

Anexo 1

Los abajo firmantes, convocados por el Programa de Doctorado en Ciencias Agrarias de la Universidad de Caldas, hemos revisado el informe final de la tesis doctoral:

**CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES MORFOMÉTRICAS, CINÉTICAS, DE BIENESTAR ANIMAL EN GANADO BLANCO OREJINEGRO**

Presentada por: Fernando Gómez Parra

Como requisito parcial para obtener el título de Doctor en Ciencias Agrarias y certificamos su aprobación

---

Henry Mesa Echeverri

---

Marlyn Helen Romero Peñuela

---

Marco Ferdy Jaimes Laguado

---

Raúl Fernando Silva Molano

Anexo 2

**CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES MORFOMÉTRICAS,  
CINÉTICAS, DE BIENESTAR ANIMAL EN GANADO BLANCO  
OREJINEGRO**

---

Tesis  
Presentada a:  
Programa de Doctorado en Ciencias Agrarias  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Universidad de Caldas

---

Como requisito parcial  
para obtener el título de  
Doctor en Ciencias Agrarias

---

Por

**FERNANDO GÓMEZ PARRA**

Henry Mesa Echeverri, PhD. Director de Tesis

Marlyn Hellen Romero Peñuela, PhD Codirectora de Tesis

Abril, 2023

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mi esposa Rocio Isabel por la paciencia y apoyo durante estos años, ya que fue un soporte incondicional para poder lograr esta meta. A mis hijos Martín, Fernando, Valeria y Juan ya que son la motivación para buscar estos logros.

A mi padre Fernando Gómez (+) quien siempre me enseñó a valorar el estudio y quien con seguridad estaría muy orgulloso de verme obtener este título. A mi madre que con sus oraciones siempre me apoyó. A mis amigos que me motivaron y apoyaron para medirme a este duro reto, Mirian (+) y Carlos M.

A mis tutores Dr. Henry Mesa Echeverri a la Dra. Marlyn H. Romero Peñuela por su apoyo incondicional durante este proceso, quienes me brindaron su experiencia en la investigación.

A todas las personas que me ayudaron de una u otra manera como al Dr. Rafael Moncada, Dr. Juan Carlos Robledo propietario de la finca la Cascada, Dra. Luisa Galviz, mi hermano Jorge Hernan Gómez, la Dra. Lina M. Trujillo, Dr. Alejandro Jaramillo, Ingeniero Mauricio Sequeda y a todos los operarios de la finca la Cascada por su valiosa colaboración.

Finalmente, quiero agradecer a los miembros del comité asesor evaluador por su apoyo y colaboración Dr. Marco Fredy Jaimes Laguado y Raúl Fernando Silva Molano.

CONTENIDO

CAPITULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
SOSTENIBILIDAD EN LOS SISTEMAS GANADEROS.....	2
RAZA BLANCO OREJINEGRO.....	5
MORFOMETRÍA. ....	9
PASTOREO DE ULTRA ALTA DENSIDAD .....	14
BIENESTAR ANIMAL.....	18
PRODUCCIÓN.....	29
CINÉTICA .....	32
CAPITULO II.....	45
CARACTERIZACIÓN DE LESIONES PODOALES EN VACAS LECHERAS EN PREDIOS DEL EJE CAFETERO Y NORTE DEL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA. ....	45
INTRODUCCIÓN. ....	47
MATERIALES Y MÉTODOS. ....	49
RESULTADOS.....	52
DISCUSIÓN.....	57
CONCLUSIONES .....	61
CAPITULO III .....	65
CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES DE BIENESTAR ANIMAL PARA GANADO BLANCO OREJINEGRO EN UN SISTEMA DE PASTOREO DE ULTRA ALTA DENSIDAD .....	65
RESUMEN.....	66
ABSTRACT .....	66
INTRODUCCIÓN .....	67
MATERIALES Y METODOS .....	69
RESULTADOS.....	75
DISCUSIÓN .....	77
CONCLUSIONES .....	82

CAPITULO IV .....	87
CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES MORFOMÉTRICAS EN GANADO BLANCO OREJINEGRO. ....	87
RESUMEN.....	87
ABSTRACT .....	88
INTRODUCCIÓN .....	89
MATERIALES Y METODOS .....	89
RESULTADOS.....	91
DISCUSIÓN.....	95
CONCLUSIONES .....	97
CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES CINÉTICAS EN GANADO BLANCO OREJINEGRO.....	100
RESUMEN.....	100
ABSTRACT .....	100
INTRODUCCIÓN .....	101
MATERIALES Y METODOS .....	103
RESULTADOS.....	105
DISCUSIÓN.....	106
CONCLUSIONES .....	108
CAPÍTULO VI .....	109
DISCUSIÓN GENERAL.....	109

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de frecuencia de la población bovina estudiada por predio, municipio y departamento colombiano.....	73
Tabla 2. Prevalencia de lesiones podales en lecherías de trópico bajo en predios del eje cafetero y norte del Valle del Cauca.....	74
Tabla 3. Descripción de variables evaluadas en hembras de la raza Blanco Orejinegro en un sistema de pastoreo de ultra alta densidad (PUAD).....	75
Tabla 4. Variables basadas en manejo/recursos clasificadas por Libertades, para un sistema de pastoreo de ultra alta densidad en ganado Blanco Orejinegro.....	74
Tabla 5. Mínimos cuadrados medios (ES) de los indicadores evaluados en el animal en el área de estudio.....	75
Tabla 6. Distancia recorrida por los bovinos en pastoreo de ultra alta densidad / tiempo. ..	92
Tabla 7. Variables morfológicas para un lote de ganado Blanco Orejinegro, ubicado en el municipio de la Victoria, Departamento de Caldas.	
Tabla 8. Variables de biotipo para ganado Blanco Orejinegro.....	93
Tabla 9. Correlaciones de biotipo y morfometría en un lote de vacas Blanco Orejinegro ...	93
Tabla 10. Correlaciones entre variables de bienestar animal, morfometría y producción....	94
Tabla 11. Variables cinéticas en vacas Blanco Orejinegro.....	105
Tabla 12. Correlación de variables cinéticas y morfológicas.....	105

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Prevalencia (%) de lesiones podales en lecherías localizados en fincas del eje cafetero y norte del Valle del Cauca (Colombia) entre enero de 2015 a diciembre de 2019..53;**Error! Marcador no definido.**

Figura 2. Distribución de lesiones podales en vacas lecheras por departamento del eje cafetero y norte del Valle del Cauca(Colombia) en el periodo comprendido entre enero de 2015 a diciembre de 2019..... 54;**Error! Marcador no definido.**

Figura 3. Lesiones del casco de bovinos lecheros del eje cafetero y norte del Valle del Cauca (Colombia). a. Hemorragia en suela de miembro anterior del bovino. b. Hiperplasia interdigital. c. Crecimiento anormal del casco. d. Cruzamiento de miembros anteriores por sensibilidad en las pezuñas mediales.....55;**Error! Marcador no definido.**

Figura 4. Prevalencia mensual de lesiones podales en lecherías del eje cafetero y norte del Valle del Cauca (Colombia) evaluadas durante 5 años (2015-2019)..56;**Error! Marcador no definido.**

Figura 5. Comportamiento mensual de lesiones de pezuñacausadas por hemorragia en suela en vacas lecheras del eje cafetero y norte del VALLE del Cauca (Colombia) durante los años 2018 y 2019. ....56;**Error! Marcador no definido.**

Figura 6. Lesiones podales de mayor preentación en fincas lecheras de Caldas, Quindio, Risaralda y Norte del Valle del Cauca (Colombia) durante los años 2018 y 2019.57;**Error! Marcador no definido.**

Figura 7. Condición corporal.....71;**Error! Marcador no definido.**

Figura 8. . actividades desarrolladas en el sistema .....72;**Error! Marcador no definido.**

Anexo 7.

## **LISTA DE ANEXOS**

• Nota de aprobación.	i
• Página de identificación.	ii
• Página de agradecimientos.	iii
• Tabla de contenido.	iv
• Lista de tablas.	v
• Lista de figuras.	vi
• Lsta de anexos.	vii



## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

En Colombia, los bovinos criollos existen desde algunos años después del descubrimiento de América, cuando se introdujeron los primeros animales desde la península ibérica y empezaron un largo proceso de adaptación a las características ambientales y topográficas del país, desarrollando así características de rusticidad y resistencia que les han permitido mantenerse a través del tiempo como parte del hato ganadero del país.

Dentro de las razas que se han generado en este proceso de adaptación en Colombia, se encuentran el Romosinuano, Costeño con Cuernos, Chino Santandereano, Hartón del Valle, San Martinero, Casanareño, Caqueteño y el Blanco Orejinegro (BON). Vale la pena resaltar que cada raza presenta diferencias importantes entre si ya que provienen de razas diferentes y se han adaptado a ubicaciones geográficas de características distintas entre sí, algunas presentan similitudes como el romosinuano y el costeño con cuernos o el caqueteño y el BON que a pesar de tener mantos diferentes, presentan contexturas similares, mientras otras, como el caqueteño y el romosinuano presentan diferencias importantes.

El proceso de adaptación del Ganado Blanco Orejinegro inició incluso antes de que se reconociera como raza, cuando a partir cruces de bovinos importados fue adquiriendo las características de rusticidad y resistencia que aún conserva. El largo proceso de selección natural al que fue sometido, permitió que adquiriera características adaptativas de gran importancia económica entre las que se encuentran: eficiencia reproductiva; tolerancia a enfermedades y parásitos; habilidad para soportar condiciones extremas de temperatura, humedad, habilidad para utilizar forrajes fibrosos; constituyéndose así en el mayor patrimonio biológico y económico para la provisión de alimentos (carne, leche), pieles y trabajo en los diferentes sistemas de producción de la variada geografía colombiana (Rojas et al., 2014).

Se han desarrollado trabajos en los que se cruzaban animales de raza BON con otras razas mostrando buenos resultados, evidenciando que esta raza tiene un potencial genético importante para la ganadería colombiana, aprovechando así, su adaptación a las condiciones

del trópico colombiano, representado en mejor intervalo entre partos y mayor ganancia de peso, mansedumbre, temperamento, entre otros.

En el último siglo, la ganadería en Colombia se ha desarrollado a través de la implementación de sistemas basados en la introducción de razas especializadas traídas de otros países para su cruzamiento con ganado cebú, dejando a un lado las razas bovinas criollas colombianas, lo que ha conllevado a una disminución marcada en la población actual.

Teniendo en cuenta las disposiciones de la FAO para la conservación de material genético de relevancia para la ganadería y la disminución ostensible de la población del BON a través del tiempo, hacen necesario el estudio de parámetros genéticos de relevancia en esta raza. El objetivo general de este trabajo fue realizar una caracterización de parámetros genéticos del ganado Blanco Orejinegro. Los objetivos específicos fueron determinar variables de bienestar, morfométricas, biomecánicas y de producción de esta raza.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

La ganadería en Colombia y en el mundo ha cambiado su concepción, pasando de ser una explotación productiva aislada a conformar un sistema de producción que integra aspectos relacionados con el individuo (animal) y el medio ambiente, tales como la sostenibilidad, la protección del medio ambiente y el bienestar de los animales. Es por esto, que se hace necesario considerar los factores de diferente índole que repercuten en algún área del sistema de producción bovina y del que hacen parte de la sostenibilidad en cuanto lo económico, lo ambiental y lo social.

## **SOSTENIBILIDAD EN LOS SISTEMAS GANADEROS.**

Existen múltiples problemas de carácter ambiental, social, político y cultural que ponen en riesgo la propia supervivencia de la Tierra, como pone de manifiesto el cálculo de la huella ecológica (Reyes et al., 2012), siendo urgente detener la degradación irreversible del medio ambiente y avanzar, desde la perspectiva de la sostenibilidad y la equidad, hacia modos de

vida y actividades económicas que no superen la capacidad de carga de los ecosistemas y no generen desigualdades sociales (Vega-Marcote et al., 2007).

La producción pecuaria tiene un gran impacto en los recursos naturales globales tales como el agua, la biodiversidad y el suelo entre otros. Con respecto a su impacto, la producción pecuaria ocupa cerca del 30% de la superficie terrestre libre de hielo, por otro lado, los bosques primarios del mundo constituyen un 36% de la superficie forestal total, sin embargo, han disminuido más de 40 millones de hectáreas de bosque desde el año 2000. En gran medida esto se debe a la reclasificación de los bosques primarios como otros bosques regenerados de forma natural, por aspectos como la tala selectiva e intervenciones humanas relacionadas especialmente con la actividad agropecuaria.(Steinfeld et al., 2009).

De acuerdo a las conclusiones de la última evaluación de recursos forestales realizada durante el 2009 y que se publicó en octubre de 2010 por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se sabe que en muchos casos la deforestación de las áreas boscosas se debe a talas para establecer más pasturas (Sepúlveda et al., 2011).

En la ganadería tropical coexisten múltiples sistemas de producción en diferentes pisos térmicos con distintos grados de intensificación, que se ubican en ambientes socioeconómicos de naturaleza heterogénea, en los que la producción sostenible y competitiva de proteína de origen animal, es posible en gran medida por el uso de razas adaptadas a las condiciones climáticas, económicas y de manejo de cada región (Galeano and Manrique, 2010).

En América Latina alrededor del 7% de la población se dedica a la ganadería, por lo que al igual que en otras partes del mundo, es una importante fuente de empleo e ingresos para las familias rurales, que en el caso de las familias de escasos recursos económicos, forma parte de las estrategias de vida para la acumulación de capital y otros recursos, prueba de la importancia de la ganadería como actividad económica es que en Latinoamérica, las pasturas constituyen el principal uso de la tierra ocupando más del 30% de la superficie (FAO 2007).

Por otro lado, la creciente demanda de productos de origen animal, principalmente la leche y la carne, se ve reflejado en el incremento del precio que pagan los consumidores en los diferentes estados del producto (Sepúlveda et al., 2011).

En el caso puntual de Colombia, existen diversos tipos de explotaciones agrarias, todos ligados estrechamente con la ganadería lo que dificulta establecer una caracterización económica y hace más compleja la búsqueda de alternativas para mejorar la competitividad y lograr la sostenibilidad requerida por la ganadería bovina de carne, la cual se desarrolla fundamentalmente bajo sistemas de pastoreo extensivo y extractivo (Mahecha et al., 2016).

El sector bovino, caracterizado por la generación de empleo e impulso al desarrollo social y con una contribución representativa al Producto Interno Bruto –PIB- nacional y agropecuario, carece de políticas agrarias claras y precisas, que busquen orientar el adecuado desempeño de la ganadería, dentro del marco de la sustentabilidad económica y de la sostenibilidad ambiental (Mahecha et al., 2016)

Son varios los trabajos basados en sostenibilidad, entre ellos Benavides and Guerrero (2017) realizaron un estudio para medir la sostenibilidad en 8 predios ganaderos en zonas altas. Se encontró en promedio carga animal de 0,5 UGG, producción de leche de 4 kg/vaca/día, intervalos de partos de 450 días y producciones de forraje de 2,45 t MS/ha con 14% PC y 60% FDN. En promedio para el bosque, el carbono orgánico del suelo fue de 33,72 t/ha y para los potreros de pastoreo de 25,29 t/ha, siendo significativa la diferencia ( $p \leq 0,05$ ). No se encontró diferencias ( $p \geq 0,05$ ) entre las densidades aparentes en el suelo de los bosques nativos (0,46g/cm<sup>3</sup>) y los potreros (0,5 g/cm<sup>3</sup>).

En la actualidad, son muchas las controversias que han surgido con relación a la ganadería por el aumento en la demanda de alimentos como la carne y la leche, ya que año a año está en ascenso y continuará con este comportamiento (FAO, 2009); segundo, las emisiones de gases de efecto invernadero atribuidas a la producción ganadera es alta (De Vries and de Boer, 2010; Gerber et al., 2011); y por último, muchos de los ganaderos en el trópico son

pequeños productores por lo cual la sostenibilidad económica no es favorable (Herrero et al., 2013).

## **RAZA BLANCO OREJINEGRO**

### ***Origen e ingreso a Colombia.***

Se tienen datos de que los primeros bovinos en llegar a América desembarcaron en Santa Marta (Colombia), de igual forma, se conoce que Lima (Perú), fue el principal foco a partir del cual se dispersaron los bovinos hacia el sur y en menos de 40 años ya se informaba sobre la presencia de bovinos en todos los países de América del sur (Primo, 1992a). En Colombia, desde hace más de 500 años, los bovinos iniciaron un largo proceso de adaptación a las condiciones del trópico, sin embargo, muchos de sus rasgos genéticos aún siguen sin ser investigados (Correa et al., 2011).

La mezcla genética de las razas europeas de las costas mediterráneas y las Islas Canarias como la tudanca, negra andaluza, murciana, cacereña (Costa, 2011); la pirenaica, el tronco turdetano que originó las razas retinta, berrenda andaluza, rubia gallega (Primo, 1992b) la palmeña, canaria y caracú portugués (Oliva, 2011), entre otras, originó desde inicios del siglo XVI las “razas criollas” en Colombia, entre las que se encuentran: Romosinuano, Costeño con cuernos, Hartón del valle, Blanco Orejinegro o BON, Chino Santandereano, Sanmartineño, Casanareño, Velásquez (Gallini, 2005) y “cimarronas” de la Nueva Granada. A partir de estas razas, los empresarios agropecuarios que participaron en los festejos del centenario de la independencia plantearon que los ganados vacunos que debían ser considerados como “razas nacionales” debían ser únicamente las razas: caucana, llanera, ayapaleña, tolimense y la antioqueña. En ese momento, por raza antioqueña se referían a la raza “blanco-orejinegro” (1913), conocida también como “ganado fino” (1888), al considerarse la más apta para la topografía andina y la más resistente a la devastadora plaga de “nuches” (Patiño 2002) o ‘gusanos de monte’ causantes de la dermatobia o noxialis (Nájera, 2008), a lo que se le sumaron atributos cárnicos y lecheros cuando se mezclaban con otras razas europeas (Perez, 2015).

El ganado Blanco Orejinegro, cuyo origen se remonta al siglo XVI, predominó inicialmente en climas cálidos y medios de la región andina. Dentro de las razas de ganado criollo colombiano cuenta con el fanerotipo más *sui generis*, caracterizado por pelaje blanco, orejas negras, piel y mucosas pigmentadas que le confieren tolerancia a la radiación solar, también se conoce por su temperamento dócil, tolerancia a enfermedades y parásitos (Martínez, 1992).

Algunos autores mencionan que en los años 40, Colombia contaba aproximadamente con dos millones de cabezas de ganado Blanco Orejinegro (BON), sin embargo, en los últimos censos sólo se contaron 2.866 bovinos de esta raza, representando el 12% de la población de razas criollas colombianas, a pesar de que en el Decreto 1828 de 1939 se ordenaba que por lo menos el 25% del hato de cada sistema de explotación ganadera tendría que ser de razas criollas (Jimenez et al., 2021). El no cumplimiento de este decreto y el creciente interés por razas puras importadas no adaptadas a las condiciones ambientales colombianas, ha llevado a la disminución de las razas criollas como el BON, llamado así por su pigmentación en las orejas (Primo, 1992a), se encuentre en vía de extinción (López et al., 2001), a pesar de contar con grandes ventajas como ser genéticamente resistente a algunos patógenos bacterianos y virales, su demostrada resistencia a ecto y endoparásitos, así como resistencia genética a algunos patógenos tanto virales como bacterianos y de una gran habilidad materna (Uron-Castro, 2013)

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) existen dos razones por las que estas razas deben conservarse: a) el estado de amenaza medido según la disminución del hato, y b) el valor o mérito genético por cuanto una población puede tener características de interés económico y zootécnico (FAO, 2002). Citado por (Gallego et al., 2006).

Algunos países, han decidido apostarle a la conservación de recursos autóctonos, y se han desarrollado estrategias para la conservación de las razas de animales adaptados a las condiciones de cada país, siendo el primer paso para la conservación, la tipificación de estos recursos, en el caso de países de América latina, se han desarrollado trabajos de descripción y tipificación de las razas criollas o de cruces de estas con razas puras europeas, ya sea de

características genéticas o fenotípicas relacionadas o no con parámetros productivos, estos trabajos se han adelantado en países como Ecuador, Venezuela, Argentina, Uruguay, e incluso en Colombia (Género et al., 1998; Rincón et al., 2002; Medina, 2005b; Barrera et al., 2006; Cevallos, 2011; Contreras et al., 2011; Rincón Flórez and Quintero Patiño, 2015).

En Colombia, con la conservación de esta población se pretende mantener la variabilidad genética de la raza, así como contribuir a su descripción, documentación y fomento, lo cual permitirá en el futuro seleccionar hembras y reproductores que presenten los mejores valores genéticos para ser usados en el hato de fomento y en cruzamientos con otras razas como el cebú, base fundamental de la ganadería nacional, dado el vigor híbrido manifestado por estos cruces (Pearson et al., 1968; Medina, 2005b; Gallego et al., 2006; Vergara et al., 2009).

### ***Habitat del Blanco Orejinegro***

La raza Blanco Orejinegro (BON) tiene su hábitat natural en las estribaciones de la cordillera central y occidental, en alturas comprendidas entre 800 y 1800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre 18 y 24°C y una precipitación pluvial por año superior a 1800 m. Se refiere a la zona cafetera o zona media de nuestro país, la cual representa 122.000 Km<sup>2</sup> del territorio nacional. Ecológicamente esta zona es transicional entre bosque húmedo y bosque muy húmedo tropical, con topografía bastante abrupta, irregular y erosionable y suelos caracterizados por baja fertilidad debida a su acidez, deficiencia de calcio y fósforo y alto contenido de hierro y magnesio. Los forrajes de esta zona son un reflejo de la pobre calidad del suelo (López et al., 2001)

### ***Características de la raza BON***

Desde su introducción, los animales de esta raza se sometieron a un largo proceso de selección natural, lo que les permitió obtener características adaptativas de gran importancia económica, entre las que se encuentran: eficiencia reproductiva; tolerancia a enfermedades y parásitos; habilidad para soportar condiciones extremas de temperatura, humedad, así como capacidad para aprovechar forrajes fibrosos; constituyéndose así en el mayor patrimonio biológico y económico para la provisión de alimentos (carne, leche), pieles y trabajo en los

diferentes sistemas de producción de la variada geografía del trópico colombiano (Rojas et al., 2014).

Su capacidad de producción de carne y leche en las condiciones del trópico se conocen desde hace muchos años, así como su capacidad adaptativa. Este ganado ha mostrado otras características deseables como docilidad, habilidad para aprovechar forrajes de baja calidad nutricional, gran habilidad materna, pubertad temprana, alta fertilidad, mayor productividad en cruces F1 y marcada resistencia a ectoparásitos; características que muestran a un animal adaptado a condiciones del trópico bajo (Uron-Castro, 2013).

Los principales sistemas que involucran la medición de la condición corporal están basados en la topografía anatómica del animal, principalmente de aquellos accidentes visibles y su cubierta por carne y grasa. Los sistemas son: la base de la cola, procesos transversos de las vértebras lumbares, los procesos espinosos de las vértebras torácicas y lumbares, trocánter mayor del femur, costillas y el aspecto de las masas musculares existente entre tuberosidades coxal e isquiática, en bovinos cebuinos se encontró una Condición Corporal (CC) que variaba entre 3 y 4, la cual se puede considerar de regular a buena, reflejando que tienen poca producción de leche, lo que traduce finalmente en un gran número de días abiertos y una baja condición corporal al final de la lactancia (Guerra et al., 2020).

En este orden de ideas, Medina (2005b) encontró una condición corporal buena para vacas horras  $3.60 \pm 0.4$ , vacas horras preñadas  $3.70 \pm 0.3$  y  $3.30 \pm 0.3$ , en animales que tenían cruces de BON con Cebu, Romosinuano y Angus.

Autores como Correa-Orozco and Uribe-Velásquez (2010), concluyen que la condición corporal es un reflejo de las reservas energéticas de los bovinos, la cual se convierte en una herramienta que permite preveer el desempeño reproductivo postparto de hembras de carne a futuro, por su influencia sobre la dinámica folicular, la actividad ovarica, la función endocrina y la tasa de preñez.

López et al. (2001), concluyeron que el cruce de la raza criolla, con excelentes parámetros reproductivos y adaptación a las condiciones del trópico y la raza especializada, con excelentes parámetros productivos, en un solo tipo de animal, constituye un hecho de gran

trascendencia para la obtención de un animal más adecuado a los diferentes sistemas de producción de carne y leche en el trópico.

Los bovinos criollos en Colombia han presentado una disminución muy fuerte en el número de individuos durante los últimos años, ante esta marcada disminución de la población, se vio la necesidad de implementar medidas en pro de la conservación de la raza, por lo que el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) propuso estrategias para favorecer la conservación de la raza, cuidando un material genético que puede mejorar los índices productivos y reproductivos de las ganaderías colombianas (Martínez, 1992).

## **MORFOMETRÍA.**

La funcionalidad en el contexto del estudio de la variación morfológica de los animales domésticos debe ser entendida como la capacidad de adaptación a las diversas aptitudes que les van a ser requeridas. Dicha adaptación se puede apreciar claramente en la progresiva reorientación de ciertas razas bovinas autóctonas que han pasado de mantener una típica triple aptitud de trabajo leche-carne hacia conservar únicamente la cárnica. Esto ha llevado, como ha sido el caso de la raza Pirenaica (MENDIZÁBAL et al., 1998) a un animal de pequeña alzada, con una prominencia del tercio anterior y una caja torácica desarrollada más motivado por la profundidad que por la anchura del pecho, hacia otro con un progresivo aumento de la alzada, longitud, anchura y el desarrollo muscular en el tercio posterior. (Sociedad Española de Zooetnólogos 2009).

Rojas et al. (2014) realizaron un trabajo sobre la morfometría del ganado Blanco Orejinegro en el Municipio de Pacho Cundinamarca, buscando determinar la armonía entre un grupo de animales de la misma raza, cabe anotar que el trabajo fue realizado en una sola explotación donde puede haber un gran porcentaje de consanguinidad. En este se midieron 18 características de los individuos sin tener en cuenta su relevancia en los índices productivos. La utilidad y documentación de los rasgos y características del ganado cebú, *Bos indicus* en producción de carne en Estados Unidos son discutidos con referencia a la adaptación del

ganado Cebú a climas cálidos por estar provistos de un manto de piel y atributos hematológicos. Forma, aspectos de crecimiento y fisiológicos que son atributos genéticos únicos, lo cual lo hacen diferentes del ganado Bos Taurus (Turner, 1980).

Investigadores han utilizado medidas zoométricas para determinar índices de compacidad (peso vivo: alzada a la cruz) e índice corporal (longitud corporal: perímetro torácico) - coeficiente de proporcionalidad corporal (índice de compacidad: índice corporal), usado para la evaluación de la conformación de los animales de raza Pirenaica (Pastor et al., 2000).

Trabajos como el de Salamanca and Crosby (2013) en dos fincas de ganado criollo Canareño han mostrado la media general para el perímetro torácico, de  $153,4 \pm 10,4$  cm y no fue estadísticamente significativa entre fincas ( $P > 0,05$ ); su coeficiente de variación (6,7%) mostró datos homogéneos para esta variable morfométrica. Igualmente, las variables largo de grupa, altura a la cruz no presentaron diferencias estadísticas entre las fincas y sus promedios fueron de  $39,9 \pm 4,1$ ;  $115,4 \pm 5,7$ ;  $119,1 \pm 5,3$  y  $37,7 \pm 3,7$  cm respectivamente.

Contreras et al. (2011) encontraron una correlación positiva ( $P < 0,001$ ) entre el peso vivo y algunas características morfológicas; donde el carácter de mayor correlación fue el perímetro torácico ( $r = 0,68$ ); Mahecha Ledesma et al. (2002) señalan que el perímetro torácico puede ser un indicador bastante acertado para la determinación del peso de los animales. Los valores obtenidos fueron menores a los reportados por Mahecha Ledesma et al. (2002), con ganado Lucerna ( $r = 0,93$ ); y por Khalil and Vaccaro (2002) en ganado bovino mestizo venezolano ( $r = 0,94$ ).

Barragan and Botero (2010), realizaron la medición de algunas variables bovinométricas para las razas Gyr y Guzerat, con el fin de establecer la morfometría de la raza en Colombia, encontrando los siguientes resultados: Los promedios ajustados por la metodología de los mínimos cuadrados para la raza Gyr fueron: peso 406 kg, altura al sacro (ALTSAC) 136.77 cm, perímetro torácico (PERTOR) 169.02 cm, longitud corporal (LONCOR) 118.10 cm, longitud del anca (LONANC) 50.61 cm, amplitud de cadera (AMPCAD) 47.62 y amplitud de isquiones (AMPISQ) 26.02 cm. Para la raza Guzerat fueron: peso 462 kg, ALSAC 141.69

cm, PERTOR 181.06 cm, LONCOR 158.11 cm, LONANC 53.62 cm, AMPCAD 47.62 y AMPISQ 29.15 cm. Las correlaciones para las medidas de la raza Gyr entre peso y características bovinométricas variaron de moderadas a altas, para PERTOR, LONANC, AMPCAD, ALSAC y LONCOR, fueron de 0.58, 0.32, 0.38, 0.26 y 0.32 respectivamente. Las correlaciones para las medidas las de la raza Guzerat entre peso y características bovinométricas variaron de manera similar a la raza Gyr pero su magnitud fue mayor, para PERTOR, LONANC, AMPCAD, ALSAC y LONCOR fueron de 0.76, 0.62, 0.57, 0.47 y 0.45 respectivamente.

Autores como Martínez *et al.* (2007) ratifican que las variaciones en caracteres fenotípicos cuantitativos son producto de un proceso de adaptación de los animales de acuerdo a las características medioambientales.

El dimorfismo sexual entendido como la variación fisiológica y morfológica entre machos y hembras en una misma especie, es un factor que influye en el peso y las medidas bovinométricas, básicamente por que las tasas de desarrollo óseo difieren entre machos y hembras(Castro and Perdomo, 2017).

Coefficientes de correlación encontrados en bovinos de la pampa chaqueña (Paraguay), la variable perímetro torácico registró valores positivos altos asociados a las variables largo de grupa y ancho de grupa (0,82 y 0,86, respectivamente). El perímetro torácico registró coeficientes positivos moderadamente altos con altura al sacro (0,68), largo de cabeza (0,64) seguido por el coeficiente de alzada (0,63)(Martínez et al., 2014)

### ***Aspectos reproductivos***

En muchos países se está trabajando con el objetivo de medir la calidad de las evaluaciones genéticas de las explotaciones productivas que poseen, se han desarrollado estudios que buscan dar una visión más general a estas, de manera que se puedan estandarizar y discutir los resultados de las investigaciones con miembros de otras comunidades a nivel internacional (Mark, 2004). En el BON, dentro de los índices funcionales que se han medido, se encuentran el Índice Metacarpo-Costal (IMCOS), la Profundidad Relativa del Tórax (IPRT), Índice Pelviano Transversal (IPETR), Índice Pelviano Longitudinal (IPELO), Peso

relativo o Índice de Compacidad (PREL), Carga de la Caña (PRC), Espesor relativo de la caña (IECÑA), sin embargo, algunos no se pueden comparar con otras razas criollas ya que no se dispone de información bibliográfica que así lo permita (Rojas et al., 2014).

Las vacas BON presentan una fertilidad más alta en comparación con otras razas lecheras (Botero, 1976). Estas, tienen una mayor facilidad al momento del parto por su mayor capacidad pelviana; además, El intervalo entre parto es cercano a los 12 meses y se considera como muy longeva, ya que puede producir crías hasta los 15 años (Hernández and Martínez, 1985) .

El componente reproductivo representa un factor de alto impacto en los costos de producción y determina en gran medida las ganancias de una empresa ganadera, pues estas dependen del periodo de reproducción de las hembras (Casas y Tewolde, 2001). Un estudio realizado en ganado lechero en los Países Bajos por Inchaisri et al. (2010) muestra que una fertilidad subóptima, representada por un desempeño reproductivo medio o pobre, resulta respectivamente en un promedio de pérdidas netas de €34 y €231 por vaca al año, si se compara con una óptima fertilidad. La variación de factores como la tasa de concepción, la tasa de detección de celo, la incidencia de desórdenes posparto que afectan la concepción, la tasa de mortalidad embrionaria y el período voluntario de espera, tiene gran impacto en el beneficio económico, pero finalmente, el incremento del intervalo entre partos es lo que genera las mayores pérdidas económicas (M-Rocha et al., 2012a).

