de chuleta más grande. Concluyendo que los corderos de las cruces Katahdin x Charollais y Katahdin x Dorper mostraron los mejores comportamientos productivos (Vázquez-Soria *et al.*, 2011).

8.- Por otra parte, Partida (2009), evaluó el desempeño productivo, características de la canal y calidad de la carne de corderos originados por la cruce de ovejas de pelo con sementales de cuatro razas cárnicas especializadas: Katahdin x Suffolk, Texel, Charollais y Dorper. En la ganancia diaria de peso, la cruce de Charollais fue la mejor, así como en los pesos en distintas etapas (nacimiento, destete, 120 días y 137 días). En pesos y rendimiento en canal, Charollais y Suffolk fueron los más altos, con resultados casi iguales. Además, ocupó el segundo lugar en parición, justo detrás de Suffolk.

9.- En la región central de México, evaluando la raza paterna Charollais, se encontró que para el peso al nacimiento y peso al destete en corderos fueron superiores a los corderos hijos de padres Dorper, Dorset y Suffolk ($P < 0.05$) sin mostrar diferencias con los corderos hijos de la raza Hampshire ($P > 0.05$); mientras que para el peso al destete mostraron los corderos mayor peso que los corderos hijos de padre Hampshire ($P < 0.05$). Para la característica de la supervivencia al destete mostraron los corderos un 7% más de sobrevivencia que aquellos corderos hijos de partes Dorset (Osorio-Avalos, 2008).

10.- En el comportamiento productivo de corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con tres razas productoras de carne. Se concluyó que los corderos de la cruce Katahdin X Charollais fue superior en cuanto al aumento de peso de los 0-30 días y se mantuvieron con puntos excelentes en los demás rubros; aunque debajo de la cruce con Hampshire, pero por encima de la cruce con Texel (Alonso-Hernández, 2013). Vázquez-Soria *et al.* (2011), reportó que la cruce Katahdin x Charollais es una excelente cruce por su capacidad productiva e intensidad de crecimiento.

3. JUSTIFICACIÓN

Los cruzamientos son empleados de forma comercial para lograr una rápida incorporación de genes de las poblaciones deseables y porque en una sola generación es posible incrementar la producción de forma importante. En los sistemas de producción de carne ovina en el Estado de México se utilizan cruzamientos de ovejas de diferentes grupos genéticos con la raza Charollais, cuya finalidad principal es propiciar el incremento de la productividad. En los últimos años esta estrategia ha sido adoptada por el Centro de Mejoramiento Genético Ovino, mediante el empleo de la aplicación de Biotecnología Reproductiva Asistida, como es la inducción/sincronización de estros y la Inseminación Artificial (IA), esta última, como herramienta del mejoramiento genético. En la actualidad, existen limitados estudios en nuestro estado y en el país que evalúe en unidades de producción comerciales los rendimientos productivos de importancia económica de aquellos corderos nacidos producto del cruzamiento de la raza Charollais con diferentes líneas genéticas maternas, información que podrá estar disponible de primera mano para los ovinocultores, y a su vez, la difusión eficiente de estos los resultados entre los mismos productores en el Estado de México.

4. HIPÓTESIS

Los corderos nacidos producto de cruzamientos utilizando como raza paterna Charollais con líneas maternas en el Estado de México, presentan diferentes rendimientos productivos para el peso al nacimiento, peso y supervivencia al destete en unidades de producción de tipo comercial.

5. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el rendimiento productivo de corderos cruzados de la raza Charollais con diferentes líneas maternas en la etapa del nacimiento al destete de diferentes unidades de producción de tipo comercial en el Estado de México.

Objetivos específicos

- 1.- Evaluar el peso al nacimiento en corderos cruzados de la raza Charollais con diferentes líneas maternas.
- 2.- Evaluar el peso al destete ajustado a 60 días de edad en corderos cruzados de la raza Charollais con diferentes líneas maternas.
- 3.- Evaluar la supervivencia al destete a 60 días de edad en corderos cruzados de la raza Charollais con diferentes líneas maternas.
- 4.- Evaluar los factores ambientales (época del año, sexo de la cría, tipo de parto y tipo de sistema de producción) de los pesos al nacimiento, además del peso y supervivencia al destete.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Población

El estudio se llevó a cabo con datos de 22 unidades de producción comercial en diferentes municipios del Estado de México obtenidos por el Centro de Mejoramiento Genético Ovino (CeMeGO), ubicado en el km 12.5 de la carretera Toluca-Atlacomulco en San Cayetano de Morelos, Municipio de Toluca, Estado de México. Los registros que utilizaron cruzamientos producto de la aplicación de inseminación artificial con sementales de la raza Charollais (n=3), con diferentes grupos genéticos de ovejas de la región: Criolla, Compuesta neozelandesa y ovejas F1 Charollais, Dorper, Dorset, Katahdin y Pelibuey.

Los sementales albergados en el CeMeGO se encuentran estabulados, suministrándoles una dieta integral a base de sorgo, soya, pasta de coco, harina de alfalfa y avena henificada, conteniendo 132 g de PC y 3.4 Mcal, manteniéndose bajo un estricto control sanitario de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-027-ZOO-1995 (SAGARPA, 2020). Los sementales cuentan con información genealógica (registro de raza) y productivos. El rebaño cuenta con hatillo libre de Brucella.

