

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**FACTORES AMBIENTALES Y SU INFLUENCIA EN EL PESO AL NACIMIENTO Y
DESTETE DE BOVINOS CHAROLAIS**

JOSE ANGEL MIRANDA GALLARDO

4-801-778

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2023

**FACTORES AMBIENTALES Y SU INFLUENCIA EN EL PESO AL NACIMIENTO Y
DESTETE DE BOVINOS CHAROLAIS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE
SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

Prof. REGGIE GUERRA Ph.D. DIRECTOR _____

Prof. NEFTALÍ APARICIO M.Sc. JURADO _____

Prof. GERARDO SANDOYA M.Sc. JURADO _____

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPUBLICA DE PANAMÁ**

2023

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme haberme ayudado alcanzar otra meta más en mi vida, por los momentos llenos de alegría, felicidad.

A mis padres que siempre me dieron su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios, sin ellos no lo hubiese logrado.

A mi asesor de tesis el PhD. Reggie Guerra quien me ayudo y me orientó en este trabajo, también por la dedicación que le dio a la investigación y por la amabilidad que ha tenido con mi persona

Agradezco a mis amigos y hermanos que siempre estuvieron apoyándome en las buenas y malas, los quiero mucho (Nuriza, Daniel, Jorge, Maybeth, Eileen y Helí)

También quiero agradecer a las personas que Dios puso en mi camino en los momentos menos esperados para brindarme momentos felices y para levantar mis ánimos y ayudarme a comprender los procesos que con lleva la vida.

DEDICATORIA

Primeramente, quiero dedicarle este logro a Dios quien es mi guía principal en mi vida que nunca me ha abandonado en este largo camino.

También quiero dedicárselo a mi madre Yamileth Gallardo y a mi padre Erasmo Barría, por sus bueno consejos y por el amor incondicional que me brindad diariamente.

A mi abuela Hermelinda y a mi abuelo José por ser ese pilar en mi familia y siempre brindarnos amor.

Con mucho amor ¡Muchas Gracias!

José A. Miranda G

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
INDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Razas productoras de carne	4
2.1.1 Razas continentales.....	4
2.1.1.1 Raza Charoláis.....	4
2.2. Parámetros productivos relacionados al crecimiento de bovinos de carne.	6
2.2.1. Peso al Nacimiento	6
2.2.2. Peso al Destete.....	7
2.3. Factores ambientales que influyen el crecimiento de bovinos de carne	8
2.3.1. Época.....	9
2.3.2. Número de parto	10
2.3.3. Habilidad materna.....	11
III. METODOLOGÍA.	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
V. CONCLUSIONES	30
VI. RECOMENDACIONES	31
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

INDICE DE TABLAS

Número	Título	Pág.
1	Peso al nacimiento (PN) y peso al destete ajustado 205 días (P205).....	18
2	Peso al nacimiento (PN) con respecto a la época de nacimiento.....	21
3	Peso al destete 205 días con respecto a la época de nacimiento....	21
4	Peso al destete 205 días con respecto a la época de destete.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Título	Pág.
1	Ejemplares de la raza Charolais.....	5
2	Temperaturas ambiental máxima y mínima en la región estudiada	12
3	Precipitaciones anuales del área de estudio.....	13
4	Peso al nacimiento (PN) de las crías de acuerdo con el sexo.....	18
5	Peso al destete ajustado a 205 (P205) en relación con el sexo.....	19
6	Peso al nacimiento (PN) por número de partos.....	20
7	Peso al destete ajustado 205 días (P205) por número de partos...	20
8	Peso al nacimiento (PN) en relación con el año de nacimiento...	22
9	Peso al destete ajustado a 205 días (P205) con respecto al año de nacimiento.....	23

JOSÉ A. MIRANDA. 2023. FACTORES AMBIENTALES Y SU INFLUENCIA EN EL PESO AL NACIMIENTO Y DESTETE DE BOVINOS CHAROLAIS.

RESUMEN

En las condiciones de las tierras altas chiricanas la raza Charolais es una buena alternativa para producir carne de calidad. En este sentido, para aumentar su eficiencia productiva, es importante conocer los factores ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo de los animales y su consiguiente productividad. El objetivo del presente trabajo fue determinar la influencia de factores ambientales en el desempeño al nacimiento y destete de bovinos Charolais en las tierras altas de Chiriquí. Para esto se analizaron 1880 registros productivos individuales con información de peso al nacimiento (PN) y peso al destete ajustado a 205 días (P205) de una finca ubicada en el distrito de Tierra Altas. Se utilizó un modelo mixto para determinar el efecto fijo de año de nacimiento (2004-2018), época de nacimiento (seca, lluviosa), número de partos (1,2,..7) y sexo de la cría (macho, hembra) sobre las variables PN y P205, en tanto, se utilizó como efecto aleatorio la madre. En el caso del P205 se incluyó PN como covariable. Adicionalmente se evaluó el nivel de correlación entre PN y P205. Las medias obtenidas para PN y P205 fueron 78.85 y 417.08 lbs respectivamente. El PN se vio afectada ($P < 0.05$) por el sexo y número de parto; mientras que el P205 fue afectado ($P < 0.05$) por el sexo, número de partos y la época de destete. Finalmente, se encontró un valor de correlación de +0.28 entre el PN y P205. Se concluye que los factores ambientales influyen en el comportamiento del crecimiento del ganado Charolais y deben ser considerados al momento de tomar decisiones de manejo y mejora genética en los hatos de esta raza en las condiciones de estudio.

Palabras claves: correlación, eficiencia productiva, época, modelo mixto, sexo de la cría.

JOSÉ A. MIRANDA. 2023. ENVIRONMENTAL FACTORS AND THEIR INFLUENCE ON BIRTH AND WEANING WEIGHT OF CHAROLAIS CATTLE

ABSTRACT

In the conditions of the highlands of Chiriquí, the Charolais breed is a viable alternative for producing quality meat. In this regard, to enhance its productive efficiency, understanding the environmental factors influencing the growth and development of animals and their subsequent productivity is of paramount importance. The objective of this study was to determine the influence of environmental factors on the birth and weaning performance of Charolais cattle in the highlands of Chiriquí. A total of 1880 individual production records were analyzed, encompassing information on birth weight (BW) and weaning weight adjusted to 205 days (WW205) from a farm located in the district of Tierra Altas. A mixed-effects model was employed to ascertain the fixed effects of birth year (2004-2018), birth season (dry, rainy), parity number (1,2,...7), and calf sex (male, female) on the variables BW and WW205, with the dam considered as a random effect. In the case of WW205, BW was included as a covariate. Additionally, the level of correlation between BW and WW205 was assessed. The mean values obtained for BW and WW205 were 78.85 and 417.08 lbs, respectively. BW was influenced ($P < 0.05$) by sex and parity number, while WW205 was affected ($P < 0.05$) by sex, parity number, and the weaning season. Finally, a correlation value of +0.28 was found between BW and WW205. It is concluded that environmental factors influence the growth performance of Charolais cattle and should be considered when making management and genetic improvement decisions in herds of this breed under the study conditions.

Keywords: correlation, productive efficiency, season, mixed model, offspring's sex.

I. INTRODUCCIÓN

La producción alimentaria mundial tendrá que incrementarse más de un 75% en los próximos 30 años para poder hacer frente al crecimiento demográfico. Según un análisis de Martínez *et al.* (2012), en el área de producción bovina de carne, es necesario implementar mejores prácticas con énfasis en manejo reproductivo, genético, sanitario, recursos forrajeros y contar con un sistema de evaluación acorde a las necesidades del sistema productivo.

Según Dickerson (1978), en la gran mayoría de las explotaciones ganaderas productoras de carne, las características que mayor influencia tienen en los costos de operación son la eficiencia reproductiva de la vaca, que se mide según el porcentaje de terneros destetados y el comportamiento productivo del ternero.

Martínez (1986) y Alejo *et al.*, (2000) mencionan que las características de porcentaje de partos distócicos, peso al nacimiento, supervivencia perinatal, peso de destete y porcentaje de terneros destetados, son afectados por factores genéticos, como la raza de los progenitores y el grado de heterosis que presente la cría; y por factores ambientales, como el manejo de la finca, la nutrición animal, la edad de la vaca, su condición corporal durante la gestación y el postparto, su amplitud pélvica y el sexo de la cría.

La producción animal realizada de manera eficiente debe incluir selección de progenitores que tengan la capacidad de transmitir características productivas de importancia económica, tal como lo son el peso al nacimiento y peso al destete (Alejo *et al.*, 2000). Para formular programas de mejoramiento genético óptimos y evaluar el

progreso genético de programas en marcha, es necesario contar con estimadores de parámetros genéticos para características de crecimiento, teniendo en cuenta que los parámetros genéticos son específicos para cada población de ganado bovino (Ríos *et al.*, 2007).