Se han realizado estudios en cuanto a heredabilidad y correlación de las características lineales y de tipo, en algunos casos, por ejemplo, se miden las correlaciones fenotípicas entre características de tipo linear y de producción en vacas de razas lecheras (Brotherstone, 1994), en otros se mide la heredabilidad de características productivas y reproductivas en razas europeas de doble propósito (Mora et al., 1995), y algunos como el caso de un estudio realizado en Antioquia, que buscó estimar además las correlaciones genéticas y fenotípicas entre las características de tipo en Colombia (Corrales et al., 2012), sin embargo, se ha encontrado que aún queda mucho por mejorar en la metodología aplicada a evaluaciones

genéticas, y especialmente para las características funcionales, como la salud de la ubre (Mark, 2004).

Tal como propone la FAO, el uso de recursos genéticos locales es crucial en el desarrollo sostenible de sistemas de producción en zonas rurales, que a menudo son áreas montañosas, por lo cual el uso de animales domésticos locales se ha convertido en un punto importante de desarrollo. Con el fin de hacer una crianza selectiva, es necesario que se realicen programas para fomentar la identificación y el registro, sin embargo las lecherías pequeñas no tienen ninguno de esos dos aspectos, ya que por lo general se limitan a un mercado pequeño pero capaz de absorber cantidades crecientes de leche, mientras que para la producción de carne suelen tenerse sistemas de identificación y registro de datos ya que a menudo los requerimientos de los mercados demandan la trazabilidad de los productos (Maki-Hokkonen et al., 2002), por lo cual, es frecuente que en ganaderías en las que se trabaja con ganado BON, se cuente con registros suficientes para determinar la heredabilidad de algunas características productivas.

Tobon et al. (2013), concluyeron que las variables evaluadas para alcanzar la pubertad en toretes de raza BON, indican que experimentan cambios significativos entre los 14 y 16 meses de edad y sugieren que la edad del inicio de la pubertad cuando tienen un peso corporal entre  $206 \pm 3$  y  $234 \pm 3$  kg de peso vivo.

Algunos trabajos de investigación como el realizado en la granja San José del Nus de CORPOICA, muestran resultados relevantes para la raza comparado en este caso con la raza Romosinuano, como se observa la ganancia diaria en gramos es muy alta al ser comparada con otras razas. En la raza Blanco Orejinegro, algunos animales presentaron desempeño sobresaliente, con una ganancia diaria promedio que varía entre 678 y 873 gramos animal día. En la prueba de eficiencia alimenticia también presentaron excelente desempeño, con un incremento diario promedio entre 870 y 1.174 gramos animal día. En estos animales, las medidas morfométricas indican que están por encima del promedio de la talla de la población (Martínez et al., 2012).

Quijano and Montoya (2003), reportaron las medias para edad al primer parto fueron de: 29, 30 y 33 meses para los grupos genéticos Holstein, F1 BON por Holstein y BON respectivamente, existiendo diferencia entre ellas ( $P < 0,01$ ). Las medias para el intervalo entre partos fueron: 390, 359 y 492 días respectivamente, existiendo diferencia entre ellas ( $p < 0,01$ ). Para días abiertos, las medias fueron: 107, 68 y 221 días respectivamente, existiendo diferencia entre todas ( $P < 0,01$ ). Para servicios por concepción fueron de: 1,9, 1,7 y 1,3 respectivamente, existiendo diferencia apenas entre el primer grupo genético (Holstein) y el tercero (BON).

## **PASTOREO DE ULTRA ALTA DENSIDAD**

A través de los años los ganaderos han buscado mejorar la productividad aumentando el número de animales por hectárea y de esta manera obtener mejores rendimientos económicos en sus predios, o a través del mejor uso de los potreros aumento la presión de pastoreo y la carga animal, esto ha llevado a desarrollar diferentes sistemas de pastoreo.

En décadas pasadas, los sistemas de pastoreo fueron de tipo extensivo donde los animales se alimentaban al libre albedrío, pero al pasar del tiempo se han desarrollado sistemas que llevan al pastoreo intensivo teniendo en cuenta la buena relación entre los animales y el medio ambiente y ha recibido diferentes nombres como: ganadería sostenible, silvopastoril, holística, regenerativa y sistema rotacional Voison, existen diferencias entre ellos, pero todos buscan cuidar el entorno e incrementar la rentabilidad de los sistemas ganaderos (Eccardi and Suárez, 2019)

El (PUAD) Se desarrolló en Zimbabwe en 2001 y empezó a aplicarse en Estados Unidos en 2006 y en México en 2007. Se basa buscar el máximo aprovechamiento de áreas pastoreables creando competencia entre los bovinos sin tener en cuenta las edades y que los hace más voraces, se comen todo lo que crece en el potrero, mientras que las plantas que no se consumen son aplastadas por pisoteo (Montoya, 2019).

La cantidad de ganado interviene la habilidad de selección al pastoreo, la frecuencia de defoliación de los tallos y el rendimiento animal disminuye. El indicador más importante de la producción animal por unidad de superficie es la carga animal, definida como el número de animales que permanecen sobre una superficie por un periodo determinando del tiempo; que puede presentar variaciones entre años y entre épocas del mismo año (Díaz, 2018).

De igual manera, se consideran razas mejoradas o cruzamientos buscando la selección de caracteres de crecimiento, aunque estas metas de selección han sido importantes, sigue siendo necesario tener una mayor presión de selección para la eficiencia de conversión alimenticia, puesto que se ha determinado que las diferencias entre animales en su capacidad para convertir alimento en ganancia de peso son importantes en la determinación de los ingresos de los productores (Moore et al., 2009)

Zietsman (2014), plantea los pastoreos de “ultra alta densidad” son una opción para manejar en un área determinada altas cargas de bovinos en pocos intervalos de tiempo a fin de estimular mayores consumos de forraje al disminuir la selectividad e incrementar el consumo por área ocupada, cuyos principios del pastoreo fueron establecidos por Voisin en 1963.

Se hace necesario disminuir los costos de producción en las ganaderías, especialmente en lo referente a la alimentación, puesto que soportarla en suplementos la hace muy costosa y la rentabilidad disminuiría para un sistema productivo sin importar si es de carne o leche (Herd and Arthur, 2009). Una adopción tecnológica que lleve a una ganadería sostenible, donde se produzca más carne o leche en menos hectáreas de tierra mejorará los índices de producción en las fincas. Con la implementación de estas medidas se espera alcanzar el 2,8 % de los predios ganaderos del país con capacidad de carga de tres animales por hectáreas en los sistemas ceba, doble propósito, leche y cría (Bravo Parra, 2021).

Lee et al. (2017) al igual que otros autores, sostienen que los pastos y los forrajes en el trópico, constituyen la fuente más abundante y económica para garantizar la alimentación de los sistemas de producción ganadera, de ahí lo importante que resulta el adecuado manejo de

las áreas de pastoreo en cada unidad productiva, a fin de lograr un equilibrio entre las necesidades de los animales y la oferta de alimentos.

Sistema de pastoreo rotacional de corta duración con periodos de descanso más largos, que permiten una mayor unidad de carga y obtener mayores rendimientos económicos (Urón and Bastos, 2021).

Hay una tendencia común a muchos países Latinoamericanos, de intensificar el engorde de bovinos, manteniendo a los animales en régimen de confinamiento al aire libre, generalmente con altas densidades de alojamiento (Paranhos da Costa, 2018a). La alta densidad, causa estrés a los animales y resulta en la degradación del ambiente del confinamiento y de su entorno debido a la formación de polvo o acumulación de barro y heces, aumentando la concentración de gases nocivos (p.ej., amoníaco, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno) que aceleran la degradación de las condiciones del ambiente (Mader, 2011; May et al., 2012). Un ciclo de efectos negativos, que empieza con el estrés causado por las condiciones de alojamiento de los animales (alta densidad) y que resulta en una progresiva degradación ambiental, empeorando las condiciones del ambiente y también el bienestar de los bovinos y de la gente que trabaja o vive cerca del confinamiento. Para completar el cuadro de pérdidas, hay evidencia científica de que, bajo estas condiciones, los animales tienen más problemas de salud y se ve afectada la ganancia de peso (Macitelli Benez, 2015).

El pastoreo de ultra alta densidad presenta beneficios económicos de acuerdo a algunas investigaciones. Adicionalmente, contribuye al desarrollo de la ganadería con bajas emisiones, efectos relacionados con el cambio climático y su repercusión sobre la relación suelo-planta-animal. Los estudios realizados sobre el manejo racional intensivo han tenido una positiva repercusión en diferentes países de Centro y Suramérica. A partir de la contribución del manejo ecológico de los sistemas de pastoreo intensivo para desarrollar una ganadería baja en emisiones se ofrecen resultados que representan una opción resiliente ante el cambio climático y una contribución a la autosuficiencia alimentaria de los países (Milera-Rodríguez et al., 2019).

En este orden de ideas, Chaplot et al. (2016) reportaron resultados favorables para la captura de carbono en suelos de potreros degradados en Sudáfrica, donde compararon la producción y recuperación de pastizales durante 24 meses, con 4 estrategias comúnmente utilizadas: exclusión del ganado, exclusión de ganado con labranza superficial, exclusión de ganado con fertilización NPK y quema anual; todos los tratamientos se compararon con el control tradicional de pastoreo libre. las existencias de carbono orgánico del suelo en la capa superior del suelo aumentaron significativamente bajo fertilización y el pastoreo de alta densidad y corta duración, en un promedio de  $33.4 \pm 0.5$  y  $12,4 \pm 2,1$  g C m<sup>2</sup>/año, así como la quema anual disminuyó las cantidades de carbono en el suelo.

Alonso et al. (2022), en Cuba, concluyeron que las divisiones en los potreros para pastoreo en vacas de leche 0.15, 0.25 y 0.35 ha, obtuvieron mejores resultados ya que hubo mayor consumo de forraje por competencia, reducción de la selectividad y consumo por área ocupada. Las tres mediciones mostraron respuestas positivas de manera general, para soportar altas cargas instantáneas, siempre y cuando se respete el tiempo de recuperación de los pastos.

De igual manera, Hafla et al. (2014), realizaron un ensayo en vacas lecheras en Pensilvania, Estados Unidos y encontraron que había un mayor consumo de forraje a menor tiempo de descanso del pastizal, debido a ser un pasto menos maduro por el pastoreo sucesivo y con mejores características bromatológicas y nutricionales.

Así mismo, el manejo de poblaciones muy altas en pequeñas áreas de pastoreo en grandes rebaños y densos puede tener efectos negativos ya que puede comprometer la nutrición de los animales al aumentar la competencia por el forraje y minimizar los movimientos de alimentación adaptativos. La gestión sostenible de los ranchos debe considerar no solo los impactos de la gestión del pastoreo en la condición del pastizal (sostenibilidad ecológica), sino también en la producción ganadera en relación con los costos generales (sostenibilidad económica) y en la biodiversidad (sostenibilidad biológica) (Fynn and Jackson, 2022).

Así como se han obtenido resultados positivos para el pastoreo de alta densidad algunos investigadores consideran que existen algunos aspectos negativos. Yang et al. (2022), encontraron que La intensidad del pastoreo reduce la cantidad de hongos y bacterias al disminuir la biomasa aérea de las plantas y aumentar la densidad aparente del suelo.

## **BIENESTAR ANIMAL**

El bienestar de un animal es bueno cuando sus necesidades nutricionales, ambientales, de salud, conductuales y mentales se satisfacen. Se considera que la promoción del bienestar animal requiere regulación, pero gestionada de una manera que permita ajustes basados en nuevos conocimientos científicos sobre las necesidades de los animales y cambiar las percepciones sociales de lo que es aceptable y trato inaceptable de los animales (Mellor and Stafford, 2001).

Los aspectos del bienestar animal también pueden ser considerados como un elemento central del concepto de sostenibilidad, ya que influye y es influenciada por cada uno de los tres pilares de la sostenibilidad. Ellos son: la preocupación por la preservación de los recursos naturales, el mantenimiento de comunidades saludables y la promoción de la vitalidad económica (Paranhos da Costa, 2018b).

La medición de los daños causados a los animales durante procesos experimentales, se ha propuesto desde 1994 mediante 5 dominios de compromiso del bienestar animal de los cuales cuatro son de orden físico y uno mental. El primer dominio hace referencia a la privación de alimento, agua y malnutrición. El segundo hace reseña a los desafíos ambientales, tales como mucho frío, excesivo calor, etc. El tercero es la salud, enfermedades, heridas, alteraciones funcionales. El cuarto es comportamental, interacción con otros animales y jerarquias y el quinto hace cita a los componentes mentales como ansiedad, temor, dolor, stress, sed, hambre o aburrimiento. De igual manera, se establecen los aspectos a tener en cuenta para medir el grado de alteración del bienestar del animal (Mellor, 2004).

El tercer dominio del bienestar animal hace referencia a la salud, una de las alteraciones que se presentan son las cojeras, son de gran importancia, puesto que causan disminución de peso, alteraciones reproductivas y afectan la economía de la explotación, están relacionadas con el descarte de animales a edades tempranas, aumento de los costos por tratamientos, honorarios profesionales (Amory et al., 2006; Ettema and Østergaard, 2006; Shearer et al., 2012; Charfeddine and Pérez-Cabal, 2017).

Las alteraciones en la locomoción se manifiestan mediante grados de cojera en los animales. En un estudio realizado en la región sur de Chile, en el cual se analizó la relación entre las lesiones del casco y las cojeras en 1098 vacas de leche, se encontró que las lesiones de mayor presentación fueron lesiones en la línea blanca, inflamación purulenta interdigital, granuloma interdigital, úlceras en la suela del casco, erosiones en el talón, dermatitis interdigital e hiperplasia interdigital. Así mismo se concluye que no todas las lesiones son causa de cojera en los bovinos y que la inflamación hace que se aumente el grado de cojera. Se requiere más información de las lesiones del pie que no se asocian con mala locomoción (Tadich et al., 2010).

Las cojeras en los bovinos causan grandes pérdidas económicas así como alteraciones en el bienestar del animal. Estas conllevan al descarte del individuo debido al dolor que le impide ser productivo. Se considerarán las siguientes alteraciones durante la presentación de las cojeras (Shearer et al., 2013).

- Balanceo de la cabeza durante la locomoción.
- Acortamiento o alargamiento de la zancada.
- Cambios en el grado de abducción o aducción de las extremidades con un aumento de la desviación de la vertical.
- Cambios en el apoyo de la pezuña. Sobre extensión o disminución de la zancada.
- Cambios en la alineación de las espinas (tuberosidad coxal) al caminar, que reduce desviaciones en una línea horizontal hipotética vista desde atrás.
- Cambios en la disposición del animal para caminar con renuencia a moverse siendo con frecuencia asociado con la cojera que afecta ambas pezuñas.

- Cambios en la fase de postura del paso que resulta en que el animal mantenga su peso en la extremidad sana durante el mayor tiempo posible para minimizar el tiempo de carga del miembro afectado.

Así mismo, la mastitis es una de las patologías que produce mayor dolor y pérdidas económicas en las explotaciones agropecuarias (Mainau et al., 2014), la cual presenta algunos factores predisponentes como la suciedad en los miembros y la ubre (Elmoslemany et al., 2009).

El score de suciedad es un método que fue diseñado para poder establecer un estándar de medición, en cuanto a la suciedad que se acumula tanto en los miembros de los animales como en su ubre y pezones y sirve como indicador de posible foco de contaminación hacia la glándula mamaria (Hughes, 2001). En lechería es usado como indicador del bienestar de la vaca y en su influencia en la aparición de mastitis (Ward et al., 2002).

La valoración del grado de higiene de los animales, tanto en los miembros traseros como en la ubre, puede ser determinante en la presentación de mastitis, tanto subclínicas como clínicas (García, 2021). En otro trabajo realizado en la sabana de Bogotá, se encontró que los niveles de limpieza corporal presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en relación a las variables productivas (edad, producción de leche y días pos parto). El recuento de células somáticas presentó valores significativos ( $p < 0,05$ ) en relación a las variables productivas y a las variables de limpieza corporal (Larrota Garcia, 2010).

La limpieza de los animales es un indicador que nos permite evaluar las condiciones de suciedad e higiene ambientales en que están las instalaciones, lugares de descanso de las vacas, accesos y caminos del tambo a través del grado de limpieza de los animales. La suciedad debida al barro o heces adheridos a la piel y el pelo, además del prurito, inflamación y lo que resta en cuanto a las funciones termorreguladoras, nos señala indirectamente la fuente de microorganismos ambientales y la probable incidencia de mastitis y de patologías podales. Es decir que el grado de limpieza es un indicador muy importante del bienestar de las vacas lecheras (Martínez and Suárez, 2017).

García-Pérez et al. (2022), evaluaron el bienestar animal en explotaciones de ganado lechero de raza Holstein del noreste de España, y encontraron en lo referente al nivel de limpieza de las distintas regiones corporales, que el 95,9 % de los animales presentan la pierna sucia, 89,7 % el cuarto trasero sucio y el 86,2 % la ubre sucia. En cuanto a ausencia de daños, un 35,8 % de los animales presentan cojera moderada con el mayor porcentaje de animales cojos (40 %) en la calificación mejorada, frente al 33,9 % en aceptable y 37 % en no calificada. Un 9,0 % de los animales presentan cojera severa, con el porcentaje más bajo en la calificación aceptable (7,3 %), frente al 12,5 % en mejorada y 14 % en no calificada. Finalmente, un 51,2 % de los animales no presentan cojeras (44,4 % en mejorada, 54,5 % en aceptable y 45 % no calificada). A nivel de alteraciones en tegumentos del criterio ausencia de daños, un 14,8 % no presentan ningún tipo, 54,7 % moderada y un 22,6 % alteración severa del tegumento, de esta última un 56,5 % de los animales se detectan en las granjas no calificadas, frente al 17,3 % y el 22,9 % en mejorada y aceptable.

Clymer (1995) considera como un problema para los animales la presencia de más de 30 moscas de los establos (*Stomoxys calcitrans*) y más de 150 moscas de los cuernos (*Haematobia irritans* L.) por animal; Castro (2021) en su trabajo encontró que el 2,7 y 5 % de las vacas presentaron más de 30 moscas de los establos en las fincas grandes (FG) y en las fincas medianas (FM) respectivamente. Aunque no son significativas las diferencias para la mosca de los cuernos entre explotaciones a partir del valor 150, hay que destacar que 4,2 y 4,6 % de vacas de FG y FM respectivamente, estaban sufriendo los efectos de poblaciones elevadas de esta mosca (+ de 150 moscas/animal). Tal como mencionan Johnsson y Mayer, (1999), el ganado lechero infestado por mosca de los cuernos sufre una disminución en la producción diaria de leche de 520 ml, lo que sugiere un problema grave de bienestar. A partir de los estudios sobre *S. calcitrans* y *H. irritans*, en otras latitudes, (Phillips, 2001 y Eicher et al., 2001) los resultados del estudio señalan que la presencia de la mosca de los cuernos y de los establos es uno de los mayores inconvenientes que debe afrontar el ganado lechero en los sistemas de pastoreo de la Sabana de Bogotá (Castro, 2021).

En un trabajo desarrollado en el Municipio de Saboya, Boyaca. El máximo número de moscas *H. irritans* registrado fue 210 y 168 moscas/ animal en los sistemas silvopastoril y tradicional,

respectivamente. El promedio de moscas fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) en el sistema silvopastoril ( $44 \pm 39.8$  moscas/ animal) en comparación al sistema tradicional ( $56 \pm 47.5$  moscas/animal), relación que se mantuvo independientemente de la hora en la que fueron realizadas las mediciones (Zúñiga et al., 2020).

En Cuba, Se realizaron conteos de moscas con muestreos por observación directa, dos veces al mes, al 30% de la masa bovina de las unidades seleccionadas. Se escogieron unidades representativas del Norte, Centro y Sur de cada provincia del país. Se correlacionaron las variables climáticas de temperatura media y precipitación a la dinámica poblacional determinada. Se encontró que la mosca *H. irritans* estuvo presente todo el año, con una intensidad de  $39,5 \pm 12,2$  moscas/animal. Se observó que existe una relación positiva y directa entre las variables climáticas de temperatura media ( $r=0,73$ ), las precipitaciones ( $r=0,63$ ) y la presencia de la mosca sobre los animales; los meses de mayor intensidad de infestación fueron en el periodo de junio a septiembre, lo que coincide con los meses de mayor calor y lluvia en el país (Castillo et al., 2016); no obstante, se pueden presentar grados de infestación de más de 500 individuos (Byford et al., 1992). Para el caso de sistemas silvopastoriles, Marcia et al 2017, encontraron menor cantidad de moscas *H. irritans* parasitando al ganado en una pastura con árboles (13.2 moscas/animal) en comparación a las 24.0 moscas/animal en una pastura convencional. Sin embargo, la población de parásitos depende de diversos factores, incluido el grado de resistencia de cada animal (Medeiros et al., 2019). por lo cual es difícil aislar las mediciones y establecer la influencia de los árboles sobre la presencia de moscas.

El cuarto dominio hace referencia al comportamiento de los individuos, interacción entre ellos y como es su jerarquía. se presentan algunos comportamientos que son heredables entre las generaciones como lo es el temperamento. El comportamiento de los animales fue evaluado en cinco aspectos o pruebas: apretado, carrera, liberación, golpeado y distanciamiento con el humano (Fordyce et al., 1982). Otra forma de medir el temperamento en los bovinos es medir la distancia recorrida, luego de ser liberados de un area de confinamiento, esta medida es conocida como velocidad de fuga (Burrow et al., 1988).

Temperamento es el conjunto de comportamientos de los animales relacionados con el hombre generalmente atribuido al miedo (Fell et al., 1999) o la expresión o modo en que los animales perciben y reaccionan frente a estímulos que originan miedo (Boissy and Bouissou, 1995), o la respuesta comportamental de un animal al manejo producido por el hombre, equivaldría a la personalidad de los humanos (Bouchard Jr et al., 1990). El temperamento de las especies de ganado puede variar según la edad, el sexo, el manejo, la influencia materna, los factores genéticos y la raza. (Burrow et al., 1988). Veters et al. (2013) reportan la velocidad de salida y la velocidad de escape como pruebas confiables que permiten medir el temperamento de los bovinos.

El temperamento en vacas de leche tiende a estar limitado por el medio ambiente donde se realiza el ordeño, puesto que desde la llegada al sitio o a la sala de ordeño los animales tienen relación con los humanos (Marçal-Pedroza et al., 2020).

La puntuación de temperamento (TS) de las vacas mestizas Jersey se evaluó en una escala de 5 puntos (1-dócil, 5-agresiva). Las vacas más tranquilas (TS1 y 2) comprendían proporciones relativamente más altas (75,24 %) y ninguna para TS-5. La producción de leche (kg)/día de las vacas TS1 fue significativamente ( $P < 0,01$ ) mayor ( $11,19 \pm 0,14$ ) en comparación con las TS-2, 3 y 4 ( $7,50 \pm 0,11$ ,  $5,30 \pm 0,14$  y  $4,13 \pm 0,77$ , respectivamente). La duración del ordeño, la puntuación de salida, la velocidad de vuelo y el caudal de leche disminuyeron gradualmente a medida que TS aumentó de 1 a 4. Las vacas con TS-1 tenían mayor ( $P < 0,01$ ) grasa láctea, sólidos no grasos y % de proteína en comparación con TS-4. Los recuentos de células somáticas no difirieron significativamente con TS. La puntuación de temperamento fue correlacionó positivamente ( $P < 0,01$ ) con pisar/ordeñar (0,72), puntuación de salida (0,33) y velocidad de vuelo (0,43) (Kumar et al., 2019).

Aspectos como el sexo, tener o no crías, el color de la capa del pelaje, son factores que determinan el temperamento, Tózsér et al. (2003), encontró en vacas Holstein Friesian una puntuación de 1,78 para multíparas y de 2,2 para primíparas ya que el 78% y el 63% de las vacas fueron valoradas puntuación 1 y 2, respectivamente (1 calmadas – 5 nerviosas). En el caso de machos (terneros) de acuerdo a la capa del pelaje 1,43 para el Angus rojo y de 2,57

para el Angus negro, ya que el 92% y el 50% de los terneros recibieron puntuación 1 y 2, respectivamente, más 7% de negro recibieron puntaje 5. La evaluación de los puntajes de temperamento aplicando la prueba de Mann-Whitney reveló diferencias significativas entre grupos entre vacas (392,5,  $P < 0,05$ ) y terneros (140,0,  $P < 0,001$ ).

El temperamento lechero puede ser definido en terminos de comportamiento lechero, facilidad en el manejo o agresividad en la alimentación (Sewalem et al., 2011)

Cziszter et al. (2016), encontraron al evaluar el temperamento y su influencia en el desarrollo productivo y reproductivo en vacas doble proposito Simental, el peso promedio fue de 589,7 kg. Donde las vacas más tranquilas obtuvieron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). En los animales con temperamento moderado y nervioso se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) con 19,5 y 21,8 kg menos respectivamente.

Existen variables que permiten medir el temperamento o establecer una aproximación, algunos trabajos tienen en cuenta el número de pasos y el pateo durante el ordeño y todos los aspectos relacionados con la rumia, defecación y orina. Además, de cinco parametros relacionados con el manejo como: tiempo de entrada, empujar, velocidad de fuga, distancia de vuelo y el test de objeto extraño o nuevo (Marçal-Pedroza et al., 2020)

En un trabajo realizado en Chile, se puede observar que en cuatro lecherías (18,2%), las vacas aceptaban que el examinador se acercara a una distancia de 1 m, mientras que en 10 lecherías (45,4%) la zona de fuga fue  $> 2,0$  m. Si bien, la literatura no describe cuál es la zona de fuga aceptada como adecuada, estos resultados son similares a los encontrados por Whay y col (2003), en vacas de lecherías del Reino Unido, la cual osciló entre 0,7 y 3,2 m. La zona de fuga es considerada por Mülleder y col (2003) como un indicador importante de la relación hombre-animal y permite observar cómo reaccionan las vacas frente a la presencia de personas. De los siete indicadores de bienestar evaluados, la zona de fuga fue la que observó el peor comportamiento, con siete lecherías en categoría D y tres en categoría E (45,5% del total) (Arraño et al., 2007).

Resultados sobre los datos como producción de leche, grasa y proteína ajustada a 305 días y porcentaje de grasa y proteína y las implicaciones del temperamento en ellas, dieron como resultado 5396,2 Kg/305 días de lactancia, lo que se asemeja a los resultados obtenidos por (Pantelić et al., 2011; Jeretina et al., 2013). Las vacas tranquilas tuvieron diferencias significativas mayores en producción de leche ( $p > 0,05$ ) comparadas con animales de temperamento moderado (+316.4 kg) y nerviosas (+446.1 kg). Esto fue concluyente que los animales de temperamento más calmado tienen mayor producción de leche, en concordancia con registros previos de razas de leche ((Breuer et al., 2000; Haskell et al., 2014; Cziszter et al., 2016)

Investigadores evaluaron los efectos que tiene el temperamento en la producción y rendimientos reproductivos en la raza bovina Simmental de doble propósito. La reactividad conductual de las vacas influyó significativamente ( $P 0.05$ ) en el peso corporal, producción de leche, producción de grasa, producción de proteína, contenido de proteína, y el intervalo entre partos de las vacas, teniendo efectos más sustanciales ( $P 0,001$ ) sobre la velocidad de ordeño y el número de pasos por día, con vacas más tranquilas superando a las homólogos nerviosos. Sin embargo, el temperamento no influyó ( $P > 0.05$ ) en rasgos como días abiertos, número de inseminaciones por gestación, porcentaje de grasa, conteo de células somáticas, puntaje de condición corporal, limpieza de la ubre y limpieza del cuarto trasero. Correlaciones fenotípicas negativas significativas fueron encontrado entre el temperamento y el peso corporal de las vacas (0.19), producción de leche (0.19), producción de grasa (0.14), proteína rendimiento (0,18) y velocidad de ordeño (0,18). Los resultados actuales sugieren que la selección de temperamentos tranquilos se traducirá en mayores rendimientos de leche, grasa y proteína en el ganado Simmental, así como en intervalo entre partos y mejor eyección de leche (Cziszter et al., 2016).

Una comparación de las puntuaciones de velocidad de escape y distancia de escape, utilizando datos de 292 animales, dieron un coeficiente de correlación de -0,45 ( $P < 0,001$ ), indicando que los animales más rápidos en la velocidad de escape también fueron los menos accesibles durante la distancia de escape (Burrow et al., 1988).

Díaz et al. (2020) encontraron en su trabajo en Santa Rosa del Oso, Ecuador que la a nave de espera cuenta con dos comederos largos, uno para suministro de forraje verde o ensilaje y otro para las sales minerales; un bebedero dividido en dos secciones, uno con una palanca funcional. Varios potreros disponen de un bebedero mientras que otros tienen como fuente una vertiente de agua proveniente de un río lo que satisface las necesidades hídricas como señala Strappini, et al. (2018), que indican que es fundamental que los animales cuenten con al menos dos puntos de acceso al agua en contenedores limpios; todos los bebederos se limpian una vez al mes pero el agua, que no posee ningún tipo de tratamiento, al momento de la visita se observaba sucia por lo que no cumple con las características de este vital nutriente que debe ofertarse limpia, potable, fresca y a voluntad (Romero and Alpízar, 2017).

En fincas de la sabana de Bogotá Medrano-Galarza et al. (2020) encontró que la limpieza de los bebederos se clasificó como buena (puntaje 1) en la mayoría de las fincas en las 2 visitas (36%). El número de fincas con bebederos clasificados como sucios (puntaje 3) no difirió por tamaño de finca. Siete fincas (3 pequeñas y 4 grandes) tenían bebederos clasificados como sucios (4 fincas tuvieron este puntaje en ambas visitas). La disponibilidad de agua fue adecuada en la mayoría de las fincas (n=22), sin diferencias por tamaño. Sin embargo, 3 fincas grandes no tenían agua disponible para para las vacas cuando se visitaron en la temporada seca. Solo el 4% (n=1) y el 8% (n=2) de las fincas evaluadas tenían un mal estado con respecto a bebederos y comederos, respectivamente.

La provisión inadecuada en cantidad o calidad de agua al ganado reduce la producción de leche más rápidamente que la deficiencia de cualquier otro nutriente. La vaca lechera de alto rinde necesita una cantidad proporcionalmente mayor de agua que otras especies de- 36 Buenas prácticas y bienestar animal en el tambo bido a su elevada producción de leche y al elevado contenido de agua en la leche (87-90 %). A su vez, es importante señalar que el consumo de agua estimula el consumo de materia seca, por lo que al satisfacer sus requerimientos hídricos el animal está en condiciones de expresar todo su potencial genético. Investigaciones en lechería indican que un rodeo con una limitante del 40 % en el consumo de agua puede llegar a reducir su producción láctea en un 20 %. El consumo de agua de las vacas lecheras está directamente relacionado con la ingesta de alimento, las condiciones

climáticas, la producción de leche, la concentración de sales, la raza y la etapa de lactancia. Por cada kg de materia seca consumido la vaca necesita casi 4 a 5 l de agua. Estudios en EE. UU. en vacas Holstein en confinamiento arrojaron un consumo de agua de entre 113 a 151 l/vaca/día y en vacas Jersey entre 76 y 151 l/vaca/día dependiendo de la edad y la etapa de la lactancia con una relación de 4-4,5 (Holstein) y 3,1 (Jersey) litros de agua por litro de leche producida. Estos datos sobre la ingesta de agua pueden aumentar a más de un 20 % bajo un estado de estrés térmico. Pero a pesar de esto el productor normalmente pone su mayor atención en la calidad y cantidad de la materia seca ofrecida al ganado desestimando algo tan importante como la ingesta de agua, la que representa bastante más del 80 % del consumo total combinado con la ración (Suárez and Martínez, 2020).

La ausencia de sombra para el ganado indica indirectamente el riesgo de que las vacas sufran estrés térmico por calor. El estrés reduce el consumo, afecta la salud y el bienestar de las vacas perjudicando el rinde lácteo y la reproducción. En condiciones de alto estrés térmico la disminución de la producción puede ser del 10 al 25% y bajo condiciones extremas del 40%. Las condiciones extremas de temperatura y humedad relativa (Índice de Temperatura-Humedad: ITH) indican que temperaturas por sobre 24-27°C, según porcentaje a la humedad relativa, ya pueden tener efectos negativos sobre la eficiencia productiva y reproductiva. La presencia de sombra natural o artificial en los potreros y corrales de encierro donde están los comederos resulta de suma importancia (3,5-4 m<sup>2</sup>/vaca y 3,5 a 4 m de altura) (Martínez and Suárez, 2017).