6.2 Registros de la población

La información fue analizada de un total de 22 rebaños ovinos que solicitaron el servicio de inseminación artificial (IA) en un periodo de 9 meses (abril a diciembre de 2018). Los datos fueron de aquellos corderos nacidos por inseminación artificial de septiembre de 2018 a mayo de 2019, obteniendo 559 corderos con registro del peso al nacimiento y 493 corderos con registro de peso y supervivencia al destete. Los corderos fueron nacidos producto del cruzamiento de la raza Paterna Charollais con ocho grupos genéticos de ovejas: criolla, F1 Charollais, F1 Dorper, F1 Dorset y F1 Hampshire, F1 Katahdin, F1 Suffolk y Compuestas Neozelandesas. Los corderos nacieron en primavera (n=78), verano (n=286), otoño (n=186) e invierno (n=9); 367 corderos de parto sencillo, 159 de parto gemelar y 33 de parto múltiple (trillizos y cuatrillizos).

Los corderos nacieron en unidades de producción con sistema estabulado (n=486), semiestabulado (n=895) y extensivo (46). Los datos productivos recabados y en control de los productores son: identificación (ID) del cordero(s), ID del padre, ID de la madre, raza del semental, ID del grupo genético de la oveja, ID del rebaño, número de parto de la madre, tipo de parto, sexo de la cría(s), días al destete, peso al nacimiento, así como del peso y supervivencia al destete. Para el peso al destete fueron ajustados a 60 días de edad.

6.3 Edición de la información y análisis estadístico

La información fue integrada en una base de datos y estructurada en una hoja de Excel, la cual fue transformada en archivos de texto con el programa Texpad. La información fue analizada mediante análisis genéticos basados en modelos mixtos (paquete estadístico JMP 8.0 from SAS), para estimar las medias mínimo-cuadráticas y obtener resultados que permitieron contrastar las pruebas de hipótesis planteadas. Se realizaron comparaciones múltiples de medias evaluando las significancias con el método de Tukey que no requiere de suposiciones de independencia (Daniel, 2005), por lo que es adecuado para comparar en forma adecuada medias mínimo cuadráticas obtenidas de modelos mixtos.

6.3.1 Modelos estadísticos

Se emplearon tres modelos mixtos para el análisis de cada una de las características estudiadas, siendo el mismo modelo empleado para peso al nacimiento, así como peso y supervivencia la destete, ajustados a 60 días de edad. El modelo es el siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + Gg_i + Te_j + En_k + Tp_l + Sx_m + ID_n + e_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = Peso al nacimiento, peso y supervivencia al destete.

μ = Media general.

Gg_i = Efecto fijo del i-ésimo nivel del factor grupo genético de la oveja, (n=5).

Te_j = Efecto fijo del j-ésimo nivel del factor tipo de explotación (n=3).

En_k = Efecto fijo del k-ésimo nivel del factor época de nacimiento (n=4).

Tp_l = Efecto fijo del l-ésimo nivel del factor tipo de parto (n=2).

Sx_m = Efecto fijo del m-ésimo nivel del factor sexo de la cría, (n=2).

ID_n = Efecto aleatorio del n-ésimo nivel del factor de la cría.

e_{ijklmn} = Error aleatorio.

7. LÍMITE DE ESPACIO

El Estado de México cuenta con una superficie de 22,351 km². Se localiza en el centro del país. El clima es templado subhúmedo, principalmente, con una temperatura media anual de 14.7 grados centígrados, y una precipitación total anual de 900 mm (Secretaría de Economía, 2017). El Estado de México se localiza al centro sur de la República Mexicana. Se sitúa entre los paralelos 19°25´ y 20°20´ de latitud norte y los meridianos 98°30´ y 100°30´ de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Colinda al norte con Querétaro e Hidalgo; al este con Puebla y Tlaxcala; al sur con Guerrero, Morelos y el Distrito Federal; al oeste con Michoacán. Los principales climas, de acuerdo con Köppen y modificados por García (1998), son el templado que predomina en los valles altos de la parte norte, centro y este de la entidad. Le sigue en importancia y extensión el clima semifrío, que se distribuye en regiones del centro y este, principalmente en el Valle de Toluca. En menor proporción están los climas cálidos y semicálidos, los cuales se ubican en el extremo sur del estado, en los límites con Guerrero, Morelos y Michoacán. El clima frío impera en pequeñas zonas de las partes más elevadas como el Nevado de Toluca y el volcán Popocatepetl. Las temperaturas medias anuales van de 6 °C a 28 °C. La precipitación anual oscila entre 600 y 1,800 mm (INEGI, 2018c).

El INEGI reporta que el número de cabezas registradas en “la estadística de sacrificio de ganado ovino” ha tenido una baja constante en su producción desde el año 2012 hasta el año 2017 (INEGI, 2018a). Incluso se han registrado bajas del 11.7% en el año 2018 con relación al año 2017 (INEGI 2018b).

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2, se muestra la estadística descriptiva general de los pesos al nacimiento y al destete, así como de la supervivencia al destete en corderos nacidos de la raza Charollais, producto de los diferentes cruzamientos con ovejas de diferentes genotipos y en diferentes unidades de producción del Estado de México. Como se puede observar, se encontraron valores que indican un peso promedio al nacimiento de 3.96 kg y al destete ajustado a 60 días de edad de 16.57 kg. Estos resultados son semejantes con los reportados en corderos puros en la República de Irlanda por Fitzmaurice *et al.* (2019), corderos puros en Moravia meridional, en la República Checa por Janoš *et al.* (2018), corderos puros en lo reportado por Osorio-Avalos *et al.* (2012), en México. También con Vázquez-Soria *et al.* (2011) en Querétaro, México, con una cruce de razas puras de Katahdin con Charollais. Asimismo, en la República Checa en corderos puros y sus cruces por Petr *et al.* (2009) o en corderos puros en lo reportado por Osorio-Avalos (2008) en México. Así como de un sobresaliente 91.1% de supervivencia de los corderos al destete; indicando con ello una buena capacidad de resistencia, quizá producto de los buenos rendimientos en los pesos mostrados en este estudio.