El encontrar genotipos con una mejor respuesta en el ambiente tropical, desde el punto de vista de la eficiencia, contribuirá más fácilmente al establecimiento de un sistema de producción bovina con desarrollo sostenible, haciendo mejor uso de los recursos naturales y reduciendo al mismo tiempo la presión sobre los mismos (Vázquez, 1996).

Según Chin *et al.*, (2012) para estimar los parámetros genéticos y predecir valores genéticos confiables, los registros de comportamiento se deben corregir por los efectos ambientales, ya que estos pueden disminuir la precisión de las evaluaciones genéticas y con ello la selección de reproductores puede ser errónea.

Aumentar la eficiencia en la producción de ganado requiere la evaluación de cómo los factores ambientales pueden influir en el rendimiento genético de las vacas tanto como en las crías de estas. Además, se considera la cría en un contexto que promueva el uso sostenible de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad. Para mejorar los parámetros productivos, se busca complementar la gestión con prácticas genéticas que maximicen el seleccionar poblaciones aptas para cada sistema de producción (Davis *et al.*, 1994)

En Panamá se cuenta según el INEC (2020), con un total 1,505,500 cabezas de ganado, de este total 1,020,500 de cabezas representan la actividad de cría en Panamá. Pero a pesar de esto, una de las limitantes para lograr desarrollar

evaluaciones genéticas es la falta de registros que nos permitan visualizar el comportamiento de los animales en distintos puntos de la geografía nacional y así tomar decisiones y lograr con mayor éxito el avance genético en el país.

Por lo tanto, se planteó como objetivo determinar la influencia de factores ambientales en el desempeño al nacimiento y destete de bovinos Charolais en las tierras altas de Chiriquí.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Razas productoras de carne

El biotipo de las razas productoras de carne surgió como consecuencia de seleccionar específicamente por características de producción (crecimiento, contenido y distribución de grasa, tamaño adulto). Es decir, no se buscó un biotipo predeterminado que satisficiera un objetivo, sino que el biotipo cambió como consecuencia de seleccionar reproductores que dieran ejemplares con características de producción de acuerdo a los mercados actuales (Bavera, 2009).

2.1.1 Razas continentales

Este ganado tiene sus raíces en Europa continental. Generalmente presenta un tipo de novillo pesado, que se termina entre los 460 y 560 kg. No se adaptan tan bien al crecimiento compensatorio como las británicas, ya que al ser realimentadas recién se terminan a pesos superiores a los 560 kg. Tienen rendimientos en pesos de terminación del 60-62 %, mayores que los de los británicos. Entre ellas se mencionan: Marchigiana, Charoláis, Simmental, Limousin, Braunvieh (suizo de carne), Piamontesa, entre otras (Carrazonni, 1998).

2.1.1.1 Raza Charoláis

La raza Charoláis es de origen francés y se destina para la producción de carne la cual se basa en la calidad y cantidad de carne, esto ha vuelto muy popular a la raza, por la particularidad de ser un animal fácil de criar con temperamento tranquilo, que se adapta rápidamente a todo sistema de producción con excelentes resultados de

ganancia de peso ya sea como raza pura o en cruces con razas cebuinas (Zabala, 2017).

Es una raza de gran tamaño, porte y contextura, de cuerpo ancho y pecho profundo, ancas bien separadas, muslos abiertos y miembros posteriores muy bien desarrollados lo que forman un cuarto trasero muy ancho y de masas musculares de superior desarrollo con respecto a otras razas de carácter cárnico (figura 1), es utilizada en algunos países del mundo como la raza doble propósito de gran eficiencia, la razón, es que puede producir carne y leche (Asocharolaise, 2021).



FIGURA 1. Ejemplar de la raza Charolais

Jaramillo (2014) menciona que el Charolais es una antigua raza de uso múltiple, convertida en raza de carne. Presenta muy buena conformación cárnica. Es apreciada

por la calidad de su carne, de bajo contenido en grasa. Las vacas son apreciadas por sus cualidades de cría como son la fertilidad y prolificidad (alta tasa de partos de gemelos), buena producción de leche para la alimentación de los terneros (la mejor entre las razas de carne), muy alta velocidad de crecimiento (hasta 2,5 kg por día) y ser un animal rústico, con una buena capacidad de adaptación a diferentes condiciones de cría, notablemente una elevada ganancia de peso con forrajes.

2.2. Parámetros productivos relacionados al crecimiento de bovinos de carne.

Un componente importante a evaluar para estimar la rentabilidad en la producción de carne bovina, es el crecimiento de las crías desde el nacimiento hasta el sacrificio, lo que implica un óptimo crecimiento pre y post destete, además de la eficiencia reproductiva de la vaca (Martínez *et al.*, 2006).

En el mejoramiento genético de bovinos para carne las características asociadas al crecimiento, como los pesos al nacimiento, al destete y al año, son importantes para la eficiencia de los sistemas de producción y se consideran en los criterios de selección (Jensen & Mao, 1991).

2.2.1. Peso al Nacimiento

El peso al nacer se presenta como el primer registro que se obtiene de un animal para comenzar su vida productiva, está asociado a pesos posteriores, y es de gran importancia como base para la selección, con el objeto de evitar partos distócicos y alcanzar pesos al sacrificio en un periodo más corto (Ossa *et al.*, 2005). Es una característica de la capacidad de supervivencia de los terneros, ya que pesos livianos

se relacionan con animales débiles y pesos elevados predisponen a la vaca a partos distócicos (Martínez *et al.*, 2004)

Su importancia radica en el hecho de que actualmente, se pueden favorecer toros que producen hijos más livianos al nacimiento (diferencia esperada de la progenie negativa para el peso al nacimiento), con la finalidad de minimizar problemas de distocia. Los terneros muy pesados al nacimiento presentan mayores tasas de mortalidad que terneros de pesos intermedios, principalmente debido a problemas durante el parto. Sin embargo, se debe resaltar que, en el caso de los bovinos el peso reducido al nacer conduce a mortalidades superiores a aquellas relacionadas con un peso elevado (considerando los casos de distocia). Por lo tanto, pesos intermedios al nacer (de acuerdo con cada raza) deben provocar una mayor tasa de sobrevivencia (Schmidek, 2004).

El estudio de los factores que afectan el peso al nacimiento en un sistema de producción juega un papel importante ya que al momento de seleccionar individuos, el ajuste por dichos factores (sexo, año y mes de nacimiento y edad de la madre al parto) es indispensables para homogenizar lotes de animales (Pacheco *et al.*, 2013).

2.2.2. Peso al Destete

El peso al destete refleja en gran medida la capacidad materna de la vaca y su habilidad para criar terneros (De Lira *et al.*, 2008), se presenta como importante punto de partida para la selección animal, ya que el ternero se desteta cerca del octavo mes con, aproximadamente, el 42 al 50% de su peso adulto (Ossa *et al.*, 2005; Cañas *et al.*, 2008). En las crías, éste parámetro está asociado a altas producciones de leche

de la vaca, mayor tamaño corporal en los adultos y más rapidez de crecimiento en la progenie (Martinez *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2009).

El peso al destete, normalmente ajustado para los 205 días de edad, es una característica importante tanto bajo el punto de vista económico como genético, ya que se trata de una medida del desarrollo del becerro (Souza *et al.*, 2008).

2.3. Factores ambientales que influyen el crecimiento de bovinos de carne

Las características fenotípicas del animal son las que se pueden medir para fines de comparación y análisis, son el resultado del genotipo y del medio ambiente, es por ello que podemos decir que el desarrollo de los bovinos está afectado directamente por factores del medio ambiente (Ruiz, 2001). La influencia de los efectos ambientales está relacionada con la zona agroecológica, sistema de producción y la constitución genética del hato (Plasse, 1978)

De acuerdo a Arango *et al.*, (2000), una de las formas más utilizadas por el mejoramiento animal para comparar el comportamiento productivo de las razas implica un manejo cuidadoso de aquellos efectos medio ambientales que pueden sesgar la estimación de las ventajas genéticas a evaluar. Por lo tanto, la comparación productiva de las razas y sus cruces teniendo en cuenta todas aquellas circunstancias medio ambientales que afectan las características, permite una evaluación más precisa del comportamiento productivo y las ventajas comparativas de las razas involucradas (Arango *et al.*, 2000).

Restom (1996) tipifica el factor sexo de la cría, factores de crianza, efectos maternos relacionados con la edad de la madre y el peso de la madre como de orden ambiental.

2.3.1. Época

Dentro de los factores que influyen el crecimiento se encuentra la época. Barragan y Gomez (2008), definen este factor en dos etapas durante el desarrollo de los bovinos de carne, siendo éstas la época de nacimiento y la de destete.

