

Evaluación de componentes morfométricos y etológicos como indicador de la capacidad reproductiva de machos de la raza Santandereana

Jorge Helmer Oviedo Correa y Luis Arnulfo Hernández Jaimes

Trabajo de Grado para Optar al Título de Zootecnista

Director

Daniel Felipe Torres Ruda

MsC Zootecnista

Codirector

Laura Vanessa Álvarez Palomino

Ms(c). Médica Veterinaria Zootecnista

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia

Programa Zootecnia

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

Al todo poderoso, quien nos ha dado la fortaleza para continuar en los tropiezos, dificultades y adversidades, concediéndonos la sabiduría y entendimiento necesario para culminar nuestra carrera siendo nuestro guía a lo largo de nuestra formación profesional brindándonos una vida llena de aprendizajes, experiencias y principalmente felicidad.

A nuestros padres, por ser los principales autores de nuestras vidas, por sus consejos, su amor, dedicación y confianza en nuestras capacidades siendo ellos nuestro motor, el deseo de superación, nuestro orgullo y razón de ser; quienes con su ejemplo y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que nosotros tampoco lo hiciéramos aun cuando todo se complicaba, dando todo de sí sin pedir nada a cambio.

A nuestros familiares, profesores y amigos que aportaron de diferentes maneras en nuestra formación profesional.

A nosotros mismos, por la confianza y apoyo mutuo que nos hemos brindado, haciendo más llevaderas las dificultades y afrontando exitosamente cada situación. Por nuestro compromiso en esta etapa de formación profesional, por ser la mano derecha el uno del otro y culminar satisfactoriamente los retos y compromisos.

Agradecimientos

A nuestro director MsC. Daniel Felipe Torres Ruda, quien puso su confianza en nosotros desde un principio y nos planteó la idea de Trabajo de grado, nos acompañó a lo largo de este proceso, dando todo de sí tanto en el trabajo de campo como en el escrito; por su tiempo, paciencia, constante disposición y dedicación, compartiendo sus conocimientos, afecto y confianza.

A nuestra codirectora: Ms(c) Laura Vanessa Álvarez Palomino. Por sus sugerencias, correcciones brindadas y tiempo dedicado en nuestro trabajo.

Al Centro Agroempresarial y turístico de los Andes (CATA) _ SENA, Málaga. Por prestarnos sus instalaciones, equipos y materiales permitiéndonos ejecutar en gran parte nuestro proyecto.

A la Universidad Industrial de Santander, a su recurso humano, y en especial a los profesores quienes durante nuestro proceso de formación profesional nos brindaron su apoyo y conocimientos.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Objetivos	21
1.1 Objetivo general	21
1.2 Objetivos específicos	21
2. Marco teórico	22
2.1 Historia	22
2.2 Estado sanitario.....	25
2.3 Mediciones morfométricas	26
2.4 Índices zoométricos	29
2.5 Evaluación testicular.....	29
2.6 Etología reproductiva	31
2.7 Análisis seminal.....	32
3. Materiales y métodos	33
3.1 Ubicación geográfica.....	33
3.2 Unidades Experimentales	33
3.3 Desarrollo corporal y medidas morfométricas	33
3.4 Análisis etológico	34
3.5 Análisis testicular y Semiograma.	34

3.6 Análisis estadístico	35
4. Resultados y discusión.....	36
5. Conclusiones.....	61
6. Recomendaciones	62
Referencias bibliográficas.....	63

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Estado físico y sanitario de los machos acorde a los grupos etarios.....	36
Tabla 2. Medidas morfométricas asociadas al desarrollo corporal de machos de la raza Santandereana	38
Tabla 3. Índices corporales calculados para animales de la raza Santandereana.....	43
Tabla 4. Variables de etología reproductiva para animales de la raza Santandereana.....	45
Tabla 5. Ecogenicidad mediante ultrasonografía testicular de caprinos de la raza Santandereana	52
Tabla 6. Espermograma de machos cabríos de la raza Santandereana	57
Tabla 7. Morfometría espermática de caprinos de la raza Santandereana	57
Tabla 8. Mediciones testiculares in vivo de caprinos de la raza Santandereana.....	59
Tabla 9. Mediciones anatómicas testiculares pos mortem de caprinos de la raza Santandereana	60

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Famacha.....	26
Figura 2. Ultrasonografía testicular en Toros	30
Figura 3. Mediciones anatómicas testiculares pos mortem	31
Figura 4. Características morfométricas del caprino Santandereano.....	37
Figura 5. Mediciones morfométricas en caprinos Santandereanos.....	42
Figura 6. Comportamiento reproductivo en caprinos Santandereanos	47
Figura 7. Etología reproductiva agrupada para caprinos de la raza Santandereana	49
Figura 8. Cantidad de eyaculados presentes en los diferentes grupos etarios del cabrío Santandereano expresadas en porcentaje (%).	50
Figura 9. <i>Ultrasonografía testicular en caprinos Santandereanos</i>	51
Figura 10. Ecogenicidad isoecogénica en caprinos Santandereanos obtenida mediante ultrasonografía testicular.....	53
Figura 11. Ecogenicidad hiperecogénica en caprinos Santandereanos obtenida mediante ultrasonografía testicular.....	53
Figura 12. Análisis macroscópico de semen caprino de la raza Santandereana	54
Figura 13. Color y consistencia de material seminal de machos caprinos Santandereanos	55
Figura 14. Análisis seminal de caprinos Santandereanos	56
Figura 15. Evaluación de morfometría espermática	58

Glosario

Báscula: herramienta digital que permite determinar el peso de un objeto, individuo, etc (Servicio de salud del estado de Colima, 2016).

Bienestar animal: estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere (OIE _ Organización mundial de sanidad animal, 2019).

Cabra Santandereana: raza con reconocida como recurso zoogenético propio del departamento de Santander (MinAgricultura, Corpoica, 2017).

Cañón del Chicamocha: atractivo de Colombia que entró a hacer parte del grupo de los 261 lugares nominados en la campaña que busca elegir las Siete Maravillas Naturales del Mundo, lugar de hábitat de la cabra Santandereana (Tursimo vacacional, 2020).

Colecta seminal: obtención de material genético (Universidad de la Salle, 2019).

Concentración espermática: número de espermatozoides por mililitro de eyaculado (Eugin, 2010).

Condición corporal: medición subjetiva del estado físico – nutricional de los animales (Inta _ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2013).

Consanguinidad: apareamiento entre animales que tienen uno o más antepasados en común (Fernández M. , 2005).

Coprológicos: examen de laboratorio para encontrar organismos en las heces (materia fecal) que puedan causar enfermedad y síntomas gastrointestinales (MedlinePlus, 2021).

Criopreservación: mantenimiento de la viabilidad y funcionabilidad celular a temperaturas bajas (Ávila, y otros, 2006).

Dilución: procedimiento mediante el cual se disminuye la concentración de una solución, generalmente, con la adición de un diluyente (Bolívar, 2021).

Diluyente espermático: solución acuosa que sirve para incrementar el volumen, preservando las características funcionales de las células espermáticas y el nivel de fertilidad adecuado (Bolívar, 2021).

Electroeyaculador: electrodo conectado a una batería que genera estimulaciones rítmicas provocadas por descargas no mayores a 20 voltios diseñados para estimular los nervios pélvicos simpáticos y parasimpáticos con impulsos de bajo voltaje y amperaje y de esta forma pueden inducir erección peneana y eyaculación (Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Campus Acayucan. , 2014).

Eosina nigrosina: la coloración vital (eosina, eosina-nigrosina) es la más comúnmente usada en la examinación morfológica del esperma (Humeco, 2021).

Estrozoo: solución inyectable para estimulación uterina, sincronización de ciclo estral (Laboratorios Zoo, 2021).

Etograma: catálogo o inventario de comportamientos o acciones exhibidas por un animal utilizado en etología (Lahitte, Ferrari, & Lázaro, 2002).

Etología reproductiva: rama de la Biología que aborda el estudio de la conducta reproductiva espontánea de los animales en su medio natural (UCO, s.f.).

Hematocritos: cantidad de sangre total compuesta de glóbulos rojos (NIH, 2020).

Hipómetro: herramienta con la que se mide la alzada.

Medidas zoométricas: medidas corporales que permite cuantificar la conformación corporal de una especie (Martínez, Fernández, Rumiano, & Ana, s.f.).

Microscopio: instrumento que se emplea para la observación de objetos demasiado pequeños para ser apreciados a simple vista (Ciencias Naturales, 2020).

Morfología espermática: la morfología espermática, es una de las determinaciones más importantes y uno de los parámetros críticos a la hora de determinar la capacidad del individuo para fecundar. La morfología evalúa las características morfométricas de la cabeza, la pieza media y la cola del espermatozoide (Reproducción asistida ORG, 2021).

Morfometría: medición de la forma o estructura de los organismos y sus partes (Boletín agrario, 2013).

Motilidad espermática: capacidad de movilidad y movimiento de los espermatozoides (Pérez, 2020).

Pubertad: es el período en la vida del animal en que adquiere la madurez sexual o capacidad para reproducirse (Bavera, 2000).

Semiograma: prueba que tiene como objetivo evaluar la calidad del semen (Reproducción asistida ORG, 2020).

Triladyl: concentración estéril para la preparación de un diluyente (Quiroz & Alberto, 2008)

Tubo vacutainer: tubo de vidrio y plástico PET (polietileno ftalato) al vacío con un tapón de plástico blando, que permite que lo atraviese una aguja mediante una leve presión (Ávila, y otros, 2006).

Ultrasonografía testicular: procedimiento de formación de imágenes para examinar los testículos y otras estructuras del escroto (Rodríguez, Rodríguez, Dehesa, & Zuccarino, 2006).

Volumen seminal: cantidad de semen eyaculado calculado en ml (Reproducción asistida ORG, 2020).

Zoometría: tratado de las medidas que se realizan sobre los animales; mediciones que nos proporcionan un buen método de estudio de su morfología (Ramonez & Zhunio, 2017).

Zootecnia: es la ciencia que estudia diversos parámetros para el mejor aprovechamiento de los animales domésticos y silvestres que son útiles al hombre y cuya finalidad es la obtención del máximo rendimiento, administrando los recursos adecuadamente bajo criterios de sostenibilidad (Orientación Universitaria, 2021).

Resumen

Título: Evaluación de componentes morfométricos y etológicos como indicador de la capacidad reproductiva de machos de la raza Santandereana

Autor: Jorge Helmer Oviedo Correa y Luis Arnulfo Hernández Jaimes

Palabras Clave: cabra Santandereana, morfometría, etología reproductiva, ultrasonografía testicular, semiograma, pos mortem, Cañón del Chicamocha

Descripción: El objetivo del presente trabajo fue determinar la capacidad reproductiva de machos jóvenes de la raza Santandereana mediante criterios de desarrollo corporal, comportamiento etológico y parámetros semiológicos, para lo cual se estudiaron 27 machos caprinos sanos, con buena condición corporal de 3 grupos etarios de 4, 8 y 12, a los que se les garantizó iguales condiciones de manejo y alimentación. Se evaluaron 10 variables morfométricas (peso (kg), alzada a la cruz (cm), alzada a la grupa (cm), perímetro torácico (cm), perímetro abdominal (cm), longitud corporal (cm), amplitud de caderas (cm), longitud de anca (cm), circunferencia testicular (cm), diámetro testicular (cm) junto con los índices: Corporal (ICO), Corporal lateral (ICL), de compacidad, Anamorfosis (IAN), Pelviano (IPE), Pelviano transversal (IPT), Pelviano longitudinal (IPL), de profundidad relativa del tórax (IPRT). Se trabajaron 15 variables (interés, olfateo ano genital, flehmen, golpea el suelo, golpea la hembra, empuja, monta, penetra, cortejo, eyacula, mama, orina, distrae, lamido del pene, sonidos) de etología reproductiva como herramientas para evaluar el potencial reproductivo y se realizó análisis seminal (espermograma), ultrasonografía testicular (ecogenicidad), mediciones testiculares in vivo (circunferencia testicular, diámetro testicular) y pos mortem en los tres grupos etarios. Para el análisis de las variables se utilizó estadística descriptiva, análisis de varianzas, ANOVA. Se concluyó que, a los 4 meses de edad, machos cabríos de la raza Santandereana presentan actividad reproductiva asociadas a la producción espermática, comportamientos de actividad sexual y desarrollo corporal, sin embargo, los individuos del grupo de 12 meses de edad presentan una mayor homogeneidad en la totalidad de las variables estudiadas.

* Trabajo de Grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa Zootecnia. Director: Daniel Felipe Torres Ruda MsC Zootecnista. Codirector: Laura Vanesa Álvarez Palomino Ms(c). Medica Veterinaria Zootecnista

Abstract

Title: Evaluation of morphometric and ethological components as an indicator of the reproductive capacity of males of the Santandereana breed

Author(s): Jorge Helmer Oviedo Correa and Luis Arnulfo Hernández Jaimes

Key words: Santandereana goat, morphometry, reproductive ethology, testicular ultrasound, semiogram, pos mortem, Chicamocha Canyon

Description: The objective of the present work was to determine the reproductive capacity of young males of the Santandereana breed through criteria of body development, ethological behavior and semiological parameters, for which 27 healthy male goats were studied, with good body condition from 3 age groups of 4, 8 and 12, who were guaranteed the same handling and feeding conditions. Ten morphometric variables were evaluated (weight (kg), height at the withers (cm), height at the croup (cm), thoracic perimeter (cm), abdominal perimeter (cm), body length (cm), hip width (cm), rump length (cm), testicular circumference (cm), testicular diameter (cm) together with the indices: Corporal (ICO), Lateral Corporal (ICL), compactness, Anamorphosis (IAN), Pelvic (IPE), Pelvic transverse (IPT), pelvic longitudinal (IPL), relative depth of the thorax (IPRT). 15 variables were worked on (interest, anogenital sniffing, flehmen, hits the ground, hits the female, pushes, mounts, penetrates, courtship, ejaculates, breast, urine, distracts, penis licking, sounds) of reproductive ethology as tools to assess reproductive potential and seminal analysis (spermogram), testicular ultrasonography (echogenicity), in vivo testicular quantification (testicular circumference, testicular diameter) and post mortem in the three age groups. Descriptive statistics, analysis of variance, ANOVA. It was concluded that, at 4 months of age, male goats of the Santandereana breed present reproductive activity associated with sperm production, behaviors of sexual activity and body development, however, the individuals of the 12-month-old group present greater homogeneity in all the variables studied.

* Degree work

** Institute of Regional Projection and Distance Education. Zootechnics Program. Director: Daniel Felipe Torres Ruda MsC Zootechnician. Codirector: Laura Vanesa Álvarez Palomino Mrs(c). Zootechnical Veterinary Medicine.

Introducción

Evaluar el potencial reproductivo de caprinos de la raza Santandereana permite conocer las bondades que este presenta. La raza Santandereana ha sido reconocida como recurso zoogenético propio del departamento de Santander, adquirió gran adaptabilidad al medio desértico y agreste que caracteriza al Cañón del Chicamocha, considerado como su hogar nativo (Torres, 2002).

La caprinocultura es una de las principales actividades que se realizan en la región, formando parte de la tradición de las familias (Vargas, y otros, 2015) debido a las condiciones topográficas del Chicamocha, siendo limitante para el desarrollo de grandes producciones agrícolas y ganaderas. Razón por la cual, la caprinocultura se ha posicionado como la actividad económica más importante de las familias campesinas, a pesar de los pocos estudios técnicos de dicha actividad.

El 66,66 % de la población caprina se maneja en sistemas extensivos, el 32,33 % en producciones semi intensivas (Vargas, y otros, 2015); ofreciéndoles suplementos alimenticios como melaza y subproductos de cosecha en épocas de sequía, suministrando sal común en un 83,33% de las producciones y el 16,66% sal mineralizada como fuente mineral. Entre los forrajes producidos en el Chicamocha se destacan: cují (*Prosopis juliflora*), mataratón (*Glieriridia sepium*), espino gallinero (*Pithecellobium dulce*), orégano u oreganillo (*Borreria anthospermoides*), cacho de cabra (*Popomax totuosa*), espino blanco o uña de cabra (*Acacia farnesiana*) y guásimo (*Guazuma ulmifolia*) (Vargas, y otros, 2015). Por tal razón, la cabra se considera apta para una producción de gastos mínimos y de ingresos económicos ante una necesidad, traducida en alternativa de producción sobre todo en terrenos que no tienen otros usos, y se convierten en una fuente de proteína para la alimentación de las familias. El alto porcentaje de la caprinos de la raza Santandereana presente en las fincas, es un indicador de preservación y

conservación del recurso zoogenético ejercido por los productores; pero la introducción de otras razas, sin criterio alguno, pone en riesgo la conservación y la desaparición de la raza Santandereana, afirma Vargas.