Cuadro 2. Estadística descriptiva general de las características evaluadas en corderos descendientes de la raza Charollais (puros y sus cruces).

Característica productiva	n	Media ± DS (kg)	Valor Mínimo-Máximo (kg)	Coefficiente de variación (%)
Peso al nacimiento (kg)	559	3.96 ± 1.47	1.2 - 8.3	37.11
Peso al destete (60 días)	493	16.57 ± 3.07	8.08 - 36.22	18.52
Supervivencia al destete	493	81.1 ± 8.5		31.29

En el cuadro 3, se observan los resultados obtenidos del estudio a partir de la aplicación del modelo mixto, obteniendo de ello las medias mínimo-cuadráticas y su error estándar, encontrando diferencias estadísticas significativas tanto en los efectos genéticos como de los efectos ambientales analizados ($P < 0.05$).

9.1 Efecto del genotipo de la oveja

Sobre los diferentes cruzamientos (Criolla, F1 Charollais, F1 Dorper, F1 Dorset, F1 Hampshire, F1 Katahdin, F1 Suffolk y Compuesta Neozelandesa), se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) para las tres características analizadas.

Con respecto al peso al nacimiento, los corderos nacidos, producto del cruzamiento con las ovejas F1 Charollais registraron los mayores pesos (3.49 ± 0.16 kg) con respecto a los corderos nacidos de madres F1 Hampshire, F1 Suffolk, F1 Dorset, Compuesta NZ y ovejas criollas ($P < 0.05$), sin mostrar diferencias estadísticas significativas con los corderos nacidos de oveja F1 Dorper y F1 Katahdin ($P > 0.05$); mientras que los rendimientos con menor peso fueron los registrados con corderos hijos de las ovejas Criollas (1.95 ± 0.35 kg). Es de hacer mención que los cruzamientos con las ovejas con genotipo F1 Dorper y F1 Katahdin mostraron rendimientos productivos del peso al nacimiento muy destacables (3.23 ± 0.14 kg y 3.32 ± 0.22 kg, respectivamente), pudiendo ser también una buena alternativa productiva para los ovicultores (Cuadro 3).

De acuerdo con los resultados encontrados, estos coinciden con los reportados por Vázquez Soria *et al.* (2011), quienes observaron mejores rendimientos en el peso al nacimiento (4.61 kg) en corderos producto de la cruce de Katahdin x Charollais que con otros cruzamientos aplicados en este estudio. Con respecto al peso al destete, la cruce con oveja Criolla obtuvo el mejor desempeño logrando un promedio de 20.49 kg. Y, finalmente, la cruce F1 Dorset obtuvo la media más alta con un 86.09% de supervivencia al destete. Los menores rendimientos de los pesos al destete a 60 días de edad (PDES_60d) fueron aquellos corderos nacidos de madres F1 Dorper y F1 Katahdin (15.79 ± 0.46 y $14.54 \text{ kg} \pm 0.64$, respectivamente) mostrando menor efecto de heterosis.

Es de observarse, que los menores rendimientos del peso al nacimiento fueron de aquellos corderos nacidos de madres criollas ($1.95 \text{ kg} \pm 0.35$), mientras que para el PDES_60d, se encontraron los mejores rendimientos en corderos ($20.49 \text{ kg} \pm 1.02$) con respecto a los corderos nacidos de las otras ovejas analizadas en este estudio ($P < 0.05$), indicando con ello una buena alternativa de cruzamiento para aquellos productores que conservan este recurso genético; quizá este resultado sea debido a un probable cambio productivo en que los productores observaron que la descendencia al nacimiento presentaban mejores características genéticas (diferentes), que aquellos corderos que nacían en otros ciclos productivos previos, mejorando condiciones medio ambientales (principalmente alimentación), además de la propia capacidad de adaptación de la oveja criolla. Estos resultados deberán considerarse con cierto margen, derivado a que los resultados fueron a partir de 11 corderos producto de este cruzamiento.

Con la presentación de rendimientos intermedios, el cruce de la raza Charollais con ovejas de raza compuesta neozelandesa, mostraron $2.87 \text{ kg} \pm 0.21$ y $18.15 \text{ kg} \pm 1.19$ de los pesos al nacimiento y PDES_60d, respectivamente, encontrando en ello un alto grado de heterosis. Los corderos nacidos de los genotipos de ovejas F1 Dorper y F1 Suffolk mostraron en este estudio rendimientos intermedios en los índices de supervivencia (82.27 ± 7.86 , 80.19 ± 7.25 , respectivamente) sin mostrar diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre ellas. Como puede observarse (cuadro 3), existe una tendencia significativamente positiva y fuerte para todas las razas, destacando las ovejas Compuesta Neozelandesa y Dorset.

Para la variable de la supervivencia al destete a los 60 días de edad (SUPDES_60d), los corderos de madres F1 Dorset, tuvieron los más altos índices de supervivencia de los corderos con respecto a los demás genotipos ($86.09 \% \pm 6.06$, $P < 0.05$), excepto los corderos de madres F1 Dorper ($P > 0.05$). También se encontró que los corderos hijos de la oveja F1 Charollais tuvieron los índices más bajos de supervivencia al destete, quizá debido a la disminución de la diversidad genética, ocasionando menor capacidad de adaptación al entorno, a diferencia de lo que se reportó Osorio-Avalos *et al.* (2012) y Osorio-Avalos (2008) en la región central de México, que fue totalmente lo opuesto, tanto para los corderos F1 Dorset, como para los F1 Charollais. De acuerdo a los resultados, como primeras opciones para producción se identifican las cruzas de Compuesta Neozelandesa, Dorset, Dorper, Hampshire y Suffolk, resultados que sugieren Bores-Quintero *et al.* (2002). Las cruzas de Suffolk y Hampshire fueron las más regulares constantes y equilibradas, sin ser sobresalientes, como lo reporta Bores-Quintero *et al.* (2002).