El comportamiento reactivo presentó mayor implicación al momento de medir el intervalo entre partos, donde los animales con un temperamento calmado presentaron -45 días con relación a los de temperamento moderado y -57 días con relación a los nerviosos (Cziszter et al., 2016).

La implicación del comportamiento reactivo en el intervalo entre partos en vacas fue de -40.5 días en vacas con temperamento nervioso comparadas con calmado y - 57.5 días en vacas con temperamento moderado contra nerviosas. El temperamento influyó en el intervalo entre partos, los animales nerviosos tuvieron intervalo entre partos significativamente más alto que los calmados y moderados ( $P < 0.05$  and  $P < 0.01$ , respectivamente) (Cziszter et al., 2016).

Los resultados son similares a los reportados por (Riecka and Candrák, 2011) para vacas de leche Holstein y (De Haas et al., 2013) para Simental y otras razas doble propósito y razas de carne.

Asociaciones entre temperamento y parámetros reproductivos en vacas de leche son poco estudiados, pero parecen ser débiles y variables (Haskell et al., 2014). Correlaciones no significativas fueron encontradas entre parámetros reproductivos y temperamento en vacas Simental, tales días abiertos (0,01), número de servicios por gestación (0,01), e intervalo entre partos (0,08). Estos resultados coinciden con reportes previos de (Sewalem et al., 2011).

Correlaciones entre el temperamento y parámetros productivos sugieren que la selección de los animales es altamente reactiva a mejorar el bienestar y facilita el manejo, podría no tener impactos detrimentales en los resultados productivos y reproductivos. Además, correlaciones significativas fueron encontradas el temperamento de las vacas y la producción de leche. Como resultado, la selección de temperamentos calmados debería reflejarse en un incremento en la leche, grasa, y proteína producidas en vacas Simental y Fleckvieh, así como en intervalos más cortos y mejor producción de leche (Cziszter et al., 2016).

La interacción entre humanos y animales está condicionada por los 5 sentidos: tacto, olfato, gusto, audición y visión; y en función a su naturaleza puede ser considerada como positiva, neutra o negativa. Es importante destacar que las acciones que el animal percibe como negativas conducen a respuestas agresivas como el aumento del miedo frente a los humanos, resultando en una mayor distancia de fuga, dificultando su manejo y ocasionándoles estrés (Martínez et al., 2016).

Trabajos realizados en Panamá por (Grajales-Cedeño et al., 2021) encontraron diferencias significativas en novillas Simbrah en indicadores fisiológicos, así como en las tasas de concepción (55% y 43% respectivamente  $\chi^2_{1} = 2.88$ ;  $p = 0.08$ ) donde se encontraron mejores resultados para los animales habituados al acompañamiento de los humanos.

Es conocido, que las prácticas de manejo animal permiten o no expresar el potencial de producción de cualquier especie animal de interés zootécnico. En este contexto, trabajos recientes de Bertenshaw et al. (2008) encontraron que el cepillado corporal en el cuello, extremidades delanteras y traseras y lomo del animal (cinco minutos/día = 30 min/semana) de novillas preñadas produjo incrementos en la producción de leche ( $P < 0.001$ ); + 258 kg leche/lactancia), menor tiempo para la eyección ( $P < 0.05$ ) y menor cantidad de patadas ( $P < 0.01$ ) durante el ordeño. Estos resultados corresponde a vacas Bos taurus lecheras (Holstein) en el Reino Unido.

En vacas primiparas f1 Holstein por Braman en Sao Paulo, sometidas a un proceos de cepillado 45 días antes del parto, arrojó resultados positivos para el proceso del parto, la eyección de la leche, menor cantidad de leche residual y favorece el inicio del nuevo ciclo estral, ya que los niveles de cortisol son bajos y se aumentan la liberación de GnRH desde el sistema nervioso central (Drescher and Toledo, 2013).

## **PRODUCCIÓN**

El mejoramiento genético es uno de los pilares fundamentales de las explotaciones ganaderas, este tiene como objetivo alterar la frecuencia deseable de genes en una población (Ossa et al., 2008).

Los parámetros genéticos son de extrema importancia en este proceso, ya que constituyen las herramientas utilizadas para la obtención de las respuestas directas y correlacionadas de la selección, elaboración de índices de selección y predicción de los valores genéticos de los animales (De Lira et al., 2008), generando así información que nos permite identificar aquellos animales sobresalientes o con mérito genético, capaces de producir eficientemente y de transmitir su potencial a su descendencia. La heredabilidad se presenta como uno de los parámetros genéticos más importantes en el mejoramiento genético animal. Falconer (1980), la define como el coeficiente de la varianza genética aditiva sobre la varianza fenotípica, y nos define la capacidad de transmisión de determinado carácter a su descendencia (Montes et al., 2009).

El juzgamiento es, por su naturaleza, abstracto y superficial. Debido al énfasis que las asociaciones ganaderas ponen en la apariencia, sin entender las limitaciones de evaluación visual, hay una reversión total del valor de las características relativas a la productividad. Lo que es importante se ha vuelto irrelevante y lo que es irrelevante, se ha convertido en importante (Zietsman, 2014). Los bajos índices productivos y reproductivos que generalmente caracterizan a los sistemas de producción en el trópico colombiano son atribuidos, entre otros aspectos, a la implementación de planes de cruzamiento desordenados, y al desconocimiento del verdadero potencial de los recursos animales y vegetales con los que se cuenta en la región (Arias et al., 1990).

El interés por el estudio de las características de conformación y su heredabilidad data de inicios del siglo XIX, siendo así como desde 1929 ya se tomaban 4 datos generales tanto de la conformación física como de productividad de las vacas registradas en la Asociación Holstein de U.U.S.S., y en 1967 se consideraron 11 características para la evaluación tanto de vacas registradas como no registradas (Short and Lawlor, 1992), posterior a esto, el interés se dirigió hacia la determinación de la heredabilidad de parámetros reproductivos y sanitarios (Arboleda, 1979; Sieber et al., 1988; Brotherstone, 1994). La clasificación lineal, que permite valorar visualmente las CT de un individuo, en la que cada característica se describe en un rango de 1 a 9 y se clasifican en grupos asociados con el cuerpo, anca, patas y pezuñas así como la ubre. Internacionalmente se ha propuesto la utilización de índices de selección, los cuales incluyen la producción de leche y CT que se relacionan con la producción, reproducción y salud de la vaca con el objetivo de lograr un progreso genético que conduzca a un mejoramiento de la productividad y la funcionalidad de las vacas lecheras en los hatos (Rojas et al., 2014).

Los hatos ganaderos en Colombia estaban inicialmente compuestos por poblaciones establecidas por los españoles en el siglo XVI. Los descendientes de estos bovinos están bien adaptados a condiciones tropicales húmedas hostiles; sin embargo, durante la segunda mitad del siglo pasado estos ganados fueron indiscriminadamente cruzados con la raza Zebu. Eso y la introducción de material genético de los países templados han sido los principales motivos de la erosión de los recursos genéticos de ganado tropical local (Hall y Ruane, 1993).

Este ganado posee propiedades genéticas que son esenciales para la supervivencia y la reproducción en los trópicos. Es importante preservarlos para el futuro uso (Syrstad y Ruane, 1998).

El trópico bajo colombiano no tiene ambientes propicios para grandes producciones por animal, tal como se conoce en países desarrollados. Ante este hecho, el primer requisito que deben cumplir los animales es la adaptación al difícil ambiente climático, para que con base en altos índices de sobrevivencia y de fertilidad se logren compensar las deficiencias en otros aspectos de la producción (Hernandez, 2003).

M-Rocha et al. (2012b), reportaron que para las novillas BON los promedios de la edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) fueron de  $1.104 \pm 141$  y  $487 \pm 147$  días, respectivamente. Las heredabilidades obtenidas en el análisis fueron de 0.15 y 0.13 para EPP e IEP, respectivamente, con una correlación genética de -0.43. Oliveira et al. (2021), encontró heredabilidades altas para rasgos de conformación en vacas Holstein Canadienses.

Otro estudio realizado en vacas BON, f1 BON x Holstein y Holstein, las heterosis encontradas con respecto a las razas paternas fueron: -3,2%, -18,6%, -58,5% y +6,25% para: edad al primer parto, intervalo entre partos, días abiertos y servicios por concepción respectivamente, todas altamente significativas ( $P < 0,01$ ). Las heterosis encontradas con respecto a la raza Holstein, fueron: +3,4 % ( $p > 0,05$ ), -7,9 ( $P < 0,05$ ), -36,4 ( $P < 0,01$ ) y -10,5% ( $p > 0,05$ ) para edad al primer parto, intervalo entre partos, días abiertos y servicios por concepción respectivamente (Quijano and Montoya, 2003).

De acuerdo a Stephansen et al. (2018), Los resultados para el análisis de cuatro rasgos usando modelos univariados encontró que las varianzas aditiva y fenotípica fueron mayores para temperamento por manejo (HT) comparada con Temperamento medido por granjeros (FAT). Las heredabilidades son ligeramente mas altas para HT que para temperamento medido por granjeros (FAT), pero el error estándar es algo grande. La heredabilidad para el rasgo sistema de ordeño automatico (AMS) muestra moderadamente alta para CT (0,36), mientras esta es moderada para logaritmo natural numero de intentos por pezón (log\_napt).

## **CINÉTICA**

La biomecánica: estudia las fuerzas y aceleraciones que actúan sobre los organismos vivos. Los animales se encuentran sujetos a las mismas leyes y normas físicas que la materia inanimada; de aquí que la subdivisión de la biomecánica sea análoga a la de la mecánica física; se distingue en dos subdisciplinas: Biodinámica y Bioestática. La biodinámica se subdivide en biocinemática y biocinética. La biocinemática analiza los movimientos sin tener en cuenta las fuerzas que los producen; un ejemplo es el análisis cinematográfico de los movimientos de los miembros en el caballo durante el paseo. La biocinética estudia los cambios causados en el movimiento por un sistema desequilibrado de fuerzas y determina las fuerzas necesarias para producir cualquier cambio que se desee del movimiento. El análisis de las fuerzas de los miembros de un perro que corre es un buen ejemplo.

La bioestática estudia las fuerzas y su equilibrio que actúa sobre los animales y sus órganos en el estado de reposo en movimiento a una velocidad uniforme y en línea recta. El estudio de las fuerzas que actúan sobre un caballo de pie es un ejemplo (Getty, 2000).

Para Gutiérrez (1999), la técnica es el conjunto de modelos biomecánicos y anatómico-funcionales que los movimientos tienen implícitos para ser realizados con la máxima eficiencia. La técnica se puede definir como la ejecución de movimientos estructurales que obedecen a una serie de patrones tempo espacial, es decir, modelos que garantizan la eficiencia. La manifestación de la fuerza pueden medirse valorando los cambios de posición que se producen en una masa determinada, ya sea partiendo de una situación de reposo, en movimiento (método dinámico) o valorando la deformación que se produce en las masas que están en contacto mutuo durante la aplicación de la fuerza (método estático). Se considera a la fuerza como todo aquello que es capaz de producir una deformación o alterar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo, según la primera Ley de Newton.

Los modelos de análisis cualitativos que se ajustan al enfoque comprensivo, tratan de dar información de cómo realizar las tareas más relevantes en el análisis del movimiento humano, como son la determinación del objetivo principal del movimiento, la preparación para la

observación, la observación en sí, el proceso de evaluación, el diagnóstico de los errores y la forma de administrar la retroalimentación (Knudson et al., 2001).

Los modelos observacionales se centran principalmente en detallar la tarea de observación dentro del análisis cualitativo, por lo tanto, se acoplan dentro de los modelos comprensivos. (Knudson and Morrison, 2002) desarrollaron un modelo de análisis cualitativo, con un enfoque comprensivo, aunque el modelo de análisis más extendido entre los biomecánicos es, sin lugar a dudas, el propuesto por (Hay and Reid, 1988). Así mismo, autores como Luttgens and Wells (1985), McGuinnis (2005) y Hay (1993), han contribuido con sus libros de texto a difundir el análisis cualitativo. En la misma línea, propusieron, en una serie de artículos, con pautas para la comprensión de los principios biomecánicos en la enseñanza y el entrenamiento (Umberger et al., 2005).

(Luttgens and Wells, 1985), proponen un modelo basado en cuatro pasos: describir la realización de la destreza, análisis anatómico, análisis mecánico, y recomendaciones para mejorar la actuación. Estos mismos autores propusieron un modelo de análisis kinesiológico para ayudar a comprender los elementos básicos y las necesidades de una habilidad motriz. Hay (1993), desarrolló un modelo de análisis cualitativo comprensivo que consta de cuatro etapas: desarrollo de un modelo biomecánico, observación del movimiento e identificación de los errores, ordenación de los errores por importancia y correcciones de errores del deportista. Para la fase de desarrollo de un modelo biomecánico, los autores propusieron una estructura jerárquica para la ordenación de las variables biomecánicas que determinan el resultado final del movimiento. En la cúspide se encontraría el propósito mecánico principal, resultado final o criterio de eficacia; en el caso del lanzamiento de disco sería la variable distancia oficial. A partir de este propósito principal se irían identificando las variables biomecánicas que determinarían directamente el resultado final. A su vez, cada una de estas variables, tendrían un nivel inferior en el que se hallarían aquellas que determinarían la variable del nivel superior.

En los vertebrados superiores terrestres la situación mecánica esta alterada; el eje corporal depende del peso del cuerpo (gravitación), mientras que también debe transmitir un poder

locomotor a los miembros pélvicos. En los vertebrados terrestres, por tanto, la construcción del eje corpóreo es la personificación de un compromiso entre las direcciones vectoriales de la gravitación y las fuerzas de propulsión; debe ser capaz de resistir las cargas deformantes, así como absorber los impactos en la dirección de las líneas de trabajo de la resultante de todas las fuerzas propulsoras (Getty, 2000).

El organismo de los individuos presenta adaptaciones fisiológicas de acuerdo a su comportamiento natural diario, por esto, el tipo de habitat de los animales contribuye al desarrollo de características específicas de la especie. Las fibras musculares pueden ser de contracción lenta y contracción rápida, lo cual determina la potencia de los movimientos de un individuo.

McArdle et al. (2004), han clasificado en dos los tipos de fibras musculares de acuerdo con sus características de contracción y metabolismo. De contracción rápida, las cuales se dividen en fibra tipo IIB y IIA y fibras de contracción lenta, tipo I. Las fibras de contracción rápida tienen las siguientes características: transmiten rápidamente los potenciales de acción, poseen un nivel elevado de ATPasa, liberan y captan rápidamente calcio por el retículo sarcoplásmico y generan un recambio rápido de puentes cruzados. Estas cualidades están relacionadas con la capacidad de las fibras de contracción rápida de transferir rápidamente energía para las acciones musculares rápidas y de fuerza.

Las fibras de contracción lenta poseen un bajo nivel de actividad de ATPasa de la miosina, una baja velocidad de contracción y menor capacidad glucolítica que sus homólogas de contracción rápida. Estas fibras resisten la fatiga y ayudan en el ejercicio aeróbico prolongado, tienen hierro y son de aspecto rojizo. Los estudios de agotamiento de glucógeno muscular indican que las fibras musculares de contracción lenta impulsan casi exclusivamente el ejercicio moderado de larga duración.

Los cambios macroscópicos y ultraestructurales del músculo con el entrenamiento de fuerza, en general, producen adaptaciones del aparato de contracción, que se acompañan por ganancias sustanciales de la fuerza y la potencia muscular. Existe una hipótesis que plantea

que puede haber una hiperplasia de la fibra con un aumento en el número de fibras musculares (McArdle et al., 2004).

Los seres humanos son capaces de adaptarse a una gran variedad de entornos y variables ambientales. Cuando fenómenos ambientales diversos se presentan el individuo se adapta y elabora un proceso de modificación a dichas variables. Se da un estado de estrés psicosocial cuando una serie de demandas inusuales o excesivas amenazan el bienestar o integridad de una persona, los componentes pueden ser fisiológicos, cognitivos, afectivo-emocionales, comportamentales o socio-culturales (ley de adaptación ambiental o de Selye) (Barrio, 2000).

El trópico bajo colombiano no tiene ambientes propicios para grandes producciones por animal, tal como se conoce en países desarrollados. Ante este hecho, el primer requisito que deben cumplir los animales es la adaptación al difícil ambiente climático, para que con base en altos índices de sobrevivencia y de fertilidad se logren compensar las deficiencias en otros aspectos de la producción (Hernández 2003). Es el caso de los animales criollos que se han adaptado a condiciones ambientales adversas del trópico colombiano, mostrando resultados positivos en producción, reproducción y resistencia a enfermedades (Hernández 2003, Ossa 2003). Citados por (Medina, 2005a).

Los grados de condición corporal son medidas subjetivas de las reservas de grasa corporal y tejidos que se utilizan comúnmente para monitorear y administrar el estado nutricional y de salud de los hatos lecheros (Wildman et al., 1982). Las puntuaciones de condición corporal están asociadas fenotípicamente con el rendimiento, la salud de la vaca y el rendimiento reproductivo (Domecq et al., 1997b; Shaver, 1997; Wildman et al., 1982). La eficiencia económica de la producción lechera depende de todos estos factores, así como la eficiencia de la utilización de los piensos. La selección de los rasgos de rendimiento ha sido exitosa (USDA, 2000) y ha mejorado la eficiencia de la producción lechera (Korver, 1988). Sin embargo, los estudios de simulación indican que la presión de selección para otros rasgos económicamente importantes, como la resistencia a la enfermedad y la fertilidad, ha sido menos que óptimo (Philipsson et al., 1994) citados por (Dechow, 2001).

Bicalho, et al. (2009), relaciona diferentes grados de locomoción con grados de condición corporal, que muestran asociación positiva entre los grados de condición corporal y el espesor de las almohadillas digitales plantares. De acuerdo a diferentes autores, estas interfieren significativamente en la biomecánica del amortiguamiento de la estructura física del estrato corneo al suelo en el andar o en el paso.

Los objetivos de este trabajo fueron el de establecer, mediante videografía asistida por ordenador, los valores de los parámetros lineales, temporales y angulares de los miembros torácico y pelviano del caballo Pura Raza Española (P.R.E) sano al trote guiado de la mano, desarrollar los diagramas ángulotiempo de algunos ángulos (articulares o no) y analizar la variabilidad intra e interindividual que presentan todos estos parámetros (Miró et al., 2008).

La cantidad exacta de potencia de un caballo de tiro es de 750 W (0.75 kW) o 1 HP, de ahí la cantidad de 1 caballo de potencia (1 HP o 1 *horsepower*). En realidad, la potencia depende de la velocidad de avance del animal y en equinos es muy variable, puesto que presentan muchas variaciones respecto al tamaño. Las potencias que pueden dar los caballos van de 400 a 1,000 W (velocidades entre 0.9 a 1.15 m/s). Los bueyes pueden generar potencias entre 200 y 500 W a velocidades menores que los caballos de 0.6 a 0.8 m/s. Así mismo, los búfalos de agua dan potencias entre 150 y 500 W a velocidades de 0.8 a 0.95 m/s y los asnos proporcionan entre 100 y 150 W entre 0.6 y 0.7 m/s. (RITEC, s.f). Un asno de entre 200-300 kg de peso vivo de media, ejerce una fuerza de tiro de 30-45 Kgf o lo que es lo mismo 294 Nw, y puede acarrear sin dificultad unos 60 kg de peso, a una velocidad media de 0,7 m/seg, desarrollando un trabajo equivalente a 5880 KJ lo que se traduce en una potencia de 980 W, durante unos 20 km (en 6 horas)(Arriaga et al., 2003).

Dentro del aparato locomotor, debido a la posición del centro de gravedad, los miembros torácicos sostienen en mayor medida el peso corporal, ya que el 60% del peso del caballo se encuentra apoyado en ellos. Si bien los miembros torácicos están especializados para el sostén, también están sometidos a mayores esfuerzos biomecánicos que los predisponen a distintos tipos de lesiones tanto de sus constituyentes activos como pasivos. Las lesiones musculoesqueléticas en la región de la mano se presentan como resultado de fuerzas

biomecánicas de distinta intensidad, duración y/o frecuencia. En la mano del caballo, el hueso metacarpiano III está sometido a mayores esfuerzos biomecánicos. Las propiedades estructurales del hueso se modelan por fuerzas que causan alteraciones en su geometría, determinando formas y dimensiones típicas que influyen en su capacidad de resistencia (Galán et al., 2014).

Los regímenes de manejo de los individuos, permite concluir que el movimiento angular restringido de la articulación del codo puede reflejar la influencia de un piso resbaladizo o con tablillas. Las vacas que permanecen en algún tipo de estabulación, presentan menor control de la locomoción sobre la articulación del corvejón (Herlin and Drevemo, 1997) .

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alonso, A., C. Díaz, A. Iriban, T. Vázquez, R. Ruíz, and Y. Rodríguez. 2022. Presión de pastoreo en áreas subdividas destinadas a la producción de leche bovina Grazing pressure in subdivided areas destined for bovine milk production. *Avances* 24(4):447-475.
- Amory, J., P. Kloosterman, Z. Barker, J. Wright, R. Blowey, and L. Green. 2006. Risk factors for reduced locomotion in dairy cattle on nineteen farms in the Netherlands. *Journal of dairy science* 89(5):1509-1515.
- Arboleda, O. 1979. Correlaciones entre pesos vivos y medidas corporales del ganado Blanco-Orejinegro a diferentes edades. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 32(2):27-42.
- Arias, J., A. Balcázar, and R. Hurtado. 1990. Sistemas de producción bovina en Colombia. *Coyuntura Agropecuaria*. 6(4):83-119.
- Arraño, C., A. Báez, E. Flor, H. Whay, and N. Tadich. 2007. Estudio preliminar del uso de un protocolo para evaluar el bienestar de vacas lecheras usando observaciones basadas en el animal. *Archivos de medicina veterinaria* 39(3):239-245. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2007000300007>
- Arriaga, C., O. Castelán, and L. Velázquez. 2003. Investigación en animales de trabajo para el desarrollo rural. Universidad Autonoma del Estado de Mexico (UAEMEX), Toluca
- Barragan, M., and X. Botero. 2010. Caracterización de medidas bovinométricas, en hembras de potrero en las razas Guzerat y Gyr.
- Barrera, G., R. Martínez, J. Pérez, N. Polanco, and F. Ariza. 2006. Evaluación de la variabilidad genética en ganado Criollo Colombiano mediante 12 marcadores microsatélites. *Animal Genetic Resources Information* 38:35-45.
- Barrio, I. L. 2000. Factores físicos medioambientales. In: *Psicología ambiental*. p 77-100.
- Benavides, R. A. M., and H. S. Guerrero. 2017. Sostenibilidad de sistemas ganaderos bovinos de alta montaña en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 8(2):29-36.
- Bertenshaw, C., P. Rowlinson, H. Edge, S. Douglas, and R. Shiel. 2008. The effect of different degrees of 'positive' human-animal interaction during rearing on the welfare and subsequent production of commercial dairy heifers. *Applied Animal Behaviour Science* 114(1-2):65-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.12.002>

- Boissy, A., and M.-F. Bouissou. 1995. Assessment of individual differences in behavioural reactions of heifers exposed to various fear-eliciting situations. *Applied animal behaviour science* 46(1-2):17-31.
- Botero, F. 1976. El ganado Blanco Orejinegro. Razas criollas colombianas. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). *Manual de Asistencia Técnica* (21):17.
- Bouchard Jr, T. J., D. T. Lykken, M. McGue, N. L. Segal, and A. Tellegen. 1990. Sources of human psychological differences: The Minnesota study of twins reared apart. *Science* 250(4978):223-228.
- Bravo Parra, A. M. 2021. Cadenas sostenibles ante un clima cambiante. *La ganadería en Colombia*.
- Breuer, K., P. H. Hemsworth, J. L. Barnett, L. R. Matthews, and G. J. Coleman. 2000. Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows. *Applied animal behaviour science* 66(4):273-288.
- Brotherstone, S. 1994. Genetic and phenotypic correlations between linear type traits and production traits in Holstein-Friesian dairy cattle. *Animal Production* 59(02):183-187.
- Burrow, H., G. Seifert, and N. Corbet. 1988. A new technique for measuring temperament in cattle. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. VoZ* 17:155.
- Byford, R., M. Craig, and B. Crosby. 1992. A review of ectoparasites and their effect on cattle production. *Journal of animal science* 70(2):597-602.
- Castillo, A. F., Y. H. Rodríguez, D. Q. Torrente, R. R. Fernández, and L. M. Mellor. 2016. Dinámica poblacional de la mosca *Haematobia irritans* (Linnaeus 1758)(Diptera: Muscidae) en Cuba. *Revista de Salud Animal* 38(3):137-141.
- Castro, S. P. V., and C. M. Perdomo. 2017. Relación de medidas bovinométricas y su proporcionalidad con el peso de animales Senepol en Colombia. *Revista MVZ Córdoba* 22(3):6320-6333.
- Cevallos, O. 2011. Caracterización morfoestructural y faneróptico del bovino criollo en la provincia de Manabí, Ecuador. Recuperado el 3
- Chaplot, V., P. Dlamini, and P. Chivenge. 2016. Potential of grassland rehabilitation through high density-short duration grazing to sequester atmospheric carbon. *Geoderma* 271:10-17.
- Charfeddine, N., and M. Pérez-Cabal. 2017. Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity and their economic impact in Spanish Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 100 (No. 1)doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11434>
- Contreras, G., Z. Chirinos, S. Zambrano, E. Molero, and A. Paéz. 2011. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía* 28(1)
- Corrales, J., M. Cerón-Muñoz, J. Cañas, C. Herrera, and S. Calvo. 2012. Parámetros genéticos de características de tipo y producción en ganado Holstein del departamento de Antioquia. *Revista MVZ Córdoba* 17(1):2870-2877.
- Correa-Orozco, A., and L. F. Uribe-Velásquez. 2010. La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 63(2):5607-5619.
- Correa, E., R. Martínez, and J. Echeverri. 2011. Caracterización productiva de una población de bovinos Blanco Orejinegro en siete hatos colombianos. *Actas Iberoamericanas de Conservación Anima* 1:434-436.
- Costa, L. 2011. Historia de la ganadería en Colombia. *Stravaganza*. Disponible en: <http://stravaganzastravaganza.blogspot.com/2011/02/historia-de-la-ganaderia-en-colombia.html>

- Cziszter, L. T., D. Gavojdian, R. Neamt, F. Neciu, S. Kusza, and D.-E. Ilie. 2016. Effects of temperament on production and reproductive performances in Simmental dual-purpose cows. *Journal of Veterinary Behavior* 15:50-55. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.08.070>
- De Haas, Y., R. Veerkamp, L. Shalloo, P. Dillon, A. Kuipers, and M. Klopčič. 2013. Economic values for yield, survival, calving interval and beef daily gain for three breeds in Slovenia. *Livestock Science* 157(2-3):397-407.
- De Vries, M., and I. J. de Boer. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock science* 128(1-3):1-11.
- Dechow, C. D., G. W. Rogers, and J. S. Clay. 2001. Heritabilities and Correlations Among Body Condition Scores, Production Traits, and Reproductive Performance. *Journal of Dairy Science* 84(1):266-275. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74476-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74476-1)
- Díaz, C. A. Á., A. M. R. Paredes, O. N. V. González, and Á. R. S. Quinche. 2020. Valoración del bienestar animal en una finca lechera bovina. *Revista Científica Agroecosistemas* 8(3):83-92.
- Díaz, H. 2018. Efecto de la carga animal sobre composición botánica en gramas nativas en el trópico húmedo, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Drescher, K., and L. Toledo. 2013. Modelo conceptual del efecto de la interacción humano-animal sobre la reactividad, producción de leche y reinicio de la actividad ovárica de la vaca primípara en el trópico. *System Dynamics Review* XI(1):67.
- Eccardi, F., and D. Suárez. 2019. Enfrentar la crisis climática con la ganadería. Este país medio ambiente. Recuperado de: <https://estepais.com/ambiente/enfrentar-la-crisisclimatica-con-la-ganaderia>
- Elmoslemany, A., G. P. Keefe, I. R. Dohoo, and B. Jayarao. 2009. Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 1: Overall risk factors. *Journal of Dairy Science* 92(6):2634-2643.
- Ettema, J., and S. Østergaard. 2006. Economic decision making on prevention and control of clinical lameness in Danish dairy herds. *Livestock Science* 102 92 – 106. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.11.021>
- FAO. 2009. La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones. Roma, Italia.:406.
- Fell, L., I. Colditz, K. Walker, and D. Watson. 1999. Associations between temperament, performance and immune function in cattle entering a commercial feedlot. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 39(7):795-802.
- Fordyce, G., M. Goddard, and G. Seifert. 1982. The Measurement Of Temperament In Cattle And The Effect Of Experience And Genotype. *Animal Production in Australia* 14
- Fynn, R., and J. Jackson. 2022. Grazing management on commercial cattle ranches: Incorporating foraging ecology and biodiversity conservation principles. *Rangelands* 44(2):136-147.
- Galán, A., R. Maricel, M. Gigena, H. Mouguelar, R. Fioretti, M. Varela, R. Quinteros, M. Bonino, and J. Osimani. 2014. Morfometría del tercio proximal y distal del hueso metacarpianoIII de caballo mestizo con criollo Morfovvirtual
- Galeano, A., and C. Manrique. 2010. Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá* 57(II):119-131.
- Gallego, J. L., R. A. Martínez, and F. L. Moreno. 2006. Índice de consanguinidad y caracterización fenotípica y genética de la raza bovina criolla Blanco Orejinegro. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 7(1):16-24.
- Gallini, S. 2005. El Atila del Ganges en la ganadería colombiana. *Nómadas (Col)* (22):186-197.
- García-Pérez, C., D. Villalba Mata, R. Casals-Maestre, and I. Blanco Penedo. 2022. Caracterización del bienestar animal en explotaciones de vacuno lechero de la raza Holstein del noreste de

- España. ITEA-Información Técnica Económica Agraria, 2022, vol. 118, núm. 2, p. 239-261  
doi: <https://doi.org/10.12706/itea.2021.023>
- García, F. 2021. Evaluación del bienestar bovino lechero:¿ qué evaluar? “Relaciones humano-animal 74(1):31-34.
- Género, E. R., J. Vega-Pla, F. Rumiano, A. Rodero Franganillo, and M. Zamorano Serrano. 1998. Caracterización genética de ganado bovino criollo argentino utilizando microsatélites.
- Gerber, P., T. Vellinga, C. Opio, and H. Steinfeld. 2011. Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems. *Livestock science* 139(1-2):100-108.
- Getty, R. 2000. Anatomía de los Animales Domésticos. 5a ed.
- Grajales-Cedeño, J., R. Vargas, J. Miranda, A. Solís, A. R. Moreno, E. Quintero, R. de Armas, A. S. Nicolella, and G. Sandoya. 2021. Habitación a la interacción humana e implicaciones en la reactividad, bienestar animal y tasa de concepción de novillas simbrah. *Revista Investigaciones Agropecuarias* 3(2):1-20.
- Guerra, A. V. A., A. L. Q. Tovar, A. M. Q. Gutiérrez, and M. J. R. Polo. 2020. Medición de la condición corporal del ganado Cebú. *Documentos de Trabajo ECAPMA* 4(1)
- Hafila, A., K. Soder, M. Hautau, M. Rubano, B. Moyer, and R. Stout. 2014. CASE STUDY: Dairies using self-described ultra-high stocking density grazing in Pennsylvania and New York1. *The Professional Animal Scientist* 30(3):366-374.
- Haskell, M. J., G. Simm, and S. P. Turner. 2014. Genetic selection for temperament traits in dairy and beef cattle. *Frontiers in genetics* 5:368.
- Hay, J. 1993. *The Biomechanics of Sports Techniques*.
- Hay, J., and J. Reid. 1988. *Anatomy, Mechanics, and Human Motion*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Herd, R., and P. Arthur. 2009. Physiological basis for residual feed intake. *Journal of animal science* 87(suppl\_14):E64-E71.
- Herlin, A., and S. Drevemo. 1997. Investigating locomotion of dairy cows by use of high speed cinematography. *Equine veterinary journal* 29(S23):106-109.
- Hernandez, G. 2003. *Mejoramiento Genético para la Ganadería Colombiana*. Universidad Nacional de Colombia.
- Hernández, G., and G. Martínez. 1985. Producción de leche en clima medio con cruces Holstein y Blanco Orejinegro. *Revista ICA* 20(3):197-202.
- Herrero, M., D. Grace, J. Njuki, N. Johnson, D. Enahoro, S. Silvestri, and M. C. Rufino. 2013. The roles of livestock in developing countries. *animal* 7(s1):3-18.
- Hughes, J. 2001. A system for assessing cow cleanliness. In *Practice* 23(9):517-524. doi: <https://doi.org/10.1136/inpract.23.9.517>
- Inchaisri, C., R. Jorritsma, P. L. Vos, G. Van der Weijden, and H. Hogeveen. 2010. Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology* 74(5):835-846.
- Jeretina, J., D. Babnik, and D. Škorjanc. 2013. Modeling lactation curve standards for test-day milk yield in Holstein, Brown Swiss and Simmental cows. *J. anim. plant sci* 23(3):754-762.
- Jimenez, H. R., D. H. Bejarano, J. H. V. Penagos, E. N. Rivera, L. A. R. Barandica, and C. G. Almario. 2021. Estado actual del Banco de Germoplasma Animal en Colombia: organización y manejo. *Latin American Archives of Animal Production* 29(3-4):151-162.
- Khalil, R., and L. Vaccaro. 2002. Peso y mediciones corporales en vacas de doble propósito: su interrelación y asociación con valor genético para tres características productivas. *Zootecnia Trop* 20(1):11-30.
- Knudson, D., K. Bennett, R. Corn, D. Leick, and C. Smith. 2001. Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 15:98-101.
- Knudson, D., and C. Morrison. 2002. *Qualitative Analysis of Human Movement*.