La época de nacimiento puede llegar a contribuir hasta con el 13% de la variación de los pesos al nacimiento (Martinez *et al.*, 1998). La época de nacimiento involucra diversos factores climáticos reconocidos por impactar la variabilidad de estos indicadores de producción; generalmente los efectos ambientales que determinan la variación en las características de crecimiento son diferentes según la zona agroecológica, el sistema de producción y la población que se estudia (Nienaber & Hahn, 2007; Ramírez *et al.*, 2008; Garrick, 2010).

El efecto de la época de destete está estrechamente relacionado con las variaciones climáticas y la disponibilidad de alimentos. Estas condiciones influyen sobre el crecimiento de los animales criados específicamente a régimen de pasto. Montes y Pereira (2005), afirman que el efecto del año sobre el peso al destete está influenciado por las condiciones climáticas que varían en cada región, principalmente por la precipitación, el fotoperiodo y la humedad relativa que afecta directamente la calidad y disponibilidad del forraje en las praderas.

Así mismo Ossa *et al.*, (2005) sostiene que este factor también se ve afectado por el manejo zootécnico empleado en las fincas y por las variaciones en la composición del hato a través del tiempo.

2.3.2. Número de parto

El efecto del número de partos en el peso al nacimiento está ligado a que según Plasse, (1978) este efecto se debe a que en la vida prenatal el peso de la cría depende del tamaño de la placenta y del peso de la vaca, ya que las vacas jóvenes necesitan nutrientes para su propio desarrollo y las vacas viejas por desgastes fisiológicos, paren y crían terneros menos pesados que las vacas de mediana edad. El flujo sanguíneo en la placenta está directamente correlacionado con el crecimiento fetal, sobrevivencia y el peso al nacimiento del neonato (Espinosa, 2011).

El efecto del número de partos en el peso al destete está influenciado por las diferencias intraespecíficas en el comportamiento de cada animal, factores asociados a la edad del ternero al destete y por variaciones de alimentación y de manejo dentro y entre años. Todas estas variaciones también están asociadas a las modificaciones morfofisiológicas, sufridas por las vacas, con el avanzar de la edad o el número de partos (Ossa *et al.*, 2005).

En un estudio de Silva *et al.*,(2013) indicaron que aún y cuando el número de parto de la vaca no afecta ($P > 0,05$) el peso al destete ajustado, se observa que las vacas de segundo parto destetan los terneros más pesados en animales de la raza Charoláis. En tanto, Ossa *et al.*, (2005) reportaron que los factores que tuvieron efecto altamente

significativo ($P < 0,0001$) sobre el peso al nacer fueron el año, el número de partos y el sexo de terneros de raza Romosinuano.

2.3.3. Habilidad materna

La habilidad materna, es una característica funcional importante de adaptación en la ganadería bovina tropical de cría y doble propósito donde los terneros nacen y se crían en forma natural (Abarca, 2021). El efecto genético materno es expresado como un valor fenotípico de la madre (capacidad lechera) medido como una parte del componente del valor fenotípico de su hijo para el peso al destete (Hohenboken *et al.*, 1971; Willham, 1972).

Hidalgo *et al.*, (2019) mencionan que la productividad de la vaca no solo depende de su precocidad sexual y desempeño reproductivo, sino también de su habilidad materna que se refleja en la supervivencia y el peso de sus crías al destete.

El conocimiento de la influencia materna en los pesos predestete y post destete y la correlación entre los efectos genéticos directo y materno son fundamentales para la estimación de heredabilidades no viciadas y en la construcción de índices de selección que tengan en consideración pesos pre y post destete de los terneros (efecto directo) y habilidad materna de las madres (efecto genético materno), ya que existen evidencias de antagonismo genético entre estos dos efectos (Mercadante & Lôbo, 1997).

III. METODOLOGÍA.

3.1. Condiciones generales del ensayo.

El estudio se realizó en una finca dedicada a la cría de ganado de carne, ubicada en el distrito de Tierras Altas, corregimiento de Volcán en la provincia de Chiriquí. La misma se encuentra localizada en las coordenadas 8°45'05.5" Norte y 82°40'10.3" Oeste, a una altura de 1311 msnm.

Dicha región (figura 1 y 2), presenta un clima definido como tropical muy húmedo (NOAA, 2021). Existen dos épocas, la de lluvias (mayo a diciembre), y la de seca (enero a abril). Se reportan una temperatura que oscilan de los 22°C hasta los 34°C (NOAA, 2021), y precipitaciones de 3904 mm (HIDROMET, 2021)



FIGURA 2. Temperaturas ambiental máxima y mínima en la región estudiada.

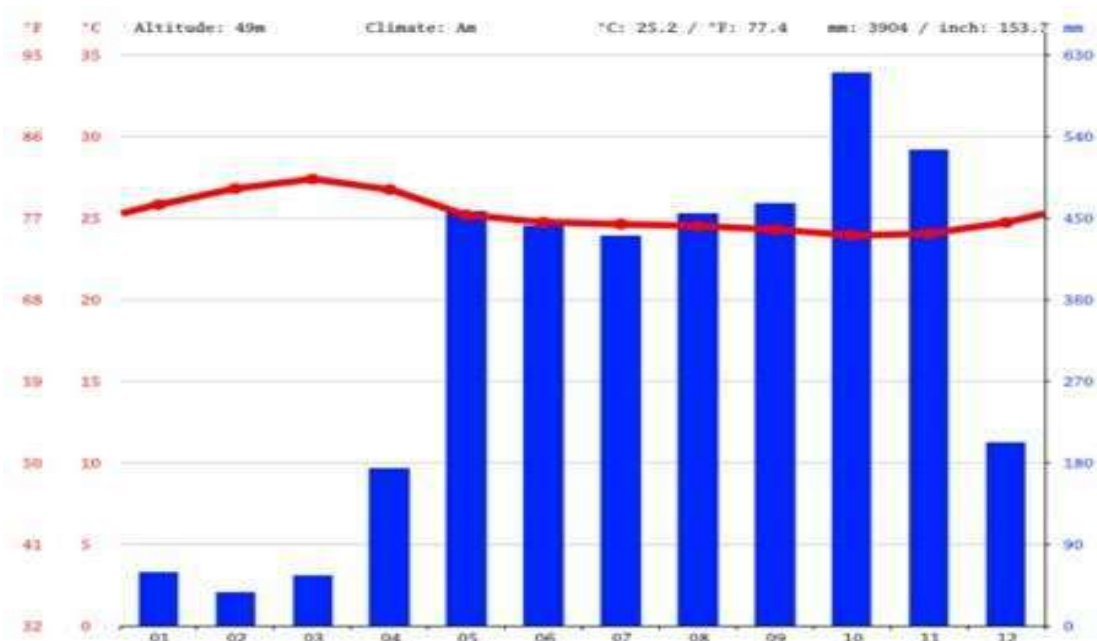


Figura 3. Precipitaciones anuales del área de estudio.

La finca cuenta con una extensión de terreno de aproximadamente 450 hectáreas productivas, dividida en lotes de 0.5 hasta 1.5 hectáreas, y en dependencia del número de animales que ocupen los lotes, los mismos tenían periodos de ocupación entre uno y 1.5 días, con periodos de descanso de 30 días.

Los animales manejados en dentro de esta ganadería fueron alimentados totalmente a base de pastoreo, las especies que predominan en esta área de producción son *Cynodon nlemfuensis* y *Urochloa decumbens*. Adicionalmente se le suministraban suplementos de sales minerales *ad libitum* permanentemente.

Se contaba con aproximadamente 800 animales de las razas Simmental, Charoláis, Angus y sus cruces. El manejo reproductivo se basó en dos métodos principales que son inseminación artificial y monta natural. Para el lote de inseminación artificial no se empleó ningún tipo de protocolo de sincronización, el método que se utiliza es la observación de celo en horas de la mañana de las 8:00 AM hasta las 10:00 AM, luego

de hacer la observación de celo; en horas de la tarde se reúne el lote en el corral de manejo para inseminar al animal que presento celo en la mañana. En tanto, el lote de monta natural se mantiene el toro se mantiene con las vacas de ese lote, la finca busca tener pariciones en todo el transcurso del año.

Esta finca se dedica a la venta de terneros al destete, el cual se realiza a los 9 meses de edad, esto porque el criterio para implementar el proceso del destete fundamentalmente se basa en la edad del animal y no el peso que tenga mismo.

3.2. Tratamiento de los datos

Para el ensayo se contó con un total de 1880 registros individuales de animales de las razas Charolais que incluyó información genealógica y datos productivos de peso al nacimiento (PN) y peso al destete (PD), que abarcaba un espacio de tiempo entre los años 2003 y 2018.

Para delimitar las condiciones ambientales a través de los años en el estudio, se utilizó la fecha de nacimiento y de destete para evaluar el efecto del año del nacimiento (AN) y el año de destete (AD).