Los corderos de cruzas con Katahdin y F1 Charollais no presentaron los mejores desempeños productivos como lo encontrado por Hinojosa-Cuellar *et al.* (2013), quienes reportaron que las cruzas de Dorper y Katahdin con F1 Pelibuey X Blackbelly, que no fueron superiores en a la F1 Pelibuey x Blackbelly. Sin embargo, aunque los corderos nacidos de ovejas F1 Charollais tuvieron pesos más ligeros, también tuvieron menos variaciones en sus pesos, como lo describe Janoš *et al.* (2018). Sin embargo, Vázquez-Soria *et al.* (2011), reportan que el cruzamiento entre la raza Katahdin y Charollais arroja cifras bastante aceptables.

Cuadro 3. Medias mínimo cuadráticas y error estándar de los factores genéticos y ambientales para el peso al nacimiento, peso y supervivencia al destete en la raza Charollais.

CARACTERÍSTICA	Peso al nacimiento (kg)		Peso al destete (kg)		Supervivencia al destete (%)
	n	Media ± EE	n	Media ± EE	Media ± EE
Genotipo oveja					
Criolla	11	1.95 ± 0.35 ^e	9	20.49 ± 1.02 ^a	75.05 ± 9.17 ^{cd}
F1 Charollais	127	3.49 ± 0.16 ^a	113	15.86 ± 0.45 ^d	72.82 ± 4.83 ^d
F1 Dorper	236	3.23 ± 0.14 ^{ab}	214	15.79 ± 0.46 ^d	82.27 ± 7.86 ^{ab}
F1 Dorset	27	2.34 ± 0.24 ^d	25	17.82 ± 0.70 ^{bc}	86.09 ± 6.06 ^a
F1 Hampshire	75	2.81 ± 0.17 ^c	62	16.18 ± 0.51 ^c	79.27 ± 4.98 ^{bc}
F1 Katahdin	38	3.32 ± 0.22 ^{ab}	31	14.54 ± 0.64 ^e	77.23 ± 4.83 ^c
F1 Suffolk	7	2.17 ± 0.42 ^{de}	6	16.93 ± 1.19 ^c	80.19 ± 7.25 ^b
Compuesta NZ	38	2.87 ± 0.21 ^c	33	18.15 ± 1.19 ^b	77.46 ± 5.89 ^c
Época de nacimiento					
Primavera	78	2.87 ± 0.22 ^b	73	18.75 ± 0.69 ^a	86.75 ± 5.90 ^a
Verano	286	2.69 ± 0.12 ^c	260	16.44 ± 0.43 ^b	79.91 ± 3.33 ^b
Otoño	186	3.03 ± 0.12 ^a	160	15.73 ± 0.38 ^c	79.39 ± 2.73 ^b
Invierno	9	2.44 ± 0.37 ^d		sin dato	sin dato
Tipo de parto					
Sencillo	367	4.17 ± 0.13 ^a	344	17.83 ± 0.34 ^a	93.95 ± 3.63 ^a
Gemelar	159	2.44 ± 0.14 ^b	133	16.71 ± 0.37 ^b	86.30 ± 3.91 ^b
Múltiple	33	1.66 ± 0.22 ^c	16	16.38 ± 0.79 ^b	55.58 ± 5.69 ^c
Sexo					
Hembra	274	2.71 ± 0.14 ^b	237	16.96 ± 0.43 ^a	76.98 ± 3.92 ^b
Macho	285	2.81 ± 0.14 ^a	256	16.98 ± 0.42 ^a	80.24 ± 3.96 ^a
Tipo de explotación					
Estabulado	486	2.55 ± 0.17 ^c	46	17.89 ± 0.54 ^a	81.64 ± 4.53 ^a
Semiestabulado	895	2.94 ± 0.14 ^b	410	17.41 ± 0.36 ^b	79.58 ± 3.40 ^{ab}
Extensivo	46	3.84 ± 0.24 ^a	37	15.62 ± 0.65 ^c	74.62 ± 5.95 ^{bc}

*Literales diferentes a, b, c, d, e muestran diferencias estadísticas significativas (P<0.05). **Mayores rendimientos productivos.** **Menores rendimientos productivos.**

En otros estudios como los de Vázquez-Soria *et al.* (2011), Koutná *et al.* (2016) y Fritzmaurice *et al.* (2019), señalan que la raza no tiene efectos significantes en la mayoría de los parámetros de capacidad de crecimiento, que generalmente sólo tiene un efecto significativo en las ganancias diarias de peso desde el nacimiento hasta la edad de 100 días. También se demostró que los cruzamientos de diversas razas tuvieron un efecto positivo en la capacidad de crecimiento y características básicas en corderos machos, así como una relación positiva entre el peso al destete y la capacidad de crecimiento.

Osorio-Avalos *et al.* (2012) y Janoš *et al.* (2018) por su parte, publican que en corderos puros de raza Charollais, al nacimiento, obtuvieron un peso de 3.94 kg al nacimiento y 3.92 kg, respectivamente, lo cual es muy similar a lo encontrado en este estudio. También Osorio-Avalos (2008) y Osorio-Avalos *et al.* (2012) encontraron que los corderos Charollais, puros muestran destacados rendimientos productivos en cuanto al peso al nacimiento, destete y supervivencia al destete en comparación con otras razas como Dorper, Dorset, Suffolk y Hampshire.