Colombia es un sector productivo en desarrollo en caprinocultura; razón por la cual, evaluar e implementar estrategias para el control de parasitosis resulta siendo de alta significancia, siendo una de las problemáticas de mayor importancia en las producciones caprinas (Uruburu, Acosta, & Ortega, 2017). En los sistemas de producción extensiva o semi intensivos, hay mayor susceptibilidad a que los animales presenten infección por parásitos gastrointestinales, principalmente por nematodos. En clima subtropical o tropical, como lo es Colombia, la presencia de nematodos se ve incrementado por las condiciones de temperatura y humedad. Procesos operacionales como la elección del antihelmíntico, la concentración, la frecuencia y el método de aplicación influyen significativamente en el desarrollo de resistencia a los productos. Por lo tanto, implementar estrategias que permitan reducir dicho fenómeno es un compromiso de los productores, mediante la aplicación de diferentes antihelmínticos para el control parasitario. Dentro de los nematodos que principalmente causan impacto se presentan *Haemonchus sp*, *Trichostrongylus sp.*, *Cooperia sp.* y *Oesophagostomum sp*; junto con los protozoos del género *Eimeria*. Los cuales conllevan a diarrea, pérdida de peso, anemia, edema submandibular y problemas respiratorios y reproductivos (Anaya, Tulcán, Medellín, Corredor, & Avella, 2017). Debido al comportamiento gregario de estas producciones se propende a una mayor facilidad de transmisión de parásitos, lo que ha llevado a significativas pérdidas económicas, reflejadas en la disminución de potencial productivo, ganancias de peso reducidas por la disminución de ingesta de alimento y conversión alimenticia; así como los diversos costos en tratamientos, que han resultado ser poco eficientes mundialmente debido a la continua resistencia a los antihelmínticos.

El potencial genético de los caprinos es influenciado por el medio ambiente, el cual determina el periodo reproductivo, junto con su intensidad. Existen diferencias de alta importancia entre las razas en su respuesta sexual al fotoperiodo (Silvestre, Naim, Cueto, & Gibbons, 2012) encontrándose variabilidad significativa en la duración, fechas de inicio y finalización de la actividad reproductiva para hembras y machos; causada por las respuestas diferenciales del eje hipotálamo – hipófisis a los cambios lumínicos, reflejándose en las diferencias de la longitud e intensidad en la estación reproductiva. Los factores genéticos codifican la duración de temporada de apareamiento, libido y comportamiento sexual y social, modificados por la acción de factores externos como el fotoperiodo, disponibilidad de alimento, temperatura, régimen pluvial y humedad. La variación de la actividad reproductiva entre genotipos, principalmente la libido, ha sido afirmado en diversos estudios; lo cual implica la evaluación para cada sistema de producción.

Fomentar programas de mejoramiento es una forma de proteger y valorizar los recursos genéticos locales, logrando identificar animales que sean genéticamente superiores, con mayores niveles de producción, y seleccionarlos para reproducirlos y dispersar sus genes en la población (Comunicación técnica INTA, Bariloche, 2011). Para caracterizar la raza caprina Santandereana es necesario establecer estrategias de preservación, siendo las mediciones morfométricas una de las maneras para realizarlo (Fernández, Holgado, Hernández, Solaligue, & Salinas, 2017). Así mismo, la selección de individuos reproductores que ingresan a una producción requiere la evaluación de aptitud reproductiva, siendo una herramienta eficaz para dicha selección; la cual consta de examen físico general, prueba andrológica y espermograma.

Dentro de la prueba andrológica la medición de circunferencia escrotal ha tendido importancia (Quevedo & Medellín, 2021), la cual hace referencia al tamaño testicular con unidad

de medición en centímetros, relacionada con la capacidad testicular para producir espermatozoides junto con la fertilidad del macho reproductor.

La implementación de andrología ha aumentado por su facilidad y medición confiable; presentando medidas morfométricas con correlaciones significativas principalmente con el peso corporal siendo una característica heredable en las generaciones a futuro, las cuales también han sido determinadas por espermograma (Quevedo & Medellín, 2021); ya que el volumen seminal, concentración y calidad espermática tienen una relación directa con la medida de la circunferencia escrotal. Posteriormente, cuando ya ha sido valorado el ejemplar y está competente para servir, el individuo expresa su capacidad de servicio evidenciado en la habilidad para la monta y libido (deseo sexual). La valoración de la aptitud reproductiva es un aspecto importante a tener en cuenta para la selección eficiente de ejemplares, junto con los factores inherentes al animal tales como los aspectos nutricionales, medio ambiente, raza y factores endocrinos que pueden afectar la conducta sexual del individuo, afirma Quevedo & Medellín, 2021.

Es importante conocer su comportamiento productivo como es el crecimiento, ya que esto permitirá establecer valores para parámetros técnicos y económicos indispensables para la planificación de las producciones caprina (Salvador, Contreras, Martínez, & Hahan, 2009). Una meta de gran interés para todos los caprinocultores del mundo es la obtención de altos rendimientos productivos, ya que fortalece la economía del productor gracias a los ingresos por la venta de los individuos (Estrada & Rodríguez, 2014); como también, garantiza disponer de la reposición necesaria que facilite descartar los animales y suplir las pérdidas ocasionadas por mortalidades. La relación entre las condiciones ambientales y su fertilidad es mayor en caprinos que en ovinos, lo que posibilita que las diferencias de crías nacidos y destetados resulten ser de alta importancia entre años malos y buenos, junto con la implementación correcta de prácticas de manejo.

El proceso de producción de espermatozoides ocurre alrededor de 60 días para lo cual es indispensable suplir con los requerimientos nutricionales del animal, puesto que bajos niveles nutricionales durante este periodo pueden conllevar a deficiencias en la calidad seminal; donde los requerimientos se intensifican al iniciar el periodo de servicio. La actividad sexual de los machos está relacionada con el estado corporal, donde los machos que están flacos o en mal estado tendrán menor capacidad de servicio con la posibilidad de que las hembras servidas no queden gestantes. Por tal razón, la madurez sexual está estrechamente relacionada con su peso y desarrollo corporal, afirma Estrada & Rodríguez, 2014.

La transición hacia la adultez corresponde a la pubertad, periodo de tiempo durante el cual los espermatozoides fértiles están presentes en el eyaculado; siendo el momento en el que los machos presentan interés por las hembras en celo y realiza la monta con eyaculación exitosa (Kridli, Abdullah, Momani, & Momani, 2006). También puede definirse como el estado de madurez sexual donde el macho es capaz de expresar comportamiento sexual para producir y liberar gametos (Uthlaut, Moss, Stobart, Larson, & Alexander, 2011) y como el desprendimiento del proceso uretral en un 80% de los individuos (Souza, y otros, 2009). Un gran impacto para el éxito económico de las producciones con un incremento de individuos por año se atribuye a la precocidad sexual junto con la fertilidad de los ejemplares.

La edad en que la primera célula espermática es viable en el eyaculado (pubertad) es cambiante, ya que ésta puede variar según su biotipo racial, estacionalidad reproductiva, alimentación, entre otros (Chacón, Lozano, Orozco, & Jaumer, 2019).

En las regiones cálidas, algunos machos caprinos presentan diferentes grados de bipartición escrotal, donde llegan a presentar sacos individuales para cada testículo, lo que al aumentar la superficie favorece a la termorregulación; a pesar de los estudios in vitro que sugieren que los

caprinos con bipartición escrotal es de mejor calidad espermática no ha sido confirmado en la fertilización en vivo (Salviano, y otros, 2011). Sin embargo, las características convencionales no predicen cómo el manejo y el medio ambiente afectan la membrana plasmática y la cromatina del espermatozoide ni cómo repercute en su habilidad fertilizante para lo cual los análisis más indicados del espermatozoide son los ultraestructurales.

La electroeyaculación es una técnica utilizada para la recolección de semen en los animales rumiantes, que han sido domesticados (Maza, Villagomez, Peralta, Rothdchuh, & Yamasaki, 2005). Para realizar la electroeyaculación se emplea un dispositivo electrónico, fuente generadora de energía eléctrica, la cual transfiere impulsos eléctricos a determinada frecuencia, voltaje y corriente que se conducen mediante un transductor, dispositivo de forma anular según las proporciones y contiene electrodos los cuales permiten el paso de energía eléctrica provocando las descargas para generar la eyaculación del animal.

Un método valioso en la reproducción animal es el uso de la ultrasonografía, permitiendo evaluar los órganos reproductivos internos con precisión automática, de procedimiento no invasivo, seguro y que se puede realizar rutinariamente (Carazo, y otros, 2014). Por esto, la implementación de la ultrasonografía relacionada al examen andrológico resulta ser importante, principalmente, en la identificación y la caracterización de patologías subclínicas (Oliveira, Vergara, Costa, Neves, & Siqueira, 2019). La utilización de la ultrasonografía para el diagnóstico andrológico ha sido limitada por la escasez de estudios en correlación entre la intensidad de píxeles y patologías espermáticas, a pesar de las ventajas que esta presenta (Pinho, 2013); además, el análisis de la imagen es subjetivo. Por lo tanto, se atribuyen valores a las diferentes tonalidades de la escala de grises posibilitando la determinación cuantitativa del patrón de normalidades en el parénquima testicular (Cardilli, y otros, 2012).

Las técnicas reproductivas más utilizadas en la mayoría de las especies domésticas son la criopreservación seminal junto con la inseminación artificial (IA) (Ruiz, Sandoval, & Santiani, 2015); a pesar de esto, la IA con semen criopreservado no está muy difundida en caprinos, debido principalmente a las bajas tasas de fertilidad obtenidas. Para prevenir daños producidos en los espermatozoides lo conveniente es la utilización de diluyente adecuado (Molinia, Evans, & Maxuell, 2013). Los cuales están constituidos principalmente por una sustancia de tampón, una fuente de energía y agentes crioprotectores.

La inseminación artificial (IA) es una biotecnología reproductiva que para ser efectiva influyen de diferentes factores, uno de ellos es la calidad seminal. Cuando se trata de caprinos, su procesamiento (dilución, enfriamiento y conservación) presenta algunas falencias que conllevan a una menor eficiencia en comparación con otras especies (bovina, ovina) (Leonardo Hernández, Silva, Montolla, & Quintero, 2018); debido a la presencia de ciertas sustancias que forman parte del plasma seminal, reaccionan con algunos componentes de uso común en los diluyentes de semen. Una vez demostrada la existencia de subpoblaciones espermáticas presentes en los eyaculados frescos y criopreservados, se han buscado explicaciones que permitan predecir los patrones de motilidad, teniendo presente su biotipo racial, temperatura ambiental, época del año, junto con su estado nutricional y demás componentes que interfieran en ello. Desde los primeros años del Computer assisted sperm analysis (CASA), se han trabajado los datos con análisis multivariados los cuales garantizan un alto grado de exactitud, aunque la subjetividad todavía estaba presente en la definición de las subpoblaciones empleando métodos jerárquicos. La valoración de la motilidad y vitalidad de los espermatozoides es un criterio esencial en la evaluación de la calidad de una muestra de semen antes de su uso para la IA.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Determinar la capacidad reproductiva de machos jóvenes de la raza Santandereana mediante criterios de desarrollo corporal, comportamiento etológico y parámetros semiológicos.

1.2 Objetivos específicos

Evaluar las variables morfométricas durante el desarrollo corporal como indicadores del inicio de la actividad reproductiva en machos caprinos de la raza Santandereana.

Evaluar patrones etológicos durante el cortejo como herramienta para determinar el potencial reproductivo de machos jóvenes de la raza Santandereana.

Estimar la capacidad reproductiva de machos caprinos mediante espermograma, ultrasonografía y mediciones testiculares in vivo y pos mortem en individuos de diferentes grupos etarios.

2. Marco teórico

2.1 Historia

La cabra (*Capra hircus*), es uno de los animales domésticos más antiguos, y con base en las evidencias arqueológicas fue domesticada en el Creciente Fértil hace unos 10.000 años (Villavicencio V. J., 2015). Un estudio molecular reciente sugiere que las cabras fueron domesticadas a partir de *C. Aegagrus*, también conocida como cabra bezoar, en el oeste de Asia. Después, distribuidas globalmente, jugaron un papel importante en la revolución agrícola del Neolítico y en el avance de la civilización humana. Hoy en día, las cabras se distribuyen en todos los continentes, a excepción de la Antártida, y también se encuentran en muchas islas periféricas y remotas (Koh, y otros, 2013).

En el caso de Latinoamérica se cree que las primeras cabras procedían de Granada, Murcia y/o Málaga (España), y que pertenecían a las razas Blanca Celtibérica o Serrana y Castellana de Extremadura. No obstante, estudios recientes del ADN mitocondrial indican una gran influencia de las razas canarias en las poblaciones caprinas criollas de Centro y Suramérica (Amills, y otros, 2009). La abundancia de pastos naturales, el desconocimiento de prácticas de manejo por parte de los nativos y la poca gracia de la actividad para ser realizada por los conquistadores, hicieron que estos animales se esparcieran libremente por el nuevo continente (Méndez, y otros, 2013).

- ***Caprinos en el mundo***

Las cabras se adaptan a mayor amplitud de condiciones climáticas y geográficas que cualquier otro tipo de ganado; por ello son manejadas en sistemas de producción nómada, trashumante, extensivo o bajo confinamiento total. Aproximadamente el 6% de las cabras se encuentran en países desarrollados y 94% en países en desarrollo, (Gómez, Manual de producción

caprina. San Luis Potosí, SLP, México, 2009). En estos últimos países, las cabras criollas son las más populares, existiendo buen número y amplia distribución, siendo el continente americano un buen ejemplo de ello según (Capote, y otros, 2004).

América es el continente que ocupa el tercer puesto en población caprina a nivel mundial (3,7%), aunque muy de lejos detrás de Asia (58,5%), y África (35,7%). Cabe destacar que América Latina junto al Caribe es la región que presenta la menor tasa de crecimiento positivo (0,3%), en comparación a Norte América, Asia y África. Europa es el cuarto continente en importancia en el censo caprino mundial (1,7%), pero el único continente que presenta un crecimiento negativo en los últimos años (FAO, 2015).

- *Caprinos en Latinoamérica*

La explotación de cabras en América Latina, se ha realizado por varios siglos bajo condiciones extensivas, lo que produjo animales conocidos genéricamente como criollos, (Roldan, y otros, 2007). Estos poseen rasgos valiosos, tales como resistencia a enfermedades, longevidad, adaptación a ambientes de extrema aridez, aceptable producción de leche, alta fertilidad y reducida estacionalidad reproductiva.

La preservación de recursos genéticos de caprinos en América Latina no se ha fomentado y además se ha observado que las poblaciones nativas están desapareciendo aceleradamente debido al indiscriminado, y no siempre pertinente mestizaje de las razas nativas con animales de razas europeas, (Mellado, 1997). Generalmente criadores, responsables políticos, e incluso técnicos, desconocen el origen y las posibles conexiones genéticas que tienen sus animales, lo que muchas veces podría ayudarles a valorar su potencial productivo. Esto les ha llevado a menudo a realizar cruces aparentemente "mejorantes" que se han convertidos en errores de difícil restauración. Esta

tendencia, por fortuna comienza a ser discutida por técnicos e investigadores que abogan por la selección de las poblaciones criollas y el uso de razas más rústicas, (Capote, y otros, 2004).

- *Caprinos en Colombia*

En los últimos años se ha evidenciado en Colombia que la ganadería caprina que proviene principalmente de una tradición cultural y gastronómica en el país ha tomado una gran fuerza proyectándose esta actividad productiva como una opción de agro-negocio en diferentes regiones. La producción de caprinos en Colombia ha sido tradicionalmente artesanal y regionalizada, con escasa disponibilidad de tierra, de recursos de infraestructura y/o tecnología. Se reconoce a nivel nacional la crianza de caprinos como una importante función social en la población rural y en las comunidades indígenas, proporcionando además de alimento, recursos económicos y contribución al mantenimiento de los aspectos socioculturales (Castellanos, Rodríguez, Toro, & Luengas, 2010). Los caprinos llegaron a Colombia desde la primera mitad del siglo XVI, permaneciendo principalmente como una fuente de proteína animal en condiciones climáticas secas, donde han demostrado mayor desarrollo y supervivencia, pero a su vez han contribuido a la pérdida de cobertura vegetal en áreas ecológicamente más vulnerables (Duarte, Ortiz, & Ríos, 2012).

De acuerdo con el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, para el año 2019 la población caprina en el país está conformada por 1.006.077 animales aproximadamente, ubicados en su gran mayoría en los departamentos de La Guajira (78,84%), Boyacá (3,93%), Magdalena (3,45%), Cesar (3,16%), Santander (3,12%), Cundinamarca (1,94%), Antioquia (0,66%), Bolívar (0,62%), Huila (0,57%) y Meta (0,55%) (Bustamante, 2020).