- Kumar, A., D. Mandal, A. Mandal, C. Bhakat, A. Chatterjee, and S. Rai. 2019. Effects of milking temperament on milk yield, udder health and milk composition in crossbred Jersey cows. *International Journal of Livestock Research* 9(1):187-194.
- Lee, M. A., A. P. Davis, M. G. Chagunda, and P. Manning. 2017. Forage quality declines with rising temperatures, with implications for livestock production and methane emissions. *Biogeosciences* 14(6):1403-1417.
- López, A., O. A. Saldarriaga, A. E. Arango, M. T. Rugeles, J. E. Ossa, G. Bedoya, N. Bermúdez, M. Olivera, and F. N. Zuluaga. 2001. Ganado Blanco Orejinegro (BON): Una alternativa para la producción en Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu* 14(2):119-126.
- Luttgens, K., and K. Wells. 1985. *Kinesiología. Bases Científicas del Movimiento Humano*. Augusto E. Pila Teleña., Madrid, España.
- M-Rocha, J., J. Gallego, R. Vásquez, J. Pedraza, J. Echeverri, M. Cerón, and R. Martínez. 2012a. Estimación de parámetros genéticos para edad al primer parto e intervalo entre partos en poblaciones bovinas de la raza Blanco Orejinegro (BON) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25:220-228.
- M-Rocha, J. F., J. L. Gallego, R. F. Vásquez, J. A. Pedraza, J. Echeverri, M. F. Cerón-Muñoz, and R. Martínez. 2012b. Estimación de parámetros genéticos para edad al primer parto e intervalo entre partos en poblaciones bovinas de la raza Blanco Orejinegro (BON) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25(2):220-228.
- Macitelli Benez, F. 2015. Implicações da disponibilidade de espaço no confinamento de bovinos de corte.
- Mader, T. L. 2011. Mud effects on feedlot cattle.
- Mahecha, L., J. Angulo, and L. P. Manrique. 2016. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15(1):80-87.
- Mahecha Ledesma, L. M., J. Angulo Arizala, and L. P. Manrique. 2002. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna.
- Mainau, E., D. Temple, and X. Manteca. 2014. Welfare issues related to mastitis in dairy cows. *Farm Anim. Welf. Educ. Cent* 10(2)
- Maki-Hokkonen, J., J. Boyazoglu, T. Vares, and M. Zjalic. 2002. Development of successful animal recording systems for transition and developing countries: Proceedings of the FAO/ICAR Seminar held in Interlaken, Switzerland, 27 May 2002.
- Marçal-Pedroza, M. G., M. M. Campos, L. G. R. Pereira, F. S. Machado, T. R. Tomich, M. J. P. da Costa, and A. C. Sant'Anna. 2020. Consistency of temperament traits and their relationships with milk yield in lactating primiparous F1 Holstein-Gyr cows. *Applied Animal Behaviour Science* 222:104881. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104881>
- Mark, T. 2004. Applied genetic evaluations for production and functional traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 87(8):2641-2652.
- Martínez, L. Núñez, L. Castro, M. Rodríguez, R. Álvarez, A. Florentín, L. Ramírez, and W. Pereira. 2014. Uso de correlación estadística para el estudio morfométrico de bovinos para carne: caso Pampa Chaqueño. *Compendio de Ciencias Veterinarias*
- Martínez, G. 1992. El ganado criollo colombiano Blanco Orejinegro (BON). *Animal Genetic Resources Information* 9:27-35.
- Martínez, G., V. Suárez, and M. Ghezzi. 2016. Impacto de la relación humano-animal en la productividad y el bienestar animal de los rodeos lecheros. *Revista Argentina de Producción Animal* 36(2):75-82.
- Martínez, G. M., and V. H. Suárez. 2017. Protocolo de evaluación de bienestar animal en tambos bovinos del Noroeste Argentino. Ediciones INTA

- Martínez, R., J. Quiceno, J. Gallego, H. Mateus, O. Rodríguez, P. Medina, and B. Hugo. 2012. Growth performance of Blanco Orejinegro and Romosinuano bullocks on pasture. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25(1):36-45.
- May, S., D. J. Romberger, and J. A. Poole. 2012. Respiratory health effects of large animal farming environments. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 15(8):524-541.
- McArdle, W., F. Katch, and V. Katch. 2004. *Fundamentos de fisiología del ejercicio*. Segunda edición ed.
- McGuinnis, P. 2005. *Biomechanics of Sport and Exercise*.
- Medeiros, M. A. d., A. T. M. d. Barros, F. Riet-Correa, A. R. Marques, J. R. G. Lopes, V. D. Vieira, and C. Miraballes. 2019. Identification of Sindhi cows that are susceptible or resistant to *Haematobia irritans*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 28:465-472. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612019066>
- Medina, J. 2005a. Morfometry characterization of Zebú females and it's crossed with "Blanco Orejinegro, Romosinuano and Angus". *Revista MVZ Cordoba* 10 numero 1(Jan/june 2005)
- Medina, J. F. 2005b. Caracterización bovinométrica de hembras cebu y cruces con blanco orejinegro, romosinuano y angus. *Revista MVZ Córdoba* 10(1):581-588.
- Medrano-Galarza, C., A. Zuñiga-López, and F. García-Castro. 2020. Evaluación de bienestar animal en fincas bovinas lecheras basadas en pastoreo en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Revista MVZ Cordoba* 25(2):14. doi: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1708>
- Mellor, D. 2004. Comprehensive Assessment of Harms Caused by Experimental, Teaching and Testing Procedures on Live Animals. *ATLA* 32, Supplement 1, :453-457.
- Mellor, D., and K. Stafford. 2001. Integrating practical, regulatory and ethical strategies for enhancing farm animal welfare. *Australian Veterinary Journal* 79(11):762-768.
- Milera-Rodríguez, M. d. I. C., R. L. Machado-Martínez, O. Alonso Amaro, M. B. Hernández-Chávez, and S. Sánchez-Cárdenas. 2019. Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes* 42(1):3-12.
- Miró, F., A. Martínez, J. Vivo, and R. Cano. 2008. Patrón locomotor del trote del caballo Pura Raza Español y su variabilidad. *Revista electronica de Clínica Veterinaria*. 3(7)
- Montes, D., W. Barragán, O. Vergara, and 2009. Parámetros genéticos de características productivas y reproductivas para ganado tipo carne en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Animales*. 1(2):302-318. doi: <https://doi.org/10.24188/recia.v1.n2.2009.374>
- Montoya, E. 2019. Diseño de un sistema de pastoreo de ultra alta densidad (PUAD) en ganadería re generativa finca San Pedro municipio de Victoria Caldas.
- Moore, S., F. Mujibi, and E. Sherman. 2009. Molecular basis for residual feed intake in beef cattle. *Journal of animal science* 87(suppl\_14):E41-E47.
- Mora, O. V., D. A. Rueda, J. T. Durán, and C. M. Perdomo. 1995. Heredabilidades de características reproductivas, productivas y morfométricas, para ganado Normando registrado en Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* 43(1):26-28.
- Nájera, A. S. 2008. *Ganadería en Colombia: cinco siglos construyendo país*. FEDEGÁN, Federación Nacional del Ganado, FNG.
- Oliveira, G., F. Schenkel, L. Alcántara, K. Houlahan, C. Lynch, and C. Baes. 2021. Estimated genetic parameters for all genetically evaluated traits in Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science* Vol. 104( No. 8, 2021)doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20227>
- Ossa, G., J. Pérez, and M. Suárez. 2008. Genetic values of productive and reproductive traits in Romosinuano cattle. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 9(1):93-101.

- Pantelić, V., L. Sretenović, D. Ostojić-Andrić, S. Trivunović, M. M. Petrović, S. Aleksić, and D. Ružić-Muslić. 2011. Heritability and genetic correlation of production and reproduction traits of Simmental cows. *African Journal of Biotechnology* 10(36):7117-7121.
- Paranhos da Costa, M. 2018a. Bienestar animal y sistemas sostenibles para la producción. *Animal welfare and sustainable systems for cattle production ganadera*. In: U. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (ed.).
- Paranhos da Costa, M. J. R. 2018b. Bienestar animal y sistemas sostenibles para la producción ganadera VI Congreso Aupa - Asociación Uruguay De Producción Animal.
- Pastor, F., A. Picot, F. Quintín, M. Ruiz, E. Sevilla, and E. Vijil. 2000. Características zoométricas de la raza bovina Pirenaica en función de su origen geográfico. *Archivos de zootecnia* 49(186):223-227.
- Pearson, L., R. Waugh, B. Salazar, F. Botero, and O. Acosta. 1968. Milking performance of Blanco Orejinegro and Jersey crossbred cattle. *The Journal of Agricultural Science* 70(01):65-72.
- Perez, L. R. 2015. El cebuismo y la transformación agropecuaria del nororiente de Colombia durante el siglo XX. *Ensayos de Economía* 46
- Primo, A. 1992a. El ganado bovino ibérico en las Américas: 500 años después. *Archivos de zootecnia* 41(154):421-432.
- Primo, A. 1992b. El ganado bovino ibérico en las Américas: 500 años después. *Archivos de zootecnia* 41(154):13.
- Quijano, J. H., and C. Montoya. 2003. Comparación reproductiva de vacas holstein, bon y f1 bon x holstein en el centro paysandú, 2. Edad al primer parto, intervalo entre partos, días abiertos y servicios por concepción. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 56(1):1877-1886.
- Reyes, B., M. Wackernagel, and W. Rees. 2012. Nuestra huella ecológica: reduciendo el impacto humano sobre la Tierra. *POLIS revista latinoamericana*
- Riecka, Z., and J. Candrák. 2011. Analysis of relationship between production and reproduction traits of Holstein cattle population in the Slovak Republic. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies* 44(1):332-336.
- Rincón Flórez, J. C., and J. F. Quintero Patiño. 2015. Comparison of nonlinear models to describe growth in Blanco Orejinegro (BON) cattle. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 10(1):31-37.
- Rincón, G., L. Kelly, M. D'Angelo, A. Castellano, K. Guevara, M. V. A. Laviña, A. Postiglioni, G. Gagliardi, J. Trujillo, and G. Fernández. 2002. Biodiversidad genética en bovinos criollos del Uruguay: Análisis con marcadores moleculares. *Archivos de zootecnia* 51(193):21.
- RITEC. s.f. Fuerza, trabajo y potencia. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Rojas, J., M. Casas, and G. Martínez. 2014. Caracterización morfométrica y determinación de índices zoométricos de un hato de ganado criollo Blanco Orejinegro (BON) puro, en Pacho (Cundinamarca). *Pacho (Cundinamarca). RevSistProdAgroecol.(Revista en Internet)* 5(1):211-216.
- Romero, M., and C. Alpízar. 2017. Revisión de los aspectos para la evaluación de la nutrición y alimentación en programas de salud de hato de ganado lechero I: evaluación del hato.
- Salamanca, A., and R. Crosby. 2013. Phenotypic study of bovine creole biotype Casanare Araucano. *Zoometric analysis. Zootecnia Tropical* 31(3):201-208.
- Sepúlveda, C., I. Ibrahim, O. Bach, and A. Rodríguez. 2011. Desarrollo de lineamientos para la certificación de sistemas sostenibles de producción ganadera. *Agroforestería de las Americas* 48

- Sewalem, A., F. Miglior, and G. Kistemaker. 2011. Genetic parameters of milking temperament and milking speed in Canadian Holsteins. *Journal of dairy science* 94(1):512-516.
- Shearer, J., M. Stock, S. Van Amstel, and J. Coetzee. 2013. Assessment and Management of Pain Associated with Lameness in Cattle. *Vet Clin Food Anim* 29:135-156. doi: doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.11.012
- Shearer, J. K., S. R. Van Amstel, and B. W. Brodersen. 2012. Clinical diagnosis of foot and leg lameness in cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 28(3):535-556.
- Short, T., and T. Lawlor. 1992. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *Journal of Dairy Science* 75(7):1987-1998.
- Sieber, M., A. Freeman, and D. Kelley. 1988. Relationships between Body Measurements, Body Weight, and Productivity in Holstein Dairy Cows<sup>1</sup>. *Journal of Dairy Science* 71(12):3437-3445.
- Steinfeld, H., P. J. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales, and C. De haan. 2009. *La Larga Sombra del Gandado: Problemas Ambientales y Opciones*.
- Stephansen, R., A. Fogh, and E. Norberg. 2018. Genetic parameters for handling and milking temperament in Danish first-parity Holstein cows. *Journal of dairy science* 101(12):11033-11039.
- Suárez, V. H., and G. M. Martínez. 2020. *Buenas prácticas y bienestar animal en el tambo*. 9878333507, Ediciones INTA.
- Tadich, N., E. Flor, and L. Green. 2010. Associations between hoof lesions and locomotion score in 1098 unsound dairy cows. *The Veterinary Journal* 184:60-65.
- Tobon, J., J. Neiras, S. Cordoba, J. G. Mladonado, and L. emilio Trujillo. 2013. *Determinación de la edad y peso al inicio de la pubertad en machos de la raza criolla colombiana BON*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica
- Tózsér, J., K. Maros, A. Szentléleki, R. Zándoki, E. Nikodémusz, F. Balázs, A. Bailo, and L. Alföldi. 2003. Evaluation of temperament in cows of different age and bulls of different colour variety. *Czech J. Anim. Sci* 48:344-348.
- Turner, J. 1980. Genetic and Biological aspects of Zebú adaptability. *Journal Animal Science*:1-5.
- Umberger, B., K. Gerritsen, and P. Martin. 2005. A model of human muscle energy expenditure. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. 6(2):99-111.
- Uron-Castro, C. A. 2013. Evaluación productiva del bon en las praderas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. *Revista Ingenio* 6(1):104-110.
- Urón, C., and C. Bastos. 2021. Análisis de la implementación de pastoreo de ultra alta densidad con bovinos blanco orejinegro en la granja experimental de la UFPSO. *REVISTA COLOMBIANA DE ZOOTECNIA* 7(12):24-31.
- Vega-Marcote, P., M. Freitas, P. Álvarez , and R. Fleuri. 2007. Marco teórico y metodológico de educación ambiental e intercultural para un desarrollo sostenible. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 4(3):539-554.
- Vergara, O., M. Elzo, and M. Cerón-Muñoz. 2009. Genetic parameters and genetic trends for age at first calving and calving interval in an Angus-Blanco Orejinegro-Zebu multibreed cattle population in Colombia. *Livestock Science* 126(1):318-322.
- Vetters, M., T. Engle, J. Ahola, and T. Grandin. 2013. Comparison of flight speed and exit score as measurements of temperament in beef cattle. *Journal of animal science* 91(1):374-381. doi: https://doi.org/10.2527/jas.2012-5122
- Ward, W., J. Hughes, W. Faull, P. Cripps, J. Sutherland, and J. Sutherst. 2002. Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. *Veterinary Record* 151(7):199-206. doi: https://doi.org/10.1136/vr.151.7.199

- Yang, X., J. Zang, J. Feng, and Y. Shen. 2022. High grazing intensity suppress soil microorganisms in grasslands in China: A meta-analysis. *Applied Soil Ecology* 177:104502.
- Zietsman, J. 2014. El hombre, el ganado y la pradera.
- Zúñiga, A., A. Rodríguez, J. Benavides, C. Medrano, and E. García. 2020. Indicadores de bienestar animal en vacas lecheras en un sistema silvopastoril del trópico alto colombiano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 31(4)doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.16871>

**CAPITULO II**  
**CARACTERIZACIÓN DE LESIONES PODOALES EN VACAS LECHERAS EN**  
**PREDIOS DEL EJE CAFETERO Y NORTE DEL VALLE DEL CAUCA,**  
**COLOMBIA.**

**Characterization of podal lesions in dairy cows in the coffee-growing region and**  
**northern Valle del Cauca, Colombia.**

**“Lesiones de la pezuña del bovino en Colombia”**

Fernando Gómez Parra<sup>1\*</sup> MSc; Alejandro Jaramillo Jaramillo<sup>2</sup> MVZ; Marlyn H. Romero<sup>3</sup>  
PhD

<sup>1</sup>Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Medicina Veterinaria. Grupo de Investigación en Ciencias Animales (GICA). Pamplona, Colombia.

<sup>2</sup>Práctica profesional particular en Podología bovina en el Eje Cafetero, Norte del Valle y zonas aledañas. Manizales, Caldas.

<sup>3</sup>Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Salud Animal. Grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias (CIENVET). Manizales, Caldas.

Email: [\\*fernando.gomez@unipamplona.edu.co](mailto:*fernando.gomez@unipamplona.edu.co)

Teléfono Celular: 314-2115228

Dirección: Km 1 vía Bucaramanga, Barrio el Buque.

Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

## RESUMEN.

**Objetivo.** Caracterizar las lesiones podales en vacas lecheras en predios del eje cafetero y el norte del Valle del Cauca. **Materiales y métodos.** Se realizó un estudio retrospectivo observacional basado en los registros de evaluación podológica de bovinos. Se analizaron los registros de 8,671 bovinos tipo leche de trópico alto y bajo (n=8548 hembras, n=123 reproductores) localizados en 28 municipios del eje cafetero y Norte del Valle (n=93 predios). Un médico veterinario entrenado y experto en podología realizó la evaluación de todas las lesiones en el período comprendido entre enero de 2015 y diciembre de 2019. **Resultados.** El 26.07% de los bovinos presentó algún grado de lesión podal y de éstos, el 41.45% exhibió alteraciones en la locomoción. Las prevalencias de lesiones infecciosas y no infecciosas fueron 7.88% y 92.12%, respectivamente. La hemorragia solar fue la patología más frecuente (41.4%), seguida de los abscesos en la suela (13.8%) y doble suela (11.35%). Se encontraron diferencias significativas en la prevalencia de las lesiones podales de acuerdo con el mes ( $\chi^2=196,08$ ,  $p<0,001$ ) y departamento evaluado ( $\chi^2=13,8$ ,  $P<0,003$ ). **Conclusiones.** Las lesiones podales y cojeras en las lecherías evaluadas presentaron una prevalencia alta, lo cual sugiere la necesidad de instaurar la evaluación podológica como una práctica rutinaria, para disminuir las pérdidas económicas a los productores y garantizar el bienestar de los animales.

**Palabras clave. Palabras clave.**

Cojeras, bovinos, salud de la pezuña, alteración de la locomoción

**ABSTRACT.**

**Objective.** To characterize podal lesions in dairy cows in farms of the coffee-growing region and northern Valle del Cauca. **Materials and methods.** A retrospective observational study was carried out based on the records of podiatric evaluation of cattle. The records of 8,671 low tropical milk type cattle (n=8548 females, n=123 reproducers) located in 28 municipalities of the coffee- growing region and northern Valle del Cauca, (n=93 farms) were analyzed. A trained veterinarian with expertise in podiatry performed the evaluation of all lesions in the period from January 2015 to December 2019. **Results.** 26.07% of the cattle presented some degree of podal lesion and of these, 41.45% exhibited alterations in locomotion. The prevalences of infectious and non-infectious lesions were 7.88% and 92.12%, respectively. Sole hemorrhage was the most frequent pathology (41.4%), followed by sole abscesses (13.8%) and double soles (11.35%). Significant differences were found in the prevalence of podal lesions according to month ( $\chi^2=196.08$ ,  $P<0.001$ ) and department evaluated ( $\chi^2=13.8$ ,  $P<0.003$ ). **Conclusions.** The prevalence of podal lesions and lameness in the low tropical dairy farms evaluated was high, which suggests the need to establish podiatric evaluation as a routine practice in order to reduce economic losses to producers and guarantee the welfare of the animals.

**Keywords.**

Lameness, cattle, hoof health, impaired locomotion

**INTRODUCCIÓN.**

Los trastornos de la locomoción son considerados uno de los problemas más importantes de las explotaciones bovinas lecheras convencionales y orgánicas a nivel mundial, porque afectan el bienestar, la salud y la productividad, al causar anomalías en la marcha y presencia de dolor

(Pinedo et al., 2017a; Fedegan., 2018; Alvergnas et al., 2019). La presencia de las cojeras reduce la longevidad, la producción de leche, disminución del aumento de peso, el desarrollo reproductivo, aumento en el riesgo de sacrificio y muerte y la presencia de enfermedades concomitantes, entre otros (Dolecheck et al., 2018), debido a la dificultad para el desplazamiento e inconvenientes para la consecución del alimento. Investigaciones recientes encontraron que la pérdida en la producción lechera bovina a causa de la hemorragia en suela, enfermedad de la línea blanca y dermatitis digital oscilaron entre 0.73 y 1.66 kg/día; así mismo, la úlcera solar y la enfermedad de la línea blanca se asociaron con un deterioro significativo del desarrollo reproductivo (Charfeddine and Pérez-Cabal, 2017), por la presencia de animales no-ambulatorios, debilidad y emaciación (Whay and Shearer, 2017), factores que finalmente se traducen en resultados económicos negativos (Ettema and Østergaard, 2006; Dolecheck et al., 2018).

Los trastornos podales están implicados en el 90% de las cojeras del ganado (Bautista-Fernández et al., 2021). Se han identificado una gran variedad de factores de riesgo a nivel del rebaño y de los bovinos relacionados con los problemas podales, tales como, la nutrición, la higiene, el acceso a los pastos, la compra de animales, la comodidad de las vacas, las rutinas de recorte y pediluvio, la genética, la edad, el rango social y la condición corporal (Shearer, 2017; Moreira et al., 2019). De acuerdo a la etiología y la patología, las lesiones podales se clasifican en infecciosas y no infecciosas (trastornos de la suela y erosión del talón ) (Potterton et al., 2012), relacionadas en su mayoría con la higiene ambiental y las lesiones córneas (fisuras de la pared de la pezuña, doble suela y enfermedad de la línea blanca), y causadas por factores metabólicos (forma anormal de la pezuña) o mecánicos (Moreira et al., 2019).

El hato colombiano bovino está conformado por cerca de 24,000,000 de cabezas, ocupa el quinto puesto en América, el 12 a nivel mundial y representa el 21.8% del PIB Agropecuario (Fedegan., 2018). El sistema doble propósito y las lecherías de trópico bajo producen el 55% de la leche y representa el 39% de la población bovina nacional (Fedegan., 2018). En Colombia se han realizado trabajos relacionados con las afecciones de la pezuña en ganado de leche en las sabanas de Bogotá (Medrano-Galarza et al., 2020) y en la región suroeste Antioqueña, donde evaluaron la frecuencia y distribución de las lesiones podales (Correa-Valencia et al., 2019). No obstante, son

escasos los estudios en ganado de leche de trópico bajo. El objetivo de esta investigación es caracterizar las lesiones podales en lecherías en predios del eje cafetero y el norte del Valle del Cauca, para identificar los problemas más frecuentes y orientar las medidas de prevención y control.

## **MATERIALES Y MÉTODOS.**

Se realizó un estudio retrospectivo observacional basado en los registros de evaluación podológica de bovinos de leche en trópico alto y bajo. El estudio se llevó a cabo en condiciones comerciales y los investigadores participaron en el proceso únicamente como observadores. Todos los procedimientos relacionados con el uso y cuidado de los animales siguieron estrictamente la norma regulatoria colombiana, Resolución 001634-2010, según lo establecido por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2010).

### **Descripción de la zona de estudio.**

Este estudio se realizó en el eje cafetero y Norte del Valle del Cauca, en los departamentos de Caldas (5°06'N, 75°S), altitud entre 114 y 5,260 m.s.n.m, la temperatura fluctúa entre 14 y 23°C, con una humedad relativa promedio del 84% anual; Quindío (4°32'N, 75°42'0"O), la altitud varía entre 900 y 4,750 m.s.n.m, la temperatura fluctúa entre 8 y 24 °C y una humedad relativa promedio del 81%; Risaralda (-75.7668 5° 9' 56" N, 75° 46' 0" O), altitud entre 2,000 y 4,500 m.s.n.m. la temperatura fluctúa entre 12 y 24°C, humedad relativa promedio del 75% y Valle del Cauca (3°25'00"N 76°31'00"O), altitud de 1,000 a 4,080, la temperatura fluctúa entre los 23 y 24°C, humedad relativa del 81% anual (IDEAM, 2021). Los bovinos de estos 4 departamentos representó el 4.4% de la población de Colombia en el año 2019 (ICA, 2019).

### **Población de estudio**

Se analizaron los registros podológicos de 8,671 bovinos (n=93 predios) productores de leche (n=8,548 hembras, n=123 reproductores) localizados en 28 municipios. El 72,04% de las

fincas estaban ubicadas en trópico bajo (n=67) y el 27,96% en trópico alto (n=26), la distribución de los animales fue de 7,133 y 1538 respectivamente. Un médico veterinario entrenado y experto en podología realizó la evaluación de todas las lesiones en el período comprendido entre enero de 2015 y diciembre de 2019. Se seleccionaron 2,261 registros de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión: bovinos con diagnóstico de cojeras, crecimiento anormal del casco, tejido conectivo o lesión en la estructura de la pared, suela o ranilla del casco (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de frecuencia de la población bovina estudiada por predio, municipio y departamento.

<i>Departamento</i>	<i>Bovinos (%)</i>	<i>Predios (%)</i>	<i>Municipios (%)</i>
<i>Caldas</i>	29.2 (n=2,527)	32.6 (n=30)	25 (n=7)
<i>Quindío</i>	16 (n=1,383)	27.9 (n=26)	28.6 (n=8)
<i>Risaralda</i>	20 (n=1,735)	18.3 (n=17)	10.7 (n=3)
<i>Valle del Cauca</i>	34.8 (n=3,025)	21.5 (n=20)	35.7 (n=10)
<b><i>Total</i></b>	<b>8,671</b>	<b>93</b>	<b>28</b>

### **Procedimiento empleado para la evaluación de lesiones**

La evaluación de las lesiones en los bovinos se efectuó mediante la inmovilización y sujeción del animal en un brete hidráulico, el cual fijó el animal por unas bandas a nivel de pecho y abdomen, protegiendo la glándula mamaria. No se utilizó ningún tipo de sedación o tranquilización. Para la valoración del casco, cada bovino se elevó de manera que los cuatro miembros quedaron suspendidos en el aire, a nivel de la altura de la cintura del profesional. En

los casos de ausencia de signos de afección podal, se realizó un tratamiento profiláctico con debridación de las partes en las que se observaba crecimiento anormal, mediante pinza descalladora y una pulidora eléctrica. En caso de que existiera cojera, se efectuó la inspección del casco afectado con pinza de presión en la suela, en busca de la lesión y el posible agente causal. Cuando fue necesario, se despejó, debridó y retiró los cuerpos extraños. Una vez se ubicó la lesión, se lavó la zona afectada durante un minuto con agua a presión y se estableció el diagnóstico. La información obtenida se registró en un instrumento estructurado y posteriormente se diligenció una hoja de cálculo de Excel.

### **Análisis de datos**

Se elaboró una base de datos en Excel, la cual se transformó a un archivo TXT para proceder al análisis en el programa “R” versión 3.6.2. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete lme4 (Bates et al., 2019). Para indagar el comportamiento de las variables (cojeras, hemorragia en suela, abscesos, doble suela y enfermedad de la línea blanca) y su comportamiento frente a los factores (mes y año), se utilizó un modelo lineal generalizado (GLM), el cual se ajustó usando el error quasibinomial mediante la biblioteca fitdistrplus (Delignette-Muller et al., 2020). Las tablas de análisis de varianza tipo II se utilizaron para evaluar la importancia de los términos en GLM utilizando la función ANOVA en la biblioteca car. Las figuras se elaboraron mediante el paquete sjPlot (Wickham, 2016). Las variables distribución de las lesiones por año, por miembro y frecuencia fueron analizadas en el programa Excel. Se realizó un análisis de estadística descriptiva usando una prueba de Chi cuadrado ( $X^2$ ) para determinar diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), basados en el total de lesiones de la pezuña registrados en la base de datos.

## RESULTADOS

La tabla 2 presenta la prevalencia de las lesiones podales diagnosticadas por año; la prevalencia más alta se encontró en el año 2019 (49.42%). El 4.7% de los registros no presentó la identificación específica de la lesión, por lo cual se pueden presentar variaciones en las sumatorias.

Tabla 2. Prevalencia de lesiones podales en lecherías de trópico bajo en los predios evaluados del eje cafetero y norte del Valle del Cauca.

<i>Año</i>	<i>Animales evaluados (n)</i>	<i>Frecuencia año (%)</i>	<i>Animales con Lesiones (n)</i>	<i>Prevalencia de lesionados (%)</i>
2015	940	10.8	145	6.36
2016	651	7.5	65	2.87
2017	2,170	25	378	16.7
2018	2,375	27.4	554	24.46
2019	2,535	29.3	1,119	49.42
<b>TOTAL</b>	<b>8,671</b>	<b>100%</b>	<b>2,261</b>	<b>100%</b>

### Caracterización de las lesiones podales

Las prevalencias de lesiones infecciosas y no infecciosas fueron 7.88% y 92.12%, respectivamente. La hemorragia solar fue la patología más frecuente (41.40%), seguida de los abscesos en la suela (13.80%) y doble suela (11.35%) (Figura 1). En cuanto a presentación de lesiones en las lecherías de trópico alto y bajo el orden fue igual. Las afecciones patológicas de menor presentación fueron agrupadas como otros (cuerpos extraños, erosión de talón, desprendimiento de muralla, casco erosionado y dermatitis interdigital (Figura1). La mayor prevalencia de cojeras se observó en el departamento de Caldas ( $\chi^2=13.8$ ,  $P<0.003$ ) (Figura 2).