Aceptables rendimientos de peso fueron registrados en la raza Charollais al destete por Fitzmaurice *et al.* (2019) y Petr *et al.* (2009), quienes en este caso Charollais estaba justo detrás de Texel y F1 Charollais x Texel, respectivamente; y también en el caso de Osorio-Avalos *et al.* (2008) y Osorio-Avalos (2012) en los que Charollais figuró como el mejor cruzamiento, contrario a lo reportado por Janoš *et al.* (2018). Sin embargo, estos fueron más pesados a los 100 días de edad. En la evaluación de la ganancia diaria de peso, los corderos de la raza Charollais alcanzaron una mayor tasa de crecimiento a partir del día 100 al 200 de vida cuando los corderos consumieron alimentos voluminosos y concentrados, Janoš *et al.* (2018). Esto no pudo ser observado en este estudio, porque no se tuvo acceso a datos de la etapa posdestete, no se sabe con certeza si la alimentación que recibieron los corderos fue concentrado, solo forrajes o pastoreo. En este estudio concluyeron, que no hubo diferencias significativas en cuanto a los pesos de los corderos de ambas razas. Sin embargo, de acuerdo con Janoš *et al.* (2018), la raza Suffolk creció más rápido del día 0 al 100, la raza Charollais creció más del día 100 al 200. De igual forma, Vázquez-Soria *et al.* (2011), reportan que hay un crecimiento acelerado después del destete en corderos Dorper, y de forma similar que en corderos Charollais.

Hay tendencias que indican una ganancia genética positiva que ocurre en todos los rasgos de pesos; estos fueron observados en todos los rasgos para la raza Texel, en el predestete para Suffolk y al destete para Charollais, de acuerdo con Fitzmaurice *et al.* (2019), Sin embargo, dichos resultados registrados para Charollais fueron diferentes, porque la raza Charollais tuvo un rendimiento mayor en el peso al destete junto con la raza Texel, quizás esto sea debido a que en el estudio se evaluaron corderos puros.

En estudios como el de Petr *et al.* (2009), al evaluar los corderos de la raza Charollais pura y Charollais x Suffolk, encontraron que tuvieron el mejor rendimiento al nacimiento con 4.52 kg en corderos puros y 4.58 kg en F1 Charollais x Suffolk, lo cual difiere del presente estudio, en el cual se registró un peso de 3.49 kg al nacimiento en corderos Charollais puros y 2.17 kg en corderos F1 Charollais x Suffolk. Quizá las diferencias sean debidas a las diferencias entre los sistemas de producción.

Así mismo, con cruzamientos similares, como el estudio de Vázquez Soria *et al.* (2011), pese a que se encontró que los corderos F1 Charollais x Katahdin registraron pesos más altos al nacimiento (4.61 kg) que en este estudio (3.32 kg); se demuestra que este cruzamiento es de los que presentaron mejores en este estudio para la raza Charollais.

En relación al peso al destete, Fitzmaurice *et al.* (2019), Janoš *et al.* (2018) y Petr *et al.* (2009) difieren con los resultados encontrados aquí, ya que menciona que los corderos de la raza Charollais, obtuvieron un peso al destete a los 46 días de 20.58 kg, a los 30 días de 12.62 y a los 70 días de 22.10 kg; 14 días menos, 30 días menos y 10 días más de edad al destete, respectivamente, en contraste a los 15.16 kg encontrados en este estudio.

De igual manera, Vázquez Soria *et al.* (2011) difiere de los 14.54 kg encontrados al destete de corderos producto de la cruce de Charollais x Katahdin; quienes en su estudio mostraron un peso al destete (62-66 días de edad) de 20.85 kg. Asimismo, en los estudios de Vázquez Soria *et al.* (2011), Osorio-Avalos *et al.* (2012) y Janoš *et al.* (2018) se encuentran valores más altos en la raza Charollais y sus cruces que en este estudio; como en los corderos estudiados por Petr *et al.* (2009), productos de la cruce de Charollais x Suffolk, quienes tuvieron un peso de 22.30 kg en comparación con los 16.93 kg del presente trabajo. Quizás, debido a un mejor manejo y condiciones ambientales en las que se hayan llevado a cabo dichos estudios. No olvidar las condiciones propias de las unidades de producción prevalecientes en el Estado de México.

9.2 Efecto época de nacimiento

Los corderos nacidos en otoño tuvieron los índices más altos en cuanto al peso al nacimiento (3.03 ± 0.12 , $P < 0.05$), respecto a los corderos nacidos en verano e invierno, no mostraron diferencias estadísticas significativas con los corderos nacidos en la época de primavera (cuadro 3).

Pese a que los corderos nacidos en otoño consiguieron los mayores pesos al nacimiento, disminuyeron mucho su peso y supervivencia al destete; obteniendo los peores índices en estos dos rubros, derivado principalmente a la disponibilidad de forrajes en cada época y a las condiciones ambientales, siendo un reto para los corderos con menos capacidad de adaptación, menor calidad en el manejo y disponibilidad de alimento.

Puede pensarse que las madres de los corderos nacidos en otoño tuvieron una gran disponibilidad de alimento previa, en cuanto a forrajes; por tanto, los pesos al nacimiento fueron tan grandes; sin embargo, en otoño e invierno la disponibilidad de forrajes disminuyó; es por ello que los corderos nacidos en esta época no obtienen los nutrientes necesarios para mejorar sus pesos al destete y, debido a la época, la supervivencia de los corderos al destete también es baja. Al contrario de ello, los corderos nacidos en primavera tuvieron los mejores pesos al destete a causa de la disponibilidad de forrajes, independientemente del tipo genético de la oveja, obteniéndose los mejores porcentajes de supervivencia al destete.