Para considerar el efecto de la época la variable año se dividió en época seca y lluviosa de acuerdo con las condiciones ambientales predominantes (temperatura y precipitación pluvial) así: la época seca comprendió los meses de diciembre a abril, en tanto la época lluviosa correspondió a los meses de mayo a noviembre. Este procedimiento se realizó tanto para la época de nacimiento (EN) como la época de destete (ED).

Para evaluar el efecto de números de parto (NP), se consideraron los partos del uno hasta el siete, donde este último incluyó las vacas con siete o más partos. Se considero en el estudio el efecto del sexo de la cría (hembra o macho).

Para poder hacer comparable los resultados con la literatura científica disponible, el peso al destete se corrigió a 205 días (PDA) de acuerdo con la fórmula propuesta por la Federación del Mejoramiento de la Carne (BIF, 2002):

$$PDA = [(PD-PN)/ED]*205 + PN$$

Donde: PDA = Peso al destete corregido a 205 días

PD = Peso al destete sin corregir

PN = Peso al nacimiento

ED = Edad al destete.

Finalmente, todos aquellos datos que biológicamente no correspondieron con las variables dependientes se eliminaron, además solo se consideró la información que correspondió a la media \pm tres desviaciones estándar (99% de los datos).

3.3. Modelo y análisis estadístico

3.3.1. Hipótesis

3.3.1.1. Hipótesis verdadera

Los factores ambientales tienen influencia en el peso al nacimiento y al destete de bovinos Charolais.

3.3.1.2. Hipótesis Nula

Los factores ambientales no tienen influencia en el peso al nacimiento y al destete de bovinos Charolais

Para dar respuesta a esta hipótesis se aplicó un modelo mixto (SAS, 2000), para evaluar el efecto fijo de año (AN) y época de nacimiento (EN), número de parto de la vaca (NP), sexo del ternero (SX) y las interacciones de primer orden sobre el PN, tomando como efecto aleatorio la vaca (V).

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente

$$Y_{ijklm} = \mu + AN_i + EN_j + NP_k + SX_l + AN*EN + AN*NP + V_m + \epsilon_{ijklm}$$

Donde: Y_{ijklm} = es la observación de PN; μ = media general; AN_i = es el i-ésimo efecto fijo de año de nacimiento ($i = 2003-2018$); EN_j = es el j-ésimo efecto fijo de la época de nacimiento ($j = \text{seca y lluviosa}$); NP_k = es el k-ésimo efecto fijo del número de parto ($k = 1, 2...7$); SX_l = es el l-ésimo efecto fijo de sexo de la cría ($l = \text{macho o hembra}$); $AN*EN$, $AN*NP$, $AN*SX$ interacciones de primer orden, V_m el efecto aleatorio de la vaca y ϵ_{ijklm} = error aleatorio.

En un segundo modelo se analizaron los efectos con relación al peso al destete ajustado a 205 días (PDA) tomando en cuenta el PN como covariable:

$$Y_{hijklm} = \mu + AD_h + EN_i + ED_j + NP_k + SX_l + AD*EN + AD*ED + AN*NP + AN*SX + V_m + d(X_{ij} - X) + \epsilon_{ijklm}$$

Donde: μ = media general; AD_h = es el h-ésimo efecto fijo de año de destete ($i = 2003-2018$); EN_i = es el i-ésimo efecto fijo de la época de nacimiento ($i = \text{seca y lluviosa}$); ED_j = es el j-ésimo efecto fijo de la época de destete ($j = \text{seca y lluviosa}$); NP_k = es el k-ésimo efecto fijo del número de parto ($k = 1, 2 \dots 7$); SX_l = es el l-ésimo efecto fijo de sexo de la cría ($l = \text{macho o hembra}$); $AD*EN$, $AD*ED$, $AN*NP$, $AN*SX$ interacciones de primer orden; V_m = efecto aleatorio de la vaca ($1 \dots n$), $d(X_{ij} - X)$ = peso al nacer (covariable); y ϵ_{ijklm} = error aleatorio.

En ambos modelos fueron eliminadas las interacciones de primer orden que no fueron significativas. En los casos en que se apreciaron diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey (Cochran y Cox, 1983).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados.

Al evaluar las características analizadas en el ensayo para la raza Charolais, se pudo determinar que la media general para el PN fue de 78.85 lbs, en tanto para PDA fue de 417.08 lbs (tabla 1).

TABLA 1. Peso al nacimiento (PN) y peso al destete ajustado 205 días (P205)

Característica	n	Media (lbs)	CV
PN	1771	78.85	8.83
P205	1798	417.08	13.83

En cuanto al efecto del sexo de la cría sobre el PN de los animales Charolais se encontró que hubo diferencia significativa ($P < 0.05$), siendo los terneros machos 1.28 lbs más pesados que las hembras (figura 4).

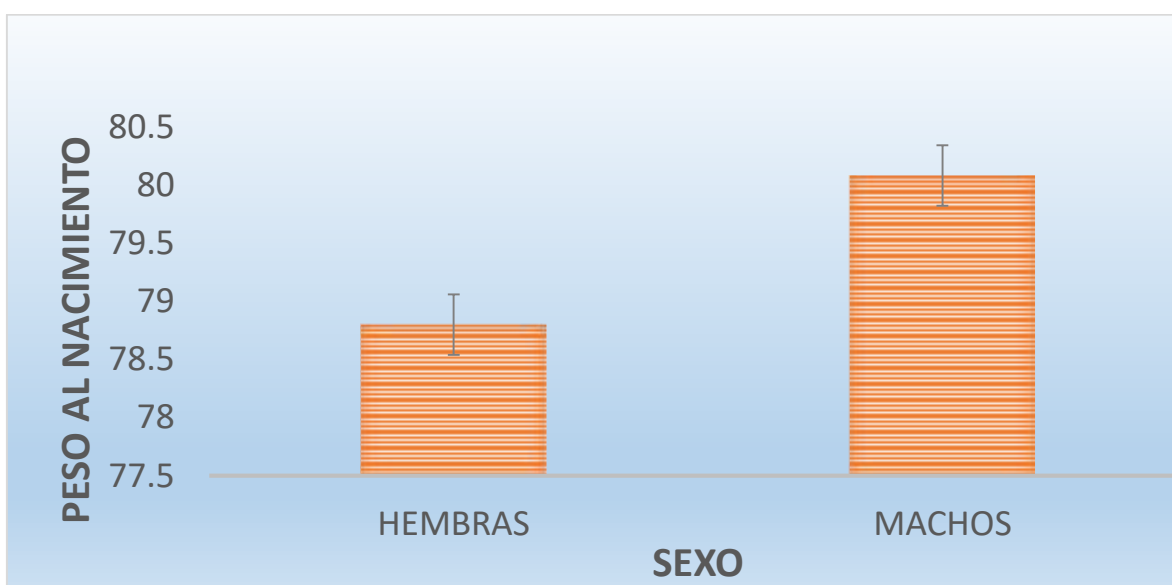


FIGURA 4. Peso al nacimiento (PN) de las crías de acuerdo con el sexo.

Cuando se evaluó el mismo efecto para el PDA, se encontró que existe diferencia significativa ($P < 0.05$) observando que los machos fueron 8.69 lbs más pesados que las hembras (figura 5).

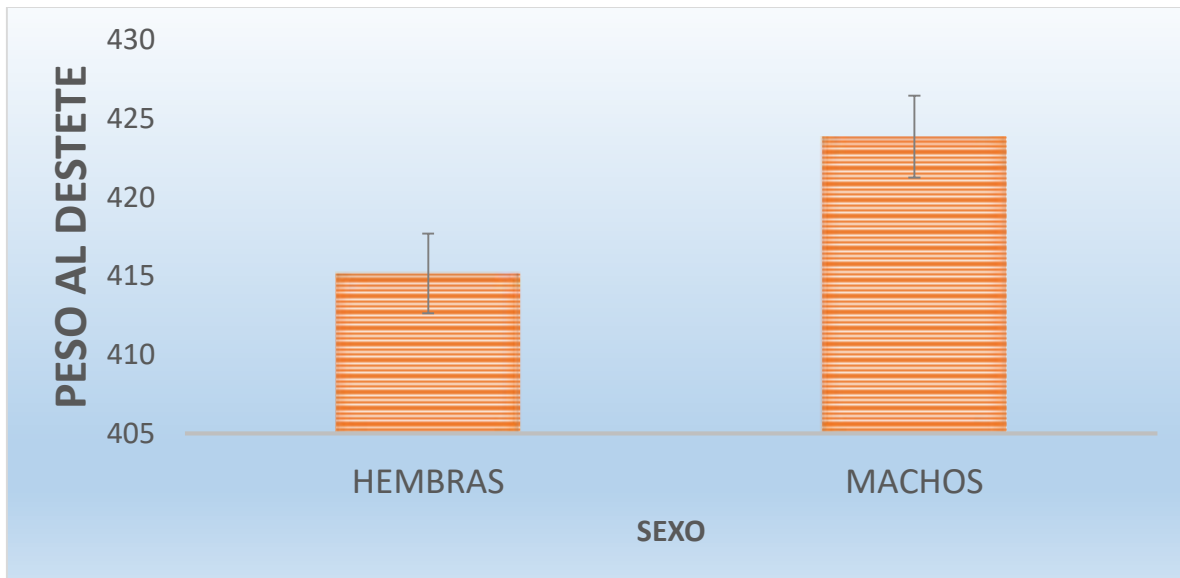


FIGURA 5. Peso al destete ajustado a 205 (P205) en relación con el sexo.