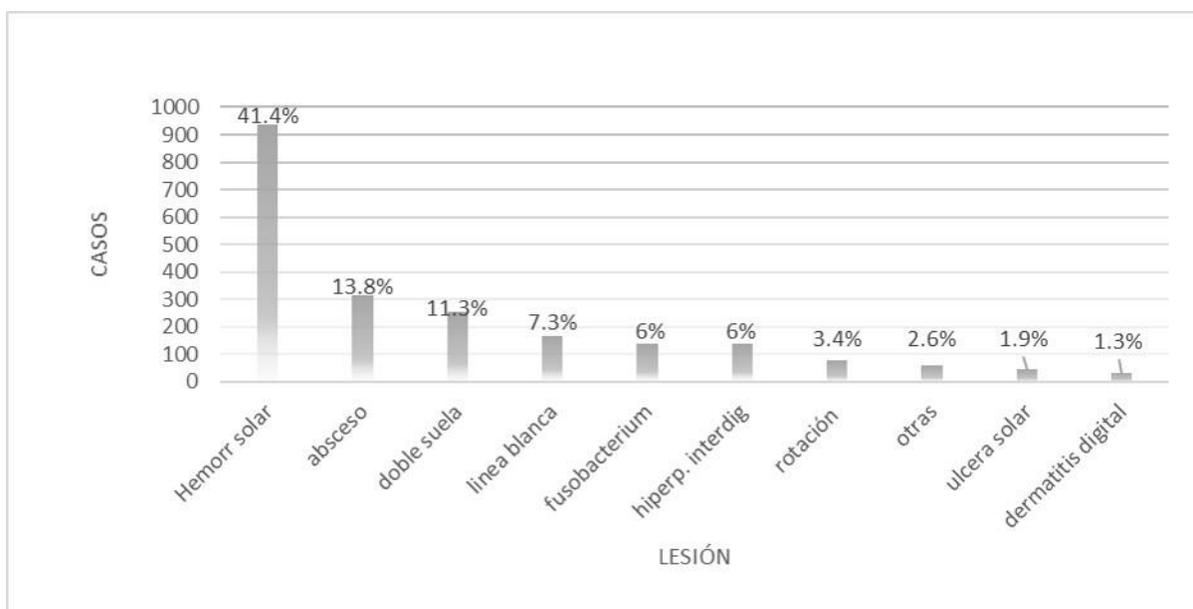


Figura 1. Prevalencia (%) de lesiones podales en lecherías localizados en fincas del eje cafetero y norte del Valle, enero de 2015 a diciembre de 2019.

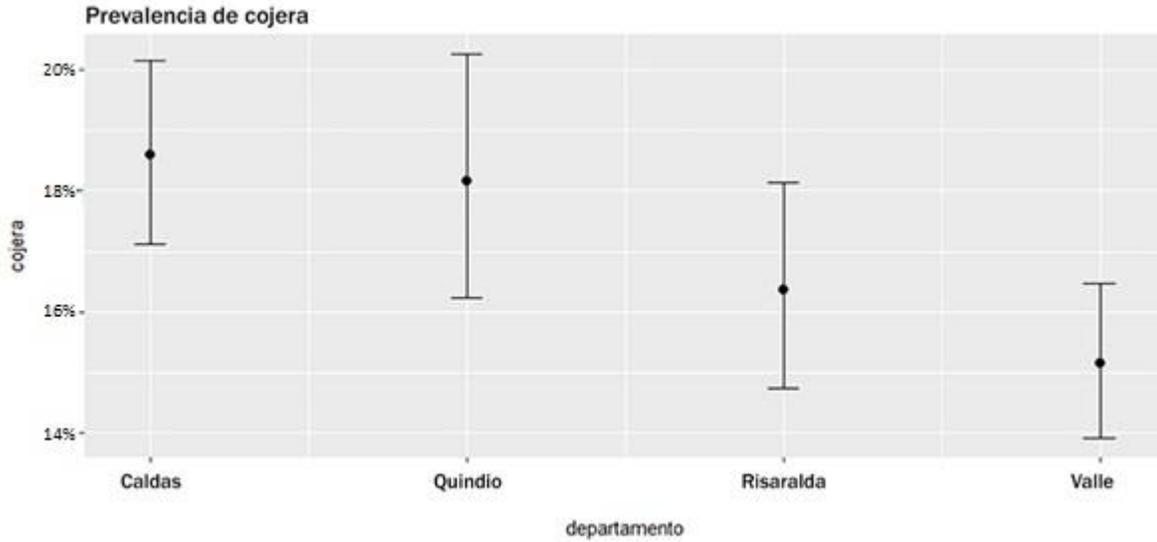


Figura 2. Distribución de lesiones podales por departamento, en el periodo comprendido entre enero de 2015 a diciembre de 2019.

Las lesiones encontradas en las pezuñas fueron muy variadas y con diferentes grados de intensidad algunas llegando a alterar la movilidad de los animales (Figura 3). De los 8,671 individuos valorados 2,261 (26.07%) presentó lesión en algún grado y de estos 1472 (65%) presentaron alteración en la locomoción (cojera).



Figura 3. Lesiones del casco. **a.** Hemorragia en suela miembro anterior de bovino. **b.** Hiperplasia interdigital. **c.** Crecimiento anormal del casco. **d.** Cruzamiento de miembros anteriores por sensibilidad en las pezuñas mediales.

La prevalencia de las lesiones podales presentó variaciones de acuerdo con el mes evaluado ( $x^2=196.08$ ,  $p<0,001$ ). Durante los años 2018 y 2019 se observó un incremento de lesiones podales, en los meses de abril y mayo (Figura 4). La prevalencia de la hemorragia en suela fue mayor durante los meses de enero, marzo y mayo ( $x^2=265.69$ ,  $P<0.001$ ) (Figura 5).

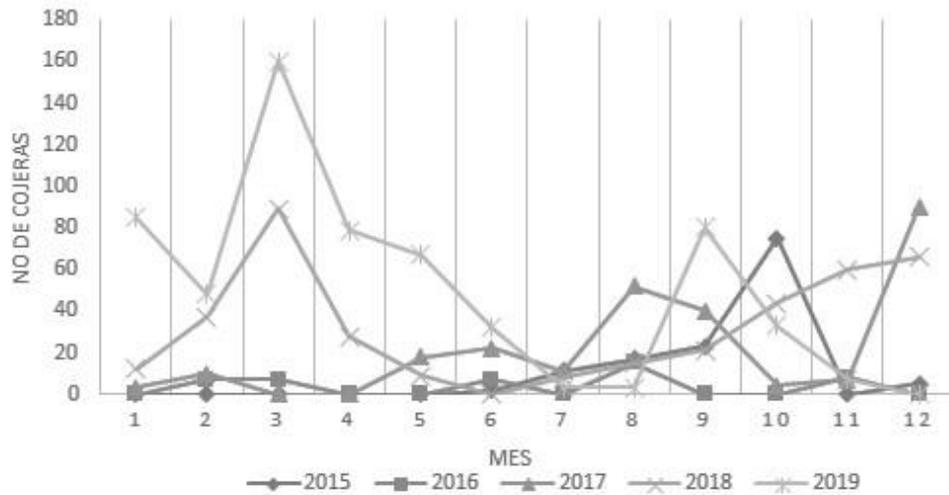


Figura 4. Prevalencia mensual de lesiones podales en lecherías evaluadas durante cinco años (2015-2019).

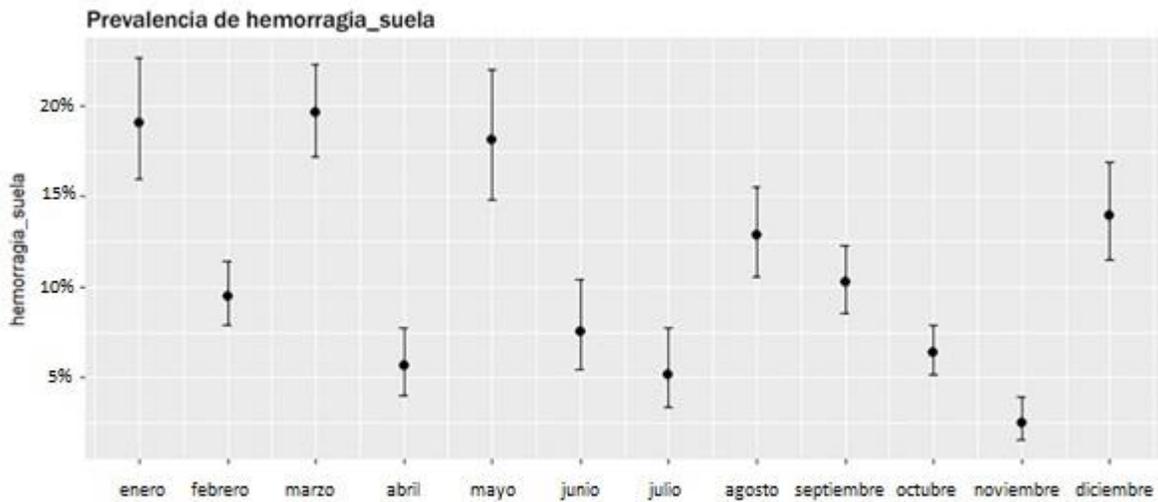


Figura 5. Comportamiento mensual de lesiones de la pezuña causadas por hemorragia en suela, durante los años 2018 y 2019.

La frecuencia de la hemorragia solar y los abscesos fue mayor en marzo para el primer semestre ( $\chi^2=265.69$ ,  $P<0.001$  y  $\chi^2=33.77$ ,  $P<0.001$ ) y agosto, septiembre y octubre, para el segundo semestre de los años 2018 y 2019 (Figura 6).

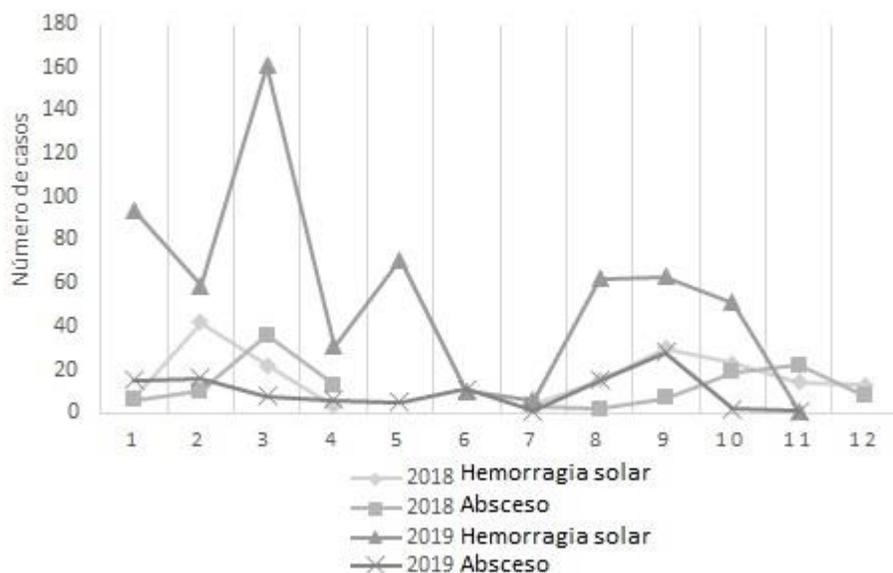


Figura 6. Lesiones podales de mayor presentación durante los años 2018 y 2019 en fincas de Caldas, Quindío, Risaralda y Norte del Valle.

## DISCUSIÓN

La presencia de lesiones podales que generan cojeras son foco de atención científica, porque son ampliamente reconocidas como condiciones dolorosas y angustiantes para los bovinos, que producen una reducción del bienestar animal (Shearer et al., 2013; Sadiq et al., 2020; Bautista-Fernández et al., 2021). Estudios realizados en Colombia (Romero et al., 2020), Dinamarca (Dahl-Pedersen et al., 2018) y Estados Unidos (Stojkov et al., 2020), encontraron que una de las principales causas de descarte de las vacas lecheras es la presencia de cojeras. El estudio colombiano encontró una prevalencia de vacas con problemas podales y cojeras del 21.6%, similar a la descrita en la presente investigación (26.07%), lo cual sugiere que su impacto en las ganaderías de leche y doble propósito es relevante (Romero et al., 2020), aspectos también descritos en el país por otros investigadores en ganaderías de leche (Benavidez et al., 2012; Álvarez et al., 2017). Las

alteraciones de las pezuñas son una condición multifactorial, y su prevalencia puede variar entre regiones (Bautista-Fernández et al., 2021) y sistemas productivos (estabulados o pastoreo) (Fabian et al., 2014; Passos et al., 2017), La alimentación, el cuidado de las pezuñas, la higiene general del establo, la concentración de ganado, la genética, la humedad, las instalaciones, el manejo y el pastoreo, la edad de los animales, el nivel y la fase de producción, así como el factor humano, son los factores más descritos en la bibliografía (Labrada Velázquez et al., 2020). Los principales factores de riesgo de cojera en el ganado de pastoreo están relacionados con el riesgo de trauma, largas distancias de desplazamiento, falta de mantenimiento de las vías y factores del animal como la adaptabilidad de ciertas razas al estilo de vida de pastoreo (Hund et al., 2018). Bran et al. (2018), sugieren que la paciencia del trabajador para manejar los animales es un elemento importante, puesto que la velocidad de desplazamiento es un factor que contribuye al aumento en la presentación de cojeras, aspecto que sería conveniente investigar en futuros trabajos en lecherías de trópico bajo, teniendo en cuenta que una alta proporción de manejadores de ganado tienen baja escolaridad, capacitación y entrenamiento en el manejo de los bovinos (Moreira, 2017; Romero et al., 2020); así como, bajos niveles de actitud (Herrán et al., 2017) y empatía hacia los animales (Leon et al., 2020).

La prevalencia de lesiones podales de acuerdo con el departamento presentó diferencias significativas ( $\chi^2=13.8$ ,  $P<0.003$ ). No se encontraron trabajos que permitieran comparar este aspecto. De acuerdo al (IDEAM, 2021) el departamento del Valle del Cauca, es un departamento con una menor precipitación comparado con los departamentos del eje cafetero. Para las zonas altas durante los periodos de lluvia son un factor predisponente.

En este estudio predominaron las lesiones de origen no infeccioso, resultados similares a los encontrados en otros trabajos realizados en Estados Unidos (Eicher et al., 2013), Suramérica (Passos et al., 2017), Europa (Barker et al., 2010; Fabian et al., 2014; Alvergnas et al., 2019), y Colombia (Correa-Valencia et al., 2019). Entre las lesiones no infecciosas en bovinos están la [laminitis](#), enfermedad de la línea blanca, úlceras en la planta, el dedo del pie y el talón (Pinedo et al., 2017b). La hemorragia solar (41.4%) fue la afección más frecuente en esta investigación y presentó diferencias significativas

( $X^2=265.69$ ,  $P<0.001$ ) en el primer semestre del año, particularmente en los meses de marzo, abril y mayo, periodo que coincide con las épocas de lluvias, según los reportes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- (IDEAM, 2021). Otros trabajos hallaron resultados similares, como lo reportado por Tomasella et al. (2014), quienes describieron la hemorragia solar como la patología prevalente (51.47%), seguida de enfermedad de la línea blanca (25.74%) y suela fina (10.29%). No obstante, los resultados difieren con los reportes en el sur de Chile por (Flor and Tadich, 2008), quienes hallaron discrepancias en la prevalencia de cojeras de acuerdo con el tamaño del hato, siendo prevalente tanto en hatos grandes como pequeños, la enfermedad de la línea blanca (54.9% VS 82.5%). Así mismo Álvarez et al. (2017) reportaron como de mayor presentación la pezuña tirabuzón (36.47%); mientras que Rabelo et al. (2013) reportaron la dermatitis digital (23.7%). En Colombia, Benavidez et al. (2012), describieron la erosión del talón (53.84%). Estos resultados ratifican las diferencias entre las prevalencias de acuerdo con la localización geográfica de los hatos.

Las lesiones de origen infeccioso halladas con mayor frecuencia en el presente estudio fueron la dermatitis digital e interdigital, resultados que coinciden con los reportados por Rabelo et al. (2013) en Goias (Brasil), seguido por pododermatitis séptica (12,6%) y doble suela (12.1%), y con los resultados hallados en el departamento de Antioquia, Colombia (Medrano-Galarza et al., 2020). Pero que contrastan con los hallazgos obtenidos en otros trabajos, donde las dermatitis no fueron reportadas como agente. En Colombia los registros meteorológicos contemplan dos periodos secos y dos de lluvias, donde los meses de marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre, corresponden a la estación de invierno, de acuerdo a los registros del IDEAM y la Organización Meteorológica Mundial (IDEAM, 2021). La época de lluvia es un factor de riesgo para la presencia de lesiones podales y cojeras, aspecto que fue descrito en esta investigación y en estudios similares en Australia (Ranjbar et al., 2016) y Colombia (Medrano-Galarza et al. (2020), ya que el aumento de los niveles de humedad y el encharcamiento de los potreros, pueden contribuir al reblandecimiento de las pezuñas del animal. En fincas basadas en pastoreo, como las evaluadas en este estudio; las condiciones de los potreros y los senderos durante el aumento de la precipitación son difíciles de controlar, por lo que se aumentan

los acúmulos de agua y flujos de lodo, que podrían causar un aumento de la suciedad y de las lesiones en las pezuñas. Álvarez et al. (2017) reportaron que el 42.35 % (139/170) de los animales de su estudio presentaron trastornos podales, aspecto asociado al pastoreo en terrenos bajos y anegadizos causal de lesiones de la pezuña (Passos et al., 2017).

La distribución anatómica de las lesiones podales se da de forma aleatoria, ya que no existe un patrón de presentación determinado. Galán et al. (2014) y Bergsten et al. (2003), encontraron que el 60% del peso del cuerpo de un cuadrúpedo se distribuye en el miembro anterior y el 40% restante, en el posterior, lo cual puede interferir en la presentación de las lesiones. En cuanto a los miembros más afectados en este estudio, los posteriores presentaron una prevalencia mayor (67.45%); resultado similar a los reportes de Tomasella et al. (2014) (87,5%) y Rabelo et al. (2013) (75.3%) y Labrada Velázquez et al. (2020) (66.26%); así mismo, coinciden en menor proporción con lo encontrado en el sur de Chile en vacas de leche, donde se afectaron con mayor frecuencia los miembros posteriores tanto en rebaños grandes (92%) y pequeños (91.5%) (Flor and Tadich, 2008).

En el presente estudio se presentaron lesiones podales con mayor frecuencia en el miembro posterior izquierdo (36.33%), coincidiendo con los reportes realizados por Tomasella et al. (2014), y Rabelo et al. (2013), pero difieren con los reportes efectuados por Álvarez et al. (2017), quienes encontraron una mayor proporción de lesiones en el miembro posterior derecho (51.6%). Estos resultados han sido asociados por otros autores a causas morfofuncionales de los miembros, tanto en movimiento como en decúbito esternal, así como la exposición de los miembros posteriores a la materia fecal y orina (Greenough, 2007; Silveira et al., 2009), Así mismo, la disposición anatómica de los miembros anteriores permitan mayor amortiguación por la forma de inserción del miembro anterior al tórax, a través de músculos y ligamentos, diferente ocurre con el miembro posterior que se fija a través de la cabeza del fémur al acetábulo, el cual presenta una deficiencia ligamentosa en la articulación coxofemoral, que lo hace más sensible a lesiones y aumenta el riesgo de daño estructural de la pezuña en el miembro posterior (Greenough,

2007). Contrario a estos resultados Viana et al. (2018), encontró que el 55.5% de los 1,318 animales evaluados en su trabajo presentaban lesiones en el miembro anterior.

## **CONCLUSIONES**

Las alteraciones podales son un problema serio para las ganaderías evaluadas, porque se encontró una prevalencia de 26.07% de bovinos con lesiones podales en algún grado y de éstos el 65% presentaron alteración en la locomoción (cojera), lo que implica una serie de gastos y pérdidas por diferentes causas en las explotaciones bovinas y un factor que afecta el bienestar de los animales. La hemorragia en suela fue la enfermedad de mayor presentación con un 41.45% de los casos. A pesar de presentar una prevalencia alta para algunos tipos de lesiones, estas no son tenidas en cuenta en las explotaciones como un factor preponderante para la prevención y realizar periódicamente controles podológicos, antes de presentarse alteraciones en la locomoción que pueden llevar a la pérdida del animal. Las lesiones tuvieron mayor presentación durante los periodos de lluvia en el país. Se hace necesario considerar la evaluación podológica periódicamente, con el fin de disminuir el número de animales afectados. De igual manera, se hace necesario seguir realizando trabajos de investigación en alteraciones podales que contribuyan a la disminución de estas patologías e implícitamente a las pérdidas económicas en las ganaderías por todo lo que estas conllevan.

### **Conflicto de intereses.**

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

## **REFERENCIAS.**

1. Álvarez, J., M. Martínez, and J. Cardona. 2017. Trastornos podales en bovinos de sistemas de producción doble propósito en el Departamento Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana Ciencia Animal* Vol. 9((2)):171-180. doi: <https://doi.org/10.24188/recia.v9.n2.2017.554>

- Alvergnas, M., T. Strabel, K. Rzewuska, and E. Sell-Kubiak. 2019. Claw disorders in dairy cattle: Effects on production, welfare and farm economics with possible prevention methods. *Livestock Science* doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.011>
- Barker, Z., K. Leach, H. Whay, N. Bell, and D. Main. 2010. Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *Journal of dairy science* 93(3):932-941. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2309>
- Bates, D., M. Maechler, B. Bolker, and S. Walker. 2019. *lme4: Linear Mixed-Effects Models Using Eigen' and S4*.
- Bautista-Fernández, M., L. Estévez-Moreno, N. Losada-Espinosa, M. Villarroel, G. María, I. De Blas, and G. Miranda-de La Lama. 2021. Claw disorders as iceberg indicators of cattle welfare: Evidence-based on production system, severity, and associations with final muscle pH. *Meat Science* 177:108496. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108496>
- Benavidez, E., F. Martínez, and D. Quevedo. 2012. Prevalencia de lesiones asociadas con laminitis subclínica en vacas holstein de primer parto en Nariño, Colombia. *Rev Inv Pec* 1(1):63-70. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74005-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74005-3)
- Bergsten, C., P. Greenough, J. Gay, W. Seymour, and C. Gay. 2003. Effects of biotin supplementation on performance and claw lesions on a commercial dairy farm. *Journal of Dairy Science* 86(12):3953-3962. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74005-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74005-3)
- Bran, J. A., R. R. Daros, M. A. von Keyserlingk, S. J. LeBlanc, and M. J. Hötzel. 2018. Cow-and herd-level factors associated with lameness in small-scale grazing dairy herds in Brazil. *Preventive veterinary medicine* 151:79-86.
- Charfeddine, N., and M. Pérez-Cabal. 2017. Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity and their economic impact in Spanish Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 100 (No. 1)doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11434>
- Correa-Valencia, N. M., I. R. Castaño-Aguilar, J. K. Shearer, J. C. Arango-Sabogal, and G. Fecteau. 2019. Frequency and distribution of foot lesions identified during cattle hoof trimming in the Province of Antioquia, Colombia (2011–2016). *Tropical Animal Health and Production* 51(1):17-24. doi: <https://10.1007/s11250-018-1652-1>
- Dahl-Pedersen, K., L. Foldager, M. S. Herskin, H. Houe, and P. T. Thomsen. 2018. Lameness scoring and assessment of fitness for transport in dairy cows: Agreement among and between farmers, veterinarians and livestock drivers. *Research in veterinary science* 119:162-166. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.06.017>
- Delignette-Muller, M., C. Dutang, R. Pouillot, J. Denis, and A. Siberchicot. 2020. Help to Fit of a Parametric Distribution to Non-Censored or Censored Data.
- Dolecheck, K., R. Dwyer, M. Overton, and J. Bewley. 2018. A survey of United States dairy hoof care professionals on costs associated with treatment of foot disorders. *Journal of dairy science* 101(9):8313-8326.
- Eicher, S., D. Lay Jr, J. Arthington, and M. M. Schutz. 2013. Effects of rubber flooring during the first 2 lactations on production, locomotion, hoof health, immune functions, and stress. *Journal of dairy science* 96(6):3639-3651. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6049>
- Ettema, J., and S. Østergaard. 2006. Economic decision making on prevention and control of clinical lameness in Danish dairy herds. *Livestock Science* 102 92 – 106. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.11.021>
- Fabian, J., R. Laven, and H. Whay. 2014. The prevalence of lameness on New Zealand dairy farms: A comparison of farmer estimate and locomotion scoring. *The Veterinary Journal* 201(1):31-38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.05.011>
- Fedegan. 2018. *Ganaderia Colombiana Hoja de ruta 2018-2022*

- Flor, E., and N. Tadich. 2008. Claudicaciones en vacas de rebaños lecheros grandes y pequeños del sur de Chile. *Archivos de medicina veterinaria* 40(2):125-134. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000200003>
- Galán, A., R. Maricel, M. Gigena, H. Mouguelar, R. Fioretti, M. Varela, R. Quinteros, M. Bonino, and J. Osimani. 2014. Morfometría del tercio proximal y distal del hueso metacarpianoIII de caballo mestizo con criollo Morfovirtual
- Greenough, P. R. 2007. *Bovine laminitis and lameness: a hands on approach*. Elsevier Health Sciences.
- Herrán, L., M. Romero, and L. Herrán. 2017. Interacción humano-animal y prácticas de manejo bovino en subastas colombianas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 28(3):571-585. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i3.13360>
- Hund, H., J. Chiozza, D. Ollhoff, and J. Kofler. 2018. Aspects of lameness in pasture based dairy systems. *The Veterinary Journal* doi: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.12.011>
- ICA. 2010. Resolución 001634. <https://www.ica.gov.co/getattachment/95104ed0-2d40-475f-a8e5-185b55f34454/R1634.aspx>.
- ICA. 2019. Censo Pecuario Nacional.
- IDEAM. 2021. Promedio climatológicos Colombia 1981-2010. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>.
- Labrada Velázquez, A., I. Miranda Cabrera, A. Rosete Millar, and A. González Díaz. 2020. Factores de riesgos asociados a la prevalencia de patologías podales en vacas Siboney de Cuba. *Revista de Salud Animal* 42(3)
- Leon, A. F., J. A. Sanchez, and M. H. Romero. 2020. Association between attitude and empathy with the quality of human-livestock interactions. *Animals* 10(8):1304.
- Medrano-Galarza, C., A. Zuñiga-López, and F. García-Castro. 2020. Evaluación de bienestar animal en fincas bovinas lecheras basadas en pastoreo en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Revista MVZ Cordoba* 25(2):14. doi: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1708>
- Moreira, T. F. 2017. Risk factor associated with lameness and hoof lesion in all year round grazing cattle. *Revista Acadêmica Ciência Animal* 15(Suppl 2):223-224.
- Moreira, T. F., R. R. Nicolino, R. M. Meneses, G. V. Fonseca, L. M. Rodrigues, E. J. Facury Filho, and A. U. Carvalho. 2019. Risk factors associated with lameness and hoof lesions in pasture-based dairy cattle systems in southeast Brazil. *Journal of dairy science* 102(11):10369-10378.
- Passos, L., E. Da Cruz, V. Fischer, G. Da Porciuncula, D. Werncke, A. Dalto, M. Stumpf, E. Vizzotto, and I. da Silveira. 2017. Dairy cows change locomotion score and sensitivity to pain with trimming and infectious or non-infectious lesions. *Tropical animal health and production* 49(4):851-856. doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1273-0>
- Pinedo, P., J. Velez, z. D. Manrique, and H. Bothe. 2017a. Treatment Options for Lameness Disorders in Organic Dairies. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 2017; 33(2):377-387. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 33(2):377 - 387. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.03.003>
- Pinedo, P., J. Velez, D. Manriquez, and H. Bothe. 2017b. Treatment Options for Lameness Disorders in Organic Dairies. . *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 33(2):377-387.
- Potterton, S., N. Bell, H. Whay, E. Berry, O. Atkinson, R. Dean, D. Main, and J. Huxley. 2012. A descriptive review of the peer and non-peer reviewed literature on the treatment and prevention of foot lameness in cattle published between 2000 and 2011. *The veterinary journal* 193(3):612-616. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.06.040>

- Rabelo, R. E., V. A. S. Vulcani, F. J. F. d. Sant'Ana, C. R. d. O. Lima, A. S. Rabbers, P. A. Helrigel, and M. Dias. 2013. Influence of different digital diseases in lameness of dairy cows in southwest of the state of Goiás.
- Ranjbar, S., A. Rabiee, A. Gunn, and J. House. 2016. Identifying risk factors associated with lameness in pasture-based dairy herds. *Journal of Dairy Science* 99(9):7495-7505. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11142>
- Romero, M. H., M. Rodríguez-Palomares, and J. A. Sánchez. 2020. Animal-Based Measurements to Assess the Welfare of Dairy Cull Cows during Pre-Slaughter. *Animals* 10(10):1802. doi: <https://doi:10.3390/ani10101802>
- Sadiq, M. B., S. Z. Ramanoon, R. Mansor, S. S. Syed-Hussain, and W. M. Shaik Mossadeq. 2020. Claw trimming as a lameness management practice and the association with welfare and production in dairy cows. *Animals* 10(9):1515.
- Shearer, J. 2017. Traumatic Lesions of the Sole. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 33(2):271-281. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.02.001>
- Shearer, J., M. Stock, S. Van Amstel, and J. Coetzee. 2013. Assessment and Management of Pain Associated with Lameness in Cattle. *Vet Clin Food Anim* 29:135-156. doi: [doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.11.012](https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.11.012)
- Silveira, J. A. S., T. T. Albernaz, C. M. C. Oliveira, M. D. Duarte, and J. D. Barbosa. 2009. Afecções podais em vacas da bacia leiteira de Rondon do Pará. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 29:905-909.
- Stojkov, J., M. von Keyserlingk, T. Duffield, and D. Fraser. 2020. Management of cull dairy cows: Culling decisions, duration of transport, and effect on cow condition. *Journal of Dairy Science* 103(3):2636-2649.
- Tomasella, T. E., L. C. Negri Filho, M. Z. Affonso, F. B. Junior, L. C. da Silva, and W. Okano. 2014. Prevalência e classificações de lesões podais em bovinos leiteiros na região de Belo Horizonte-MG. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* 8(1):115-127. doi: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20140008>
- Viana, R. B., B. M. Monteiro, W. de Oliveira Melo, D. R. de Oliveira, L. C. C. Daher, and J. D. Ribeiro Filho. 2018. Ocorrência de lesões podais em bovinos de corte criados em lotação contínua no estado do Pará. *Revista Acadêmica Ciência Animal* 16:1-8.
- Whay, H., and J. Shearer. 2017. The impact of lameness on welfare of the dairy cow. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 33(2):153-164. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.02.008>
- Wickham, H. 2016. *Elegant Graphics for Data Analysis*, Suiza.

## CAPITULO III

### **CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES DE BIENESTAR ANIMAL PARA GANADO BLANCO OREJINEGRO EN UN SISTEMA DE PASTOREO DE ULTRA ALTA DENSIDAD**

“CHARACTERIZATION OF ANIMAL WELFARE VARIABLES FOR BLACK-EARED WHITE CATTLE IN AN ULTRA-HIGH DENSITY GRAZING SYSTEM”.

Titulo corto: Variables de bienestar en bovinos en pastoreo de ultra alta densidad

<sup>1</sup>Fernando Gómez Parra<sup>1</sup> MSc; Henry Mesa Echeverri PhD<sup>2</sup>; Marlyn H. Romero <sup>3</sup>PhD

<sup>1</sup> Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Medicina Veterinaria. Grupo de Investigación en Ciencias Animales (GICA). Pamplona, Colombia.

ORCID:

<sup>2</sup> Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal. Grupo de Investigación en Proyección y Producción Agropecuaria (GIPPA) Manizales, Caldas.

<sup>3</sup> Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Salud Animal. Grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias (CIENVET). Manizales, Caldas.

\*fernando.gomez@unipamplona.edu.co

Teléfono Celular: 314-2115228

Dirección: Km 1 vía Bucaramanga, Barrio el Buque.

Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

## RESUMEN

**Objetivo.** Caracterizar variables de bienestar animal en un lote de ganado Blanco Orejinegro manejado mediante un sistema de pastoreo de ultra alta densidad ubicado en el Municipio de La Victoria, Departamento de Caldas. **Materiales y métodos.** Se realizó un estudio transversal observacional en campo para la evaluación de indicadores basados en el animal y los recursos de 114 vacas de la raza Blanco Orejinegro de cría. Se elaboraron videos de las vacas durante un día de trabajo en corral para evaluar variables de temperamento. **Resultados.** La condición corporal promedio de las vacas fue  $3.65 \pm 0.052$  ( $P < 0.01$ ). La distancia ( $X = 126.38 \pm 6.03$  cm,  $P > 0.07$ ) y velocidad de fuga ( $0.99 \pm 0.03$  m,  $P > 0.1500$ ) no presentaron diferencias significativas; lo contrario se observó en el perímetro torácico ( $X = 169.6 \pm 1.30$  cm,  $P > 0.015$ ) y la longitud de isquiones ( $X = 30.18 \pm 0.46$  cm,  $P < 0.0158$ ). La velocidad de desplazamiento de los animales fue 1.237 km/h (Rango: 0.923 km/h – 1.676 km/h). El 100% de los potreros tenían bebederos en buena condición, pero estaban parcialmente turbios. El 93% contaba con agua disponible, transparente y fresca; solo el 8% tenía poca agua disponible de acuerdo con el número de animales. En el 100% de los casos la distancia para acceder a los bebederos estuvo entre 100 y 200 m. **Conclusiones.** Las variables de distancia y velocidad de fuga de las hembras Blanco Orejinegro indican una buena interacción humano-animal, por el estrecho contacto del ganado con el manejador en el Sistema de Pastoreo de Ultra Alta densidad (PUAD) y los indicadores evaluados sugieren un buen nivel de bienestar animal.