- *Caprinos en Santander*

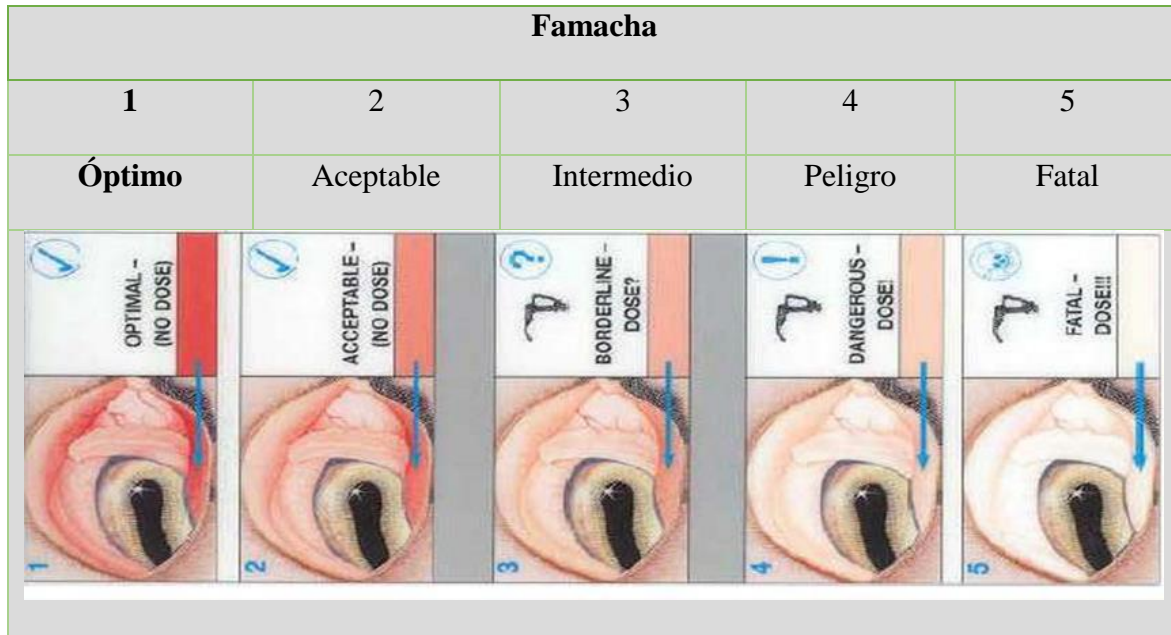
El departamento de Santander es un territorio reconocido como productor caprino en el país, allí encontramos un accidente geográfico de gran importancia ecológica conocido como el Cañón del Chicamocha, lugar donde predominan los suelos semidesérticos, topografía muy quebrada, alta temperatura, humedad relativa muy baja, abundante material rocoso y vegetación propia de desierto con mucha espina, lugar donde los caprinos se han habituado. La crianza de cabras es una práctica tradicional de los habitantes de esta región del país, principalmente de las familias rurales con bajos niveles educativos, bajo uso de tecnologías, rusticidad de la producción caprina donde prevalece el saber tradicional. Se produce carne caprina principalmente, aunque la leche de cabra actualmente duplica el valor de la leche de vaca (Bermúdez, 2016).

2.2 Estado sanitario

- ***Muestreo sanitario***

Huevos por gramo en nematodos (*Strongylida Spp*, *Strongylus Spp*, *Moniezia Spp*) y ooquistes por gramo en protozoarios (*Eimeria Spp*).

- ***Famacha***[®]

Figura 1.*Famacha*

Nota: Esta figura representa la coloración de conjuntiva expresada en Famacha. Fuente: FAO

2.3 Mediciones morfométricas

En la etnología normalmente se describe las razas en función de las características morfológicas junto a la zoometría de los animales (Yagual, 2021), donde define la implementación de medidas corporales, las cuales permiten valorar su estructura; por lo que es posible determinar la existencia de eco tipos dentro de una raza determinada o de una producción zootécnica, en este proceso se utilizan instrumentos para la respectiva medición (Villavicencio A. , 2015).

- **Condición corporal CC (1 a 5)**

Para la toma de la condición corporal es necesaria la palpación de la región lumbar, de la última costilla al inicio de la cadera. Un animal con condición de 1. Es considerada emaciada, 2. Delgada, 3. Promedio, 4. Grasosa y 5. Obesa. (Yagual, 2021).

- **Altura o alzada de la cruz (Cm)**

Comprendida desde el suelo hasta la cruz, en su medida se utiliza el bastón zoométrico (Villavicencio A. , 2015). Medida tomada desde el punto más culminante de la región interescapular de la cruz en la tercera y cuarta apófisis espinosa de las vértebras torácicas hasta el suelo (Gómez U. , 2013)

- ***Altura de la grupa (Cm)***

Comprendida desde el suelo hasta el punto más alto de las tuberosidades ilíacas. Es utilizado el bastón (Armijos, 2017).

- ***Amplitud de cadera AMPCAD (Cm)***

Se mide con cinta métrica, siendo la distancia entre las dos tuberosidades ilíacas externas o puntas del anca (Deza, 2007). Medida entre isquiones por lo general se mide con un compás zoométrico en centímetros (Flores, 2018).

- ***Longitud de anca LONANC (Cm)***

Comprendida desde la punta del anca (tuberosidad ilíaca externa) y la punta de la nalga (tuberosidad isquiática), medida con cinta métrica (Villavicencio A. , 2015).

- ***Longitud corporal LONCOR (Cm)***

Comprendida de la articulación escápula-humeral y la tuberosidad isquiática. Medida con cinta métrica (Chevez, 2013). La medida va desde el punto fijo más craneal y lateral de la articulación del humero al punto más caudal de la articulación ilio-isquiática o punta de la nalga (Gómez U. , 2013).

- ***Perímetro torácico PERTOR (Cm)***

Medida tomada con la cinta métrica comprendida en el punto más declive de la cruz, pasando por el costado derecho, esternón (seguidamente por detrás del codo), cruzando por el costado izquierdo y finalmente llegando a la cruz (Deza, 2007).

- ***Perímetro abdominal PERABD (Cm)***

Medida tomada en la parte media del animal, pasando por el ombligo y en línea recta hacia arriba, en el límite de la región dorsal y lumbar, tomada con cinta métrica (García I. A., 2012)

- ***Peso vivo (Kg):***

Es constituido por una medida informativa del desempeño animal (Chacón P. , 2017), es de gran importancia en el análisis de la eficiencia reproductiva, crecimiento, selección genética, alimentación y manejo sanitario (Raji, 2008).

- ***Circunferencia testicular CIR-TES (Cm)***

Medida tomada a nivel del diámetro mayor de los dos testículos con cinta métrica. (PEREZ et al. 2014).

- ***Diámetro testicular DIA-TES (Cm)***

Tomada con calibrador Pie de Rey, delimitando del testículo derecho al izquierdo, sujetados con firmeza, tomando la medida en línea recta uniendo los dos puntos opuestos de los testículos (Espitia-, y otros, 2017).

- ***Proceso uretral***

Medida cualitativa, la cual determina el desprendimiento de la proyección uretral (apéndice vermiforme o filiforme) del glande, donde el caprino ya puede eyacular (Simonetti, 2014).

2.4 Índices zoométricos

Los índices zoométricos ayudan a clasificar los animales en un biotipo determinado, son relaciones entre diferentes variables morfológicas cuantitativas permitiendo establecer la función y el tipo de los animales entre razas.

- **Índice corporal:** (ICO) = (Longitud corporal/perímetro torácico) x 100.
- **Índice de compacidad:** (ICP= peso corporal/ alzada a la cruz x 100)
- **Índice Corporal lateral** (ICL) = (Altura la cruz/longitud corporal) x 100.
- **Índice Anamorfosis** (IAN) = (Perímetro torácico*2/Altura a la cruz)
- **Índice Pelviano** (IPE) = (Ancho de grupa/longitud grupa) x 100.
- **Índice Pelviano transversal** (IPT) = (Ancho de la grupa/alzada a la cruz) x 100.
- **Índice Pelviano longitudinal** (IPL) = (Longitud de la grupa/alzada a la cruz) x 100.
- **Índice de profundidad relativa del tórax** (IPRT) = Perímetro del tórax/ alzada la cruz) x 100.

2.5 Evaluación testicular

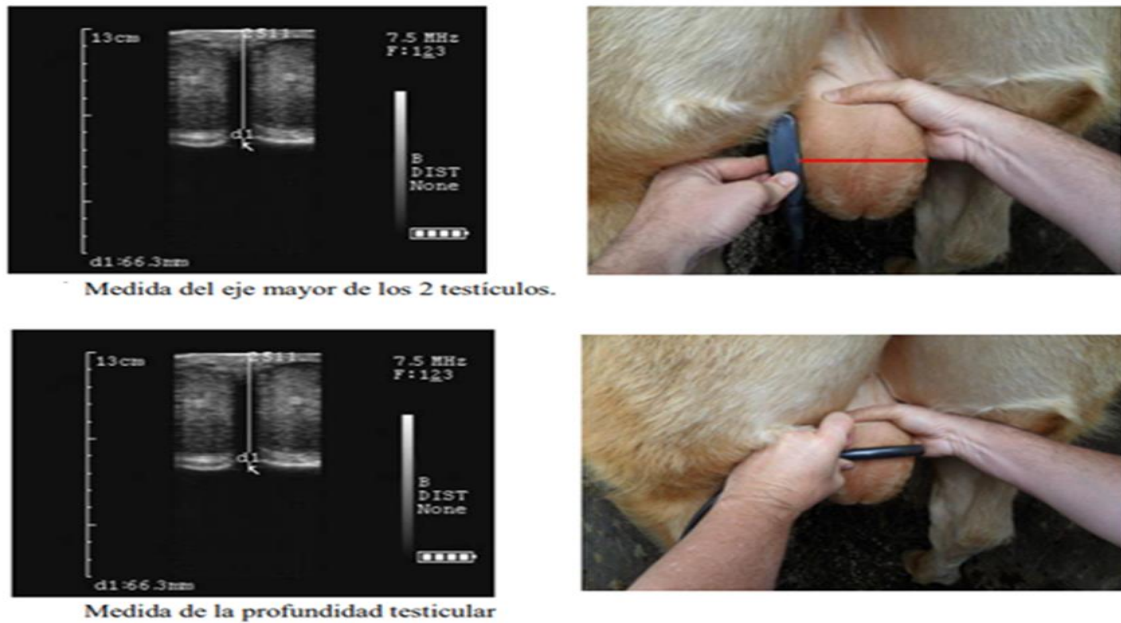
- **Ultrasonografía testicular**

La ultrasonografía testicular es una herramienta de diagnóstico por imagen muy utilizada para la evaluación del aparato reproductor del macho. Las diferentes técnicas para evaluar los testículos permiten reconocer anomalías testiculares y realizar estudios sobre la perfusión testicular (Gorraiz, 2016) como también el grado de ecogenicidad que presenta. La rete testis está formada por un conjunto de conductos interconectados, situados en la parte alta del testículo, recubiertos por un estroma fibroso que se continúa con la túnica albugínea, lugar frecuente de quistes benignos (Busto, Garcia, Barghouthi, Abal, & Castañón, 2009). La rete testis termina en el conducto eferente

cuya función es transportar los espermatozoides desde los testículos hasta la cabeza del epidídimo (Gorraiz, 2016). La toma se realiza de forma longitudinal y transversal (Ver Figura 2).

Figura 2.

Ultrasonografía testicular en Toros



Nota: Ilustración que representa la forma como se realiza la ultrasonografía testicular. Tomado de: "ultrasonografía testicular en la evaluación de la fertilidad potencial de los toros" Facultad Ciencias Agropecuarias, UC (Decuadro-Hansen, 2015).

- ***Medición in vivo de órganos reproductores***

Las mediciones básicas que se toman in vivo de los órganos reproductores de machos caprinos están: circunferencia testicular y diámetro testicular.

- ***Medición pos mortem de órganos reproductores***

Existe diversidad de mediciones testiculares que se pueden realizar pos mortem, algunas de ellas se evidencian en la Figura 3.

Figura 3.*Mediciones anatómicas testiculares pos mortem*

DT	DTD	DTI	LTD	LTI
Diámetro testicular	Diámetro testicular derecho	Diámetro testicular izquierdo	Longitud testículo derecho	Longitud testículo izquierdo
AETD	AETI	LED	LEI	LP
Anchura epidídimo testículo derecho	Anchura epidídimo testículo izquierdo	Longitud epidídimo derecho	Longitud epidídimo izquierdo	Longitud pene
LCED	LCEI	PT+P	PT	PP
Longitud cola epidídimo derecho	Longitud cola epidídimo izquierdo	Peso testículo + pene	Peso testículo	Peso pene

Nota: en esta figura se expresan mediciones anatómicas testiculares pos mortem a estudiar.

Fuente propia.

2.6 Etología reproductiva

La etología reproductiva es la rama de la Biología que aborda el estudio de la conducta reproductiva espontánea de los animales en su medio natural (UCO, 2020). Dentro de las variables que se pueden tener en cuenta para la evaluación de etología reproductiva están: Interés, olfateo ano genital (# veces), flehmen, golpea el suelo, golpea la hembra, empuja, monta, penetra, cortejo, eyacula, mama, orina, distrae, lamido del pene (min), sonidos.

2.7 Análisis seminal

Para la obtención de material seminal en animales de poca docilidad se implementa la técnica de electroeyaculación, la cual es empleada bajo criterios bioéticos. Las características macroscópicas que se pueden observar son: volumen, color y consistencia. Dentro de las variables microscópicas se puede evaluar: concentración espermática de la muestra [número de espermatozoides/ml], motilidad total (%), motilidad progresiva (%), motilidad rápida (%), motilidad circular (%), motilidad circular local (%), motilidad lenta (%), motilidad local (%), espermios inmóviles (%).

La morfometría espermática permite evaluar el porcentaje de anomalías presentes en el material seminal.

3. Materiales y métodos

3.1 Ubicación geográfica

El estudio se realizó en la granja Los Andes del Centro Agroempresarial y turístico de los Andes (CATA) – SENA ubicado en la vereda Calichal del municipio de Málaga – Santander. La zona presentaba unas condiciones ambientales donde la temperatura oscila entre $19\pm 3^{\circ}\text{C}$, la precipitación de $1100\pm 110\text{mm/año}$ y una humedad relativa de $67\pm 5\%$ (Ideam, 2021).

3.2 Unidades Experimentales

Se dispuso de 27 machos de la raza Santandereana, distribuidos en tres grupos etarios de 4, 8 y 12 meses, los cuales se mantuvieron bajo estabulación, garantizando las mismas condiciones ambientales y nutricionales; se les realizó examen físico y sanitario a todos los individuos. Se analizó la condición corporal- CC (1-5) y el famacha (1-5). Así mismo, se tomaron muestras coprológicas para determinar la carga parasitaria mediante análisis coproparasitario bajo la técnica McMaster. Se tomaron muestras de sangre mediante venopunción sobre la vena yugular con aguja vacutainer calibre No 20 G X 1 ½”, para la determinación de hematocrito mediante el método de Microcentrifugación. Todos los análisis se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Biotecnología Reproductiva y Sanidad Animal-LBRSA.

3.3 Desarrollo corporal y medidas morfométricas

Los animales fueron pesados mediante balanza digital Crane Scale® (Kg). Se utilizó cinta métrica con precisión $\pm 0,1\text{cm}$ para determinar la alzada (cm), perímetro torácico (cm), perímetro abdominal (cm), longitud corporal (cm), amplitud de cadera (cm), longitud de anca (cm), circunferencia testicular (cm). El diámetro testicular (cm), se determinó mediante calibrador pie de Rey. Una vez recolectada la información se determinaron los siguientes índices: Índice Corporal

(ICO), Índice corporal lateral (ICL), Índice de compacidad (ICP), Anamorfosis (IAN), Pelviano (IPE), Pelviano transversal (IPT, Pelviano longitudinal (IPL).

3.4 Análisis etológico

Se realizó seguimiento de la etología reproductiva de los cabríos, disponiendo de dos hembras caprinas de la raza Santandereana de 12 meses de edad previamente estrogenizadas mediante 1 ml de ESTRO-ZOO® vía intramuscular 48 horas antes de realizar el experimento. Se utilizó un corral de 10 x 10 m². Cada macho tuvo un periodo de 6 minutos consecutivos en contacto con la hembra. Se grabó la conducta desde el momento del ingreso hasta la salida del corral y se analizó la frecuencia de presentación de: olfateo ano genital, reflejo de flehmen, cortejo, golpeteo el suelo, golpeteo a la hembra, empujones, monta, penetración, eyaculación, amamantamiento, orinado, lamido del pene, fonación.

3.5 Análisis testicular y Semiograma.

Se realizó ultrasonografía testicular con el ecógrafo Kaixin KX5600 haciendo tomas de eje longitudinal y transversal con una frecuencia de 7.5, ganancia de 90 y profundidad de 127 a cada uno de los testículos, observando presencia (positiva o negativa) y desarrollo de rete testis mediante el grado de ecogenicidad (isoecogénica, hiperecogénica). Para la obtención del material seminal se utilizó el método de electroeyaculación mediante pulsos eléctricos en ciclos de tres segundos con un voltaje de 12V y 60 Hz. El equipo utilizado fue electrojac5®. Para la manipulación, los animales fueron colocados en de cúbito lateral, realizando la adecuada evacuación rectal y lubricación con gel lubricante para la introducción de la bala; se tomó la muestra de eyaculado y se analizaron variables macroscópicas como criterios de aceptación (color, consistencia, y pH) y parámetros microscópicos: concentración espermática de la muestra [número de espermatozoides/ml], motilidad total (%), motilidad progresiva (%), motilidad rápida (%),

mediante el equipo CASA ANDROVISION® del Laboratorio de Biotecnología y Sanidad Animal, de la granja Los Andes del Centro Agroempresarial y Turístico de los Andes CATA - SENA; la morfología espermática se analizó mediante microscopia realizando extendido en placa utilizando eosina- nigrosina; las muestras fueron evaluadas en el laboratorio de Biología de la Universidad Industrial de Santander (Sede Málaga) mediante el microscopio Zeiss™ Microscopio LED Primo Star HAL se tuvo en cuenta: espermatozoides normales(%), solo cola (%), solo cabeza (%), parte intermedia interrumpida (%), parte axial (%), anormalidad cola (%), anormalidad cabeza (%); los datos se graficaron mediante el paquete de office, Excel 2010®.