En la figura 6 se presentan las medias de PN de acuerdo con el NP. Se observa que los pesos más livianos fueron para aquellos terneros de vacas de primer parto con 78.25 ± 0.23 lbs, en tanto la tendencia de los máximos pesos se logra en vacas de seis y siete partos (80.88 lbs) encontrándose diferencias significativas ($P < 0.05$)

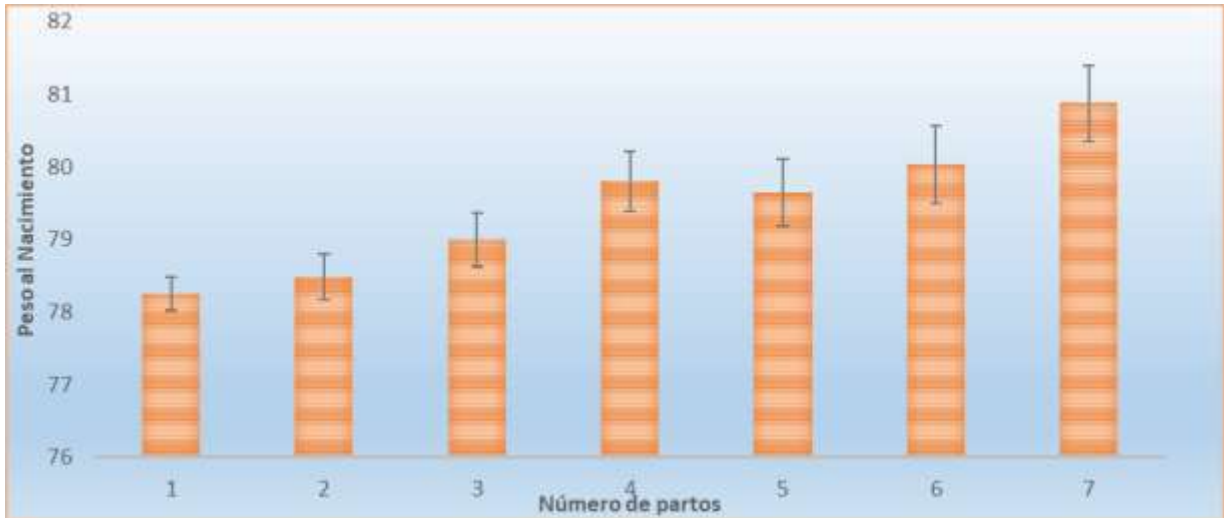


FIGURA 6. Peso al nacimiento (PN) por número de parto..

El PDA con respecto al NP también indicó diferencias significativas ($P < 0.05$). en este caso, los terneros de vacas de séptimo parto fueron lo más livianos con 406.82 ± 5.65 lbs a diferencia de las vacas de tercer parto que reportaron los terneros más pesados con 429.82 ± 3.88 lbs (Figura 7),

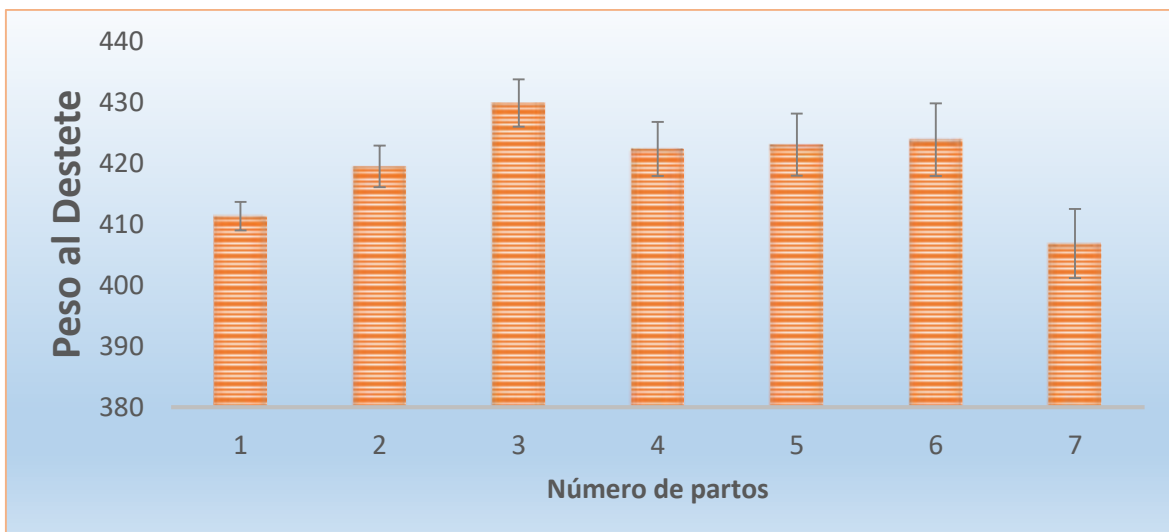


FIGURA 7. Peso al destete ajustado 205 días (PDA) por número de partos.

Cuando se evaluó el efecto de la época en el peso al nacimiento no se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las diferentes épocas. Los valores obtenidos se pueden observar en la tabla 2.

TABLA 2. Peso al nacimiento (PN) con respecto a la época de nacimiento.

Época	n	PN Media (lbs)
Lluviosa	1024	79.34±0.25
Seca	747	79.53±0.27

Cuando se evaluó el PDA considerando el efecto de la época de nacimiento no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre épocas como se puede observar en la tabla 3.

TABLA 3. Peso al destete 205 días con respecto a la época de nacimiento.

Época	N	PDA días
Lluviosa	1014	421.12 ± 2.49
Seca	743	417.91 ± 2.68

Sin embargo, cuando se evaluó el PDA con respecto a la época de destete sí se observó que existe diferencia significativa ($P < 0.05$). En este caso, los terneros de la época lluviosa fueron 8.59 lbs más pesados que los destetados en la época seca (tabla 4).

TABLA 4. Peso al destete 205 días con respecto a la época de destete

Época	N	PDA días
Lluviosa	962	423.81 ± 2.54
Seca	836	415.22 ± 2.65

Al evaluar el efecto del año de nacimiento se encontró que hubo diferencia significativa ($P < 0.05$), apreciándose que los terneros nacidos en el 2008 (figura 8), fueron más pesados (82.46 ± 0.56 lbs), mientras que los terneros nacidos en el 2004 resultaron más livianos (76.53 ± 0.70 lbs), y la tendencia general fue un aumento progresivo hasta el año 2008 y luego disminuir el PN conforme transcurrieron los años de estudio.



FIGURA 8. Peso al nacimiento (PN) en relación con el año de nacimiento.

Si se analiza esta misma variable, pero con relación al PDA (figura 9), también se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$), siendo los terneros nacidos en el año de

2005 los más livianos, con una media de 393.29 ± 8.71 lbs, mientras que los nacidos durante 2004 fueron los más pesados (460.00 ± 5.88 lbs).



FIGURA 9. Peso al destete ajustado a 205 días (PDA) con respecto al año de nacimiento.

Es importante destacar que tanto para PN como en PDA, no se puede evidenciar un patrón de comportamiento definido en el transcurso de los años, siendo evidente muchas fluctuaciones en cuanto a los pesos reportados, sin embargo, también se observa una tendencia a disminuir el peso para ambos rasgos.

Finalmente, al hacer un análisis de correlación entre PN y PDA el valor obtenido fue de +0.28, lo que indicó una relación fenotípica baja y positiva entre ambas variables, por tanto, el comportamiento de una de ellas conlleva el mismo comportamiento en la otra, lo cual puede tener una implicación muy importante tanto para temas de manejo como para un programa de mejora genética que incluya estos dos rasgos.

4.2 Discusión general

El PN es mayor que lo reportado por Silva *et al.*, (2013) en la raza Charolais en el trópico seco de mexicano (65.25 lbs) pero menor a los reportados por Herrera *et al.*,(2018, 2021) en la misma raza (89.30 lbs, 89.28 lbs respectivamente) e Interian, (2009) quien encontró un valor de 85.09 lbs.