Palabras clave

temperamento, bienestar animal, pastoreo de ultra alta densidad (PUAD), ganado Blanco Orejinegro

## ABSTRACT

**Objective.** To characterize animal welfare variables in a lot of black-eared white cattle managed in an ultra-high density grazing system located in the Municipality of La Victoria, Department of Caldas. **Materials and Methods.** A cross-sectional observational field study

was conducted for the evaluation of animal and resource-based indicators in 114 Black-and-white breeding cows. Videos were made of the cows during one day of penning to evaluate temperament variables. **Results.** The average body condition of the cows was  $3.65 \pm 0.052$  ( $P < 0.01$ ) distance of escape ( $X = 126.38 \pm 6.03$  cm,  $P > 0.07$ ) and speed of escape ( $0.99 \pm 0.03$  m,  $P > 0.1500$ ) did not present significant differences; the opposite was observed in the thoracic perimeter ( $X = 169.6 \pm 1.30$  cm,  $P > 0.015$ ) and ischium length ( $X = 30.18 \pm 0.46$  cm,  $P < 0.0158$ ). The speed of movement of the animals was 1.237 km/h (Range: 0.923 km/h - 1.676 km/h). 100% of the paddocks had water troughs in good condition, but they were partially turbid. Water was available, clear, and fresh in 93% of the paddocks; only 8% had little water available according to the number of animals. In 100% of the cases, the distance to access the watering troughs was between 100 and 200 m. **Conclusions.** The variables of distance and speed of escape of Black-eared White females indicate a good human-animal interaction, due to the close contact of the cattle with the handler in the Ultra High Density Grazing System (UHDPS) and the evaluated indicators suggest a good level of animal welfare.

Keywords

temperament, animal welfare, ultra-high density grazing (PUAD), Black-eared White Cattle

## INTRODUCCIÓN

La ciencia del bienestar animal se desarrolló en respuesta a las preocupaciones sobre cómo las acciones de los humanos afectan a los animales (Fraser, 2018). Los rasgos de comportamiento tienen un efecto profundo en la longevidad del ganado y son muy útiles en la evaluación del bienestar animal (Adamczyk et al., 2013). Desde el concepto de “un bienestar” existe una interacción entre el bienestar de los animales y la sostenibilidad que se basa en sus pilares: la preservación de los recursos naturales, el mantenimiento de comunidades saludables y la promoción de la vitalidad económica (Paranhos da Costa, 2018).

A través de los años se ha aumentado la producción bovina haciendo más eficiente el uso de las pasturas, lo cual ha permitido pasar de un sistema de pastoreo extensivo a uno intensivo, dentro de los cuales podemos encontrar al pastoreo rotacional Voisson y al Pastoreo de Ultra Alta Densidad (PUAD), en este último se somete a los animales a unas altas presiones de pastoreo, con alto número de animales/hectárea durante periodos de tiempo muy corto (500 animales/ha carga instantánea)(Zietsman, 2014). De manera adicional el sistema PUAD y la ganadería regenerativa propenden por disminuir el uso de agroquímicos (pesticidas, herbicidas, fungicidas, vermífugos, entre otros), favoreciendo la sostenibilidad, el normal desarrollo del suelo y su interacción con la planta y el animal (Zietsman, 2014). A pesar de que el sistema PUAD es un concepto de manejo relativamente nuevo, se viene implementando en diferentes países del mundo como México y Cuba, como una alternativa para mejorar la producción eficiente y competitiva de leche a niveles moderados (Jordán et al., 1999; Alonso et al., 2022). En Estados Unidos los defensores del pastoreo con densidad de carga ultra alta (UHSD) han reportado una mayor eficiencia en el uso del forraje y la mejora del suelo mediante el pastoreo de forraje maduro (Hafla et al., 2014). En Sudáfrica, Zietsman (2014), considerado como uno de los pioneros del PUAD, reportó estas mismas ventajas.

En la actualidad se viene fomentando el uso de razas autóctonas en la producción ganadera, es el caso del ganado Blanco Orejinegro (BON) en Colombia, que ha sobrevivido durante casi 500 años en las áreas tropicales productoras de café, que al igual que el criollo limonero en Venezuela (Contreras et al., 2011), el Caracú en Brasil (Primo, 1992) y el Chinampo en México (Espinoza et al., 2009), son razas criollas que han mostrado su capacidad adaptativa, docilidad, habilidad para aprovechar forrajes de mala calidad habilidad materna, mayor precocidad sexual, alta fertilidad, mayor productividad en cruces F1 (carne y leche) y marcada resistencia a ectoparásitos (López et al., 2001). El ganado de tamaño pequeño como el BON permite aumentar el número de animales por unidad de área teniendo que sus requerimientos nutricionales son menores y pueden ser suplidos en menor tiempo (Valadares Filho, 2016).

El temperamento es una variable que permite evaluar el cuarto dominio del bienestar animal (comportamiento) y es de gran importancia por su relación directa con la calidad de

la interacción humano-animal (Garcez-Mercado, 2013) y la evaluación de indicadores productivos y reproductivos (Cziszter et al., 2016). Es fundamental evaluar el temperamento de los animales durante las prácticas rutinarias, como por ejemplo el ordeño, vacunaciones y desparasitación (Marçal-Pedroza et al., 2020), por su relación con la calidad del manejo, motivo por el cual, se puede aplicar durante las rotaciones diarias del sistema PUAD, para valorar la respuesta al contacto directo y permanente con el manejador (Ceballos et al., 2018). Las buenas prácticas de manejo están asociadas con mejores comportamientos animales, incluyendo menor reactividad y estrés, no solo porque los animales se comportan mejor y son menos propensos a los accidentes, sino también en razón a que son manejados con conductas más positivas por parte de los trabajadores (Ceballos et al., 2018).

Las ventajas por adaptación que presenta el ganado BON unidas al sistema PUAD pueden ser una combinación favorable para la mejora de los sistemas productivos bovinos en Colombia y en el mundo, lo que hace necesario realizar trabajos que permitan medir variables que demuestren las fortalezas de dicha unión. El objetivo de este trabajo fue caracterizar variables de bienestar animal en un lote de ganado Blanco Orejinegro, manejado mediante un sistema de pastoreo PUAD.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Aspectos éticos y legales**

Todos los procedimientos relacionados con el uso y cuidado de los animales siguieron estrictamente la norma colombiana, establecida mediante Resolución 001634-2010, según lo regulado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2010). Además, contó con la aprobación del comité de ética de la Universidad de Caldas (Actividades con mínimo riesgo).

### **Localización geográfica**

El estudio se realizó en la Finca La Cascada, ubicada en el Municipio de La Victoria, Departamento de Caldas ( $7^{\circ}22.7059$  N –  $72^{\circ}38.7327$  NE) bosque húmedo tropical, en la

cordillera central del sistema andino colombiano, a una altitud de 439 m.s.n.m. temperatura promedio de 24 grados, pluviosidad de 3600mm.

### **Descripción del estudio**

Se hizo un seguimiento de un lote de hembras de raza BON (n=114 animales). La finca seleccionada lleva 45 años trabajando con la raza BON e implementó hace 6 años el Pastoreo de Ultra Alta Densidad (PUAD). Los animales pastoreaban en un sistema unilote basado en pastos *Braquiaria brizanta* y *Tifton 78* y se efectuaron cinco rotaciones al día mediante el uso de cinta electrificada móvil para facilitar el manejo. Se realizaron las siguientes mediciones: a) una caracterización del bienestar animal mediante variables basadas en los animales evaluadas en el corral durante una jornada de vacunación, b) evaluación de variables físicas (presencia de heridas, suciedad de la piel (miembros y ubre), presencia de ectoparásitos y cojeras, mediante evaluación visual en el potrero, c) medición de la distancia de fuga, d) Evaluación de variables basadas en los recursos (suministro y calidad de agua, disponibilidad de sombra, estado y cantidad de bebederos, entre otros).

### ***Indicadores de bienestar (basados en el animal)***

La condición corporal se evaluó mediante la observación posterior y lateral de las hembras BON (Figura 7) y los lineamientos presentados en la Tabla 1, presencia de suciedad en los miembros posteriores y ubre, heridas en integumento, presencia de moscas, cojeras y calificación de locomoción, suciedad alrededor del ano, de acuerdo con el protocolo propuesto por Medrano-Galaza et al. (2020), con modificaciones realizadas por los autores del artículo (Tabla 1).



Figura 7. Evaluación de la condición corporal de los animales. a) Vacas con puntuación 2, b) puntuación 3, c) puntuación 4 y d) puntuación 5.

### **Medición de velocidad de escape, distancia de fuga y distancia recorrida.**

La evaluación de los animales se llevó a cabo por un médico veterinario entrenado y experto en el manejo de ganado bovino, Las vacas BON se vacunaron contra la fiebre aftosa, carbón bacteridiano, carbón sintomático; los animales con baja condición corporal (entre 2 y 3) recibieron una dosis de vitamina. Las vacas se identificaron teniendo en cuenta su chapeta e identificación con marcador sobre la región dorsal de los animales. Posteriormente, se les permitió desplazarse libremente hacia la parte extrema del corral de manejo hasta llegar a una zona donde se realizó una grabación utilizando dos cámaras. La distancia recorrida por los animales fue de 4 metros, señalando los puntos de inicio y final del recorrido mediante cintas reflectivas. Las cámaras de video se ubicaron en un punto fijo a una distancia de 5 metros del lugar de tránsito de los animales los cuales no fueron sometidos a ningún tipo de

presión para garantizar que sus movimientos se realizaran de manera natural durante el tiempo que duró la grabación, con el objetivo de medir la velocidad de escape, posterior a un proceso de stress, como una alternativa para evaluar el temperamento de los animales. La distancia de fuga se evaluó mediante un protocolo estandarizado (Zúñiga et al., 2020) que consistió en el acercamiento lento hacia el animal en dirección perpendicular a la cruz, hasta que este presentara cualquier intento de fuga, luego se midió con cinta métrica la distancia desde el sitio donde se encontraba ubicado el miembro anterior del animal hasta el miembro inferior más cercano del observador. Para calcular la distancia recorrida por los animales se utilizó un georeferenciador de marca WIMU, fijado al cuello del animal, el cual registró la distancia recorrida y el tiempo de desplazamiento de cada animal durante la rotación. La Figura 2 ilustra la metodología de evaluación de la distancia de fuga, velocidad de escape, zona de bebederos y mecanismo usado para medir la distancia recorrida por rotación.

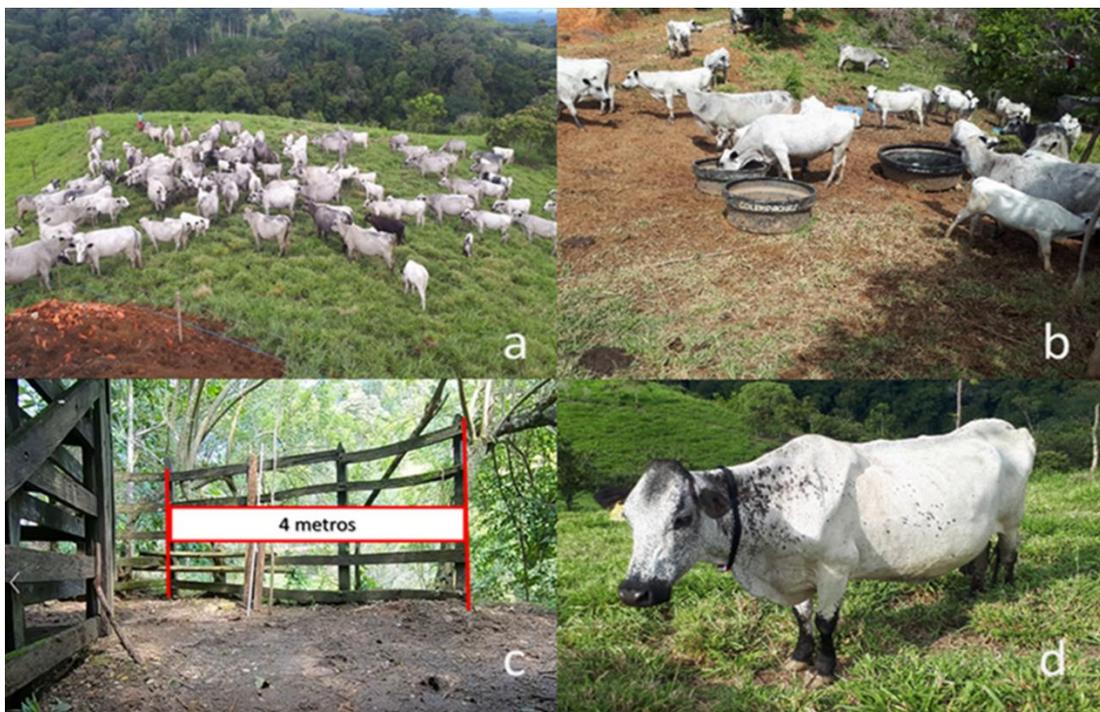


Figura 8. actividades desarrolladas para la toma de datos en el sistema de pastoreo de ultra alta densidad. a) Lote de ganado BON esperando cambio de rotación. b. unidad de bebederos. c. Zona demarcada para medir velocidad de fuga. d. Vaca con georeferenciador WimU ubicado en el cuello.

Tabla 3. Descripción de las variables evaluadas en hembras de la raza Blanco Orejinegro en un sistema de pastoreo de ultra alta densidad (PUAD).

Variable	Categoría	Definición
<b>Condición corporal</b>	1	Emaciada, anca prominente y huesos columna vertebral visibles-serrucho.
	2	No grasa palpable en isquiones, corrugaciones visibles en $\frac{3}{4}$ partes de las costillas cortas desde punta hacia la vértebra.
	3	Línea entre tuberosidad coxal e isquiática tiene forma de V, T. coxales están redondeadas.
	4	Ligamento sacro y de la base de la cola no son visibles.
	5	Todas las prominencias óseas están bien redondeadas.
<b>Suciedad en miembros posteriores y ubre</b>	1	Suciedad de las vacas, miembros posteriores y ubre
	2	Menos de la mitad del área está cubierta de suciedad (tierra, materia fecal).
	3	La mitad del área o más está cubierta de suciedad.
	4	Toda el área está cubierta por una capa de suciedad.
<b>Heridas en integumento</b>	0	No hay inflamación, ni pérdida de pelo.
	1	No hay o leve inflamación, Pérdida de pelo <1 cm.
	2	Inflamación media y/o lesión o pérdida de pelo de 1 a 2.5 cm.
	3	Inflamación mayor o pérdida de pelo > 2.5 cm
<b>Presencia de moscas <i>H. irritans</i></b>	0	< 25
	1	≥ 25
<b>Cojeras, calificación de locomoción</b>	1	Movimiento suave y fluido.
	2	Locomoción imperfecta, pero la capacidad de moverse libremente no disminuye.
	3	Capaz de locomoción, pero la capacidad de moverse libremente está comprometida.
	4	La capacidad de moverse libremente está obviamente comprometida.
	5	La capacidad de moverse está severamente restringida, para que se mueva debe ser vigorosamente animada.
<b>Suciedad alrededor del ano</b>	0	Limpio: sin suciedad alguna
	1	Moderado: suciedad hasta 15 cm aproximadamente alrededor al ano.
	2	Sucio: porción mayor de 15 cm alrededor del ano.

Medrano (2020), con modificaciones de los autores.

### ***Indicadores de bienestar animal (basados en el recurso)***

Mediante el uso de un instrumento estructurado y la observación directa realizada por el mismo médico veterinario entrenado, se evaluaron en los potreros de rotación (unidad de

bebederos): el número y condiciones sanitarias de los bebederos, calidad y disponibilidad de agua y de sombra (Tabla 4).

Tabla 4. Variables basadas en los recursos evaluadas en vacas de la raza Blanco Orejinegro en un sistema de pastoreo de ultra alta densidad (PUAD).

Variable	Categoría	Definición
<b>Condición de bebederos</b>	1	Buena: estado óptimo, ni roto, ni parchado, fácil acceso.
	2	Regular: estado aceptable, posiblemente roto o parchado, pero no afecta la disponibilidad de agua, ni puede causar alguna herida al animal, mientras bebe, fácil acceso.
	3	Malo: estado deplorable, dañado que puede causar problemas de disponibilidad o podría generar heridas en el animal.
<b>Limpieza de bebederos</b>	1	Bebedero limpio, agua limpia– ausencia de hongos, algas, tierra, papel, piedras, clavos o cualquier objeto.
	2	Parcialmente sucio, el bebedero está sucio pero el agua se ve limpia y fresca
	3	Bebedero y agua sucios.
<b>Disponibilidad de agua</b>	0	Sin agua.
	1	Poca agua disponible para el número de animales
	2	Agua disponible con algo de suciedad y presencia de algún color
	3	Agua disponible, transparente y fresca.
<b>Área circundante al bebedero</b>	1	Buena: área ceca sin charcos sin acumulación de lodo.
	2	Regular: área pequeños charcos y lodo.
	3	Malo: área inundada y/o fangosa
<b>Número y capacidad de bebederos.</b>		
<b>Distancia para acceder al agua.</b>	1	Menos de 100 metros
	2	Entre 100 y 200 metros.
	3	Más de 200 metros
<b>Disponibilidad de sombra</b>	0	Sombra disponible
	1	Sin sombra
<b>Desplazamiento realizado durante cada rotación.</b>		Metros recorridos por rotación.

Medrano (2020), con modificaciones de los autores.

## **Análisis estadístico**

Los datos se transcribieron de registro manuales realizados en campo a Microsoft Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA, EE. UU.), los cuales fueron analizados mediante el programa estadístico SAS versión 9.4. Los datos recogidos para variables basadas en el

animal (condición corporal, perímetro torácico, velocidad de fuga, distancia de fuga (escape), longitud de isquiones, distancia recorrida por rotación) se analizó la media, error estándar, mediana, test de normalidad y la significancia, para evaluación de variables físicas (presencia de heridas, suciedad de la piel (miembros y ubre), presencia de moscas, suciedad alrededor del ano y cojeras), de comportamiento en el ingreso al brete y basadas en el recurso (número, cantidad y estado de los bebederos, disponibilidad y calidad del agua, disponibilidad de sombra) se realizó estadística descriptiva a través de frecuencias.

## RESULTADOS

En la tabla 5 se presentan los resultados para las variables evaluadas en el animal en el área de estudio utilizados en el sistema PUAD.

### VARIABLES BASADAS EN EL ANIMAL

Tabla 5. Mínimos cuadrados medios ( $\pm$ ES) de los indicadores basados en el animal en el área de estudio. el animal.

Variable	Media	Error estándar	Mediana	Coef. de variación	Test de normalidad	Valor p
Condición corporal	3.65	0.052	4.0	15.2	0.265	<0.01
Distancia de fuga(cm)	126.38	6.03	1.27	50.9	0.08	<0.06
Velocidad de fuga(m/s)	0.99	0.039	0.99	40.5	0.065	>0.15
Perímetro torácico(cm)	169.6	1.30	171.5	8.0	0.070	>0.15
Longitud de isquiones(cm)	30.1	0.46	29.5	16.1	0.090	0.01

Se encontró que el 98.06% de las vacas presentaban los miembros posteriores y la ubre limpia, mientras que el 1.94% tenía menos de la mitad de esta área cubierta de suciedad (tierra, materia fecal). El 94.17% de las vacas no presentó heridas (sin inflamación, ni pérdida de pelo), el 3.88% con leve inflamación y pérdida de pelo menor a 1cm, el 0.97% con inflamación media y/o lesión o pérdida de pelo de 1 a 2.5cm y sólo el 0.97% con inflamación

mayor o pérdida de pelo superior a 2.5cm. El 93.20% de las vacas presentó menos de 25 moscas y 6.80% con más de 25 moscas. Solo el 2% de los animales presentó alteraciones de la locomoción (cojeras).

La distancia recorrida por los animales por rotación durante dos horas fue de 4.895,8 m, la velocidad de desplazamiento fue 1.237 km/h, la velocidad mínima fue 0.923 km/h y la mayor velocidad observada fue 1.676 km/h (Tabla 6).

Tabla 6. Distancia recorrida por los bovinos en pastoreo de ultra alta densidad / tiempo.

n	Tiempo de la medición (min)	Recorrido total (m)	Velocidad Promedio (km/h)
1	150	3613,8	1,445
2	147	3613,8	1,447
3	275	4646,7	1,014
4	266	4868,5	1,098
5	268	7517,2	1,676
6	268	5909,4	1,325
7	261	4217,5	0,969
8	291	4779,4	0,923

### **VARIABLES RELACIONADAS CON EL RECURSO**

La finca contaba con suministro de agua de nacimiento (sin tratamiento), cada rotación disponía de bebederos localizados estratégicamente, tres con capacidad de 250 litros y uno de 750 (1500 l de agua constante), para la provisión de varias rotaciones durante dos o tres días. La condición de los bebederos era buena (estado óptimo, ni roto, ni parchado, fácil acceso), se encontraron parcialmente sucios, pero con el agua limpia y fresca en el 100% de los casos. La disponibilidad de agua suficiente en el 92% de las observaciones y solo en el 8% se observó baja disponibilidad de agua de acuerdo con el número de animales. En el 84% de las observaciones, los bebederos se encontraban en áreas de accesibilidad sin presencia de empozamientos de agua y acúmulo de lodo y en el 16% con presencia de pequeños charcos y lodo. La distancia para acceder al agua estaba entre 100 y 200 m, porque los animales debían realizar un desplazamiento promedio de 168.32 m. En el 72% de las observaciones los potreros contaban con sombra y el 28% sin sombra disponible, cada observación correspondió a una rotación de dos horas durante el día.

## DISCUSIÓN

### Variables basadas en el animal

La puntuación de la condición corporal es una técnica subjetiva que evalúa la proporción de grasa y músculo en la vaca viva y es ampliamente aceptada como un indicador del estado nutricional anterior (Romero et al., 2020) y de hambre prolongada (Beggs et al., 2019). Así mismo, es el reflejo de las reservas energéticas de los bovinos, que permite preveer el desempeño reproductivo postparto a futuro, por su influencia sobre la dinámica folicular, la actividad ovárica, la función endocrina y la tasa de preñez (Correa-Orozco and Uribe-Velásquez (2010). En este estudio el lote de hembras BON evaluados presentaron una condición corporal buena ( $3.65 \pm 0.55$ ), resultados que coinciden con los obtenidos por Medina (2005) en ganado BON y sus cruces con ganado cebú, Romosinuano y Angus; así como en granjas lecheras australianas (Beggs et al., 2019) y en ganado cebú (Guerra et al., 2020). Así mismo, proponemos esta medición como un indicador iceberg, para identificar de manera rápida problemas de mala nutrición en estos sistemas productivos, como ha sido propuesto en producciones ovinas extensivas en Colombia (Hernandez et al., 2020). De igual manera, la baja condición corporal puede ser relacionada con cojeras (Moreira, 2017).

La distancia de fuga y la velocidad de escape son dos variables que permiten medir el temperamento de los animales (Marçal-Pedroza et al., 2020). Existen indicios de que es posible modificar la intensidad de las reacciones emocionales por manejo y selección, amansando los animales mediante procesos de habituación y de aprendizaje asociativo (Vaca, 2010). Las vacas BON evaluadas en este trabajo presentaron una distancia de fuga ( $X=126.38 \text{ cm} \pm 64.61$ ) y una velocidad de escape o de fuga de  $0.99 \pm 0.40 \text{ m/s}$ , datos muy inferiores a los reportados por Vettters et al. (2013), para terneros *Bos Taurus* de  $2.98 \pm 0.87$  y  $3.02 \pm 0.87 \text{ m/s}$  por día ( $P>0.18$ ) y similares a los reportados en vacas lecheras en Chile, que variaban entre 0.7 y 3.2 m (Arraño et al., 2007). Los cruzamientos de bovinos F1 Holstein-Gyr mantienen características de sus progenitores y presentaron una distancia superior a las vacas del presente estudio, se encontró la distancia de fuga 2.1 m y la velocidad de fuga  $0.80 \pm 0.06 \text{ m/s}$ , en el estudio de cruces Hostein-Gyr se reportó también que, los

rasgos de temperamento se asociaron con la producción de leche, a diferencia del temperamento de manejo (Marçal-Pedroza et al., 2020).

Burrow et al. (1988), encontró que los animales que presentan mayor distancia de fuga, presentan mayor velocidad de escape, con un coeficiente de correlación de  $-0.45$  ( $P < 0.001$ ), resultados similares a lo encontrado en este trabajo. Así mismo, investigadores reportan que los animales más tranquilos presentan mejores rendimientos que los nerviosos en aspectos como producción de leche, grasa y proteína en el ganado Simmental, así como intervalo entre partos más cortos y mejor eyección de leche (Cziszter et al., 2016). Aspectos como el número de crías y el color de la capa del pelaje pueden determinar el temperamento, así animales con capa más clara son más calmados (Tózsér et al., 2003), como el ganado BON evaluado en la presente investigación.

La interacción humano-animal disminuye las posibilidades de riesgo para los operarios (Lindahl et al., 2016), las interacciones positivas entre las personas y los animales favorecen el bienestar y la producción (Lange et al., 2021). Esta interacción tiene relación directa con resultados de la distancia de fuga y velocidad de escape, las vacas del estudio presentaron valores más bajos para estas variables que otras razas bovinas, puesto que dentro del sistema las BON permanecen durante todo el día acompañadas por un operario. Los resultados obtenidos coinciden con lo encontrado para rodeos lecheros en Argentina (Martínez et al., 2016) y (Grajales-Cedeño et al., 2021) quienes encontraron diferencias significativas en la reactividad entre el grupo de novillas Simbrah con habituación a los humanos y sin habituación ( $p < 0.001$ ). De igual manera (Leon et al., 2020) concluyó que la empatía y la actitud de los manejadores de los bovinos están asociados con la calidad de la interacción humano-animal. De otra parte, Bertenshaw et al. (2008) mencionan sobre la importancia de la interacción humano animal, ya que en su estudio en vacas de leche, animales cepillados 30 min/día presentaron incrementos en la producción de leche ( $P < 0.001$ ) (+258kg leche/lactancia), menor tiempo para la eyección ( $P < 0.05$ ) y menor cantidad de patadas ( $P < 0.01$ ) durante el ordeño. Datos similares fueron reportados en el parto y postparto en vacas primiparas f1 holstein por Braman sometidas a cepillado 45 días antes del parto, donde se obtuvo mejor eyección de la leche, menor cantidad de leche residual y favorece el inicio del ciclo reproductivo (Drescher and Toledo, 2013).

La puntuación de suciedad en miembro y ubre permite medir la suciedad en la zona (Hughes, 2001) y es usado como indicador de bienestar animal (Ward et al., 2002; Larrota Garcia, 2010; Martínez and Suárez, 2017). En este trabajo se encontró que el 98.06% de los animales presentó el área limpia y sin suciedad, porcentaje mayor a lo reportado por Medrano-Galarza et al. (2020) en fincas lecheras de la Sabana de Bogotá, quien encontró que el 77% cumplía con esta condición. La suciedad en esta región anatómica del animal tiene una alta relación con la presentación de la mastitis subclínica (Elmoslemany et al., 2009; Medrano-Galarza et al., 2021). Caso contrario ocurrió en un trabajo realizado en vacas lecheras en la sabana de Bogotá donde la región corporal más sucia fueron los miembros traseros, presentando porcentajes de suciedad (medio + severo) en el 39 y 40.2% de las vacas de las fincas grandes y medianas respectivamente (García, 2021). De igual manera ocurrió en vacas lecheras en España 95.9% de los animales presentaron la pierna sucia 89.7% el cuarto trasero sucio y el 86.2% la ubre sucia (García-Pérez et al., 2022).

Las lesiones de tarso pueden ser causadas por el mal diseño de las instalaciones (Bouffard et al., 2017), así como por una condición sanitaria deficiente (Schütz et al., 2019). En los sistemas de estabulación en base a cubículos, el uso de hormigón sin una superficie de amortiguación provoca traumatismos en las zonas de poca musculatura y abrasiones en corvejones y codos de los animales (Hughes, 2001). En cuanto a la presencia de heridas en esta investigación, su prevalencia fue baja, resultados que coinciden con los encontrados por García (2021) para vacas lecheras en la sabana de Bogotá, donde el 90% de los animales no presentaban pérdida de pelo. De acuerdo con Whay et al. (2003), existe una correlación positiva entre la presencia de lesiones en el tarso y las cojeras y subsecuentemente sobre el bienestar animal (Arraño et al., 2007). Marçal-Pedroza et al. (2020) encontraron en vacas lecheras en la sabana de Bogotá que el 32% de las fincas tenían más del 15% del hato con lesiones en la línea ventral, la causa de este tipo de lesiones es desconocida. En cuanto a la ausencia de daños en el tegumento un 14.8% no presentan ningún tipo, 54.7% daño moderado y un 22.6% alteración severa del tegumento, de esta última un 56.5% de los animales se detectan en las granjas no calificadas, frente al 17.3 y el 22.9% en mejorada y aceptable (García-Pérez et al., 2022).

Las moscas reducen el bienestar, la salud y los rendimientos económicos del ganado (Perttu et al., 2020). Las vacas con menor número de moscas presentan menor desplazamiento durante el pastoreo (Woolley et al., 2018). En cuanto a la presencia de moscas (*Stomoxys calcitrans*) en este estudio se observó una baja prevalencia, de manera similar a los reportados por Medeiros et al. (2019) y (García, 2021), pero diferentes a los reportados en Cuba (Castillo et al., 2016) y en el municipio de Saboya, Boyacá (Colombia), en los sistemas silvopastoril y tradicional, respectivamente (Zúñiga et al., 2020).

Independiente del tipo de sistema de producción, el ganado requiere extremidades robustas y resistentes que les permitan soportar el aumento gradual de peso que ganan en un periodo de tiempo relativamente corto (Telezhenko, 2007). En un animal sano el sistema musculoesquelético también debe proporcionar locomoción; este óptimo implica “marcha y actividad natural” “y buen estado del aparato locomotor” a largo plazo (Alsaad et al., 2017). Las alteraciones en la locomoción son uno de los mayores problemas que se encuentran en las fincas ganaderas en Colombia, América y el mundo convirtiéndose en un problema muy importante en cuanto al bienestar y la salud en las granjas (Fedegan., 2018; Fedegan, 2020). Los datos encontrados para la raza BON en este trabajo fue del 2%, valores muy bajos comparados contra las alteraciones pódales en otras razas y países donde se encuentran reportes del 36% en cojeras grados 2 y 3 (Barker et al., 2010); así mismo, el 10% fue reportado en un estudio en vacas en las sabanas de Bogotá (Medrano-Galarza et al., 2020), resultados muy superiores fueron encontrados en Wisconsin 33.6 y 36.8% en el Reino Unido (Shearer et al., 2013). Otros trabajos, en vacas de leche en Colombia reportan un 22% de cojeras (Otálvaro Álvarez, 2020) y en vacas doble propósito en Córdoba 64.7% (Álvarez et al., 2017).

En los sistemas PUAD no existen reportes que establezcan la distancia que deben recorrer los animales para la cosecha del alimento, ni para la raza Blanco Orejinegro. En este estudio la distancia recorrida fue de 1.237 km/h, por lo cual, esta información puede servir de referencia para determinar si por la alta carga de animales, estos deben caminar más para alcanzar a satisfacer sus necesidades de forraje. Se requieren estudios adicionales para dilucidar este comportamiento.

## **Variables relacionadas con el recurso**

La calidad e inocuidad del agua de bebida de los animales es esencial para garantizar la salud y bienestar animal (Pedraza Castillo et al., 2022). En el presente trabajo se encontró que la limpieza de los bebederos era buena, resultados discordantes con los reportados por García-Pérez et al. (2022), quienes encontraron que un 72.1% de las granjas en las dos visitas presentaban el bebedero parcialmente limpio y un 42.9% de las granjas clasificadas como aceptables en verano e invierno presentaron el bebedero sucio. Así mismo, Romero and Alpízar (2017) y Medarno-Galarza et al. (2020) reportaron resultados similares en lo referente a que el agua disponible no es tratada y no está completamente limpia. Se debe tener presente que aproximadamente un tambo que se encuentre en 30 litros de leche diaria por vaca necesitará como mínimo 100 litros de agua por vaca diariamente y en verano un 20% más (Suárez and Martínez, 2020), en este trabajo las vacas contaban con un suministro de agua constante durante las 24 horas. No obstante, se sugiere que en sistemas ganaderos que cuenten con buenas reservas naturales de agua de bebida, realicen análisis bromatológicos para establecer la inocuidad de la misma.