A medida que se realizó la práctica de beneficio y desposte de los ejemplares se iban empacando los órganos reproductores en bolsas individualmente, registrando su identificación. Seguidamente se procedió a medir los órganos reproductores teniendo en cuenta junto con su identificación (ID): Diámetro testicular (DIATES), Diámetro testicular derecho (DTD), Diámetro testicular izquierdo (DTI), Longitud testículo derecho (LTD), Longitud testículo izquierdo (LTI).

3.6 Análisis estadístico

Los datos obtenidos para las variables de desarrollo corporal, índices corporales, calidad seminal fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS University® Licencia 2022. Se realizó estadística descriptiva para determinar el comportamiento de las variables. Se utilizó un modelo lineal de un factor ANOVA para determinar la diferencia entre grupos etarios. Se utilizó la prueba de Levene para determinar homogeneidad de varianzas. Para determinar diferencias entre medias se utilizó la prueba de Tukey utilizando una confianza del 95%. Todas las variables etológicas se analizaron mediante un análisis de frecuencias.

4. Resultados y discusión

Objetivo 1.

Evaluar las variables morfométricas durante el desarrollo corporal como indicadores del inicio de la actividad reproductiva en machos caprinos de la raza Santandereana

Durante la selección de los individuos todos los animales presentaron una carga parasitaria baja, asegurando el estado sanitario de los animales. El 100 % de los animales se encontraban en una condición corporal por encima de 3 y un famacha de 2 Los animales presentaron pesos entre 12, 20 y 32,90 Kg entre los diferentes grupos etarios. (Ver tabla 1).

Tabla 1.

Estado físico y sanitario de los machos acorde a los grupos etarios

Edad (meses)	4	8	12
CC	2,89 ± 0,33	3,11 ± 0,33	3,11 ± 0,33
Famacha	2,00 ± 0,00	2,00 ± 0,00	2,00 ± 0,00
HPG	2822,22 ± 3861,19	543,75 ± 335,41	277,78 ± 344,70
OPG	2700 ± 2972,16	3111,11 ± 2413,86	1261,11 ± 1277,64
Hematocrito %	45,22 ± 6,88	43,89 ± 8,70	44,00 ± 9,77

CC: Condición Corporal; HPG: Huevos por gramo; OPG: Ooquistes por gramo.

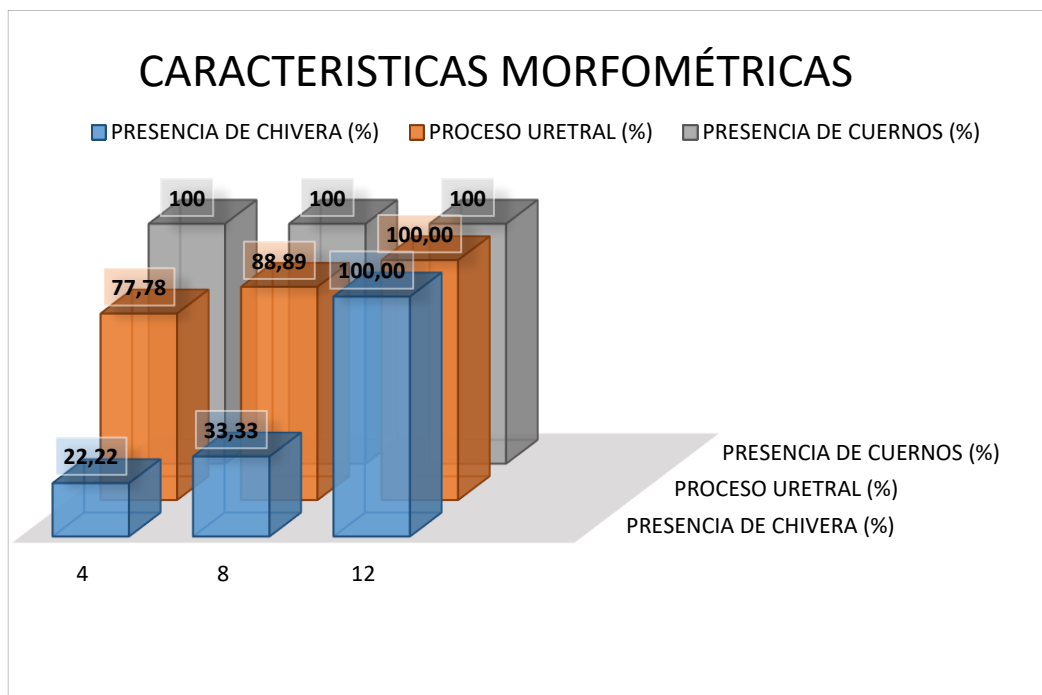
Nota: esta tabla presenta el estado físico y sanitario de los machos Santandereanos.

Durante la evaluación de las variables morfométricas (ver figura 5) definidas como parte del crecimiento y su asociación con el inicio de la actividad reproductiva del macho, se observó que los machos de la raza Santandereana mantuvieron crecimiento positivo hasta su estadio más adulto, no solo en su peso corporal: 16,60 ± 2,33, 19,74 ± 2,63, y 28,74 ± 2,72 kg en los grupos de 4, 8 y 12 meses respectivamente, sino también, en su estructura ósea, asociada al aumento

constante de las variables: longitud corporal, alzada a la cruz, alzada al anca, ancho de anca, tal y como se puede observar en la Tabla 2; algunas otras características fenotípicas asociadas al desarrollo corporal fueron evaluadas encontrando que el 100% de los individuos sin importar el grupo etario presentaban presencia de cuernos, sin embargo, el desarrollo de vellosidad o presencia de chivera y el desprendimiento del proceso uretral se van desarrollando a medida que avanza la edad tal y como se ve en la Figura 4.

Figura 4.

Características morfométricas del caprino Santandereano



Nota: esta grafica muestra los resultados de las características morfométricas: desprendimiento de proceso uretral, presencia de chivera, presenciad de cuernos. Fuente propia.

Tabla 2.*Medidas morfométricas asociadas al desarrollo corporal de machos de la raza Santandereana*

EDAD (meses)	4	8	12	CV %
Peso (Kg)	16,60 ± 2,33 ^a	19,74 ± 2,63 ^a	28,74 ± 2,72 ^b	11,82
Alzada a la cruz (cm)	53,78 ± 2,57 ^a	55,63 ± 1,48 ^a	64,04 ± 2,73 ^b	4,03
Alzada a la grupa (cm)	55,04 ± 2,55 ^a	58,73 ± 2,14 ^a	66,57 ± 1,85 ^b	3,66
PERTOR (cm)	59,34 ± 2,14 ^a	64,60 ± 2,67 ^a	72,26 ± 2,62 ^b	3,80
PERABD (cm)	63,03 ± 2,79 ^a	70,59 ± 5,01 ^a	82,43 ± 5,11 ^b	6,15
LONCOR (cm)	55,24 ± 2,89 ^a	57,90 ± 1,93 ^a	68,98 ± 3,18 ^b	4,48
AMPCAD (cm)	10,51 ± 0,67 ^a	11,34 ± 0,57 ^a	14,03 ± 0,77 ^b	5,66
LONANC (cm)	18,24 ± 1,66	16,69 ± 3,17	22,99 ± 1,06	10,90
CIRTES (cm)	18,02 ± 1,66 ^a	18,69 ± 3,17 ^b	22,29 ± 1,06 ^b	8,25
DIATES (cm)	5,79 ± 1,10 ^a	6,45 ± 0,14 ^b	7,60 ± 0,40 ^b	10,50

PERTOR: Perímetro Torácico; PERABD: Perímetro Abdominal; LONCOR: Longitud Corporal; AMPCAD: Amplitud Caderas; LONANC: Longitud Anca; CIRTES: Circunferencia Testicular; DIATES: Diámetro Testicular. a,b. Letras diferentes representan diferencias significativas (P<0,05).

Nota: Medidas morfométricas de caprinos de la raza Santandereana.

La variable peso (Kg) no presentó diferencias significativas entre los grupos de 4 y 8 meses presentándose dicha diferencia significativa en el grupo de 12 meses de edad meses (P<0,05), al igual que las variables Alzada a la cruz (cm), Alzada a la grupa (cm), PERTOR (cm), PERABD (cm), LONCOR (cm), y AMPCAD (cm). Por el contrario, las variables CIRTES y DIATES no presentaron diferencia significativa (P>0,05) entre los grupos de 8 y 12 meses, evidenciándose la diferencia significativa en el grupo de 4 meses de edad. La variable LONANC no presentó diferencias significativas (P>0,05) en ningún grupo etario.

El peso (Kg) se obtuvo un coeficiente de variación de 11,82%, obteniéndose pesos mayores a los descritos para caprinos mestizos canarios (11,84 ± 2,72 Kg: 4 meses, 19,03 ± 3,65 Kg: 8

meses y $24,94 \pm 3,81$ Kg: 12 meses) (Salvador, Contreras, Martínez, & Hahan, 2009); como también pesajes menores a los reportados para corderos Katahdin (19,00 Kg: 4 meses, 28,67 Kg: 8 meses y 33,67 Kg: 12 meses, pero mayores a los ovinos de pelo Colombia (14,1 Kg: 4 meses, 17,2 Kg: 8 meses y 25,8 Kg: 12 meses) y similares a los ovinos Santa Inés a los 4 meses y menores en los 8 y 12 meses (15,2 Kg: 4 meses, 22,9 Kg: 8 meses y 32 Kg: 12 meses) en corderos de pelo y sus cruces en Colombia en condiciones de baja altitud (Chacón, Lozano, Orozco, & Jaumer, 2019).

La alzada a la cruz en los caprinos de la raza Santandereana se encuentra en $53,78 \pm 2,57$ cm para el grupo de 4 meses, $55,63 \pm 1,48$ cm para los de 8 meses y $64,04 \pm 2,73$ cm para el grupo de 12 meses de edad; siendo mayor en los 4 y 12 meses ($46,57 \pm 4,53$ y $57,8 \pm 3,06$ cm) y dentro del rango de los 8 meses ($53,89 \pm 3,85$ cm) reportados en caprinos mestizos canarios de Maracay, Venezuela (Salvador, Contreras, Martínez, & Hahan, 2009); mientras que los caprinos de 12 meses se encuentra dentro del rango establecido para caprinos criollos del NOA ($67,63 \pm 4,87$) en Argentina (Fernández, Holgado, Hernández, Solaligue, & Salinas, 2017) al igual que los reportados en machos cabríos mestizos Criollo * Anglo Nubiano ($65,97 \pm 2,64$ cm) en la región sur de Córdoba, Argentina (Torretta, y otros, 2017).

La alzada a la grupa para el grupo etario de 4 meses fue $55,04 \pm 2,55$ cm, para el de 8 meses de $58,73 \pm 2,14$ y para el de 12 meses de $66,57 \pm 1,85$ cm; estando dentro del rango contemplado en para machos cabríos mestizos Criollo * Anglo Nubiano para el grupo de 12 meses ($63,58 \pm 4,9$ cm) (Torretta, y otros, 2017).

El perímetro torácico (PERTOR) obtenido para los grupos de 4, 8 y 12 meses fue de $59,34 \pm 2,14$, $64,60 \pm 2,67$ y $72,26 \pm 2,62$ cm respectivamente, siendo mayor que lo registrado en caprinos mestizos canarios, pero para la edad de los 8 y 12 meses los datos están dentro de los rangos

establecidos ($61,39 \pm 3,95$ y $68,4 \pm 3,91$ cm) (Salvador, Contreras, Martínez, & Hahan, 2009); estando por debajo de los caprinos criollos del NOA ($81,14 \pm 6,55$ cm) (Fernández, Holgado, Hernández, Solaligue, & Salinas, 2017). Los caprinos de la raza Santandereana están dentro del rango contemplados para cabríos mestizos Criollo * Anglo Nubiano ($71,98 \pm 4,82$ cm) (Torretta, y otros, 2017).

Para perímetro abdominal (PERABD) se obtuvieron medias de $63,03 \pm 2,79$, $70,59 \pm 5,01$ y $82,43 \pm 5,11$ para los grupos de 4,8 y 12 meses respectivamente.

La longitud corporal (LONCOR) arrojó valores de $55,24 \pm 2,89$ cm (4 meses), $57,90 \pm 1,93$ (8 meses) y $68,98 \pm 3,18$ (12 meses), presentando datos mayores a los reportados para caprinos mestizos Canarios ($45,55 \pm 4,55$ cm: 4 meses, $53,6 \pm 4,25$ cm: 8 meses, $57,87 \pm 3,47$ cm: 12 meses) (Salvador, Contreras, Martínez, & Hahan, 2009) ; pero, una longitud corporal menor a la registrada para caprinos criollos del NOA ($96,22 \pm 6,92$ cm: 12 meses) (Fernández, Holgado, Hernández, Solaligue, & Salinas, 2017).

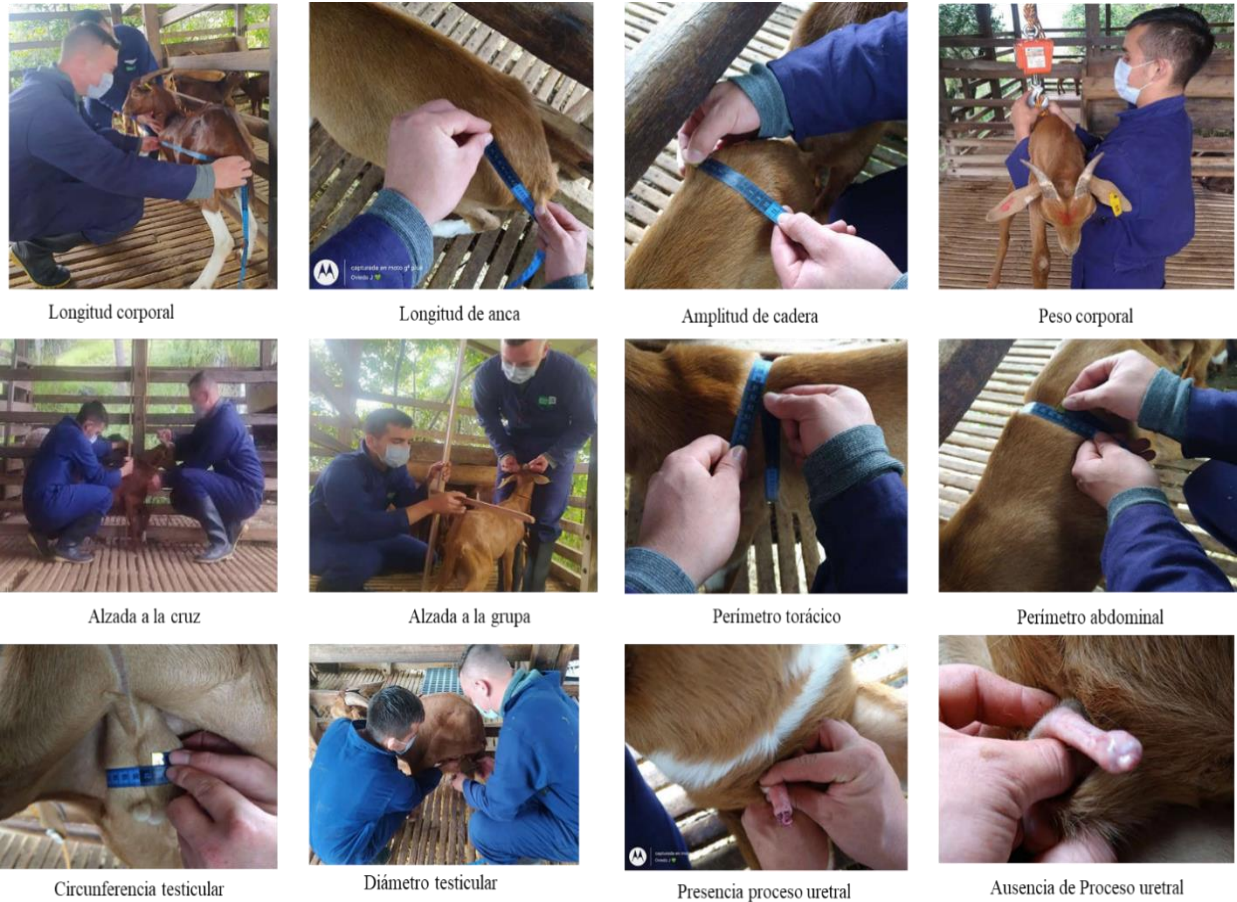
La AMPCAD dio como resultado $10,51 \pm 0,67$ cm para el grupo de 4 meses, $11,34 \pm 0,57$ cm para el grupo de 8 meses y $14,03 \pm 0,77$ cm en el grupo de 12 meses, estando dentro del rango reportado para caprinos criollos de la NOA ($15,55 \pm 6,40$) a los 12 meses de edad; al igual que, la LONANC, donde los resultados para caprinos de la raza Santandereana ($18,24 \pm 1,66$: 4 meses, $16,69 \pm 3,17$: 8 meses y $22,99 \pm 1,06$: 12 meses) fueron similares a los caprinos criollos de la NOA ($21,66 \pm 4,57$: 12 meses) (Fernández, Holgado, Hernández, Solaligue, & Salinas, 2017).