El peso ideal para este tipo de animales según Sánchez, (2009), citado por Zabala, (2017) debe ser de 95 a 100 lbs. Estos resultados obtenidos se pueden deber al sistema de manejo de la finca y las condiciones ambientales del área lográndose PN aceptables, pero que tendía a ir disminuyendo al pasar los años.

Por otro lado la media de PDA fue menor a los reportado por diversos autores (Herrera *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2013; Interian, 2009), los cuales promediaban 503.53, 480.13 y 489.42 lbs respectivamente.

Esto pudo ser producto de las condiciones climáticas en el trópico, donde se encuentra la finca estudiada, esta cuenta con una precipitación anual promedio de 3000 mm y una temperatura media anual de 26°C (ETESA, 2023). Pero también pudo deberse al manejo de selección de los reproductores que se utilizarían en la finca, que en el caso del macho el principal criterio es evitar la endogamia en tanto las hembras de reemplazo no se aplicaba un criterio tan estricto de selección para evitar disminuir el número de animales disponibles.

Cuando se evaluó la variable sexo, los resultados indicaron que hay mayor peso en los machos tanto al nacimiento (PN) como al destete (PDA). Numerosos estudios

(Interian, 2009; Silva *et al.*, 2013, García, 2019) reportaron este mismo comportamiento en la raza Charolais, lo cual también es reportado por otros autores (Castillo *et al.*, 2015, Murcia, 2015) en las razas Santa Gertrudis, Simmental y Brahman.

Las variaciones en el PN en machos y hembras pueden ser atribuida al dimorfismo sexual inducido por la liberación de hormonas que los machos generan desde el periodo fetal o también se puede deber a la influencia genética de parte del padre como la madre del ternero (Martínez *et al.*, 2007; Bartolomé, 2009).

En el primer caso, la explicación es la influencia de las hormonas androgénicas como la testosterona, ya que esta actúa directamente en lo que es el crecimiento óseo, reserva de grasas y masa muscular (Széchy *et al.*, 1995). Martínez *et al.*, (2011), mencionan que la acción precoz de la testosterona en los machos determina una tasa metabólica acentuada que puede tener una influencia en el PDA mayor en los machos, ya que los terneros están por entrar en la etapa de pubertad y su organismo recibe la influencia de la testosterona mostrando un mayor incremento en la masa muscular

Para la variable de número de partos se puede observar que las vacas de primer parto gestaron crías más livianas a diferencias de las vacas de seis o más partos que tuvieron crías de pesos mayores, lo cual coincide con lo reportado por Silva *et al.*, (2013). Sin embargo, discrepan con los obtenidos por López *et al.* (2016) ya que estos reportan vacas de primer parto tuvieron pesos altos (88.10 lbs) y los pesos de vacas de seis partos los pesos fueron similares a los números de partos inferiores.

Es importante mencionar la influencia de las condiciones de alimentación prepartos de las vacas, ya que estas solo se alimentaban a base de pastoreo y suplementadas con sales minerales *ad libitum*.

De acuerdo con Ossa *et al.*, (2007), durante los primeros partos de los bovinos, parte de los nutrientes consumidos son utilizados para cubrir los requerimientos de crecimiento en detrimento de la gestación. Al respecto Osorio y Segura, (2005) mencionan que esto también puede deberse a que las vacas de primer parto no han terminado su desarrollo, por lo que primero satisfacen sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento.

Por otro lado, cuando se evaluó la misma variable, pero en el caso de PDA se puede observar que las vacas de séptimo parto tuvieron pesos más livianos y las de tercer parto fueron los animales más pesados, similar a lo reportado por Silva *et al.* (2013) donde las vacas de segundo partos fueron las que tuvieron terneros más pesados

De igual forma Martínez *et al.*(2011) reportan los mayores PDA en el tercer parto en vacas de raza Angus. Esto puede deberse a que los animales al tercer parto ya han alcanzado su crecimiento óptimo y sus requerimientos se han disminuido favoreciendo la gestación del animal (Rodríguez *et al.*, 2009).

El PN con relación a época de nacimiento mostró que los terneros nacidos en la época seca fueron más pesado, caso opuesto a lo reportado por Madrigal *et al.*, (2019) donde los becerros fueron más pesados en la época lluviosa, donde el autor atribuye este comportamiento a que el pasto en esta época es abundante y provee de más alimentos a las crías, a las madres preñadas y a las lactantes.

El resultado del presente estudio pudo deberse a que en la época seca la disponibilidad de forraje en esta área no es tan variable y en la época seca se logra un mejor valor de materia seca a diferencia de la época lluviosa debido al nivel de precipitación alto durante esta última; lo que contribuye a que la vaca tenga una mejor condición corporal al momento del parto. Wilson *et al.*, (2016) menciona que el bajo consumo de nutriente en las vacas antes del parto afecta el desarrollo del feto bovino, comprometiendo así el desarrollo de la cría.

Por otro lado, cuando se evaluó el efecto de la época de destete con respecto al PDA se encontró que fue la época lluviosa donde se destetaron los animales más pesados, estas diferencias pueden ser atribuidas a que el becerro a la época de destete ya está consumiendo forraje por sí mismo, por lo cual la suma del aporte nutricional de la leche materna y la mayor disponibilidad de pasto aumenta la disponibilidad de nutrientes para su crecimiento y por tanto hace que sea mayor el PDA.

Existen pocos estudios que hablen sobre este tema, al respecto Ossa *et al.*, (2005), comenta que este comportamiento puede ser producto a la mejoría del manejo que se le da a la madre y probablemente al cambio en la composición del hato.

El aporte materno de la vaca sobre el PDA tiene una gran importancia porque según Bavera, (2005), la madre no solo proporciona al ternero el ambiente materno durante la gestación, sino también durante el período de amamantamiento. Por lo tanto, la ganancia de peso del ternero al pie de la madre es un reflejo de la producción de leche de esta y de la capacidad del ternero para aprovechar los nutrientes disponibles en la leche y en la pastura.

El efecto del año de nacimiento sobre el PN es muy complejo de explicar, ya que sus causas pueden deberse a un sin número de razones; no obstante, las diferencias significativas pueden ser atribuidas a los distintos manejos administrativos, sanitarios y reproductivos a las que fueron sometidas las vacas y sus crías durante los años.

Algunos estudios como López *et al.*, (2016) y Chin *et al.*, (2012) mencionan que este factor es muy complejo de explicar ya que incluyen efectos confundidos con el manejo y los factores climáticos involucrados. Resultados similares fueron reportados por Montes *et al.*, (2009) en la raza Nelore y Martínez *et al.*, (2011) en Angus.

El valor de correlación encontrado de +0.28 se encuentra bastante cercano a los valores reportados por Montes *et al.*, (2008) y Ossa *et al.*, (2007) en la raza Brahman (+0.26) y en la raza Romosinuano (+0.16) respectivamente así como Cienfuegos *et al.*, (2006) en cruces de animales *Bos taurus* (+0.23). A diferencia de Rosales *et al.*, (2004) quienes reportaron en la raza Simmental un valor de correlación de +0.73.

Esto se evidencia en el dato que se encontró de que a través de los años los PN y PDA han ido disminuyendo en el hato, lo cual no es el resultado ideal en un programa bien llevado y nos indica que debe mejorarse algunas prácticas de manejo para obtener resultados cada vez mejores, en este caso PN de acuerdo a la raza pero tendiendo a ser menores a 85 lbs al parto para evitar distocia, y maximizando el PDA, aunado a un programa de mejora genética que considere este comportamiento.

La importancia de esto radica en que si también se da esta correlación a nivel genético, la selección basada en algunos de estos caracteres puede resultar en un progreso genético en el otro (Medina *et al.*, 2005), y es bien sabido que se prefieren bajos PN

para evitar partos distócicos (Martinez *et al.*, 2011), en tanto el PDA se espera sea el máximo posible. Una mala selección en este sentido puede traer consecuencias negativas que impacten en valores productivos bajos.

VII. CONCLUSIONES

- La raza Charolais en las condiciones de estudio mostró pesos al nacimiento y al destete ligeramente inferiores a lo reportado en la literatura. Y se ha presentado una disminución de ambos al transcurrir de los años en el hato estudiado probablemente debido a los criterios de manejo propios de la finca.
- Los factores que más influyeron en el peso al nacimiento fueron el sexo de la cría y el número de partos a igual que para el peso al destete; aunque en este último caso también hubo un efecto de la época de destete.
- Se encontró que los machos y animales criados en la época lluviosa presentaron valores más altos para peso al nacimiento y al destete.
- La correlación positiva entre el peso al nacimiento y el peso al destete indica que es importante considerar estos rasgos a la hora de seleccionar los reproductores para un programa de mejora genética.