El desempeño productivo del ganado bovino de leche y carne es directamente afectado por los factores climáticos de su entorno productivo, particularmente la temperatura ambiental, la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del viento, los que en su conjunto afectan su balance térmico (Arias et al., 2008). El estrés térmico reduce el consumo, afecta el rendimiento, la salud y el bienestar del ganado (Toledo et al., 2022). Se ha descrito que en condiciones de alto estrés térmico la disminución de la producción puede ser del 10 al 25% y bajo condiciones extremas del 40% (Martínez and Suárez, 2017). La disponibilidad de sombra en el presente trabajo donde se utiliza el sistema de pastoreo de ultra alta densidad se encontró que el 23% de las rotaciones no presentaban sombra, esto debido a la disposición de las cintas para dividir los potreros, puesto que las áreas son muy pequeñas. Es conveniente realizar trabajos complementarios para evaluar el índice de temperatura y humedad (ITH), en conjunto con variables basadas en el animal (indicadoras de estrés térmico), con el fin de establecer si la ausencia de sombra por periodos cortos, afectan el bienestar de los animales.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en cuanto condición corporal, velocidad de fuga y distancia de escape y demás variables basadas en el animal muestran el buen funcionamiento de la raza BON con el manejo del sistema PUAD. Los recursos utilizados para el manejo de la raza BON en el sistema PUAD son eficientes, aunque existen aspectos que se pueden mejorar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamczyk, K., J. Pokorska, J. Makulska, B. Earley, and M. Mazurek. 2013. Genetic analysis and evaluation of behavioural traits in cattle. *Livestock Science* 154:1-12. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.01.016>
- Alonso, A., C. Díaz, A. Iriban, T. Vázquez, R. Ruíz, and Y. Rodríguez. 2022. Presión de pastoreo en áreas subdividas destinadas a la producción de leche bovina Grazing pressure in subdivided areas destined for bovine milk production. *Avances* 24(4):447-475.
- Alsaad, M., S. Huber, G. Beer, P. Kohler, G. Schüpbach-Regula, and A. Steiner. 2017. Locomotion characteristics of dairy cows walking on pasture and the effect of artificial flooring systems on locomotion comfort. *Journal of dairy science* 100(10):8330-8337. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12760>
- Álvarez, J., M. Martínez, and J. Cardona. 2017. Trastornos pódales en bovinos de sistemas de producción doble propósito en el Departamento Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana Ciencia Animal* Vol. 9((2)):171-180. doi: <https://doi.org/10.24188/recia.v9.n2.2017.554>
- Arias, R., T. Mader, and P. Escobar. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria* 40(1):7-22. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000100002>
- Arraño, C., A. Báez, E. Flor, H. Whay, and N. Tadich. 2007. Estudio preliminar del uso de un protocolo para evaluar el bienestar de vacas lecheras usando observaciones basadas en el animal. *Archivos de medicina veterinaria* 39(3):239-245. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2007000300007>
- Barker, Z., K. Leach, H. Whay, N. Bell, and D. Main. 2010. Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *Journal of dairy science* 93(3):932-941. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2309>
- Beggs, D., E. Jongman, P. Hemsworth, and A. Fisher. 2019. The effects of herd size on the welfare of dairy cows in a pasture-based system using animal-and resource-based indicators. *Journal of dairy science* 102(4):3406-3420. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14850>
- Bertenshaw, C., P. Rowlinson, H. Edge, S. Douglas, and R. Shiel. 2008. The effect of different degrees of 'positive' human-animal interaction during rearing on the welfare and subsequent production of commercial dairy heifers. *Applied Animal Behaviour Science* 114(1-2):65-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.12.002>
- Bouffard, V., A. De Passille, J. Rushen, E. Vasseur, C. Nash, D. Haley, and D. Pellerin. 2017. Effect of following recommendations for tiestall configuration on neck and leg lesions, lameness,

- cleanliness, and lying time in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 100(4):2935-2943. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11842>
- Burrow, H., G. Seifert, and N. Corbet. 1988. A new technique for measuring temperament in cattle. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. VoZ* 17:155.
- Castillo, A. F., Y. H. Rodríguez, D. Q. Torrente, R. R. Fernández, and L. M. Mellor. 2016. Dinámica poblacional de la mosca *Haematobia irritans* (Linnaeus 1758)(Díptera: Muscidae) en Cuba. *Revista de Salud Animal* 38(3):137-141.
- Ceballos, M. C., A. C. Sant'Anna, X. Boivin, F. de Oliveira Costa, V. d. L. Monique, and M. J. P. da Costa. 2018. Impact of good practices of handling training on beef cattle welfare and stockpeople attitudes and behaviors. *Livestock Science* 216:24-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.06.019>
- Contreras, G., Z. Chirinos, S. Zambrano, E. Molero, and A. Paéz. 2011. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía* 28(1)
- Correa-Orozco, A., and L. F. Uribe-Velásquez. 2010. La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 63(2):5607-5619.
- Cziszter, L. T., D. Gavojdian, R. Neamt, F. Neciu, S. Kusza, and D.-E. Ilie. 2016. Effects of temperament on production and reproductive performances in Simmental dual-purpose cows. *Journal of Veterinary Behavior* 15:50-55.
- Drescher, K., and L. Toledo. 2013. Modelo conceptual del efecto de la interacción humano-animal sobre la reactividad, producción de leche y reinicio de la actividad ovárica de la vaca primípara en el trópico. *System Dynamics Review* XI(1):67.
- Elmoslemany, A., G. Keefe, I. Dohoo, and B. Jayarao. 2009. Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 2: Bacteria count-specific risk factors. *Journal of Dairy Science* 92(6):2644-2652. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1813>
- Espinoza, J., J. Guevara, and A. Palacios. 2009. Caracterización morfométrica y faneróptica del bovino criollo Chinampo de México. *Archivos de zootecnia* 58(222):277-279.
- Fedegan. 2020. Estado del arte. Sección 1. En: Plan Estratégico de la ganadería Colombiana 2019.
- Fedegan. 2018. Ganadería Colombiana Hoja de ruta 2018-2022
- Fraser, D. 2018. Animal welfare: Translating science into practice, *Advances in Agricultural Animal Welfare*. Elsevier. p. 129-143.
- Garcez-Mercado, N. 2013. Indicadores de bienestar animal en bovinos de doble propósito en un municipio de Veracruz. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* 2(2):172-182.
- García-Pérez, C., D. Villalba Mata, R. Casals-Maestre, and I. Blanco Penedo. 2022. Caracterización del bienestar animal en explotaciones de vacuno lechero de la raza Holstein del noreste de España. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 2022, vol. 118, núm. 2, p. 239-261 doi: <https://doi.org/10.12706/itea.2021.023>
- García, F. 2021. Evaluación del bienestar bovino lechero:¿ qué evaluar? "Relaciones humano-animal 74(1):31-34.
- Grajales-Cedeño, J., R. Vargas, J. Miranda, A. Solís, A. R. Moreno, E. Quintero, R. de Armas, A. S. Nicolella, and G. Sandoya. 2021. Habitación a la interacción humana e implicaciones en la reactividad, bienestar animal y tasa de concepción de novillas simbrah. *Revista Investigaciones Agropecuarias* 3(2):1-20.

- Guerra, A. V. A., A. L. Q. Tovar, A. M. Q. Gutiérrez, and M. J. R. Polo. 2020. Medición de la condición corporal del ganado Cebú. Documentos de Trabajo ECAPMA 4(1)
- Hafila, A., K. Soder, M. Hautau, M. Rubano, B. Moyer, and R. Stout. 2014. CASE STUDY: Dairies using self-described ultra-high stocking density grazing in Pennsylvania and New York1. *The Professional Animal Scientist* 30(3):366-374. doi: [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30129-7](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30129-7)
- Hernandez, R. O., J. A. Sánchez, and M. H. Romero. 2020. Iceberg indicators for animal welfare in rural sheep farms using the five domains model approach. *Animals* 10(12):2273. doi: <https://doi.org/10.3390/ani10122273>
- Hughes, J. 2001. A system for assessing cow cleanliness. *In Practice* 23(9):517-524. doi: <https://doi.org/10.1136/inpract.23.9.517>
- ICA. 2010. Resolución 001634. <https://www.ica.gov.co/getattachment/95104ed0-2d40-475f-a8e5-185b55f34454/R1634.aspx>.
- Jordán, C. A., A. Espinoza, B. A. Portillo, and O. C. Ortega. 1999. Producción de leche en pastoreo de praderas cultivadas: una alternativa para el altiplano central. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva* 6(3)
- Lange, A., S. Waiblinger, R. van Hasselt, R. Mundry, A. Futschik, and S. Lürzel. 2021. Effects of restraint on heifers during gentle human-animal interactions. *Applied Animal Behaviour Science* 243:105445. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105445>
- Larrotta Garcia, F. A. 2010. Evaluación de la limpieza corporal en vacas lecheras como indicador de bienestar animal y su relación sobre la presentación de mastitis subclínica en un hato de la sabana de Bogotá.
- Leon, A. F., J. A. Sanchez, and M. H. Romero. 2020. Association between attitude and empathy with the quality of human-livestock interactions. *Animals* 10(8):1304.
- Lindahl, C., S. Pinzke, A. Herlin, and L. J. Keeling. 2016. Human-animal interactions and safety during dairy cattle handling—Comparing moving cows to milking and hoof trimming. *Journal of dairy science* 99(3):2131-2141. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9210>
- López, A., O. Saldarriaga, A. Arango, M. Rugeles, F. Zuluaga, M. Olivera, N. Bermúdez, G. Bedoya, and J. Ossa. 2001. Ganado Blanco Orejinegro (BON): Una alternativa para la producción en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 24(2):121-129. doi: <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.323758>
- Marçal-Pedroza, M. G., M. M. Campos, L. G. R. Pereira, F. S. Machado, T. R. Tomich, M. J. P. da Costa, and A. C. Sant'Anna. 2020. Consistency of temperament traits and their relationships with milk yield in lactating primiparous F1 Holstein-Gyr cows. *Applied Animal Behaviour Science* 222:104881. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104881>
- Martínez, G., V. Suárez, and M. Ghezzi. 2016. Impacto de la relación humano-animal en la productividad y el bienestar animal de los rodeos lecheros. *Revista Argentina de Producción Animal* 36(2):75-82.
- Martínez, G. M., and V. H. Suárez. 2017. Protocolo de evaluación de bienestar animal en tambos bovinos del Noroeste Argentino. Ediciones INTA
- Medeiros, M. A. d., A. T. M. d. Barros, F. Riet-Correa, A. R. Marques, J. R. G. Lopes, V. D. Vieira, and C. Miraballes. 2019. Identification of Sindhi cows that are susceptible or resistant to *Haematobia irritans*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 28:465-472. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612019066>
- Medina, J. F. 2005. Caracterización bovinométrica de hembras cebu y cruces con blanco orejinegro, romosinuano y angus. *Revista MVZ Córdoba* 10(1):581-588.

- Medrano-Galarza, C., D. G. A. Beltrán, J. J. R. Zúñiga, and P. D. Godoy. 2021. Prevalencia, incidencia y factores de riesgo de mastitis subclínica en lecherías especializadas en Colombia. *Agronomy Mesoamerican*:487-507. doi: doi:10.15517/am.v32i2.43794
- Medrano-Galarza, C., A. Zúñiga-López, and F. García-Castro. 2020. Evaluación de bienestar animal en fincas bovinas lecheras basadas en pastoreo en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Revista MVZ Cordoba* 25(2):14. doi: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1708>
- Moreira, T. F. 2017. Risk factor associated with lameness and hoof lesion in all year round grazing cattle. *Revista Acadêmica Ciência Animal* 15(Suppl 2):223-224. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16215>
- Otálvaro Álvarez, D. A. 2020. Impacto económico de las cojeras en ganado lechero en la hacienda Paysandú, Corporación Universitaria Lasallista.
- Paranhos da Costa, M. J. R. 2018. Bienestar animal y sistemas sostenibles para la producción ganadera VI Congreso Aupa - Asociación Uruguaya De Producción Animal.
- Pedraza Castillo, L. N., K. Guerrero Pinto, M. F. Mateus Rey, G. L. García Martínez, L. A. Gómez Leal, D. Gómez Beltrán, N. Vargas Molina, and D. A. Jaramillo Hernández. 2022. Calidad e inocuidad del agua de bebida de sistemas de producción animal: experiencia en municipios del departamento del Meta, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 23(3)doi: [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num3\\_art:2259](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num3_art:2259)
- Perttu, R., B. Heins, H. Phillips, M. Endres, R. Moon, and U. Sorge. 2020. Effects of mesh leggings on fly pressure and fly avoidance behaviors of pastured dairy cows. *Journal of Dairy Science* 103(1):846-851. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17267>
- Primo, A. 1992. El ganado bovino ibérico en las Américas: 500 años después. *Archivos de zootecnia* 41(154):421-432.
- Romero, M., and C. Alpízar. 2017. Revisión de los aspectos para la evaluación de la nutrición y alimentación en programas de salud de hato de ganado lechero I: evaluación del hato.
- Romero, M. H., M. Rodríguez-Palomares, and J. A. Sánchez. 2020. Animal-Based Measurements to Assess the Welfare of Dairy Cull Cows during Pre-Slaughter. *Animals* 10(10):1802. doi: <https://doi:10.3390/ani10101802>
- Schütz, K., V. Cave, N. Cox, F. Huddart, and C. Tucker. 2019. Effects of 3 surface types on dairy cattle behavior, preference, and hygiene. *Journal of dairy science* 102(2):1530-1541. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14792>
- Shearer, J., M. Stock, S. Van Amstel, and J. Coetzee. 2013. Assessment and Management of Pain Associated with Lameness in Cattle. *Vet Clin Food Anim* 29:135-156. doi: doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.11.012
- Suárez, V. H., and G. M. Martínez. 2020. Buenas prácticas y bienestar animal en el tambo. 9878333507, Ediciones INTA.
- Telezhenko, E. 2007. Effect of flooring system on locomotion comfort in dairy cows.
- Toledo, I., G. Dahl, and A. De Vries. 2022. Dairy cattle management and housing for warm environments. *Livestock Science* 255:104802. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104802>
- Tózsér, J., K. Maros, A. Szentléleki, R. Zándoki, E. Nikodémusz, F. Balázs, A. Bailo, and L. Alföldi. 2003. Evaluation of temperament in cows of different age and bulls of different colour variety. *Czech J. Anim. Sci* 48:344-348.
- Vaca, R. 2010. Temperament and welfare effect on production of cattle meat. *Analecta Veterinaria* 30(2):74-80.

- Valadares Filho, S. 2016. Costa e Silva LF, Lopes SA, Prados LF, Chizzotti ML, Machado PAS, Bissaro LZ, Furtado T (2016). BR-CORTE 3.0. Nutritional requirements, diet formulation and performance prediction of Zebu and crossbred cattle. BR-CORTE.
- Vetters, M., T. Engle, J. Ahola, and T. Grandin. 2013. Comparison of flight speed and exit score as measurements of temperament in beef cattle. *Journal of animal science* 91(1):374-381. doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5122>
- Ward, W., J. Hughes, W. Faull, P. Cripps, J. Sutherland, and J. Sutherst. 2002. Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. *Veterinary Record* 151(7):199-206. doi: <https://doi.org/10.1136/vr.151.7.199>
- Whay, H., D. Main, L. Green, and A. Webster. 2003. Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: direct observations and investigation of farm records. *Veterinary record* 153(7):197-202. doi: <https://doi.org/10.1136/vr.153.7.197>
- Woolley, C. E., S. Lachance, T. J. DeVries, and R. Bergeron. 2018. Behavioural and physiological responses to pest flies in pastured dairy cows treated with a natural repellent. *Applied Animal Behaviour Science* 207:1-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.07.009>
- Zietsman, J. 2014. El hombre, el ganado y la pradera.
- Zúñiga, A., A. Rodríguez, J. Benavides, C. Medrano, and E. García. 2020. Indicadores de bienestar animal en vacas lecheras en un sistema silvopastoril del trópico alto colombiano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 31(4)doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.16871>

## CAPITULO IV

### CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES MORFOMÉTRICAS EN GANADO BLANCO OREJINEGRO.

#### RESUMEN

**Objetivo.** Caracterizar variables morfométricas en un lote de ganado Blanco Orejinegro manejado mediante un sistema de pastoreo de ultra alta densidad ubicado en el Municipio de La Victoria, Departamento de Caldas. **Materiales y métodos.** Mediante el uso de videos y un software de biomecánica se tomaron las medidas de los animales: longitud corporal, longitud del anca, longitud dorsal o total, alzada, altura al sacro, longitud de la caña, altura a la cadera, profundidad, altura al ombligo, amplitud de isquiones y perímetro torácico, así como variables de biotipo. Se obtuvieron medias, desviación estándar y correlaciones entre variables. Se analizaron datos de 72 vacas de raza Blanco Orejinegro ubicadas en el Municipio de la Victoria, Departamento de Caldas. **Resultados.** Alzada  $x=142.7 \pm 11.7$  cm, con un coeficiente de variación del 8.5%, altura al sacro  $150.3 \pm 10.4$ cm, longitud del anca  $44,6 \pm 4.98$  cm, perímetro torácico  $174.1 \pm 12.1$ cm. Se encontró asociación entre variables de biotipo y morfometría, alzada y la relación altura profundidad ( $r=0.62 <0.0001$ ), altura al sacro y relación profundidad ombligo ( $r=0.60 <0.0001$ ), profundidad y relación profundidad-ombligo ( $0.85 <0.001$ ), donde la correlación fue directa y moderada. **Conclusiones.** De acuerdo a los resultados obtenidos el ganado BON mantiene características morfométricas que son el resultado de un periodo de adaptación a las condiciones de las zonas donde habita, como la altura al sacro y el perímetro torácico. El uso herramientas tecnológicas permite tomar datos exactos y subjetivos, para la selección de los animales.

#### Palabras Clave

Selección, morfometría, Blanco Orejinegro.

## ABSTRACT

### CHARACTERIZATION OF MORPHOMETRIC VARIABLES IN WHITE-EARED CATTLE.

**Objective.** To characterize morphometric variables in a White-Orejinegro cattle lot managed through an ultra-high density grazing system located in the Municipality of La Victoria, Department of Caldas. **Materials and methods.** Through the use of videos and biomechanical software, the measurements of the animals were taken: body length, rump length, dorsal or total length, height, height at the sacrum, length of the shank, height at the hip, depth, height at the umbilicus, ischial breadth and thoracic perimeter, as well as biotype variables. Means, standard deviation and correlations between variables were obtained. Data from 72 White-Orejinegro cows located in the Municipality of La Victoria, Department of Caldas were analyzed. **Results.** Height  $x=142.7 \pm 11.7$  cm, with a coefficient of variation of 8.5%, height at the sacrum  $150.3 \pm 10.4$  cm, haunch length  $44.6 \pm 4.98$  cm, chest circumference  $174.1 \pm 12.1$  cm. An association was found between biotype and morphometry variables, height and the height-depth relationship ( $r=0.62 <0.0001$ ), height to the sacrum and the navel-depth relationship ( $r=0.60 <0.0001$ ), depth and the depth-navel relationship ( $0.85 <0.001$ ). , where the correlation was direct and moderate. **Conclusions.** According to the results obtained, BON cattle maintain morphometric characteristics that are the result of a period of adaptation to the conditions of the areas where they live, such as the height at the sacrum and the thoracic perimeter. The use of technological tools allows taking exact and subjective data, for the selection of animals.

Keywords

Selection, morphometry, Black-eared White Cattle

## **INTRODUCCIÓN**

Las razas bovinas criollas Colombianas tienen más de 500 años de adaptación a las zonas quebradas en Colombia (Correa et al., 2011), situación que debe ser aprovechada por parte de los ganaderos como una ventaja comparativa contra otras razas con las que se cuenta en el país. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) una raza debe conservarse por el estado de amenaza medido según la disminución del hato, y por el valor o mérito genético por cuanto una población puede tener características de interés económico y zootécnico (FAO, 2001).

Varios estudios muestran el valor genético de la raza BON en los animales de la misma raza y mediante cruzamientos con otras razas especializadas (López et al., 2001; Ríos et al., 2010; M-Rocha et al., 2012). Se hace necesario establecer los rasgos descriptivos lineales para la raza Blanco Orejinegro, ya que existen pocos trabajos al respecto. La descripción exacta de cada carácter debe estar bien definida y es fundamental el uso de toda la escala de valoración lineal para identificar el punto intermedio y los extremos de cada uno de los caracteres dentro de su población (Federation, 2005).

El uso de la tecnología puede ser un mecanismo que permita la toma de datos de una manera más objetiva y acercarse a una información más acertada respecto a la morfometría de la raza Blanco Orejinegro.

El objetivo de este estudio fue establecer las medidas morfométricas de la raza Blanco Orejinegro, y que sirvan como referencia para futuros trabajos y se conviertan en una herramienta para el mejoramiento genético de la raza.

## **MATERIALES Y METODOS**

### ***Descripción zona de estudio.***

El estudio se realizó en la Finca La Cascada, ubicada en el Municipio de La Victoria, Departamento de Caldas. (7022.7059 N – 72038.7327 NE) bosque húmedo tropical, Cordillera Central del sistema andino colombiano. Cuya altitud es de 439 m.s.n.m. con una temperatura promedio es de 24 grados, pero puede variar entre 22 y 32 grados y una pluviosidad de 3600mm. El predio se seleccionó por contar con un hato de raza criolla colombiana, ganado Blanco Orejinegro y que durante 9 años ha manejado el sistema de pastoreo de ultra alta densidad (PUAD), bajo el concepto de ganadería regenerativa, por lo cual se reduce al máximo el uso de abonos, herbicidas y vermífugos. Los animales rotan durante cinco veces al día en un solo lote sin importar la edad. Los machos se seleccionan los posibles reproductores y el resto son castrados y se engordan para sacrificio.

### ***Población de estudio***

Los animales evaluados fueron 72 vacas de raza Blanco Orejinegro con edades que oscilan entre dos y once años, en diferentes estados reproductivos, manejadas bajo un sistema de Pastoreo de Ultra Alta Densidad (PUAD).

### ***Toma de datos***

Los datos se tomaron mediante el uso de videos realizados a cada uno de los animales en la finca La Cascada, con una videocámara Go Pro, los cuales fueron analizados mediante el software Silicon Coach, por medio del cual se realizaron las siguientes medidas morfométricas a cada uno de los animales con edad superior a dos años. Su utilizó el software buscando que los datos sean objetivos y evitar al máximo el sesgo de la persona que toma los datos. Se realizaron tres mediciones para la misma variable y se obtuvo un valor promedio

Las medidas tomadas fueron:

- Longitud corporal: distancia tomada desde la tuberosidad isquiática hasta el el epicondilo lateral del humero.
- Longitud del anca: distancia desde la tuberosidad isquiática hasta la parte media de la tuberosidad coxal.
- Longitud dorsal o total del animal: distancia desde la raíz de la cola hasta la protuberancia intercornual.
- Alzada o altura a la cruz: distancia desde el piso hasta la cruz del animal.

- Altura al sacro: distancia tomada desde el piso hasta la parte más alta del sacro.
- Longitud de la caña: distancia desde la articulación carpometacarpiana hasta la metacarpofalangica.
- Altura a la cadera: distancia medida desde el piso hasta la parte media del trocánter mayor del fémur.
- Profundidad: distancia tomada desde la base del ombligo hasta el dorso del animal.
- Altura al ombligo: distancia tomada desde la base del ombligo del animal hasta el piso.
- Amplitud de isquiones: distancia medida desde la porción lateral de las tuberosidades isquiáticas izquierda y derecha.
- Perímetro torácico: longitud de la medida tomada alrededor del toráx por detrás de la articulación del codo.

### ***Análisis de datos***

Los datos obtenidos se registraron en una hoja de Excel, tres mediciones para cada variable y se obtuvo un valor promedio. Se realizó un análisis descriptivo de las variables, así como se buscaron correlaciones con variables de bienestar y productivas para lote de bovinos de la raza Blanco Orejinegro, mediante el programa estadístico SAS versión 9.4. Para los datos se aplicaron promedios, desviación estándar y el test de kolmogorov-smirnov, coeficiente de variación y coeficientes de correlación de Pearson para variables. El perímetro torácico se midió mediante el uso de una cinta bovinométrica pasándola alrededor de la espalda de la vaca por detrás de la articulación del hombro.

## **RESULTADOS**

Las variables morfométricas permiten determinar las características anatómicas para la raza, así como, son un factor determinante al realizar la evaluación lineal de los animales y considerarlo un elemento relevante para la selección genética de estos.

En la tabla 7 muestra los resultados obtenidos para variables morfométricas en un lote de ganado de la raza Blanco Orejinegro, ubicado en el Municipio de la Victoria, Departamento de Caldas.

*Tabla 7. Variables morfométricas para un lote de ganado de la raza Blanco Orejinegro, ubicado en el Municipio de la Victoria, Departamento de Caldas.*

<i>VARIABLE</i>	<i>N</i>	<i>MEDIA</i>	<i>DS</i>	<i>MEDIANA</i>	<i>CV</i>	<i>TEST DE NORM</i>	<i>T</i>	<i>MAX - MIN</i>
Alzada	72	142.1	11.7	141	8.25	0.073	>0.15	121-159
Altura al sacro	72	150.3	10.4	149.5	6.94	0.116	>0.01	129-164
Longitud caña	72	27.4	3.04	27	11.08	0.011	>0.02	22-36
Alto cadera	72	121.8	7.07	122.5	5.8	0.073	>0.15	102-139
Profundidad	72	78.01	9.38	78	12.0	0.100	>0.07	55-91
Altura ombligo	72	66.8	4.24	67	6.34	0.079	>0.15	53-78
Longitud anca	72	44.6	4.98	43	11.14	0.173	>0.10	31-57
Longitud dorsal	72	216.3	19.8	217.5	9.15	0.064	>0.15	171-255
Perímetro tórax	71	174.1	12.1	176	6.95	0.115	>0.01	145-188
Amplitud isquiones	71	31.8	4.53	32	14.2	0.088	>0.15	22-38

Nota: las variables medidas fueron las siguientes: alzada, altura al sacro, longitud de la caña, altura a la cadera, profundidad, altura al ombligo, longitud de la caña, longitud dorsal, perímetro torácico y amplitud de isquiones.

Las variables de biotipo descritas en la tabla 8 fueron emitidas por un profesional experto en cría de ganado Blanco Orejinegro, en el lote de vacas del estudio.

Tabla 8. Variables de biotipo para ganado Blando Orejinegro

Variable	n	media	DS	mediana	Test de normalidad	T
Dimorfismo sexual	62	7.64	0.95	8.0	0.208	<0.01
Condición corporal	62	6.45	1.21	7.0	0.239	<0.01
Ingesta relativa	62	6.83	1.16	7.0	0.202	<0.01
R.altura-profundidad	62	6.9	0.95	7.0	0.201	<0.01
Marco	62	6.7	0.91	7.0	0.281	<0.01
Sumatoria del Biotipo	62	30.2	11.9	34	0.338	<0.01
*Profundidad ombligo	62	1.16	0.13	1.16	0.057	>0.15

\*medida tomada por medio del software silicon coach ® midiendo desde el piso hasta la base del ombligo y de la base del ombligo al dorso.

NS: no significativa.

- El dimorfismo sexual hace referencia a algunas características anatómicas de la vaca como son: cuello limpio, anca corta, manos cortas, cara chata, línea de cruz al hombro, cuña de pecho con relación a la cadera, la presencia de estas características es positiva para la calificación.
- Condición corporal está dada por algunas características anatómicas como presencia de grasa en la base de la cola, costillas visibles, procesos espinosos de las vértebras torácicas y lumbares, entre otros.
- Ingesta relativa se define como la capacidad del animal para consumir la cantidad de alimento que necesita para sus requerimientos.
- Relación altura – profundidad hace referencia a las longitudes de la base del ombligo al dorso y de la base del ombligo al piso, se desea que sea mayor la longitud de la base del ombligo al dorso.
- Marco hace referencia a un conjunto de características generales y al tamaño del animal, donde se prefieren los animales de tamaño pequeño.

Se midieron correlaciones entre las variables de biotipo y morfometría de los animales, para las cuales se usó el coeficiente de correlación de Pearson, Tabla 9.

Tabla 9. Correlaciones de variables de biotipo y morfométricas.

Biotipo						
Variable	Dimorfismo sexual	Condición corporal	Ingesta relativa	Relación altura-profundidad	Relación profundidad ombligo	Marco
Morfometría	Alzada	NS	NS	NS	0,62 <0,001	NS -0,41 0,001
	Altura al sacro	0,33 0,1	NS	NS	NS	0,60 <0,0001 -0,57 <0,0001
	Longitud de la caña	NS	NS	NS	NS	NS
	Altura cadera	0,30 0,02	NS	NS	NS	0,51 <0,0001 -0,43 0,0005
	Profundidad	0,37 0,03	NS	NS	0,33 0,0080	0,85 <0,001 -0,49 <0,0001
	Altura al ombligo	NS	NS	NS	NS	NS -0,33 0,008
	Longitud del anca	NS	NS	NS	NS	0,38 0,001 -0,40 0,0013
	Longitud dorsal	NS	NS	NS	NS	0,54 <0,001 -0,40 0,0012
	Longitud corporal	NS	NS	NS	NS	0,55 <0,0001 -0,45 0,0003
	Perímetro torácico	NS	NS	NS	NS	0,48 0,0006 -0,27 0,072
	Amplitud de isquiones	NS	NS	NS	NS	NS

NS: No significativo

Nota: se presenta el coeficiente de correlación de Pearson y el p valor.

En la tabla 10 se presenta la asociación entre variables de bienestar animal (temperamento), biotipo y producción.

Tabla 10. Correlación entre variables de bienestar animal, morfometría y producción.

Variable	Velocidad de fuga	Distancia de fuga	Edad al primer parto	Intervalo entre partos	Peso
Perímetro tórax	NS	NS	*0.252 **0.077	*0.476 **0.006	*0.541 **0.028
Altura cadera	*-0,435 **0,003	NS	NS	NS	NS
Dimorfismo sexual	NS	NS	*-0.423 **0.006	NS	NS
	NS	NS	NS	NS	

Distancia de fuga					* -0.277 ** 0.07
Intervalo entre partos	NS	NS	NS	NS	*-0,598 **<0.0001
Peso	NS	NS	NS	* -0.598 **0.0001	NS

Nota: en la tabla se presenta el coeficiente de correlación de Pearson (\*) y el p valor (\*\*).

## DISCUSIÓN

Las medidas morfométricas de los animales permiten establecer un patrón de conformación para la raza, que algunos autores reconocen como evaluación lineal y que son correlacionadas con parámetros de producción.

En este trabajo se encontró una alzada  $x=142.7 \pm 11.7$  cm, con un coeficiente de variación del 8.5%, valores un poco superiores a los reportados por Iriarte et al. (2017) de  $128.6 \pm 2.77$  cm. Algo similar se encontró al comparar los datos con los reportes de  $131 \pm 5$  cm según (Medina, 2005). Valores de  $122,7 \pm 4.24$  cm son aún más bajos que los reportados por todos los autores mencionados anteriormente, lo que permite considerar la raza como de tamaño mediano (Gallego et al., 2006; Rojas et al., 2014). De igual manera, el lote de vacas del estudio presentó una mayor alzada que la raza Lucerna donde se reportó  $131.8 \pm 5.1$ , siendo esta una raza criolla colombiana (Mahecha Ledesma et al., 2002). Valores similares se encontraron para las razas Casanareño, Caqueteño, Sanmartinero y Hartón del Valle, las cuales promediaron 120, 140, 130 y 129 cms respectivamente (Rojas et al., 2014). Valores más bajos se encontraron para ganado criollo Limonero, raza criolla venezolana  $124,43 \pm 4,07$  (Contreras et al., 2011)

La altura al sacro fue de  $150.3 \pm 10.4$ , lo que muestra la condición anatómica de la raza donde son animales de mayor altura en el tren posterior, coincidiendo con lo reportado por (Medina, 2005; Rojas et al., 2014), aunque reportan valores menores al encontrado en este trabajo. La altura mayor en el tren posterior que el anterior se considera una característica de adaptación de las razas criollas colombianas a los terrenos agrestes y quebrados de la geografía colombiana (Martínez et al., 2007; Rojas et al., 2014).