En cuanto a la CIRTES los caprinos Santandereanos presentaron un desarrollo de $18,02 \pm 1,66$ a los 4 meses, $18,69 \pm 3,17$ a los 8 meses y $22,29 \pm 1,06$ a los 12 meses, evidenciándose un desarrollo lento entre las edades a comparación de los corderos de pelo y sus cruces: Katahdin ($17,38$ cm: 4 meses, 23 cm: 8 meses, $27,62$ cm: 12 meses), ovino de pelo colombiano ($9,6$ cm: 4

meses, 14,5 cm 8 meses, 22,3 cm: 12 meses) y Santa Inés (13,9 cm: 4 meses, 21,5 cm: 8 cm, 27 cm: 12 meses) (Chacón, Lozano, Orozco, & Jaumer, 2019); mientras que en caprinos mestizos Criollo * Anglo Nubiano de 24 meses ($21,43 \pm 1,3$) (Torretta, y otros, 2017) presentaron circunferencia testicular similar a los caprinos Santandereana de 12 meses. El DIATES de los caprinos Santandereanos fue de $5,79 \pm 1,10$ cm para el grupo de 4 meses, $6,45 \pm 0,14$ cm para el grupo de 8 meses y $7,60 \pm 0,40$ cm para el grupo de 12 meses.

Como características morfométricas, el 100% de los caprinos presentaron cuernos, lo que indica su desarrollo desde antes de los 4 meses de edad. A 12 meses de edad la presencia de chivera alcanza su desarrollo en la totalidad (100%) de individuos, al igual que la presencia de desprendimiento de proceso uretral como se observa en la Figura 4. A los 4 meses de edad, el 77,78% de los caprinos presentaron proceso uretral estando cerca al porcentaje requerido ($\geq 80\%$) para contemplarse como inicio de la pubertad (Souza, y otros, 2009) a 24,75 Kg PV estando por debajo de los 12 meses ($28,74 \pm 2,72$ Kg) en este estudio.

La variable edad, presenta correlación positiva alta con todas las variables morfométricas: alzada a la cruz (0,8391), peso (0,8568), alzada a la grupa (0,8887), PERTOR (0,9003), PERABD (0,8630), LONCOR (0,8606), AMPCAD (0,8785), LONANC (0,5457), CIRTES (0,8887), DIATES (0,8308). Así mismo, todas las variables morfométricas presentan entre sí una correlación positiva alta.

Figura 5.*Mediciones morfométricas en caprinos Santandereanos*

Nota: Se presentan algunas de las mediciones morfométricas realizadas en los caprinos Santandereanos. Fuente propia.

Con las variables morfométricas estudiadas se calcularon 8 índices corporales (Ver Tabla 3). El caprino Santandereano presentó un índice Corporal (ICO) de $95,49 \pm 3,72$ cm a los 12 meses definiendo a la raza como longilínea o dolicomórfa ($ICO \geq 90$ cm); pero según el índice de profundidad relativa del tórax (IPRP) que muestra las variaciones que pueda haber en la forma de

la sección torácica se obtuvo un IPRP de $112,94 \pm 4,98$ cm a los 12 meses considerándose como brevilineo (>89 cm), característica de caprinos tipo cárnico (Centeno, 2020).

Tabla 3.

Índices corporales calculados para animales de la raza Santandereana

Edad (meses)	4	8	12	CV (%)
Corporal (ICO)	$93,12 \pm 4,26^{bc}$	$89,77 \pm 4,74^b$	$95,49 \pm 3,72^{ac}$	4.59
Corporal lateral (ICL)	$87,56 \pm 6,46$	$96,20 \pm 4,73$	$92,98 \pm 5,03$	5.71
De compacidad	$30,91 \pm 4,44^a$	$35,47 \pm 4,44^a$	$44,87 \pm 3,72^b$	11.37
Anamorfosis (IAN)	$2,21 \pm 0,15$	$2,32 \pm 0,10$	$2,26 \pm 0,10$	5.17
Pelviano (IPE)	$57,94 \pm 5,31$	$63,02 \pm 15,87$	$63,10 \pm 4,88$	16.40
Pelviano transversal (IPT)	$19,58 \pm 1,41^a$	$20,39 \pm 0,83^a$	$21,93 \pm 1,13^b$	11.26
Pelviano longitudinal (IPL)	$33,96 \pm 3,00$	$33,60 \pm 5,69$	$34,84 \pm 1,74$	11.26
De profundidad relativa del tórax (IPRP)	$110,62 \pm 7,44$	$116,15 \pm 4,76$	$112,94 \pm 4,98$	5.17

a,b. Letras diferentes representan diferencias significativas ($P < 0,05$).

Nota: esta tabla muestra relación entre las variables morfométricas estudiadas expresadas en índices. Fuente propia.

El índice de compacidad establece la relación entre la longitud, profundidad y anchura del cuerpo del caprino como indicador de la capacidad para producir canales más o menos compactas (Centeno, 2020) con un resultado de $44,87 \pm 3,72$ cm en machos caprinos Santandereanos, con un índice Pelviano (IPE) de $63,10 \pm 4,88$ cm a los 12 meses siendo menor al IPE en caprinos criollos del NOA ($74,69 \pm 4,41$ cm) (Fernández, Holgado, Hernández, Solaligue, & Salinas, 2017). El índice Pelviano Transversal (IPT) en los caprinos Santandereanos a los 12 meses fue de $21,93 \pm 1,13$ cm siendo similar al IPT de caprinos criollos del NOA ($23,93 \pm 5,38$ cm) al igual que el índice

Pelviano Longitudinal (IPL) $34,84 \pm 1,74$ cm en caprinos Santandereanos y $32,06 \pm 4,52$ cabros criollos del NOA (Fernández, Holgado, Hernández, Solaligue, & Salinas, 2017).

El macho cabrío Santandereano llega a su adultez a los 24 meses de edad, con peso promedio de $33,0 \pm 4,1$ Kg (Corpoica, 2017). La actividad reproductiva se presenta con el inicio de la pubertad a edades variables y está relacionada con el peso vivo (PV) alcanzando del 45 al 65% de su PV (Marcela & Alejandro, 2000). Según lo anterior, entre los 14,85 Kg (45 % PV) y 21,45 Kg (65% PV) se puede considerar que los machos caprinos Santandereanos inician la pubertad entre los 4 y 8 meses de edad con pesos de $16,60 \pm 2,33$ y $19,74 \pm 2,63$ Kg respectivamente. Pero, si se tiene en consideración que la pubertad inicia cuando el caprino ha alcanzado el 75% de su PV (Estrada & Rodríguez, 2014) correspondería a 24,75 Kg de PV, estando por debajo de los 12 meses ($28,74 \pm 2,72$ Kg) en este estudio.

Objetivo 2.

Evaluar patrones etológicos durante el cortejo como herramienta para determinar el potencial reproductivo de machos jóvenes de la raza Santandereana

Durante el análisis de etológico (Ver Figura 6) se evidenció la ocurrencia de diferentes comportamientos de interés para determinar la capacidad reproductiva acorde a sus grupos etarios. Así, en el grupo de 4 meses se expresó el 86,67% de los comportamientos estudiados, a los 8 meses ascendió a 93,33% y a los 12 meses se expresó la totalidad de los comportamientos (Ver Tabla 4)

Tabla 4.

Variables de etología reproductiva para animales de la raza Santandereana

Edad (meses)	4	8	12
Interés (%)	55,56	88,89	88,89
Olfateo ano genital (%)	55,56	77,78	88,89
Flehmen (%)	11,11	11,11	66,67
Golpea el suelo (%)	44,44	66,67	88,89
Golpea la hembra (%)	33,33	55,56	77,78
Empuja (%)	44,44	22,22	77,78
Monta (%)	55,56	77,78	88,89
Penetra (%)	33,33	55,56	88,89
Cortejo (%)	55,56	77,78	77,78
Eyacula (%)	33,33	77,78	88,89
Mama (%)	44,44	22,22	77,78
Orina (%)	0,00	22,22	11,11
Distrae (%)	11,11	55,56	100,00
Lamido del pene (%)	33,33	44,44	33,33
Sonidos (%)	0,00	0,00	55,56

Nota: esta tabla muestra las variables de etología reproductiva expresadas como un análisis de frecuencias (porcentaje) en cada uno de los grupos etarios. Fuente propia.

El valor mínimo promedio se registró para la variable orina presente en los machos de 8 y 12 meses, 22,22 y 11,11% respectivamente. Las variables seguidas con valores mínimos promedios fueron sonidos (18,52%) y flehmen (29,63%), teniendo en cuenta que dichas variables presentaron valores representativos en el grupo etario de los 12 meses (55,56 y 66,67% respectivamente).

Para los machos de 12 meses la mayoría de las variables se expresaron altos porcentajes ($\geq 55,56\%$), excepto para la variable orina (11,11%) y lamido del pene (33,33%). Para los machos de 4 meses manifestó una tendencia de comportamiento reproductivo de porcentajes entre medios y bajos indicando un patrón de comportamiento inmaduro durante cortejo. Para los machos de 8 meses se describe un patrón de comportamiento con rangos de valores medio-altos indicando un patrón de comportamiento aceptable como potencial reproductivo.

Para las variables de monta, penetra y eyacula en los machos de 12 meses fue del 88,89%, siendo el valor más significativo; para los machos de 8 meses las variables montan y eyacula se expresaron en un 77,78% y la variable penetra en un 55,56% (donde algunos caprinos eyacularon fuera del conducto reproductivo de la hembra) encontrándose en los rangos aceptables para el inicio de la pubertad. Para los machos de 4 meses las variables monta (55,56%), penetra y eyacula (33,33%) presentaron rangos bajos para determinar un potencial reproductivo del grupo etario.

El signo del comportamiento reproductivo más representativo por su frecuencia de aparición fue el interés por la hembra con un porcentaje de 77,78% de la totalidad de los machos caprinos Santandereanos, donde el grupo de 4 meses presentó un 55,56% de la variable y un 88,89% a la edad de 8 y 12 meses. Así mismo, la variable interés fue la más relevante en la conducta sexual de chivos canarios de la raza Majorera, Palmera y Tinerfeña (Sicilia, Capote, & Arguello, 2007).

Figura 6.

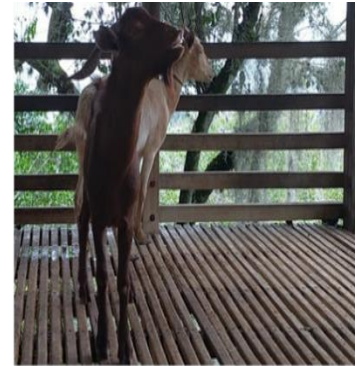
Comportamiento reproductivo en caprinos Santandereanos



Macho que no presenta interés por la hembra



Mama



Reflejo flehmen



Lamido del pene



Monta



Penetra



Eyacula



Cortejo



Golpea la hembra

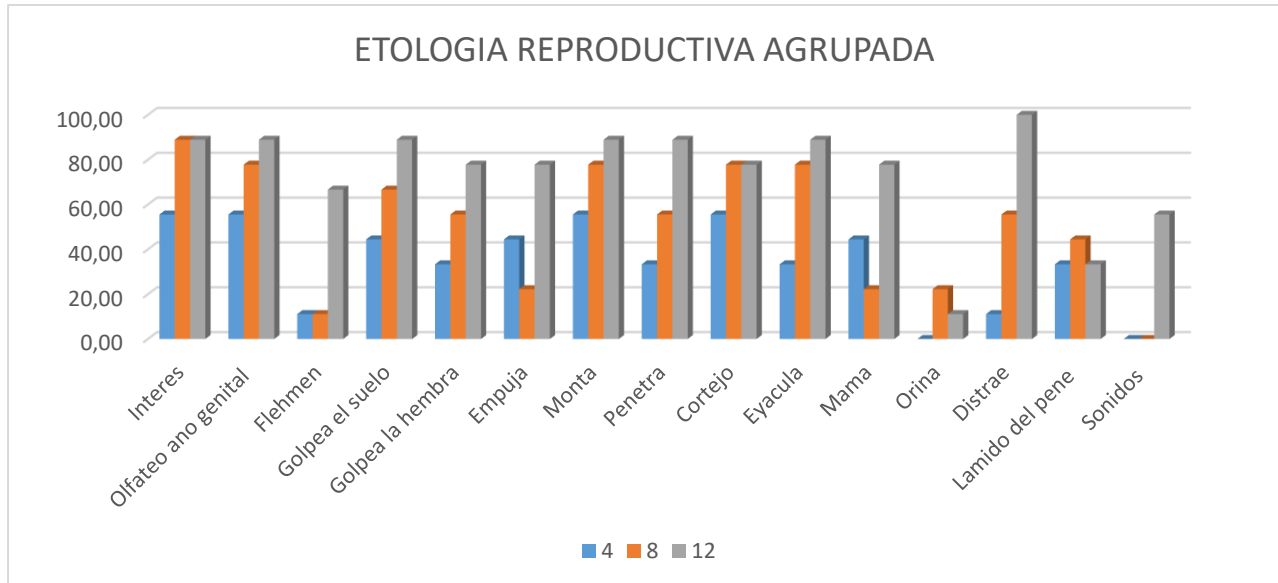
Nota. En esta grafica se presentan algunos comportamientos reproductivos expresados en los caprinos Santandereanos. Fuente propia.

Los machos caprinos Santandereanos presentaron una mejor actividad sexual con frecuencias mayores para la variable eyacula a comparación con chivos canarios, donde la raza

Santandereana expresó la variable desde el mes 4, mientras que las razas Majorera, Palmera y Tinerfeña (8,5, 8,6 y 9,18 meses respectivamente) expresaron eyaculación más tardía con porcentajes de 50, 48,1 y 38,1% respectivamente a las razas de chivos canarios (Sicilia, Capote, & Arguello, 2007) y la raza Santandereana en el grupo de 4 meses el 33,33 % eyacularon y el grupo de 8 meses un 77,78 % siendo significativamente mayor a los caprinos de las razas canarias.

Las variables flehmen, golpea el suelo y sonidos son asociados a la fase precopulatoria pero actúan de manera independiente al inicio de la pubertad (Sicilia, Capote, & Arguello, 2007). Los caprinos Santandereanos en promedio presentaron flehmen (29,63 %), golpea al suelo (66,67%) y sonidos (18,52) mayores a los reportados en chivos canarios de las razas Majorera (10,4, 11,5 y 5,0% respectivamente) Palmera (18,5, 26,9 y 13,1% respectivamente) y Tinerfeña (10,4, 16,9 y 9,6% respectivamente).

Hubo caprinos que no expresaron interés por la hembra, lo cual se puede atribuir al manejo al que estaban sometidos ya que permanecieron separados por sexos, tal y como lo afirma Trujillo, 2014.

Figura 7.*Etología reproductiva agrupada para caprinos de la raza Santandereana*

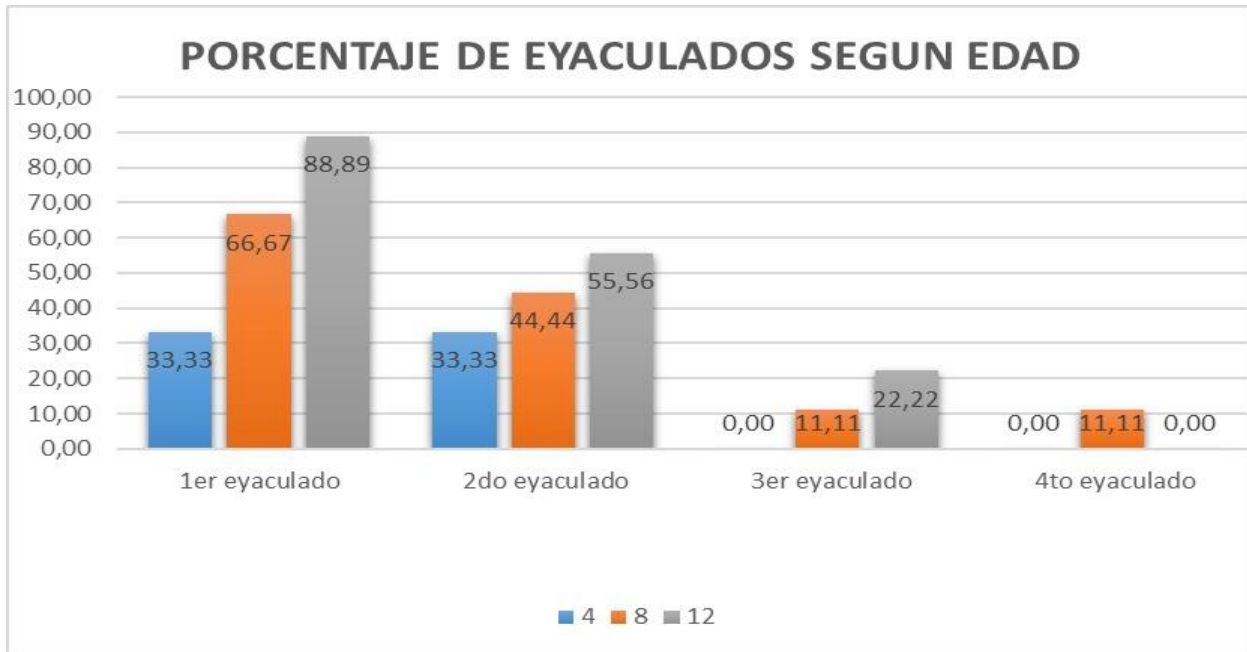
Nota: en este grafico se presentan agrupados los grupos etarios por variable de comportamiento reproductivo. Fuente propia.