VIII. RECOMENDACIONES

- Motivar a los productores a utilizar registros productivos en sus fincas con fines de toma de decisiones tanto gerenciales, productivas y de mejora genéticas.
- Utilizar los resultados de este tipo de estudios para formular estrategias de manejo que optimicen la producción de esta raza en la región de tierras altas.
- Realizar este tipo de estudios en otras razas y condiciones climáticas para tener más elementos de juicio y de este modo aplicar los correctivos necesarios en cada caso.
- Utilizar alternativas de evaluación genéticas que consideren estos rasgos a la hora de aplicar un programa de mejora genética en fincas productoras de carne como pudiesen ser índices de selección o el uso de cruzamientos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, S. (2021). Habilidad materna de vaca la Guzerat. *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia En Tecnología Agropecuaria (INTA)*. Consultado el 15 mayo de 2022. Disponible en:
[http://3.139.254.135/bitstream/handle/123456789/369/Boletin Febrero 2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://3.139.254.135/bitstream/handle/123456789/369/Boletin%20Febrero%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alejo, D., Campero, C., Feverín, C., & Fernández, I. (2000). Caracterización De Partos Y Mortalidad Perinatal Asociado a Genotipos En Ganado de Carne. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1, 1–5. Consultado el 2 de marzo de 2023. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar
- Arango, A., Gaviria, J., & Montoya, C. (2000). Heterosis para el peso y la ganancia de peso desde el nacimiento hasta los 18 meses en el cruce de bovinos aberdeen angus por cebú. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 53(1), 863–885.
- Asocharolaise. (2021). *Charolais / Características –Asociación Colombiana de criadores de charolais, charbray y sus cruces*. Consultado el 24 de octubre de 2022. Disponible en: <http://asocharolaise-charbray.com/charolais-caracteristicas/>
- Barragan, W., & Gomez, W. (2008). *Diferencia esperada de progenie (DEP´S) como herramienta de selección para el peso al destete en ganado cebú brahmán en la hacienda mundo nuevo de san onofre-sucre*. Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia. Disponible en:
<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/460/636.207B268.pdf?sequence=2>

- Bartolomé, J. a. (2009). Endocrinología y Fisiología de la gestación y parto en el bovino. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 11(42), 20–28.
- Bavera, G. A. (2005). Lactancia y destete definitivo. *Cursos Producción Bovina de Carne. FAV. Universidad Nacional de Río Cuarto*, 1–5. Consultado el 27 de septiembre de 2023. Disponible en: <https://www.produccion-animal.com.ar/>
- Bavera, G. (2009). Biotipos bovinos. *Cursos de Producción Bovina de Carne. Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–4. Consultado el 26 de diciembre de 2022. Disponible en : <https://www.produccion-animal.com.ar/>
- Bavera, G. (2011). Razas bovinas continentales. *Clasificación de Las Razas Bovinas y Bufalinas; Cruzamientos*, 131–162. Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/a_curso_produccion_bovina_de_carne/7B-09-Capitulo-IX-Razas-Continental.pdf
- Cañas, J., Ramirez, J., Arboleda, O., Ochoa, J., Vergara, O., & Cerón, M. (2008). Estimación de parámetros genéticos para peso al destete en ganado Blanco Orejinegro (BON) en el noroccidente Colombiano. *Revista MVZ Cordoba*, 13(1), 1138–1145. <https://doi.org/10.21897/rmvz.405>
- Carrazzonni, J. (1998). *Clasificación de las razas bovinas y bufalinas; cruzamientos*. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. 52(16):1-52. Consultado el 2 de enero de 2023. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar
- Castillo, M., López, M., Montero, A., & Soto, H. (2015). Características pre-destete de cruces genéticos de bovinos de carne en el trópico seco costarricense. *Nutrición*

Animal Tropical, 9(2), 105. <https://doi.org/10.15517/nat.v9i2.21669>

Chin, R., Magaña, J., Segura, J., & Núñez, R. (2012). Factores ambientales y proporción racial que influyen en el peso al nacimiento, al destete y edad al primer parto en bovinos suizo pardo en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(1), 55–60.

Cienfuegos, E., De Orúe, M., Briones, M., & Martínez, J. (2006). Estimación del comportamiento productivo y parámetros genéticos de características predestete en bovinos de carne (*Bos taurus*) y sus cruzas, VIII Región, Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 38(1), 69–75. <https://doi.org/10.4067/s0301-732x2006000100010>

Davis, K., Tess, M., Kress, D., Doornbos, D., & Anderson, D. (1994). Life cycle evaluation of five biological types of beef cattle in a cow-calf range production system: II. Biological and economic performance. *Journal of Animal Science*, 72(10), 2591–2598. <https://doi.org/10.2527/1994.72102591x>

De Lira, T., Rosa, M., & Del Valle, A. (2008). Parâmetros Genéticos de Características Produtivas e Reprodutivas em Zebuínos de Corte (revisão). *Ciência Animal Brasileira*, 9(1), 1–22. <http://revistas.bvs-vet.org.br/cab/article/viewFile/5186/4452>

Dickerson, G. (1978). Animal size and efficiency: basic concepts. *Anim Prod*, 24(367).

Espinosa, C. R. (2011). Angiogénesis en la placenta de los animales domésticos.

Revista Veterinaria, 22(2), 131–138. <https://doi.org/10.30972/vet.2221840>

ETESA. (2023). *Hidrometeorología de ETESA*. Retrieved October, 2023, from

<http://www.hidromet.com.pa/index.php>.

- García, A. (2019). Evaluación de los parámetros productivos en bovinos Charolais desde el nacimiento al destete, en la Estación Experimental Pastaza de la ESPOCH. Tesis de grado: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, 108 p.
- Garrick, D. J. (2010). An animal breeding approach to the estimation of genetic and environmental trends from field populations. *Journal of Animal Science*, 88(13 Suppl), 3–10. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2329>
- Herrera, J., Parra, G., López, N., Herrera, J., & Orozco, K. (2021). Análisis bivariado para mejorar evaluaciones genéticas con bases de datos incompletos en ganado Charolais. *Revista MVZ Cordoba*, 26(2).
- Herrera, J., Parra, G., López, N., Vázquez, J., Orozco, K., Magaña, J., Martínez, J., & Jahuey, F. (2018). Épocas de nacimiento basadas en un índice climático para el ajuste de modelos estadísticos para peso vivo de ganado bovino en México. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 9(4), 646–666.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v9n4/2448-6698-rmcp-9-04-646.pdf>
- Hidalgo, J., Núñez, R., Domínguez, J., Ramírez, R., & Rodríguez, F. (2019). Asociación genética del índice de productividad anual con características reproductivas y de crecimiento en bovinos productores de carne. *Agrociencia*, 53(8), 1203–1220.
- HIDROMET. (2021). *Condiciones Meteorológicas de Panamá, Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.. Recuperado el 26 de junio de 2021 de*

<https://www.hidromet.com.pa/es/estaciones-satelitales> (p. 2021).

Hohenboken, W., & Brinks, J. (1971). Relationships between Direct and Maternal Effects on Growth in Herefords: II. Partitioning of Covariance between Relatives. *Journal of Animal Science*, 32(1), 26–34. <https://doi.org/10.2527/jas1971.32126x>

INEC. (2020). *Instituto Nacional de Estadística y Censo, Existencia de ganado vacuno en la república, por actividad principal de la ganadería, según provincia y comarca indígena: Octubre 2020*. Consultado el 20 de junio de 2021. Disponible en:

https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default3.aspx?ID_PUBLICACION=1067&ID_CATEGORIA=4&ID_SUBCATEGORIA=13

Interian, J. (2009). *Comportamiento predestete de becerros charolais nacidos en diferentes periodos de la época de parto*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Jaramillo, A. (2014). Caracterización zoométrica De la raza Charoláis en el Cantón Morona. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de Postgrado y Educación Continua*.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4289/1/20T00568.pdf>

Jensen, J., & Mao, I. (1991). Estimation of Genetic Parameters Using Sampled Data from Populations Undergoing Selection. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3544–3551. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78546-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78546-9)

López, R., García, R., & Ruiz, F. (2016). Fecha del primer parto y productividad de vacas Charolais en Coahuila, México. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 377.

<https://doi.org/10.15517/am.v27i2.21287>

Madrigal, M., Jorge, C., & Salas, C. (2019). Efecto del cruzamiento sobre características de crecimiento en ganado cebuino de la región Chorotega.

Agronomía Mesoamericana, 30(1), 195–207.

<https://doi.org/10.15517/am.v30i1.32812>

Martínez, G., Bustamante, J., Palacios, J., & Montaña, M. (2006). Efectos raciales y heterosis materna Criollo-Guzerat para crecimiento posdestete y características de la canal. *Téc Pecu Méx*, 44(1), 107–118.