En nuestros resultados se obtuvo un perímetro torácico en promedio  $174.1 \pm 12.1$  cm valores similares a los reportados por Rojas et al. (2014) de  $175.2 \pm 8.9$ , con un rango que varía entre 152 y 199 cms, valores que difieren con lo reportado por Gallego et al. (2006)  $166,75 \pm 17,04$  cm. La raza Blanco Orejinegro presenta unos valores de perímetro torácico menores a la raza Lucerna, en la cual se obtuvo 179 y 177 respectivamente (Gartner and Angel, 1975; Mahecha and Angulo, 1993). Así mismo, se tienen reportes del perímetro torácico en ganado casanareño con un promedio  $153,4 \pm 10,4$  cm y no fue estadísticamente significativa entre dos fincas evaluadas ( $P > 0,05$ ); su coeficiente de variación (6,7%) mostró que son animales homogéneos para esta variable zoométrica (Salamanca and Crosby, 2013). De igual manera, reportes para núcleos de ganado criollo Uruguayo y Argentino presentaron valores inferiores para estas variables morfométricas respectivamente (Rodríguez et al., 2004; Martínez et al., 2006). En las razas gyr y Guzerat se encontraron valores muy superiores, pero estas son razas de tamaño grande 169.02 y 181.06 cm. El mayor diámetro de la caja torácica se ve representada en mayor capacidad pulmonar, característica adquirida como adaptación a las alturas de las zonas montañosas en las que normalmente habitan (Rojas et al., 2014).

Con relación a otras medidas del torax, en cuanto a la profundidad en el presente trabajo se encontró una media de  $78.01 \pm 9.38$  cm. Datos superiores a los reportados en razas criollas uruguayas con una media de  $59.1 \pm 4.1$  cm (Rodríguez et al., 2004) y otras razas criollas colombianas como la casanareña.

Medidas relacionadas con aspectos como la facilidad de parto fueron menores a las encontradas por Rojas et al. (2014), longitud de grupa  $51 \pm 3.3$  cm, mientras en este trabajo se encontró una media de  $44.6 \pm 4.98$  cm. Así mismo, siendo la BON una raza de tamaño mediano presentó similitud con los datos reportados por Castro and Perdomo (2017) para la raza Senepol ( $45.23 \pm 9.43$ ). De igual manera, otros trabajos obtuvieron en vacas en pastoreo resultados de 50.61 cm para la raza Gyr y 53.62 Guzerat (Barragan and Botero, 2010). Lo que permite concluir que siendo una raza BON de tamaño mediano tiene características positivas en cuanto a la facilidad de parto.

Se encontró asociación entre variables de biotipo y morfometría, alzada y la relación altura profundidad ( $r=0.62 <0.0001$ ), altura al sacro y relación profundidad ombligo ( $r=0.60 <0.0001$ ), profundidad y relación profundidad-ombligo ( $0.85 <0.001$ ), para todas estas la asociación fue directa y moderada. Longitud corporal y relación profundidad ombligo ( $r=0.55 <0.0001$ ), perímetro torácico y relación profundidad ombligo ( $0.48 <0.0006$ ), longitud dorsal y relación profundidad ombligo ( $0.45 <0.0001$ ), longitud dorsal y marco ( $0.40 <0.0012$ ), para estas la asociación fue directa, pero baja.

Se evidenció una correlación positiva entre el peso y algunas características morfométricas, siendo la altura a la cadera y el perímetro torácico los más relevantes aunque las correlaciones son moderadas y bajas, valores que conciden con lo reportado por Contreras et al. (2011). De igual manera, en ganado criollo en Paraguay se encontró una relación positiva alta entre el perímetro torácico y altura al sacro y la cruz (Martínez et al., 2014)

## **CONCLUSIONES**

La toma de datos mediante el uso de ayudas tecnológicas permite realizar una valoración objetiva para la selección de los animales de acuerdo al biotipo, teniendo en cuenta las características más importantes. Existe asociación entre variables de biotipo y morfometría con asociación directa y moderada.

De acuerdo a los resultados de este trabajo, el lote de animales conserva características similares a otras razas de ganado criollo colombiano y algunos datos presentan mucha similitud con trabajos realizados anteriormente.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Barragan, M., and X. Botero. 2010. Caracterización de medidas bovinométricas, en hembras de potrero en las razas Guzerat y Gyr.
- Castro, S. P. V., and C. M. Perdomo. 2017. Relación de medidas bovinométricas y su proporcionalidad con el peso de animales Senepol en Colombia. *Revista MVZ Córdoba* 22(3):6320-6333.
- Contreras, G., Z. Chirinos, S. Zambrano, E. Molero, and A. Paéz. 2011. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia* 28(1):91-103.
- Correa, E., R. Martínez, and J. Echeverri. 2011. Caracterización productiva de una población de bovinos Blanco Orejinegro en siete hatos colombianos. *Actas Iberoamericanas de Conservación Anima* 1:434-436.
- FAO. 2001. Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. FAO Roma, ITA.
- Federation, W. F. H. 2005. Evaluación morfológica internacional del vacuno de leche.
- Gallego, J. L., R. A. Martínez, and F. L. Moreno. 2006. Índice de consanguinidad y caracterización fenotípica y genética de la raza bovina criolla Blanco Orejinegro. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 7(1):16-24.
- Gartner, C., and W. Angel. 1975. Estudio sobre los factores biométricos e índices zoométricos del ganado Lucerna, en el Valle del Cauca.
- Iriarte, E. E. C., I. E. J. Carrillo, and J. E. J. Martínez. 2017. Caracterización morfométrica asociada a parámetros reproductivos en la raza Blancoorejinegro (*Bos taurus*) en el municipio de Gómez Plata (Antioquia, Colombia). *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 18(9):1-11.
- López, A., O. A. Saldarriaga, A. E. Arango, M. T. Rugeles, J. E. Ossa, G. Bedoya, N. Bermúdez, M. Olivera, and F. N. Zuluaga. 2001. Ganado Blanco Orejinegro (BON): Una alternativa para la producción en Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu* 14(2):119-126.
- M-Rocha, J. F., J. L. Gallego, R. F. Vásquez, J. A. Pedraza, J. Echeverri, M. F. Cerón-Muñoz, and R. Martínez. 2012. Estimación de parámetros genéticos para edad al primer parto e intervalo entre partos en poblaciones bovinas de la raza Blanco Orejinegro (BON) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25(2):220-228.
- Mahecha, L., and J. Angulo. 1993. Estudio barimétrico de la raza Lucerna en el Valle del Cauca. Trabajo de Grado, Palmira, Universidad Nacional de Colombia
- Mahecha Ledesma, L. M., J. Angulo Arizala, and L. P. Manrique. 2002. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna.
- Martínez, L. Núñez, L. Castro, M. Rodríguez, R. Álvarez, A. Florentín, L. Ramírez, and W. Pereira. 2014. Uso de correlación estadística para el estudio morfométrico de bovinos para carne: caso Pampa Chaqueño. *Compendio de Ciencias Veterinarias*
- Martínez, R., E. Fernández, N. Abbiati, and A. Broccoli. 2007. Caracterización zoométrica de bovinos criollos: patagónicos vs. noroeste argentino. *Revista MVZ Córdoba* 12(2):1042-1049.
- Martínez, R., E. Fernández, E. Género, and A. Broccoli. 2006. Avances en la caracterización genética y morfológica del bovino criollo de origen patagónico. Disponible en línea: [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/raza\\_criolla/30-caracterizacion.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/raza_criolla/30-caracterizacion.pdf). [Feb. 06, 2013]
- Medina, J. 2005. Morphometry characterization of Zebú females and it's crossed with "Blanco Orejinegro, Romosinuano and Angus". *Revista MVZ Cordoba* 10 numero 1(Jan/june 2005)

- Ríos, A., R. Calderón, J. Rosete , and J. Lagunes. 2010. Análisis genético de características reproductivas de vacas Holstein criadas en un ambiente subtropical. *Agronomía mesoamericana* 21(2):245 - 253.
- Rodríguez, M., G. Fernández, and C. Silveira. 2004. Caracterización morfológica de los Bovinos Criollos uruguayos del Parque de San Miguel. *Vet* 39(155-156):39-42.
- Rojas, J., M. Casas, and G. Martínez. 2014. Caracterización morfométrica y determinación de índices zoométricos de un hato de ganado criollo Blanco Orejinegro (BON) puro, en Pacho (Cundinamarca). Pacho (Cundinamarca). *RevSistProdAgroecol.(Revista en Internet)* 5(1):211-216.
- Salamanca, A., and R. Crosby. 2013. Phenotypic study of bovine creole biotype Casanare Araucano. Zoometric analysis. *Zootecnia Tropical* 31(3):201-208.

## CAPITULO V

### CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES CINÉTICAS EN GANADO BLANCO OREJINEGRO.

#### RESUMEN

**Objetivo.** Caracterizar variables cinéticas en ganado Blanco Orejinegro. **Materiales y métodos.** Se fueron 125 vacas de raza Blanco Orejinegro con edades que oscilan entre dos y once años, en diferentes estados reproductivos, manejadas bajo un sistema de Pastoreo de Ultra Alta Densidad (PUAD). Los datos se tomaron mediante el uso de videos realizados a cada uno de los animales en la finca La Cascada, con una videocámara Go Pro, los cuales fueron analizados mediante el software Silicon Coach. Se midieron las variables espacio, velocidad, aceleración, fuerza y potencia. **Resultados.** Las vacas evaluadas presentaron una aceleración 1.32 m/s, una fuerza 715.39 Nw y una potencia de 7.67 w. **Conclusiones.** Las vacas del estudio presentan valores de potencia muy bajos comparados con las especies que realizan algun tipo de trabajo.

Palabras calve

Fuerza, potencia, aceleración articular, cinética.

#### ABSTRACT

Strength, power, joint acceleration, kinetics.

**Aim.** Characterize kinetic variables in White-Orejinegro cattle. **Materials and methods.** 125 White-Orejinegro cows with ages ranging from two to eleven years old, in different reproductive states, managed under an Ultra High Density Grazing (PUAD) system, left. The data was collected through the use of videos made to each of the animals on the La Cascada farm, with a Go Pro camcorder, which were analyzed using the Silicon Coach software. The variables space, speed, acceleration, force and power were measured. **Results.** The evaluated cows presented an acceleration of 1.32 m/s, a force of 715.39 Nw and a power of 7.67 w. **Conclusions.** The cows in the study present very low power values compared to the species that perform some type of work.

Key words

Strength, power, joint acceleration, kinetics

## **INTRODUCCIÓN**

La biomecánica con sus divisiones se puede definir como el resultado de varias áreas de la ciencia, que mide, describe, analiza, valora y proyecta el movimiento (Acero and Ibarguen, 2002). Autores como (Zatsiorsky, 2000) indican que esta ciencia estudia el movimiento mecánico del sistema locomotor en seres vivos. Según Hay and Reid (1988) el movimiento implica tres aspectos (1) estructuras biológicas, (2) análisis mecánicos y (3) un entendimiento del movimiento. A través del saber de Anatomía, histología o mecánica, por si mismas no podrá avanzar hacia el entendimiento del movimiento, por lo cual se hace necesario integrar varias disciplinas para comprender el movimiento, lo que determina un correcto y profundo análisis del ambiente dinámico del movimiento.

Hasta el día de hoy se han escrito cientos de investigaciones desde diferentes campos del conocimiento y que han estado dirigidas hacia la medición, la descripción el análisis y la intervención del movimiento. Sin embargo, se ha observado un incremento en las investigaciones que proyectan y predicen los resultados de movimientos específicos y también de aquellas que son de carácter interdisciplinario colindando con campos de la ciencia como control motor, fisiología muscular, neurofisiología, morfología, robótica y mecánica.

En el marco de los animales, se desarrollan unos patrones dinámicos, el movimiento animal puede verse desde diferentes perspectivas. una de ellas, es la consideración de que los factores mecánicos que producen y controlan el movimiento es generado dentro del cuerpo (mecánica interna) o afecta el cuerpo desde afuera (mecánica externa). ejemplos de la mecánica interna incluyen según el acercamiento científico de arriba hacia abajo (top- down approach) de Vaughan y otros (1992), los estímulos sensoriales, los comandos de identificación y programación del sistema nervioso central (snc), la trasmisión de la energía neural de cada comando SNC a través de la red del sistema nervioso periférico, la activación y tipos de contracción del sistema músculo esquelético, la preparación y la disposición de la

configuración postural de las articulaciones sinoviales, el manejo mecánico del sistema óseo y la generación del movimiento en sí. Los factores biomecánicos externos incluyen la gravedad, la inercia, las masas actuantes, fuerzas de fricción, impactos, aditamentos, el aire y el agua entre otros.

En la dinámica del movimiento se consideran dos tipos de análisis: (1) El análisis cualitativo de gesto deportivo que es la observación sistemática y el juzgamiento introspectivo de la cualidad del movimiento deportivo con el propósito de proveer la intervención más apropiada para mejorar el rendimiento (Knudson, 2013) y (2) La cuantificación del movimiento deportivo o análisis cuantitativo, debe resolver las dudas o hipótesis establecidas en el análisis cualitativo previo en forma numérica y debe ser de carácter selectivo pues pueden aparecer muchas variables que no son para el análisis significantes. Esta metodología de análisis se logra con un paquete de software biomecánico ya sea en forma bidimensional o tridimensional

Cuando el cuerpo del animal se mueve desde el ángulo de la cinemática cinco variables primarias son tenidas en cuenta: (1) las características temporales, (2) la posición o localización, (3) el desplazamiento o que movimiento ha ocurrido, (4) la velocidad o que tan rápido un cuerpo se mueve y (5) la aceleración o como la velocidad del cuerpo ha cambiado. la valoración de la cinemática del cuerpo puede ser vista en dos dimensiones (cinemática planar:  $x, y$ ) o tridimensionalmente (cinemática espacial:  $x, y, z$ ), así como fue propuesto para los humanos (Acero and Ibarguen, 2002).

La descripción del movimiento es un primer paso muy importante en concebir el movimiento humano pero esta está limitada a describir la geometría espacial del movimiento sin investigar las fuerzas que generan estos resultados. Debido a que la fuerza es el agente causal en el movimiento, la cinética es una área importante de consideración. Conceptos tales como: masa e inercia, fuerza, centro de masa y centro de gravedad, presión, torques, momentos de masa inercial, leyes del movimiento de Newton, equilibrio, trabajo y potencia, energía,

colisiones, fricciones y fluidos son elementos fundamentales en el entendimiento del movimiento.

La facilidad de movimiento del ganado Blanco Orejinegro en terrenos quebrados hace pensar que tiene unas condiciones muy especiales debidas a un largo periodo de adaptación a este tipo de terrenos desde su llegada al país hace algo más de 500 años. por lo cual se ha buscado determinar patrones cinemáticos y cinéticos desde la perspectiva de como estos animales hacen sus movimientos de fuerza, potencia y velocidad, análisis que permiten evidenciar como la adaptación neuromuscular es particular y permite ver la raza como un potencial para el mejoramiento de la ganadería en Colombia. En Latinoamérica no se han evidenciado estudios de análisis biomecánico en bovinos, es por ello que esta investigación dará parámetros tanto cinéticos como cinemáticos de como estudiar más a profundidad esta especie.

## **MATERIALES Y METODOS**

Todos los procedimientos relacionados con el uso y cuidado de los animales siguieron estrictamente la norma colombiana, establecida mediante Resolución 001634-2010, según lo regulado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2010). Además, contó con la aprobación del comité de ética de la Universidad de Caldas.

### ***Descripción zona de estudio.***

El estudio se realizó en la Finca La Cascada, ubicada en el Municipio de La Victoria, Departamento de Caldas (7022.7059 N – 72038.7327 NE) bosque húmedo tropical, en la cordillera central del sistema andino colombiano, a una altitud de 439 m.s.n.m. temperatura promedio de 24 grados, pluviosidad de 3600mm. El predio se seleccionó por considerarse como uno de los sistemas productivos que más tiempo lleva trabajando con la raza BON. Adicionalmente, la explotación cuenta con experiencia en diferentes sistemas de pastoreo, y en los últimos 10 años ha optado por implementar el Pastoreo de Ultra Alta Densidad (PUAD) apuntando a un modelo de ganadería regenerativa caracterizada además por reducir al

máximo el uso de herbicidas, fertilizantes y antiparasitarios que puedan afectar el normal desarrollo del suelo y su interacción con la planta y el animal. Los animales pastorean en un sistema unilote con un total de cinco cambios al día haciendo uso de cinta electrificada móvil para facilitar su manejo.

### ***Población de estudio***

Los datos fueron tomados a un grupo de 125 vacas BON mayores de dos años en diferentes estados reproductivos, manejadas en un sistema de Pastoreo de Ultra Alta Densidad (PUAD).

### ***Toma de datos***

La evaluación de los animales se llevó a cabo durante una de las actividades de manejo en el corral. En esta, los individuos fueron sometidos a vacunación contra fiebre aftosa, carbón bacteriano, carbón sintomático y los animales con muy baja condición corporal recibieron una dosis de antiparasitario y vitamina. Para facilitar el manejo de los animales y la toma de datos se realizó una identificación de los individuos con marcador sobre la región dorsal del animal, además de la identificación con marca de fuego y en algunos casos con orejera. Posteriormente, cada uno de los animales fue sometido a una evaluación reproductiva mediante palpación rectal. Así mismo, a los animales se les permitió desplazarse libremente hacia la parte extrema del corral de manejo hasta llegar a una zona donde se realizó una grabación utilizando dos cámaras. La distancia recorrida por los animales para realizar las tomas fue de 4 metros, señalando los puntos de inicio y final del recorrido mediante cintas reflectivas. Las cámaras de video se ubicaron en un punto fijo a una distancia de 5 metros del lugar de tránsito de los animales los cuales no fueron sometidos a ningún tipo de presión para garantizar que sus movimientos se realizaran de manera natural durante el tiempo que duro la grabación. Los datos se obtuvieron a partir de videos realizados a cada una de las vacas al salir de forma natural del brete, en los cuales se toman mediante el software Silicon Coach, luego de señalar los puntos anatómicos y segmentos se toman las variables a evaluar.

### ***Indicadores evaluados.***

Se evaluaron variables relacionadas con el movimiento del individuo como son la potencia, fuerza, velocidad articular, aceleración y espacio durante el desplazamiento, así como, algunas variables de tipo productivo y reproductivo utilizadas para determinar la pubertad de los animales, para este análisis se usó el software ofimático de análisis estadístico S.A.S versión 9.4 aplicando correlaciones para establecer asociación entre variables, obteniendo resultados de variables cinéticas en las vacas Blanco Orejinegro. Se aplicó un test de normalidad de Kolmogorov-smirnov.

## **RESULTADOS**

Se realizó una medición de algunas variables cinéticas en el desplazamiento de los animales (Tabla 11).

*Tabla 11.. Variables cinéticas en vacas Blanco Orejinegro*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Std dev</b>	<b>Mediana</b>	<b>Test de normalidad</b>	<b>Valor de p</b>
<b>Espacio</b>	125	0.00004	0.00006	0.00002	0.244	<0.01
<b>Velocidad</b>	125	0.010	0.012	0.0071	0.225	<0.01
<b>Aceleración</b>	125	1.32	1.20	1.0159	0.142	<0.001
<b>Fuerza</b>	125	715.39	204.56	732.8	0.059	<0.015
<b>Potencia</b>	125	7.67	9.3	4.40	0.220	<0.01

Se realizaron correlaciones de variables cinéticas y morfométricas en las vacas (Tabla 12) con el objetivo de buscar asociación entre estas.

*Tabla 12. Correlación de variables cinéticas y morfométricas.*

<b>Variable</b>	<b>Aceleración</b>	<b>Fuerza</b>	<b>Potencia</b>
<b>Perímetro torácico</b>	NS	*-0.29168 **0.0443	NS
<b>Relación altura profundidad</b>	*-0.37518 **0.0375	NS	NS

<b>Biotipo</b>	NS	*46615 **0.0072	NS
<b>Amplitud de isquiones</b>	NS	NS	*0.50810 **0.0002
<b>Sumatoria biotipo</b>	NS	*-0.46615 **0.0072	NS

**Nota: en la tabla se presenta el coeficiente de correlación de Pearson (\*) y el p valor (\*\*).**

**NS: No significativo**

De acuerdo a los datos obtenidos los valores para intervalo entre partos fueron de 582 días promedio con unos valores comprendidos entre 330 y 1311, edad al primer parto 50,2 meses en promedio y un intervalo entre 21,3 y 162 meses.

Para las variables fuerza y potencia se encontró un  $r = 0.19406$  y  $p < 0.0453$ .

## DISCUSIÓN

Para su desplazamiento los animales utilizan niveles de potencia que varía con la actividad que estos desarrollan habitualmente, puede ser durante su desplazamiento normal o en actividades de trabajo para el caso de los equinos los asnales, los bovinos o los bufalos. Es poca la literatura científica que existe al respecto. Por lo cual las siguientes apreciaciones son de animales en desplazamiento natural comparado con animales de trabajo.

Los bovinos del estudio para su desplazamiento natural utilizan una potencia de promedio de 7.67 W y una velocidad de 0,9 m/s datos muy inferiores a los reportados por RITEC (s.f). para animales que realizan trabajos de fuerza durante su desplazamiento, dentro de la misma familia los bufalos de agua dan potencias entre 150 y 500 W a velocidades de 0.8 a 0.95 m/s y los bueyes pueden generar potencias entre 200 y 500 W a velocidades menores que los caballos de 0.6 a 0.8 m/s. En especies diferentes los equinos van de 400 a 1,000 W con velocidades entre 0.9 a 1.15 m/s, 750 W para un caballo de tiro de 500 kg y los asnos proporcionan entre 100 y 150 W entre 0.6 y 0.7 m/s. Un asno de entre 200-300 kg de peso vivo de media, ejerce una fuerza de tiro de 30-45 Kgf o lo que es lo mismo 294 Nw, y puede

acarrear sin dificultad unos 60 kg de peso, a una velocidad media de 0,7 m/seg, desarrollando un trabajo equivalente a 5880 KJ lo que se traduce en una potencia de 980 W, durante unos 20 km (en 6 horas)(Arriaga et al., 2003).

Se encontró asociación entre el perímetro torácico y fuerza  $-0.29168$  ( $p < 0.0443$ ) con una correlación leve datos que coinciden con lo encontrado por Hernando et al. (2018)s.f) La correlación de Pearson fue de 0,78 para peso vivo – perímetro torácico, de 0,67 para peso vivo- condición corporal alta y de 0,55 para perímetro torácico y condición corporal (moderada).

DE acuerdo a las características de las fibras musculares descritas por McArdle et al. (2004), las vacas blanco Orejinegro deben poseer una mayor cantidad de fibras de contracción lenta o tipo I. Este tipo de fibras poseen un bajo nivel de actividad de ATPasa de la miosina, una baja velocidad de contracción y menor capacidad glucolítica que sus homologas de contracción rápida. Estas fibras resisten la fatiga y ayudan en el ejercicio aeróbico prolongada, tienen hierro y son de aspecto rojizo. Los estudios de agotamiento de glucógeno muscular indican que las fibras musculares de contracción lenta impulsan casi exclusivamente el ejercicio de larga duración.

Los seres humanos son capaces de adaptarse a una gran variedad de entornos y variables ambientales. Cuando fenómenos ambientales diversos se presentan el individuo se adapta y elabora un proceso de modificación a dichas variables. Se da un estado de estrés psicosocial cuando una serie de demandas inusuales o excesivas amenazan el bienestar o integridad de una persona, los componentes pueden ser fisiológicos, cognitivos, afectivo-emocionales, comportamentales o socio-culturales (ley de adaptación ambiental o de Selye) (Barrio, 2000). Esta es una teoría que se hace necesario analizar con el objeto de encontrar una similitud con la adaptación de los animales.

## CONCLUSIONES

Las vacas del estudio manejan unos valores bajos de potencia debido a las condiciones donde se desempeñan, se hace necesario profundizar en este tipo de estudios para poder conocer nuevos aspectos sobre la Cinética de los bovinos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, J., and J. Ibarguen. 2002. Bases Biomecánicas para la Actividad Física y Deportiva.
- Arriaga, C., O. Castelán, and L. Velázquez. 2003. Investigación en animales de trabajo para el desarrollo rural. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX), Toluca
- Barrio, I. L. 2000. Factores físicos medioambientales. In: Psicología ambiental. p 77-100.
- Hay, J., and G. Reid. 1988. Anatomía, mecánica y movimiento humano segunda ed. Acantilados de Englewood, Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Hernando, J., G. Koza, J. Konrad, K. Di Luzio, G. Abson, and N. Mussart. 2018. Correlación del perímetro torácico y la condición corporal con el peso vivo de búfalas, en dos estaciones del año, de la provincia de Corrientes.
- Knudson, D. V. 2013. Qualitative diagnosis of human movement: improving performance in sport and exercise. Human kinetics.
- McArdle, W., F. Katch, and V. Katch. 2004. Fundamentos de fisiología del ejercicio. Segunda edición ed.
- RITEC. s.f. Fuerza, trabajo y potencia. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Zatsiorsky, V. 2000. Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention. Olympic Encyclopaedia of Sports Medicine.

## CAPÍTULO VI

### DISCUSIÓN GENERAL

La ganadería en general está siendo muy cuestionada, principalmente por aspectos como el gasto y contaminación de agua, la producción de metano y otros gases de efecto invernadero, la tala indiscriminada de bosques para el establecimiento de pasturas, además de la disminución en la captación de carbono en el suelo. A pesar de esto, investigaciones recientes han demostrado que muchos de estos aspectos se pueden controlar o disminuir desde diferentes aspectos, tal es el caso del pastoreo de ultra alta densidad que contribuye al desarrollo de la ganadería con bajas emisiones, efectos benéficos relacionados con el cambio climático y su repercusión sobre la relación suelo-planta-animal (Milera-Rodríguez et al., 2019).

Por otro lado, se reportaron resultados favorables con respecto a la captura de carbono en suelos de potreros degradados en Sudáfrica. Chaplot et al. (2016)

Actualmente, se busca que los sistemas productivos sean más eficientes, a partir de la presión de pastoreo y el aumento de la carga/animal por unidad de área. Una de las opciones más eficientes en los últimos años es la ganadería regenerativa apoyada en sistemas de pastoreo de alta densidad, que busca mejorar los rendimientos y la protección del medio ambiente en general.

En Colombia, durante muchos años se ha venido trabajando con razas especializadas para la producción de carne y leche traídas de otras partes y se han relegado las razas criollas desaprovechando sus características de adaptación a las condiciones de trópico del país, con unas características favorables en cuanto al clima, terrenos y pasturas establecidas (López et al., 2001a). Los animales necesitan un desarrollo de sus características estructurales acordes a las necesidades de las zonas donde viven, dos variables relacionadas con la adaptación de la raza se mantienen en concordancia con otras investigaciones, como es el caso de una mayor altura al sacro sobre la cual mencionan que favorece el desempeño del animal en terrenos

quebrados y el perímetro torácico, el cual relacionan con un mejor desempeño para zonas altas, lo que se reflejado en mayor capacidad del sistema circulatorio y respiratorio.

El uso de razas adaptadas al trópico usando sistemas de pastoreo de alta densidad, basados en la ganadería regenerativa, es una alternativa que de acuerdo a sus postulados permite disminuir el uso de insecticidas, vermífugos, herbicidas y aumentar la captación de carbono por parte de las pasturas, lo que a largo plazo ayudaría a disminuir el efecto negativo de la ganadería en el ambiente.

Por otro lado, en países selváticos y boscosos como Colombia, permite hacer más eficiente el uso de los suelos, lo que podría tener un efecto positivo en la disminución de la tala indiscriminada de bosques, sin embargo, otro grupo de autores menciona que el pastoreo de ultra alta densidad no debería considerarse puesto que puede comprometer la nutrición de los animales al aumentar la competencia por el forraje y minimizar los movimientos de alimentación adaptativos. Por otro lado, de acuerdo con algunos autores como Yang et al. (2022), el pastoreo de ultra alta densidad reduce la cantidad de hongos y bacterias al disminuir la biomasa aérea de las plantas y aumentar la densidad aparente del suelo, además, es importante considerar que la gestión sostenible de las ganaderías debe tener en cuenta la sostenibilidad ecológica, económica y biológica (Fynn and Jackson, 2022).

En cuanto a los aspectos de bienestar animal con relación al manejo de animales en pastoreo de ultra alta densidad, este tipo de manejo permite un adecuado del bienestar de los animales, aspectos tales como el manejo continuo y contacto permanente con un pastor, conlleva a un temperamento calmado que se ve reflejado en disminución en la velocidad de escape, en la distancia de fuga, variables que se utilizan para determinar el temperamento de los animales. Esto es positivo en cuanto a aspectos productivos, ya que se ha demostrado que animales dóciles tienen mejores indicadores productivos en comparación con aquellos nerviosos (Burrow et al., 1988; Cziszter et al., 2016). Una característica fenotípica del ganado Blanco Orejinegro es su manto blanco, lo cual, permite considerar una raza de temperamento calmado, coincidiendo con Tózsér et al. (2003) quien encontró que los animales de capas claras son de temperamento más calmado que los de capas oscuras.

A pesar de que en el pastoreo de ultra alta densidad hay una mayor competencia por el alimento debido a la inclusión de animales de edades diferentes en cada lote, se ha evidenciado que estos mantienen una buena condición corporal, lo que permite inferir que no hay deficiencias nutricionales en el ganado a pesar de la competencia (Montoya, 2019), para nuestro caso, los animales mantuvieron una buena condición corporal ( $3.65 \pm 0.55$ ) teniendo en cuenta que habían individuos de diferentes edades y pesos.

La valoración de las características de la raza se realiza de manera subjetiva por personas que han trabajado durante largo tiempo con alguna raza o a través de cintas métricas que pueden tener mucha variación al tomar la medida, los datos obtenidos durante este trabajo se sacaron con el apoyo de herramientas tecnológicas que permite tomar la medida en la posición más adecuada del animal sin modificar la objetividad de la información.

Las vacas de tamaño mediano o pequeño para algunos productores e investigadores son una mejor opción, para este trabajo se obtuvo una alzada promedio de  $142.7 \pm 11.7$  cm, lo que permite un mayor número de vacas por unidad de área con menores requerimientos nutricionales, lo cual se debe ver reflejado en mayor número de kg de carne producida por hectárea/año {Mellor, 2001 #217}.

La adaptación de las razas a unas condiciones particulares debe darse con cambios de diferente índole, como pueden ser comportamentales, fisiológicos, socioculturales. El ganado BON de acuerdo a la ley de adaptabilidad ambiental de Selye, presentó cambios fisiológicos relacionados con el tipo de fibra muscular desarrollo, que analizando variables de bienestar como el temperamento calmado y de cinética como la potencia se puede pensar que las fibras musculares son del tipo I, ya que estos animales son de movimientos lentos pero prolongados (McArdle et al., 2004) que les permitan desplazarse en los terrenos pendientes a velocidades bajas ( $0.99$  m/s), características particulares de este tipo de fibras.

La importancia de la ganadería en el mundo es muy alta, teniendo en cuenta aspectos como la necesidad de producción de alimento para el aumento continuo de la población mundial (carne y leche), actualmente existe una amplia discusión sobre la emisión de metano o gases de efecto invernadero, así como la destrucción de zonas de bosques para el cultivo de pasturas para los bovinos, los bajos o regulares parámetros productivos en muchas de las producciones existentes, el gran número de personas que dependen directa o indirectamente del sistema,

así como el gran número de pequeños productores, obligan a buscar alternativas que permitan hacer sostenible la ganadería. El sistema de pastoreo de ultra alta densidad permite un aumento de la carga animal por unidad de área, lo que es una posibilidad a considerar. De acuerdo a los datos obtenidos en la finca la Cascada referente a carga animal, días de recuperación, manejo de malezas mediante el uso del sistema de Pastoreo de Ultra Alta Densidad apoyados en la ganadería regenerativa, se puede concluir que la finca es sostenible.