El tiempo (min) al presentarse el primer comportamiento no presentó diferencias significativas entre los grupos etarios al igual que el tiempo (min) al primer eyaculado.

Así mismo, durante el estudio de etología reproductiva, los cabríos de la raza Santandereana presentaron varias eyaculaciones, observándose esta conducta en los tres grupos etarios, pero su presencia fue independiente a su edad, como se observa en la Figura 8.

Figura 8.

Cantidad de eyaculados presentes en los diferentes grupos etarios del cabrío Santandereano expresadas en porcentaje (%).



Nota: en este grafico se puede observar la cantidad de eyaculaciones realizadas en el estudio de etología reproductiva. Fuente propia.

El grupo de 12 meses presentó mayor porcentaje de eyaculación en el primer (88,89 %), segundo (55,56%) y tercer (22,22%) eyaculado; seguido por el grupo de 6 meses de edad, el cual presentó un cuarto eyaculado (11,11%), mientras que el grupo de 4 meses presentó dos eyaculados con una presencia del 33,33% de los caprinos.

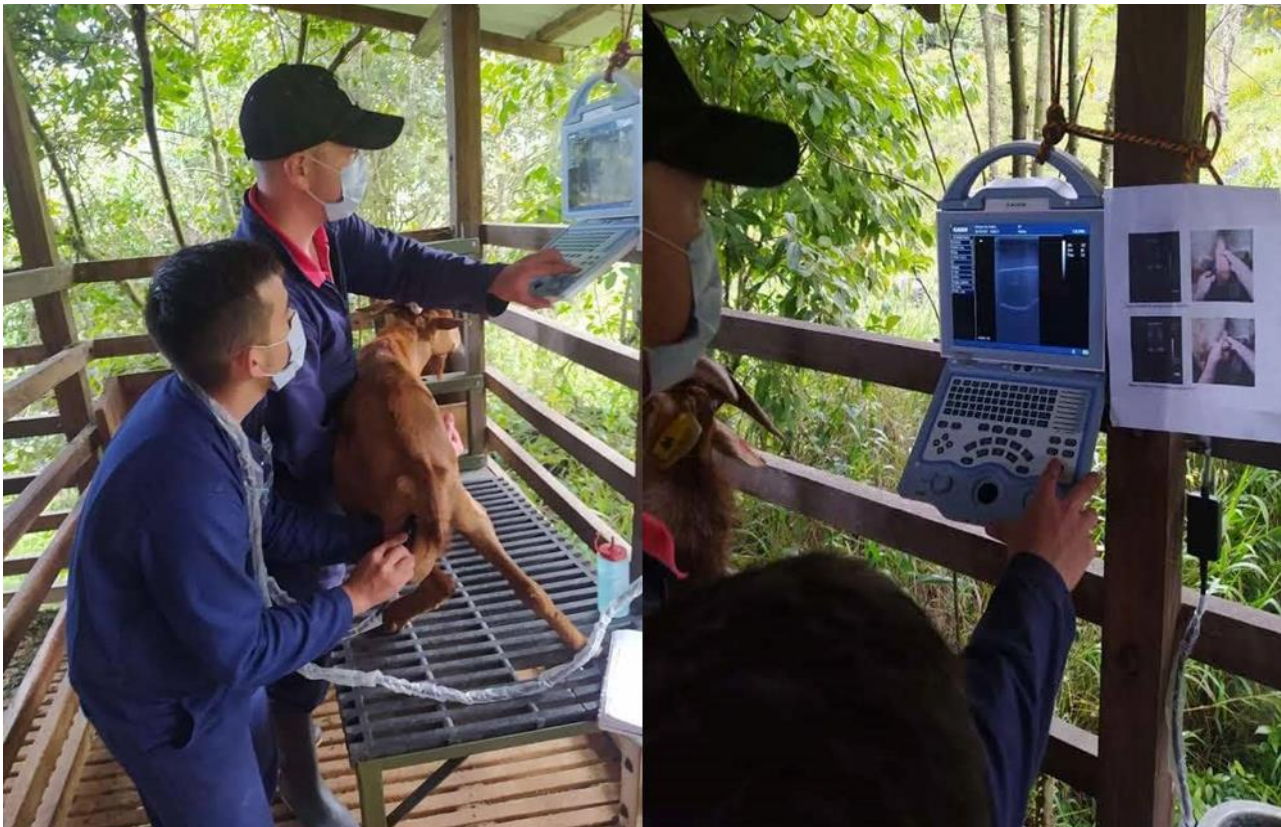
Objetivo 3.

Estimar la capacidad reproductiva de machos caprinos mediante espermograma, ultrasonografía y mediciones testiculares in vivo y pos mortem en individuos de diferentes grupos etarios.

La ecogenicidad como resultado de la ultrasonografía testicular (Ver Figura 9), expresa una tendencia creciente en ecogenicidad hiperecogénica, mientras que la ecogenicidad isoecogénica disminuye significativamente entre grupos etarios tal y como se muestra en la Tabla 5.

Figura 9.

Ultrasonografía testicular en caprinos Santandereanos



Nota. Toma de ultrasonografía testicular en los caprinos Santandereanos. Fuente propia.

Tabla 5.*Ecogenicidad mediante ultrasonografía testicular de caprinos de la raza Santandereana*

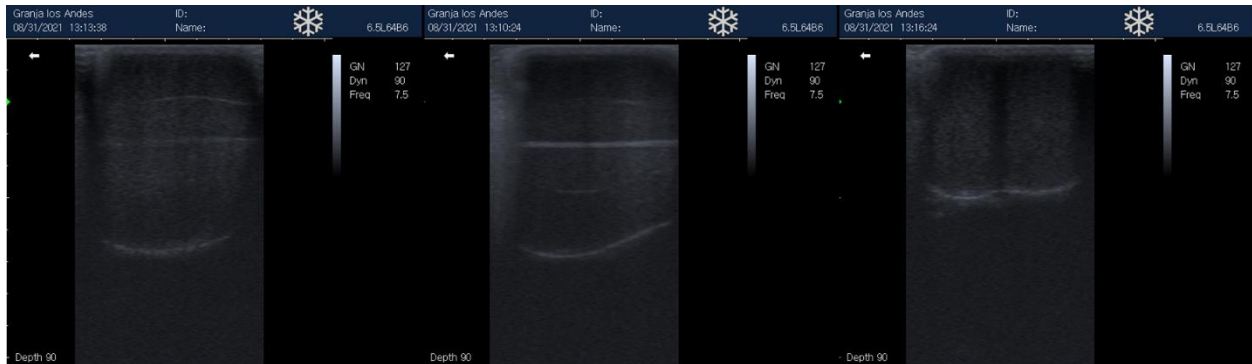
Edad (meses)	4	8	12
Hipoecogénico (%)	0,00	0,00	0,00
Isoecogénico (%)	66,67	33,33	0,00
Hiperecogénico (%)	33,33	66,67	100,00

Nota: esta tabla presenta el grado de ecogenicidad obtenida de ultrasonografía testicular en caprinos Santandereanos. Realizada por: Fuente propia.

La ecogenicidad hipoecogénica no está presente en este estudio, puesto que a los cuatro meses ya se evidencia desarrollo de la rete testi observándose tonalidades similares asociadas a ecogenicidad isoecogénica (Ver Figura 10) para el grupo 4 con un 66,67% y para el grupo de 8 meses con un 33,33%, mientras que para el grupo de 12 meses se apreció avanzado desarrollo de rete testi, evidenciándose notoriamente las diferencias de tonalidades asociadas a ecogenicidad hiperecogénica (Ver Figura 11) para el 100 % de las ultrasonografía tomadas para el grupo de 12 meses, siguiendo el grupo de 8 meses con un 66,67% de ecogenicidad hiperecogénica y un 33,33% para el grupo de 4 meses. Los hallazgos de ecogenicidad hiperecogénica en el grupo de 4 meses coinciden con los individuos que presentaron los datos más altos en concentración espermática en el mismo grupo.

Figura 10.

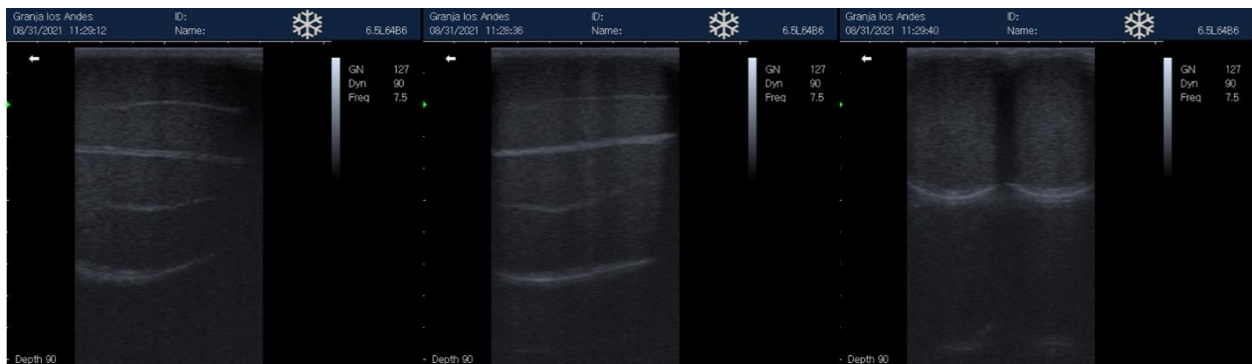
Ecogenicidad isoecogénica en caprinos Santandereanos obtenida mediante ultrasonografía testicular



Nota: Categorización de ecogenicidad isoecogénica obtenida de ultrasonografía testicular en caprinos Santandereanos. Fuente propia.

Figura 11.

Ecogenicidad hiperecogénica en caprinos Santandereanos obtenida mediante ultrasonografía testicular



Nota: Categorización de ecogenicidad hiperecogénica obtenida de ultrasonografía testicular en caprinos Santandereanos. Fuente propia.

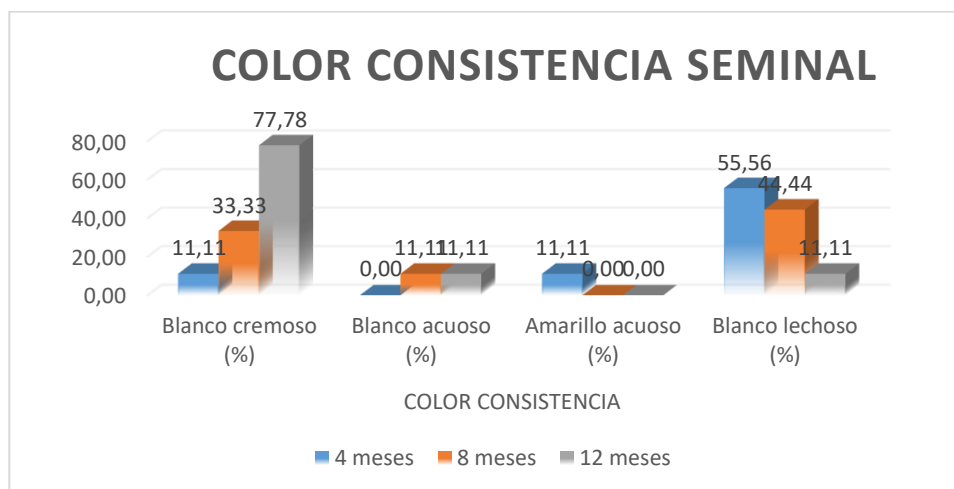
El material seminal fue obtenido mediante la técnica de electroeyaculación, alcanzándose la mayor cantidad de volumen seminal en el grupo de 8 meses ($0,53 \pm 0,24$ ml), seguido por el grupo de 12 meses ($0,45 \pm 0,22$ ml) y luego el grupo de 4 meses ($0,29 \pm 0,15$) siendo mayor (8 y 12 meses) al volumen reportado para cabríos mestizos Criollo * Anglo Nubiano ($0,36 \pm 0,13$ ml) (Torretta, y otros, 2017).

El color y consistencia (Ver Figura 13) con mayor presentación en los caprinos Santandereanos fue el blanco cremoso (Ver Figura 12) presentando una tendencia creciente, expresadas en los tres grupos etarios: 4 meses (11,11%), 8 meses (33,33%) y 12 meses (77,78%) y para color y consistencia blanco lechoso presentó una tendencia decreciente en los grupos etarios: 4 meses (55,56%), 8 meses (44,44%) y 12 meses (11,11%); siendo los colores consistencias ideales (Palacios & Gonzales, 2012).

El color y consistencia blanco acuoso se presentó en porcentajes bajos (11,11%) en los grupos de 8 y 12 meses; mientras que el color consistencia amarillo acuoso se presentó solo en el grupo de 6 meses (11,11%).

Figura 12.

Análisis macroscópico de semen caprino de la raza Santandereana



Nota: esta grafica representa el color y consistencia del material seminal de caprinos Santandereanos. Fuente propia.

Figura 13.

Color y consistencia de material seminal de machos caprinos Santandereanos



Nota: categorización el color y consistencia del material seminal de caprinos Santandereanos.

Fuente propia.

La concentración espermática fue mayor en el grupo de 12 meses ($1193,60 \pm 613,91$ [$10^6/\text{ml}$]), seguida por el grupo de 8 meses ($1149,25 \pm 458,82$ [$10^6/\text{ml}$]) y luego por el grupo de 4 meses ($749,52 \pm 813,15$ [$10^6/\text{ml}$]), siendo menores a la concentración espermática de cabríos mestizos Criollo * Anglo Nubiano ($1910 \pm 458,82$ [$10^6/\text{ml}$]) (Torretta, y otros, 2017) y ovinos criollos de Soracá, Boyacá ($2821,3 \pm 1262,47$) (Palacios & Gonzales, 2012). El inicio de la pubertad se da cuando los reproductores son capaces de producir como mínimo $150 * 10^6$ espermatozoides/ml (Torretta, y otros, 2017), valor superado a los 4 meses ($749,52 \pm 813,15$ [$10^6/\text{ml}$]) por los caprinos santandereanos (Ver Tabla 6).

Figura 14.*Análisis seminal de caprinos Santandereanos*

Nota. Secuencia de algunos pasos para evaluación seminal en los caprinos Santandereanos. Fuente propia.

La motilidad total, progresiva y rápida en caprinos Santandereanos alcanzó su mayor porcentaje en el grupo de 8 meses, seguida por el grupo de 12 meses y luego el grupo de 4 meses. La motilidad a los 8 ($65,35 \pm 12,65\%$) y 12 ($44,91 \pm 19,03\%$) meses presentaron mayor porcentaje a los reportados para cabríos de raza mestiza en Venezuela colectados bajo la técnica de electroeyaculación ($36,52 \pm 8,95\%$) como también a los colectados con vagina artificial ($63,67 \pm 8,71\%$). Así mismo, debe superar el 30% de motilidad rectilínea progresiva (Torretta, y otros, 2017) rango comprendido entre los 4 y 8 meses en los caprinos Santandereanos ($26,57 \pm 13,44$ y $58,36 \pm 14,90$ respectivamente). Además, es indispensable tener presente el color y consistencia seminal (Ver Figura 12 y 13).

Tabla 6.*Espermograma de machos cabríos de la raza Santandereana*

Edad (meses)	4	8	12
Volumen (ml)	0,29 ± 0,15	0,53 ± 0,24	0,45 ± 0,22
pH	6,88 ± 0,35	6,50 ± 0,53	6,67 ± 0,50
Concentración espermática de la muestra [10 ⁶ /ml]	749,52 ± 813,15	1149,25 ± 458,82	1193,60 ± 613,91
Motilidad total [%]	35,18 ± 16,64 ^a	65,35 ± 12,65 ^b	44,91 ± 19,03 ^a
Motilidad progresiva [%]	26,57 ± 13,44	58,36 ± 14,90	38,87 ± 18,07
Motilidad rápida [%]	5,39 ± 4,65 ^a	23,43 ± 14,49 ^b	9,76 ± 4,17 ^a

a,b letras diferentes representan diferencias significativas (P<0,05).