Estos resultados son similares a los encontrados reportados por Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2013) en corderos que nacieron en época de sequía (febrero a abril) en Tabasco, México, en corderos de la raza F1 Pelibuey x Blackbelly y esta a su vez con cruce de Katahdin y Dorper. Los nacidos en verano tuvieron un rendimiento regular, al nacimiento (2.69 ± 0.12) al destete (16.44 ± 0.43) y supervivencia al destete (79.91 ± 3.33). Osorio-Avalos (2008), Vázquez Soria *et al.* (2011), Hinojosa *et al.* (2013) y Janoš *et al.* (2018) coinciden, y que a diferencia de este estudio, en que la mejor época de nacimiento para los corderos, independientemente de su genotipo, es la época seca, un periodo en México entre invierno y primavera (febrero – abril).

9.3 Efecto tipo de parto

Aunque se obtuvo mayor tamaño de muestra para el sencillo y gemelar, podemos, aun así, inferir que el tipo de parto múltiple tiene malos escenarios en cada aspecto: peso al nacimiento, peso al destete y supervivencia al destete.

Los partos gemelares y múltiples obtuvieron los menores índices productivos para las tres variables. Esto lo podemos inferir porque la cantidad de nutrientes y leche se divide entre varios corderos y no todos obtienen los mejores rendimientos. El índice de mortalidad en el tipo de parto múltiple es bastante alto, cerca del 50%; y aquellos corderos que sobrevivan, tendrán pesos al nacimiento y al destete con notables bajos rendimientos productivos.

Es un dato conocido que el tipo de parto tiene una influencia muy grande en el peso al nacimiento de la camada; un tipo de parto singular o único tiene una relación positiva con los mayores pesos al destete, lo cual se vio reflejado en este estudio y como lo reporta Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2013) en cruzas de Dorper y Katahdin con F1 Pelibuey X Blackbelly en Tabasco. Sin embargo, Janoš *et al.* (2018), reporta que en corderos puros en la República Checa también se ven afectadas negativamente las ganancias de peso diarias de los días 100 a 200 de edad si es que son de tipo de parto gemelar o triple; las cuales no muestran diferencias significativas entre sí. También, si el tipo de parto es simple, la intensidad de crecimiento es mayor, mientras que, si es gemelar o triple, es menor.

Es de conocimiento que el tipo de parto influye en el peso al nacimiento y al destete; siendo así que, los corderos nacidos de partos simples tienen mejores pesos al nacimiento y al destete, así como lo reportan Osorio-Avalos (2008), Petr *et al.* (2009) y Ramírez-Tello *et al.* (2013). Tal es el caso de autores que reportan hasta 600 gramos de diferencia entre un parto simple y uno gemelar o triple; de los cuales, estos últimos dos no presentan mucha diferencia entre sí, como Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2013), o como Rosov & Gootwine (2013), quienes reportaron un kilo de diferencia entre un parto simple y uno gemelar.

9.4 Efecto tipo de sexo

En cuanto al sexo, hubo rendimientos que eran de esperarse. Los corderos machos obtuvieron los mejores índices en cada aspecto. Los pesos al nacimiento y al destete son casi idénticos entre machos y hembras, siendo mayores los de los machos por no más de 100 gramos en cada uno. Sin embargo, el porcentaje de supervivencia fue mayor en los machos por casi un 4%, quizá esto dado a un mayor peso que está correlacionado positivamente con la supervivencia, aunque esto también puede deberse a la época del año. De igual forma, se puede observar un desempeño ligeramente mayor de los machos con relación a las hembras, tal como lo describe Bores-Quintero *et al.* (2002), Petr *et al.* (2009), Hinojosa-Cuéllar *et al.* (2013), Ramírez-Tello *et al.* (2013) y Janoš *et al.* (2018) en cruces de F1 Pelibuey con Blackbelly x Dorset, Hampshire y Suffolk.

El sexo tiene un efecto positivo en la intensidad de crecimiento y las características a la canal, como lo expone Janoš *et al.* (2018), quienes indican que siempre hubo un crecimiento mayor en los machos que en las hembras, a excepción de los intervalos en las ganancias diarias de peso del día 30 al 100; esto también fue observado en lo estudiado por Bores-Quintero *et al.* (2002), Osorio-Avalos (2008) y Koutná *et al.* (2016).

9.5 Efecto tipo de explotación

Se analizaron tres tipos de explotación, estabulado, semiestabulado y extensivo; en cuanto al peso al nacimiento, el sistema de explotación extensivo fue el que registró los más altos pesos al nacimiento con respecto a los corderos nacidos en sistemas semiestabulado y estabulados (3.84 ± 0.24 kg, $P < 0.05$), mostrando bajo este tipo de explotación que, durante la gestación, las ovejas tienen la posibilidad de seleccionar su alimento. Se puede decir que las ovejas no sufren un mayor estrés de tipo de explotación estabulado y semiestabulado; sin embargo, los pesos al destete y los índices de supervivencia se redujeron bastante, siendo los peores de los tres, debido a que estando en una explotación extensiva, el peso al destete puede bajar debido a la época del año, la disponibilidad de forrajes y al tipo de clima debido a la estación del año.

En cuanto a los pesos al nacimiento, en el tipo estabulado fueron bajos, debido, tal vez al estrés que viven las ovejas durante la gestación hasta el parto, se pudo observar un efecto sobre los corderos en el peso al nacimiento. Una vez que los corderos crecen, los corderos encontrados en el tipo de explotación estabulado, tuvieron los mejores rendimientos de peso y porcentajes de supervivencia al destete, siendo estos los más altos con relación al tipo semiestabulado, no encontrando diferencias significativas ($P>0.05$), pero sí con el tipo de explotación extensivo ($P<0.05$).