Martinez, G., Petrocinio, C., & Herrera, P. (1998). Factores Que Afectan El Peso Al Destete. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 15(266–277), 1–7.

Martínez, J. (1986). *Mortalidad de hembras, desde el nacimiento a primer parto en bovinos de diferentes genotipos lecheros, bajo condiciones de Turrialba, Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. Centro Agronomico Tropical y Enseñanzas. Departamento de producción Animal.

Martinez, J., Azuara, A., Hernández, J., Parra, G., & Castillo, S. (2008).

Características pre-destete de bovinos simmental (*Bos Taurus*) y sus cruces con brahman (*Bos indicus*) en el trópico mexicano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(3), 365–371.

<https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023540006.pdf>

Martinez, J., Gutiérrez, J., Briones, F., Lucero, F., & Castillo, S. (2011). Factores no genéticos que afectan el peso al nacer y destete de terneros Angus. *Zootecnia Tropical*, 29(2), 151–159.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000200001

- Martínez, J., Parra, G., Garcia, F., Lucero, F., & González, A. (2012). Razas europeas para la producción de carne en el trópico seco de Tamaulipas , México. *Rev. Fac. Agron*, 38(2), 83–88.
- Martínez, J., Tewolde, A., & Alba, J. (2004). Mortalidad de hembras de genotipos bovinos lecheros bajo condiciones de trópico húmedo. *Bio Tam*, 15, 51–60.
- Martínez, R. A., Pérez, J. E., & Herazo, T. (2007). Evaluación fenotípica y genética para características de crecimiento en la raza criolla colombiana Costeño con Cuernos. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 7(2), 12–20.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol7_num2_art:65
- Medina, J., Osorio, M., & Segura, J. (2005). Influencias ambientales y parámetros genéticos para características de crecimiento en ganado nelore en México. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad Del Zulia*, 15(3).
- Montes, D., Vergara, O., Prieto, E., Y Barragán, W. (2009). Estimación de la repetibilidad y factores que afectan el peso al nacer y al destete en ganado bovino cebú brahman. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 1(1), 19.
<https://doi.org/10.24188/recia.v1.n1.2009.405>
- Montes, D., Vergara, O., Prieto, E., & Rodríguez, A. (2008). Estimación de los parámetros genéticos para el peso al nacer y al destete en ganado bovino de la raza brahman. *Revista MVZ Córdoba*, 13(1), 1184–1191.

- Montes D., Pererira, N. (2005). *Importancia de la estimación de la diferencia esperada de progenie (DEP's) para el peso al destete en una empresa ganadera*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Trabajo de postgrado Esp. Universidad de Córdoba, Colombia, 2005.
- Murcia, J. (2015). Relación del peso al nacer con el peso al destete y el peso a los 18 meses en un hato de cría brahman en Tame Arauca. Tesis de grado: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, 33 p. Disponible en https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/214?utm_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Fzootecnia%2F214&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Nienaber, J. A., & Hahn, G. L. (2007). Livestock production system management responses to thermal challenges. *International Journal of Biometeorology*, 52(2), 149–157. <https://doi.org/10.1007/s00484-007-0103-x>
- NOAA. (2021). *Centros Nacionales de Información Ambiental de la NOAA, Climate at a Glance: Global Time Series, publicado en junio de 2021, recuperado el 26 de junio de 2021*. Disponible en: <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/> (p. 2021).
- Osorio, M., & Segura, J. (2005). Factores que afectan la curva de lactancia de vacas Bos taurus x Bos indicus en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. *Técnica Pecuaria En México*, 43(1), 127–137.
- Ossa, G., Suarez, M., & Perez, J. (2005). Efectos Del Medio Y Herencia Sobre El Peso Al Destete De Terneros De La Raza Romosinuano. *Revista MVZ Córdoba*, 673–683. <https://doi.org/10.21897/rmvz.478>
- Ossa, G., Suarez, M., & Perez, J. (2007). Efectos del medio y la herencia sobre los

- pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad en terneros de la raza criolla Romosinuano. *Revista Corpoica- Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(2), 81–92.
- Ossa, G., Suárez, M., & Pérez, J. (2005). Efectos del medio y herencia sobre el peso al nacimiento de terneros de la raza romosinuano. *Revista MVZ Córdoba*, 10(1), 564–572. <https://www.redalyc.org/pdf/693/69310106.pdf>
- Pacheco, F., Depablos, L., Martínez, G., & Vargas, D. (2013). Factores no genéticos y de grupo racial que afectan el peso al nacer en un sistema de producción con vacunos de carne. *Rev. Fac. Cs. Vets.*, 54(1), 35–45.
- Plasse, D. (1978). *Aspectos de crecimiento de Bos indicus en el trópico*. *Rev. Anim. Prod.*
https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Aspectos+de+crecimiento+de+Bos+indicus+en+el+trópico+americano.+&btnG=
- Ramírez, R., Núñez, R., & Ruíz-, A. (2008). Comparación de definiciones de grupos contemporáneos en la evaluación genética de bovinos Suizo Europeo
Comparison of contemporary group definitions for genetic evaluation of Braunvieh cattle. *Tec Pecu Méx*, 46(4), 359–370.
- Restom, F. (1996). *Ganaderia Herencia, Tropico Y Doble Proposito* (T. de O. A. de Colombia (ed.)). <http://www.tecniciencia.com/tcl-Ganaderia-Herencia-Tropico-Y-Doble-Proposito-199699.php>
- Ríos, Á., Martínez, G., Tsuruta, S., Bertrand, J., Vega, V., & Montaña, M. (2007). Estimadores de parámetros genéticos para características de crecimiento de

ganado Charolais mexicano. *Téc Pecu Méx*, 45(2), 121–130.

Rodríguez, Y., Martínez, G., & Galindez, R. (2009). Factores no genéticos que afectan el peso al destete en vacunos Brahmán registrados. *Zootecnia Tropical*, 27(4), 383–391.

Rosales, J., Elzo, M., & Montaña, M. (2004). Parámetros y tendencias genéticas para características de crecimiento predestete en la población mexicana de Simmental. *Tec Pecu Méx*, 42(2), 171–180.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v42i2.1419>

Ruiz, M. (2001). *Factores genéticos y ambientales que afectan el crecimiento de bovinos F1 (Bos taurus x Bos indicus) manejados en el trópico húmedo de México*. Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias. División de Ciencias Veterinarias.
http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5305/Ruiz_Castaneda_Martin.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Schmidek, A. (2004). Habilidade Materna e Aspectos Relacionados à Sobrevivência de Bezerros: Valores Ótimos nem Sempre são Valores Extremos. *Abcz*, 21, 72–75.

Silva, A., Martínez, J., Briones, F., Castillo, S., & Hernández, J. (2013). Comportamiento productivo de un hato Charolais bajo condiciones de trópico seco en Tamaulipas, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 13(1), 140–145.

Souza, J., Doska, M., Silva, L., Gondo, A., Ramos, A., Malhado, C., Santos, I., Freitas, J., Ferraz, P., & Sereno, J. (2008). Interacción genotipo x ambiente

sobre el peso al destete de bovinos nelore en Brasil. *Archivos de Zootecnia*, 57(218), 171–177.

Statistical Analysis Systems. SAS 8.2. 2000. User's Guide. Statistics. Statistical Analysis Systems Institute. Inc., Cary, N. C. p. 1200. (n.d.). SAS.

Széchy, M. L. M., Benevides, Irineu M., & Souza, L. M. de. (1995). Idade ao primeiro parto, intervalo de partos e peso ao nascimento de um rebanho nelore. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 2(2), 47–49.

<https://doi.org/10.4322/rbcv.2015.022>

Vázquez, G. (1996). *La fertilidad del suelo para la producción sostenible bajo pastoreo intensivo. Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales. Primer Foro Internacional*. Banco de México. FIRA. Veracruz, México de 7 al 9 de Noviembre

Willham, R. (1972). The role of maternal effects in animal breeding. 3. Biometrical aspects of maternal effects in animals. In *Journal of animal science* (Vol. 35, Issue 6, pp. 1288–1293). Oxford Academic.

<https://doi.org/10.2527/jas1972.3561288x>

Wilson, T., Faulkner, D., & Shike, D. (2016). Influence of prepartum dietary energy on beef cow performance and calf growth and carcass characteristics. *Livestock Science*, 184, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.12.004>

Zabala, J. (2017). Evaluación del crecimiento de terneros charolais en la fase de lactancia sometidos a un manejo semi-intensivo en el rancho Don Bosco. In *Escuela superior politécnica de Chimbazo* (Issue 1).

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Zerlotti, M., & Barbosa, R. (1997). Estimativas de (Co) variâncias e parâmetros genéticos dos efeitos direto e materno de características de crescimento de fêmeas de um rebanho Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 26(6), 1124–1133.