Nota: esta tabla muestra el análisis seminal obtenido del sistema computarizado CASA, en caprinos Santandereanos. Fuente propia.

Tabla 7.*Morfometría espermática de caprinos de la raza Santandereana*

Edad (meses)	4	8	12	CV (%)
Normal (%)	46,77 ± 8,57 ^a	51,38 ± 6,66 ^a	83,53 ± 4,79 ^b	10,75
Solo cola (%)	5,87 ± 4,91	11,03 ± 7,15 ^a	4,03 ± 1,48 ^b	72,11
Solo cabeza (%)	6,34 ± 2,73 ^a	6,83 ± 3,43 ^a	1,30 ± 1,28 ^b	56,03
Parte intermedia interrumpida (%)	3,14 ± 1,79	2,54 ± 2,12	1,19 ± 1,36	79,94
Para axial (%)	3,78 ± 3,35	2,73 ± 2,03	1,95 ± 1,22	
Anormalidad cola (%)	22,76 ± 2,74 ^a	15,44 ± 4,46 ^b	4,42 ± 2,16 ^c	24,18
Anormalidad cabeza (%)	11,35 ± 4,93 ^a	10,03 ± 4,96 ^a	3,57 ± 2,55 ^b	52,48

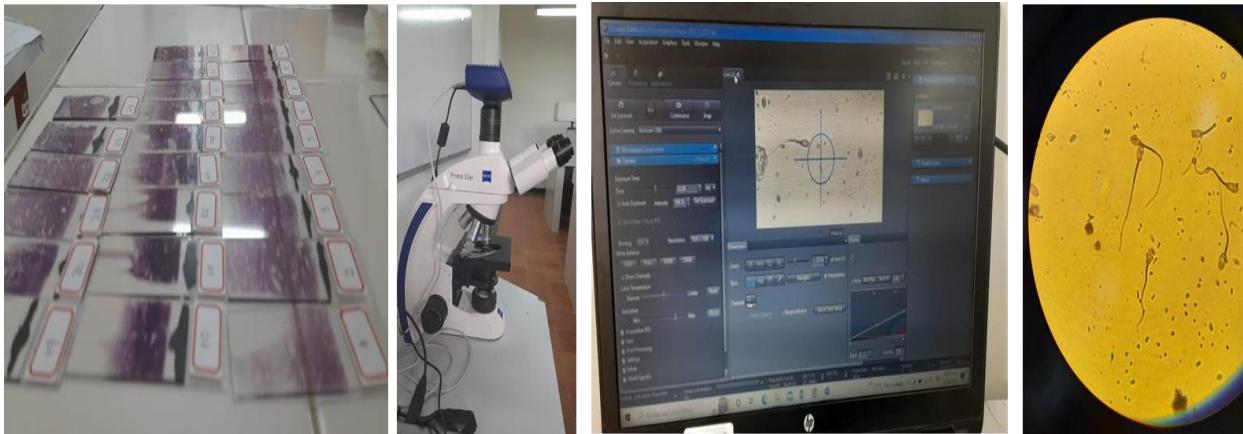
a,b,c. Letras diferentes representan diferencias significativas (P<0,05).

Nota: esta tabla muestra el porcentaje de normalidad y anomalías presentes en semen caprino Santandereano. Fuente propia.

Los porcentajes de normalidad de espermatozoides fue la variable con mayor representación en los tres grupos etarios. Seguido a esta, están las anomalías en la cola con un $22,76 \pm 2,74$ % en el grupo de 4 meses, $15,44 \pm 4,46$ % en el grupo de 8 meses y $4,42 \pm 2,16$ % en el grupo de 12 meses. El porcentaje de parte intermedia interrumpida fue la menor para los grupos de 4, 8 y 12 meses ($3,14 \pm 1,79$, $2,54 \pm 2,12$ y $1,19 \pm 1,36$ % respectivamente). Un indicador del inicio de la pubertad es que el 50 % de los espermatozoides sean normales (Torretta, y otros, 2017) lo que en este estudio se ve reflejado en el grupo de 8 meses. Aunque entre los grupos de 4 y 8 meses no se evidencia diferencia significativa para el porcentaje de normalidades.

Figura 15.

Evaluación de morfometría espermática



Nota: evaluación de morfometría espermática en caprinos Santandereanos. Fuente propia.

Las mediciones testiculares tomadas in vivo (Ver Tabla 8) a los caprinos Santandereanos al igual que las variables morfométricas (Ver Tabla 2) expresaron un crecimiento positivo hasta su estadio más adulto.

Tabla 8.*Mediciones testiculares in vivo de caprinos de la raza Santandereana*

Edad (meses)	4	8	12	CV (%)
CIRTES (cm)	18,02 ± 1,66 ^a	18,69 ± 3,17 ^b	22,29 ± 1,06 ^b	8,25
DIATES (cm)	5,79 ± 1,10 ^a	6,45 ± 0,14 ^b	7,60 ± 0,40 ^b	10,50

CIRTES: Circunferencia Testicular; DIATES: Diametro Testicular. a,b. Las letras diferentes representan diferencias significativas

Nota: Esta tabla muestra las variables testiculares in vivo en caprinos Santandereanos. Fuente propia.

La CIRTES alcanzada en los caprinos Santandereanos a los 12 meses fue de 22,29 ± 1,06 cm, siendo mayor a los reportados para caprinos Sahel (17,15 ± 1,40 cm) en la zona húmeda de Nigeria con 43,38 ± 10,44 meses de edad y peso vivo 28,00 ± 5,03 Kg (Oyeyemi, Fayomi, Adeneji, & Adejoke, 2012) similar al de los caprinos Santandereanos (28,74 ± 2,72 Kg) de 12 meses.

Para las mediciones testiculares pos mortem, los resultados para el grupo de 12 meses presentaron diferencias significativas (Ver Tabla 9)

Un estudio realizado para machos caprinos adultos del Sahel en la zona húmeda de Nigeria presentó una circunferencia testicular de 17,15 ± 1,40 cm, siendo menor a la CIRTES de los caprinos Santandereanos de 4 meses (18,02 ± 1,66 cm); por el contrario, para las variables DTD (10,92 ± 0,89 cm) y el DTI (11,02 ± 0,94 cm) los caprinos Sahel presentaron mayor valor, donde los machos con datos de caprinos Santandereanos más cercanos son los de 12 meses con DTD de 4,36 ± 0,21 cm y DTI de 4,38 ± 0,27cm. Teniendo en cuenta que el método de medida utilizado fue similar y la CIRTES para los machos Santandereanos es mayor aún en el grupo etario de 4

meses, es posible afirmar que el estudio de caprinos Sahel presenta datos errados para DTD Y DTI. (Oyeyemi, Fayomi, Adeneji, & Adejoke, 2012),

Tabla 9.

Mediciones anatómicas testiculares pos mortem de caprinos de la raza Santandereana

Edad (meses)	4	8	12	CV (%)
DIATES (cm)	7,0 ± 1,20 ^a	8,01 ± 0,32 ^a	8,99 ± 0,40 ^b	9,60
DTD (cm)	3,42 ± 0,59 ^a	3,86 ± 0,26 ^a	4,36 ± 0,21 ^b	10,24
DTI (cm)	3,41 ± 0,61 ^a	3,89 ± 0,24	4,38 ± 0,27 ^b	10,65
LTD (cm)	4,49 ± 0,93 ^a	5,10 ± 0,49	5,59 ± 0,64 ^b	14,16
LTI (cm)	4,42 ± 0,89 ^a	5,11 ± 0,48	5,58 ± 0,65 ^b	13,88

DIATES: DiámetroTesticular; DTD: DiámetroTesticularDerecho; DTI: DiámetroTesticularIzquierdo; LTD: LongitudTesticuloDerecho; LTI: LongitudTesticuloIzquierdo. a,b. Letras diferentes representan diferencias significativas (P<0,05).

Nota: Mediciones anatómicas testiculares pos mortem en caprinos Santandereanos. Fuente propia.

Los machos Santandereanos de 8 meses presentaron LTD (5,10 ± 0,49 cm) y LTI (5,11 ± 0,48 cm) mayor a la reportada para caprinos Sahel con valores de LTD: 4,70 ± 0,52 cm y LTI: 4,72 ± 0,69 cm. Los caprinos Santandereanos de 8 meses presentaron mayor LED (7,88 ± 0,29 cm) y menor LEI (7,81 ± 0,35) a los de caprinos Sahel (LED: 7,46 ± 0,84 cm y LEI: 7,85 ± 1,23 cm); en cuanto al PT, el PT fue mayor en caprinos Santandereanos (0,13 ± 0,01 Kg) que los reportados para caprinos Sahel (0,10 ± 0,02 Kg). (Oyeyemi, Fayomi, Adeneji, & Adejoke, 2012),

5. Conclusiones

Según el peso (Kg) y la CIRTES (cm), el inicio de la pubertad está comprendida entre los 4 y 8 meses de edad con pesos de $16,60 \pm 2,33$ y $19,74 \pm 2,63$ Kg y CIRTES de $18,02 \pm 1,66$ y $18,69 \pm 3,17$ cm respectivamente. Sin embargo, el desarrollo corporal de los animales va avanzando y el 75% de su peso vivo no es el único indicador para determinar el inicio de la actividad reproductiva.

Teniendo como referencia el porcentaje de presencia de comportamientos, el porcentaje de individuos que presentan el desprendimiento de proceso uretral, el porcentaje de interés y el porcentaje de eyaculación que expresaron los caprinos de la raza Santandereana se puede inferir que a los 4 meses se evidencia potencial reproductivo; siendo la etología reproductiva expresada de una forma dinámica por tamaño, superioridad y por niveles hormonales. Sin embargo, a los 4 meses no tienen una actividad reproductiva completa.

De acuerdo a la concentración de espermatozoides / ml y el porcentaje de color y consistencia a los 4 meses ya está por encima de los valores mínimos requeridos para catalogarse como inicio de la pubertad; mientras que según el porcentaje de motilidad progresiva y el porcentaje de espermatozoides normales sería entre los 4 y 8 meses. Sin embargo, los caprinos de 12 meses tienen un comportamiento reproductivo con mejores resultados, siendo más estables y con valores homogéneos y baja desviación de los datos a comparación de los caprinos de 4 y 8 los que presentaron amplia dispersión de los datos.

6. Recomendaciones

Realizar estudios de investigación desde los tres meses de edad, llevando la trazabilidad de cada una de las variables, para así determinar con mayor exactitud la edad del inicio de la actividad reproductiva.

Se recomienda iniciar con pruebas hormonales asociadas a niveles de testosterona, hormonas leutinizante, y hormona folículo estimulante asociadas al desarrollo testicular y desarrollo de comportamientos reproductivos y características de masculinidad.

Se recomienda repetir la investigación con una metodología que permita incluir una mayor frecuencia frente a la toma de los datos y con ellos, dar pasos para evaluar el efecto directamente sobre el crecimiento de los animales y la capacidad fecundante que tienen los machos cabríos de la raza Santandereana.

Realizar estudios de investigación en la raza Santandereana bajo condiciones medio ambientales propias del Cañón del Chicamocha y en diferentes épocas del año.

Referencias bibliográficas

- Amills, Ramírez, Tomas, Badaoui, Marmi, Acosta, . . . Capote. (2009). Mitochondrial DNA diversity and origins of south and central american goats. *Animal genetics*.
- Anaya, A. M., Tulcán, G. I., Medellín, M. O., Corredor, D. G., & Avella, J. C. (2017). Estudio coproparasitológico en ovinos al pastoreo en Boyacá, Colombia. *Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia*, 8.
- Armijos, C. (2017). Regresión y correlación de caracteres fenotípicos de cabras adoptadas en la parroquia Sabiango, Cantón Macará, provincia de Loja. *Universidad nacional de Loja*.
- Ávila, L. M., López, C., León, M. F., Acosta, L., Gómez, C., Delgado, L. G., . . . Lozano, J. M. (2006). *Fundamentos de criopreservacion*. Bogotá: Scielo.
- Bavera. (2000). *Pubertad. Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC*. Obtenido de Pubertad. Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/01-pubertad_en_machos_y_hembras.pdf
- Bavera. (2019). *Sitio Argentino de Producción Animal*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/06-biotipos_carne_%20leche_y_trabajo.pdf
- Bermúdez, M. (2016). La producción caprina en Colombia. *Tierras caprino*.
- Boletín agrario. (2013). *Morfometría*. Obtenido de Morfometría: <https://boletinagrario.com/ap-6,morfometria,3355.html>
- Bolivar, G. (2021). *Dilución: concepto, cómo se hace, ejemplos, ejercicios*. Obtenido de Dilución: concepto, cómo se hace, ejemplos, ejercicios: <https://www.lifeder.com/dilucion/>

- Bravo, S., & Sepúlveda, N. (2010). Indices zoométricos en Ovejas criollas Araucanas. *Int. J. Morphol.*, 8.
- Bustamante, C. V. (2020). La producción caprina en Colombia. *Oviespaña*.
- Busto, L. A., Garcia, M. D., Barghoutti, I., Abal, V. C., & Castañón, L. B. (2009). Giant cystic degeneration of the rete testis. *Scielo*, 4.
- Cámara de comercio de Barranquilla. (2020). *Concepto sanitario*. Obtenido de Concepto sanitario: camarabaq.org.co/ventanilla-unica-empresarial-local/concepto-sanitario/
- Capote, Tejera, Amills, Arguello, Fresno, & López. (2004). Influencia histórica y actual de los genotipos canarios en la población caprina americana. *Revista Animal genetic resources. La laguna, Tenerife, España. Instituto Canario de Investigaciones agrarias*.
- Carazo, Guimaraes, Machado, Machadoo, Oliveira, & Pereira. (2014). Ultrasonografía testicular en caprinos jóvenes de raza alpina. *Universidad Federal de Vicosa, MG. Medicina veterinaria autónoma*, 7.
- Cardilli, Toniollo, G., Pastore, A., Canola, J., Oliveira, J., & Mercadante, M. (2012). Ultrasonografía testicular em bovinos jovens da raça Nelore criados em sistema extensivo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*
- Castellanos, Rodriguez, Toro, & Luengas. (2010). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena. *Ministerio de agricultura y desarrollo rural*.
- Centeno, J. O. (2020). Caracterización faneróptica y morfométrica del caprino criollo de las provincias de Barranca, Canta, Huaral y Huaura de la región Lima. *UCSS*, 12.
- Chacón, Lozano, L., Orozco, H., & Jaumer. (2019). Características de la pubertar en corderos de pelo y sus cruces en Colombia en condiciones de baja altitud. *Universidad de Córdoba, Colombia*, 12.

- Chacón, P. (2017). Peso estimado en cabras con una cinta comercial de pesaje y perímetro torácico. *Universidad de Costa Rica*.
- Chevez, A. (2013). Caracterización morfológica y fanerópticas de las razas caprinas en la provincia de Santa Elena. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*.
- Ciencias Naturales. (2020). *Microscopio*. Obtenido de Microscopio: <https://concepto.de/microscopio/>
- Comunicación técnica INTA, Bariloche. (2011). Características fenotípicas para la selección de cabras productoras de leche. *INTA*, 6.
- Contexto ganadero. (2017). *Zoometría, ciencia que determina la funcionalidad de los animales*. Obtenido de Zoometría, ciencia que determina la funcionalidad de los animales: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/zoometria-ciencia-que-determina-la-funcionalidad-de-los-animales>
- Corpoica. (2017). La cabra criolla santandereana, patrimonio genético de Colombia. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, 28.
- Corredor, H., Dorado, Hidalgo, Rubio, & Quintero. (2014). Efecto del método de extracción seminal sobre la vitalidad y motilidad espermática post-descongelación en machos cabríos de la raza mestiza. *Biológico agropecuario*, 11.
- Corredor, H., Quintero, D., & Corzo, O. (2014). Efecto de dos diluyentes a base de Lecitina de soya sobre parámetros morfométricos en semen caprino. *Rev Sennova 1:30-43*.
- Corredor, L. H., Alba, D. C., Torres, A. S., & Parada, J. A. (2018). Evaluación de la motilidad y morfometría en espermatozoides descongelados de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). *SENNOVA _ SENA*, 8.