El tipo semiestabulado obtuvo rendimientos productivos intermedios entre los sistemas estabulado y el extensivo. En los tipos de explotación estabulados, los rendimientos productivos del peso al destete (17.89 ± 0.54 kg) y supervivencia al destete ($81.64 \pm 4.53\%$) fueron mayores que en los semiestabulados (17.41 ± 0.36 kg y $79.58 \pm 3.40\%$, respectivamente) y los extensivos (15.62 ± 0.65 kg y $74.62 \pm 5.95\%$, respectivamente). El tipo de explotación fue significativo para el peso al nacimiento y al destete; tal como lo reporta Osorio-Avalos (2008), en corderos criados en pastoreo (extensivo), que registraron mayores rendimientos en los pesos al nacimiento que aquellos nacidos en sistemas de estabulación y mixto. De igual manera, Osorio-Avalos (2008), reportó que el sistema estabulado registró un mayor promedio de peso al destete que el mixto (semiestabulado). A diferencia de Osorio-Avalos (2008), el tipo de explotación extensivo no alcanzó buenos rendimientos productivos para el peso al destete y la supervivencia al destete, quizás debido a la región climática y disponibilidad de forraje en los años de estudio.

10.- CONCLUSIONES

Los rendimientos productivos de las variables analizadas en este estudio fueron diferentes de acuerdo al tipo de cruzamiento usando a la raza Charollais como línea paterna. Los mejores rendimientos productivos para el peso al nacimiento fueron logrados en corderos nacidos producto del cruzamiento con las cruzas de F1 Charollais, F1 Katahdin, F1 Dorper y Compuesta Neozelandesa. Mientras que, para el peso al destete a los 60 días de edad, los mejores rendimientos fueron con corderos producto de las cruzas con ovejas Criolla, Compuesta Neozelandesa y Dorset y Suffolk, y los promedios más altos de supervivencia al destete fueron los corderos de todas las cruzas con Dorset, F1Dorper, Suffolk y Hampshire. Con ello se puede observar una buena alternativa para eficientizar los procesos productivos en corderos al destete en unidades de producción del Estado de México. Asimismo, la raza paterna Charollais, es una buena alternativa productiva en cruzas principalmente con las líneas maternas Criolla y ovejas de cubierta de pelo. Los efectos ambientales cumplen un rol importante y cómo interactúan en el desempeño productivo de los corderos dentro del periodo del nacimiento al destete, como se ha encontrado en diferentes estudios en México y el mundo.

RECOMENDACIONES.

Continuar estudio dirigidos a la evaluación de cruzamientos terminales con otras razas paternas en los que se emplee el mayor número posible de sementales con mayor número de descendencias, principalmente para verificar el potencial productivo de la oveja criolla, evitando sea valorado el efecto individual que pudiera aportar un semental, más que el efecto de la raza paterna en su conjunto.

11.- LITERATURA CITADA

- Alonso-Hernández M. (2013): Comportamiento productivo de corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con moruecos de tres razas productoras de carne. Tesis, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, División de Ciencia Animal, Coahuila, agosto 2013.
- AMCO (2007): Asociación mexicana de criadores de ovinos. http://www.uno.org.mx/razas_ovinas/catalogo_razas.pdf (12 de Junio de 2019).
- Bores-Quintero R., Velázquez-Madrazo P., Heredia A. (2002). Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Téc Pecu Méx* 40, 71-79.
- Castellaro, G. (2013): Razas ovinas y su rol en los sistemas de cruzamientos orientados a la producción de carne en la Región de los Lagos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Circular de Extensión Técnico Ganadero 34: 2-17.
- Castro, H., Garza, R. y Cadenas, B. (2003): Bases de datos para ovinos y su utilización en evaluaciones genéticas: caso de estudio de los ovinos del sur de México.
- Charollais–Galicia (2019): La raza Charollais o Charolesa <http://charollais-galicia.blogspot.com/p/la-raza-charollais-o-charolesa.html> (28 de Mayo de 2019).
- Cienfuegos-Rivas, A. Gonzáles-Reyna, J. Hernández-Meléndez, P. Zárate-Fortuna, M. A. Ibarra-Hinojosa, F. A. Lucero-Magaña y J. C. Martínez González (2010): Mejoramiento genético de la producción ovina mediante estrategias de cruzamientos con razas de pelo. Facultad de Ingeniería y Ciencias. División de estudios de Postgrado e Investigación Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tampico. Mexico.
- De Lucas, Trón, J. y Arbiza, A. S. (2000): Producción ovina en el mundo y México. Editores Mexicanos Unidos, S. A., D.F.
- De Lucas Trón, J. (2006): “Razas ovinas lanadas en la producción de carne en México”. Memorias “primer semana nacional de la ovinocultura”. Tulancingo, Hidalgo, 04 Agosto 2006.
- Daniel, W. (2005): Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Cuarta Edición. Limusa Wiley. México, D.F.

- Ecured (2019): Charollais (oveja) [https://www.ecured.cu/Charollais_\(oveja\)](https://www.ecured.cu/Charollais_(oveja)) (28 de Mayo de 2019).
- Falconer, D. S. y Mackay, T. F. C. (2006): Introducción a la genética cuántica. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España.
- Fitzmaurice, S., Conington, J., Fetherstone, N., Pabiou, T., McDermott, K., Wall, Banos, G. & McHugh, N. (2019). Genetic analyses of live weight and carcass composition traits in purebred Texel, Suffolk and Charollais lambs. *Animal*, 14(5), 899-909. doi:10.1017/S1751731119002908
- Gama, T. L. (2002): Melhoramiento genético animal. Escolar editora. Dinternal, Lisboa, Portugal.
- García, E.M. (1998): Modificación del sistema de clasificación climatológica de Köpen. Cuarta Edición, Indianápolis, México, D.F.
- Hinojosa-Cuéllar, J., Oliva-Hernández, J., Torres-Hernández, G., & Segura-Correa, J. (2013). Comportamiento productivo de corderos F1 Pelibuey x Blackbelly y cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. *Archivos de medicina veterinaria*, 45(2), 135-143.
- INEGI (2018a): Producción, consumo e inversión: Principales características de la estadística de sacrificio de ganado según especie <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=100001318> (14 de Febrero de 2019).
- INEGI (2018b): Producción, consumo e inversión: Principales características de la estadística de sacrificio de ganado según especie <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=100001319> (14 de Febrero de 2019).
- INEGI (2018c): Mapa Raster de Climas <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825292775> (1 de marzo de 2019)
- Janoš, Tomáš & Filipčík, Radek & Hošek, Martin. (2018). Evaluación de la intensidad de crecimiento en ovinos Suffolk y Charollais. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 66. 61-67. 10.11118/actaun201866010061.
- Koutná, S., Kuchtík, J. & Filipčík, R. (2016). Efecto del genotipo en el crecimiento y características básicas a la canal en corderos machos. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeliana Brunensis*, 64(3): 821– 824