- Delgadillo, L. C. (2012). Decrease in seasonality of sexual behaviour and semen production in bucks by exposure to short photoperiod cycles. *Theriogenology* 36(5):755-770, 25.
- Deza, V. (2007). Caracterización de caprinos criollos del Noroeste de Córdoba mediante el uso de caracteres morfoestructurales y polimorfismos proteínicos: su relación con aptitud reproductiva. *Universidad Nacional de Córdoba, España*.
- Diaz, A., Chavarro, G., Pulido, M., García, D., & Vargas, J. (2017). Estudio coproparasitológico en ovinos al pastoreo en Boyacá, Colombia. *Salud Animal*, 8.
- Duarte, V., Ortiz, & Ríos. (2012). Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombia*.
- Espitia-, A., Montes, Donicer, Hernández, Enélida, & Hernando. (2017). Circunferencia escrotal y parametros morfométricos en machos Bubalus bubalis de la raza Murrah. *Revista colombiana de ciencia animal*.
- Estrada, K. P., & Rodríguez, J. M. (2014). Manejo reproductivo. *Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"*, 26.
- Estrada, P. S., & Rodríguez, J. F. (2014). Manejo reproductivo de la cabra. *Sitio Argentino de producción animal*, 6.
- Eugin . (s.f.). *¿Cómo interpretar un seminograma?* Obtenido de *¿Cómo interpretar un seminograma?: <https://www.eugin.es/como-interpretar-seminograma/>*
- Eugin. (2010). *¿Cómo interpretar un seminograma?* Obtenido de *¿Cómo interpretar un seminograma?: <https://www.eugin.es/como-interpretar-seminograma/>*
- Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Campus Acayucan. . (2014). *Métodos de Extracción de Semen Bovino* . Obtenido de *Métodos de Extracción de Semen*

- Bovino : https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/225-extraccion_semen.pdf
- FAO. (2015).
- Fernández, Holgado, Hernández, Solaligue, & Salinas. (2017). Caracterización morfológica del caprino criollo del NOA y: medidas morfométricas e índices corporales. *National University Of Tucuman*, 5.
- Fernández, M. (2005). *Consanguinidad en producción animal*. Obtenido de Consanguinidad en producción animal: https://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_en_general/70-consanguinidad.pdf
- Flores, G. (2018). Caracterización fenotípica de la cabra criolla y su sistema de producción, en la parroquia Limones del Cantón, Zapotillo. *Universidad nacional de Loja*.
- García, I. A. (2012). Relación de peso y medidas corporales de raza alpina en la producción y calidad de leche. *Universidad Autonoma de San Luis Potosí*, 38.
- García, O. A. (2007). Determinación del inicio de la pubertad en machos cabríos de la raza alpaina nacidos durante el invierno en el subtropico mexicano. *Universidad autónoma agraria "Antonio Narro"*, 33.
- Gómez. (2009). Manual de producción caprina. San Luis Potosí, SLP, México. *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*.
- Gómez, Moreno, S., Días, T., & López, S. (2012). Estacionalidad reproductiva y su control en razas españolas de ovinos y caprinos. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 25.

- Gómez, U. (2013). Caracterización estructural, morfológica y genética de la población de cabras autóctonas de la region Apurimac del Perú. *Tesis. Facultad de veterinaria: Universidad Autónoma de Barcelona.*
- Gorraiz, A. A. (2016). Ultrasound evaluation of testicular perfusion in different animal species. *Facultad de veterinaria, Universidad de Zaragoza, 35.*
- Humeco. (2021). *Eosina - Nigrosina*. Obtenido de Eosina - Nigrosina: <https://www.humeco.net/producto/eosina-nigrosina>
- Ideam. (2021). Ubicación. *SENA.*
- Inta _ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (14 de 03 de 2013). *Condición corporal de ovinos*. Obtenido de Condición corporal de ovinos: <https://inta.gob.ar/documentos/condicion-corporal-de-ovinos>
- INTEGRALMED. (2021). *¿QUÉ ES UN ECÓGRAFO?* Obtenido de ¿QUÉ ES UN ECÓGRAFO?: <https://integralmed.com.ar/que-es-un-ecografo/>
- Jimenez, Bedolla, Arcila, S., Perez, Serrano, Ascanio, . . . Malpica. (2014). Diversidad genética de la cabra criolla santandereana mediante marcadores micrisatélite. *Universad cooperativa de Colombia. Facultad de medicina Veteria, grupo de investigación ciencias animales, 3.*
- Koh, Takahiro, Shuhei, Shigehisa, Andrew, Shedlock, . . . Takashi. (2013). Domestication process of the goat revealed by an analysis of the Nearly Complete Mitochondrial protein-encoding genes. *Institute of molecular genetics. Tokyo.*
- Kridli, Abdullah, Momani, & Momani. (2006). Age at puberty and some biological parameters of Awassi and its first Crosses with Charollais and Romanov Rams. *tal J Anim Sci.*
- Laboratorios Zoo. (2021). *ESTRO-ZOO® Solución inyectable*. Obtenido de ESTRO-ZOO® Solución inyectable: <http://www.laboratorioszoo.com/index.php/porcinos/262-estro-zo-6>

- Lahitte, H. B., Ferrari, H. R., & Lázaro, L. (2002). *Sobre el etograma, 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas*. Obtenido de Sobre el etograma, 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-28052002000200005
- Leonardo Hernández, O. C., Silva, A., Montolla, J., & Quintero, A. (2018). Efectos de criopreservación sobre subpoblaciones espermáticas en caprinos. *Rev Inv Vet Perú*, 12.
- M, V., & HH, M. (2006). Genetic evaluation of goats in the State of Guanajuato, Mexico. *Instituto Prociência*.
- Marcela, C., & Alejandro, G. (2000). Reproducción en caprinos. *INTA*, 34.
- Martínez, R., Fernández, E., Rumiano, F., & A. P. (s.f.). *Medidas zoométricas de conformación corporal en bovinos criollos Argentinos*. Obtenido de Medidas zoométricas de conformación corporal en bovinos criollos Argentinos: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/frame%20score/06-medidas_criollo.pdf
- Maza, A., Villagomez, P., Peralta, M., Rothdchuh, G. Y., & Yamasaki, L. (2005). Diseño y construcción de electroeyaculador para ovinos y caprinos. *Electrónica veterinari RETVET*, 24.
- MedlinePlus. (2020). *Ultrasonido testicular*. Obtenido de Ultrasonido testicular: https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/9963.htm
- MedlinePlus. (2021). *Coprocultivo*. Obtenido de Coprocultivo: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003758.htm>
- Mellado. (1997). Estudio recapitulativo: la cabra criolla de america latina.
- Méndez, Portillo, Rincón, Martínez, Dickson, & Daubererre. (2013). Diversidad genética en la cabra criolla venezolana mediante análisis con microsatélites. Maracaibo, Venezuela.

Laboratorio de genética molecular. Facultad de ciencias veterinarias de la universidad de Zulia.

MinAgricultura, Corpoica. (02 de 05 de 2017). *La Cabra Criolla Santandereana: patrimonio genético de Colombia*. Obtenido de La Cabra Criolla Santandereana: patrimonio genético de Colombia: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-Cabra-Criolla-Santandereana-patrimonio-genetico-de-Colombia---.aspx>

Ministerio de agricultura y desarrollo Rural. (2017). La "Cabra pura Santandereana" ya cuenta con certificación por parte del ministerio de agricultura y desarrollo rural. *Cámara de comercio de Bucaramanga*.

Minitube. (s.f.). *Triladyl®*. Obtenido de Triladyl®: <http://www.perulactea.com/wp-content/uploads/2012/09/DILUYENTE-DE-SEMEN-BOVINO-TRILADYL.pdf>

Molinia, Evans, & Maxuell. (2013). Incorporation of penetrating cryoprotectants in diluents for pellets-freezing ram spermatozoa. *Theriogenology* 42:849-858.

NIH. (2020). *Hematocrito*. Obtenido de Hematocrito: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/hematocrito>

Ocampo, R., & Cardona, H. (2013). Endogamia en la producción animal. *Grupo de Investigación en Genética, Mejoramiento y Modelación Animal, GaMMA, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia*, 15.

OIE _ Organización mundial de sanidad animal. (2019). *Bienestar animal*. Obtenido de Bienestar animal: <https://www.oie.int/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/>

- Oliveira, R., Vergara, J. C., Costa, D. S., Neves, J. G., & Siqueira, J. B. (2019). Identificación de lesiones testiculares no palpables por medio de ultrasonografía en toros. *U.D.C.A Actualidad y divulgación científica*, 5.
- ORG _ Plan agropecuario. (s.f.). *Pérdida de peso en la comercialización del ganado*. Obtenido de *Pérdida de peso en la comercialización del ganado*: https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R94/R94_24.htm#:~:text=El%20peso%20vivo%20de%20un,tejidos%20reducen%20el%20peso%20vivo.
- Orientación Universitaria. (2021). *Zootecnia*. Obtenido de *Zootecnia*: https://orientacion.universia.net.co/carreras_universitarias/zootecnia-76.html
- Oyeyemi, Fayomi, Adeneji, & Adejoke, M. (2012). Testicular and epididymal parameters of Sahel Buck in the humid zone of Nigeria. *Int J. Morphol.*, 4.
- Palacios, N., & Gonzales, D. F. (2012). Correlación entre diametro testicular y calidad espermática en ovinos criollos del municipio de Soracá, Boyacá. *Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Facultad de ciencias agrarias*, 11.
- Pérez, C. (2020). *Motilidad o movilidad espermática: qué es y valores normales*. Obtenido de *Motilidad o movilidad espermática: qué es y valores normales*: <https://www.serpadres.es/antes-del-embarazo/fertilidad/articulo/motilidad-o-movilidad-espermatca-que-es-y-valores-normales-491582288369>
- Pinho. (2013). Correlation of sexual maturity stage with testicular echotexture in young Nellore bulls. *Acta Sci. Vet* 41:1161.
- Quevedo, H. Y., & Medellín, M. H. (2021). Circunferencia escrotal como criterio de seleccion para carneros de reemplazo. *Pensamiento y acción*, 21.

- Quiroz, P., & Alberto, L. (2008). Congelación de semen bovino, utilizando el diluyente triladyl. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Raji. (2008). Testicular biometry and its relationship with body weight of indigenous goats in a semi arid region of Nigeria. *Agric. Biological Sci*.
- Ramonez, M., & Zhunio, L. (2017). Caracterización morfométrica e índices zoométricos de los grupos raciales bovinos existentes en los cantones occidentales de la provincia del Azuay. *Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias carrera de Medicina veterinaria y zootecnia*, 102.
- Reproducción asistida ORG. (2020). *La calidad del espermatozoide: cómo se mide y qué hacer para mejorarla*. Obtenido de *La calidad del espermatozoide: cómo se mide y qué hacer para mejorarla*: <https://www.reproduccionasistida.org/calidad-seminal/>
- Reproducción asistida ORG. (2021). *Morfología espermática: ¿cuáles son los valores normales?* Obtenido de *Morfología espermática: ¿cuáles son los valores normales?*: <https://www.reproduccionasistida.org/analisis-de-la-morfologia-de-los-espermatozoides/#:~:text=La%20morfolog%C3%ADa%20esperm%C3%A1tica%2C%20es%20una,y%20la%20cola%20del%20espermatozoide.>
- Rincon, D. A. (2018). *Indicadores productivos*. Obtenido de *Indicadores productivos*: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3815/ParraRinconDanielaAlejandraAnexo-7.pdf?sequence=7&isAllowed=y#:~:text=KEY%20PERFORMANCE%20INDICATOR S->
- Rodríguez, R., Rodríguez, P., Dehesa, T. M., & Zuccarino, A. L. (2006). Ecografía testicular. *Scielo* , 14.

- Roldan, Fernández, Soldaño, Rabasa, Holgado, & Poli. (2007). Caracterización del caprino criollo del noroeste de Argentino, Buenos Aires, Argentina. *Instituto de genética*.
- Roldan, G. (2020). *Mejoramiento animal*. Obtenido de Mejoramiento animal: https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5db8351dc0e21.pdf
- Ruiz, L., Sandoval, R., & Santiani, A. (2015). Evaluación de calidad espermática del semen Ovino post-descongelación al emplear dos fuentes energéticas y dos crioprotectores. *Rev In Vet Perú*, 8.
- Salvador, A., & Contreras, I. (2002). Relación entre características biométricas y peso corporal en corderos West African. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*.
- Salvador, A., Contreras, I., Martínez, G., & Hahan, M. (2009). Relación entre el peso corporal, medidas corporales y edad en el crecimiento de caprinos mestizos Canarios desde el nacimiento hasta el año de edad en el trópico. *Departamento de producción e industria animal. Facultad de ciencias veterinarias, Universidad central de Venezuela*, 9.
- Salviano, S., VidigaL, Cavalcante, Perea, & Lopes. (2011). Integridad de membrana y cromatina espermática en caprinos con y sin bipartición escrotal. *Facultad de ciencias agrarias y veterinarias. Universidad de Estaudal Paulista*, 4.
- Salviano, Souza, Vidigal, Cabalcante, Sarria, Perea, & Lopes. (2011). Integridad de membrana y cromatina espermática en caprinos con y sin bipartición escrotal. *Facultad de ciencias agrarias y verterinarias. Universidad estadual paulista, Brazil*, 4.
- Servicio de salud del estado de Colima. (2016). *Colima late para todos*. Obtenido de Colima late para todos: https://saludcolima.gob.mx/images/documentos/5_a_BASCULAS%20Y%20ESTADIMETROS.pdf

- Sicilia, Capote, & Arguello, F. (2007). Caracterización racial de la conducta sexual en los chivos canarios. *Instituto canario de investigación*, 5.
- Silvestre, Naim, Cueto, & Gibbons. (2012). Estacionalidad reproductiva en machos caprinos criollo - Neuquinos de la Patagonia, Argentina. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Bariloche*, 10.
- Simonetti, L. (2014). Aspectos reproductivos de los carneros. *Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Facultad de ciencias agraria*, 6.
- Souza, Araújo, Oliveira, Souza, L., Neiva, & A, M. (2009). Reproductive Development of Santa Inês Rams During the First Year of Life: Body and Testis Growth, Testosterone Concentrations, Sperm Parameters, Age at Puberty and Seminal Plasma Proteins. *Reprod Domest Anim.*
- TeensHealt. (2020). *¿Qué es una erección?* Obtenido de *¿Qué es una erección?:* <https://kidshealth.org/es/teens/normal-erections.html>
- Torres. (2002). Caracterización de la raza caprina criolla Santandereana. *UNAD _ Facultad de ciencias Agrarias.*
- Torretta, M. E., Alanís, G., Castelo, L., Flores, M. F., Garcia A., F., & Morcos, F. (2017). Caracterización del comportamiento reproductivo de machos cabríos mestizos Criollo x Anglo Nubian en la región sur de Córdoba, Argentina. *Veterinaria Organización Málaga, España*, 18.
- Trujillo, A. O. (2014). La conducta sexual del carnero. *Rev Mex Cienc Pecu*, 41.
- Tursimo vacacional. (2020). *El majestuoso Cañón del Chicamocha*. Obtenido de El majestuoso Cañón del Chicamocha: <https://colombia.travel/es/blog/el-majestuoso-canon-del-chicamocha>

- UCO. (2020). *INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO*. Obtenido de INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO: https://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/06_07_01_TEMA_5.pdf
- UCO. (s.f.). *Introducción al estudio del comportamiento*. Obtenido de Introducción al estudio del comportamiento: https://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/06_07_01_TEMA_5.pdf
- Universidad de la Salle. (11 de 06 de 2019). *Ciencia Unisalle*. Obtenido de Ciencia Unisalle: https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/90/
- Uruburu, V. A., Acosta, L. A., & Ortega, D. A. (2017). Aplicación del metodo Famacha en dos tipos de explotación caprina en Popayán (Cauca, Colombia). *Universidad Antonio Nariño. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia*, 8.
- Uthlaut, Moss, Stobart, Larson, & Alexander. (2011). Sexual performance and production traits in white-faced yearling rams. *Small Rumin Res.*
- Vargas, J. E., Novoa, C. A., Bello, D. A., Galván, G. R., Martínez, L. Z., & Mojica, L. K. (2015). Los sistemas de producción caprina en el municipio de Molagavita, sobre la cuenca del cañón del Chicamocha, Colombia. *Grupo de investigación ciencias animales, Universidad cooperativa de Colombia*, 8.
- Villasmil, Y., Aranguren, J., Madrid, N., Decio Gonzales, J. R., Gonzalez, C., Portillo, M., & Yañez, L. (2011). Edad y peso a la pubertad de ovinos cruzados en el estado Zulia, Venezuela. *Actas Iberoamericana de conservación animal*, 4.
- Villavicencio, A. (2015). Caracterización morfológica de la cabra criolla del Ecuador en el cantón Zapotillo, provincia de Loja. *Tesis. Facultad de ciencias agropecuarias*.

- Villavicencio, V. J. (2015). Caracterización morfológica de la cabra criolla del Ecuador en el cantón Zapotillo, provincia de Loja. *Escuela superior politecnica de chimborazo. Facultad de ciencias pecuarias _ Carrera de ingeniería zootécnica, 75.*
- Yagual, A. d. (2021). Medidas zoométricas y fanerópticas de las cabras criollas (*capra aegagrus hircus*) en la parroquia Manglar alto de la provincia de Santa Elena. *Universidad estatal península de Santa Elena. Facultad de ciencias agrarias. Carrera de agropecuaria.*
- Zepeda, H., Guerra, F., García, H., Serrano, R., Vázquez, S., Cruz, B., & Delgado. (2002). Estudio de los recursos genéticos de México: características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Universidad de Córdoba, 13.*