- Lara, J. (2003): Utilización de cruzamientos en la producción ovina. 1er Simposium Internacional de Ovinos de Carne; desafíos y oportunidades para la ovinocultura en México ante los nuevos esquemas de mercado abierto. Pachuca, Hidalgo, México.
- 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, Volume 17, Number 3, pages 50-59.
- Martínez-González, S., Aguirre-Ortega, J., Gómez-Danés, A., Ruíz-Félix, M., Lemus-Flores, C., Macías-Coronel, H., Moreno-Flores, L., Salgado-Moreno, S., Ramírez-Lozano, M. (2010): Tecnologías para mejorar la producción ovina en México. Revista Fuente Año 2, No. 5, Diciembre 2010 ISSN 2007 – 0713.
- Momani-Shaker, Mohamed & Abdullah, Abdullah & Bláha, J & Kridli, Rami & Šáda, I. (2002): Rendimiento de engorde a características en canal de corderos macho Awassi, cruza F1 de Romanov X Awassi y Charollais X Awassi en Jordán. Diario Checo de Ciencia Animal. 47. 429-438.
- Mueller, J. (1996): Objetivos de mejoramiento genético para rumiantes menores. XXXIX Reunión Anual Sociedad de genética de Chile. Viña del Mar, Chile.
- New Mexico State University (2000): Sheep Production and Management. Cooperative Extension Service College of Agriculture and Home Economics. Las Cruces, New Mexico.
- Nicholas, F. W. (1998): Introducción a la genética veterinaria. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Osorio-Avalos, J (2008). Efectos de raza sobre el crecimiento y supervivencia al destete en corderos. Tesis de Maestría. Programa de Maestría en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F.
- Osorio-Avalos, J; Montaldo, H.H., Valencia-Posadas, M., Castillo-Juárez, H., Ulloa-Arvizu, R (2012): Breed and breed x environment interaction effects for growth traits and survival rate from birth to weaning in crossbred lambs. J. Anim. Sci., 90:4239-4247.
- Ossa, G. A. (2017): Mejoramiento genético aplicado a los sistemas de producción de carne. Produmedios, Bogotá, DC, Colombia.
- Partida de la Peña J. (2009): Uso del cruzamiento en ovinos para la producción de carne de alta calidad. CENID, INIFAP, Querétaro, Julio 2009. ISBN 978-607-425-157-9.

- Partida de la Peña, J., Braña Varela, D., Jiménez Severiano, H., Ríos-Rincón, F., Buendía-Rodríguez, G. (2013): Producción de Carne Ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal (CENID), INIFAP, Querétaro, Mexico, Julio 2013.
- Petr, R., Dobeš, I. & Kuchtík, J. (2009). Evaluación del crecimiento, carnosidad y gordura in vivo de razas puras y sus cruzas. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeliana Brunensis*, 57(2): 79–86.
- Ramirez-Tello, J., Torres-Hernández, G., De la Cruz-Colín, L., Ochoa-Cordero, M., Suárez-Espinosa, J. (2013). Evaluación de factores ambientales que influyen en características de crecimiento del nacimiento al destete de corderos Hampshire. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 4(1), 117-125.
- Rosov, A. & Gootwine, E. (2013). Birth weight, and pre-postweaning growth rates of lambs belonging to the Afec-Assaf strain and its crosses with the American Suffolk. *Small Rumin. Res.*, 113(1): 58–61.
- Schiller, K., Grams, V., Bennewitz, J. (2015): Análisis del crecimiento y conversión alimenticia de corderos alemanes de raza pura y cruzas de la raza “Merinolandschaf”. Instituto de Ciencia Animal, Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania, Abril de 2015.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-027-ZOO-1995, Proceso zoosanitario del semen de animales domésticos. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. <https://www.ecolex.org/details/legislation/nom-027-zoo-1995-proceso-zoosanitario-del-semen-de-animales-domesticos-lex-faoc017607>. Fecha de consulta: 3 de septiembre de 2020.
- Secretaría de Economía (2017): Información económica y estatal Estado de México https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/201641/estado_de_mexico_2017_02.pdf (07 de febrero de 2019).
- Sheep Production Handbook (2002): Sheep Production Handbook. American sheep Industry Association, Inc. Volume 8.
- Shull, H. G. (1948): What is “Heterosis”. Princeton University, Princeton, New Jersey.
- Sisto, A. (2010): Departamento de etología y fauna silvestre; importancia del bienestar en caprinos y ovinos, UNAM <http://amaltea.fmvz.unam.mx/ETOLOGIA/TEMAS/IMPORTANCIA%20DEL%20BIENESTAR%20EN%20CAPRINOS%20Y%20OVINOS.pdf> (14 de Febrero de 2019).

- Vázquez-Soria, E., Partida de la Peña, J., Rubio-Lozano, M., 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. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2011;2(3):247-258.