

La cabra criolla santandereana: patrimonio genético y sostenibilidad productiva en el nororiente colombiano

*The Santanderean Creole Goat: Genetic Heritage and Productive
Sustainability in Northeastern Colombia*

*A Cabra Crioula Santandereana: Patrimônio Genético e
Sustentabilidade Produtiva no Nordeste Colombiano*

Nelson Cala-Moreno^{*}
Yuly Andrea Caicedo-Blanco¹
Jorge Leonardo García-Arévalo¹
Hugo Oswaldo Toledo-Alvarado²

Recibido: 31 de julio de 2025

Aprobado: 28 de agosto de 2025

Publicado: 1 de octubre de 2025

Cómo citar este artículo:

Cala-Moreno N, Caicedo-Blanco YA, García-Arévalo JL, Toledo-Alvarado HO. La cabra criolla santandereana: patrimonio genético y sostenibilidad productiva en el nororiente colombiano. Spei Domus. 2025;21(1): 1-16.
doi: <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2025.01.11>

Artículo de reflexión. <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2025.01.11>

* Correo electrónico: nelson.cala@campusucc.edu.co

¹ Grupo de Investigación en Ciencias Animales – GRICA, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9439-7007>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9661-3295>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4901-2403>

² Departamento de Genética y Bioestadística, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7854-1219>



Resumen

La Cabra Criolla Santandereana representa un valioso recurso zoogenético adaptado a las condiciones semi-desérticas del Cañón del Chicamocha en Colombia. Este artículo de divulgación examina las características productivas, los desafíos sanitarios ---particularmente la parasitosis gastrointestinal por nematodos--- y las estrategias sostenibles para su manejo. A través de un enfoque integral que combina aspectos genéticos, nutricionales, de bienestar animal y manejo sanitario, se evidencia el potencial de esta raza criolla como alternativa productiva para pequeños productores rurales y su importancia en la seguridad alimentaria regional.

Palabras clave: Cabra Criolla Santandereana, raza autóctona, nematodos gastrointestinales, sostenibilidad, producción caprina

Abstract

The Santanderean Creole Goat represents a valuable zoogenetic resource adapted to the semi-arid conditions of the Chicamocha Canyon in Colombia. This outreach article examines its productive traits, health challenges---particularly gastrointestinal parasitism caused by nematodes---and sustainable management strategies. Through a comprehensive approach that integrates genetic, nutritional, animal welfare, and health management aspects, the potential of this creole breed is highlighted as a productive alternative for small rural farmers and its importance in regional food security.

Keywords: Santanderean Creole Goat, native breed, gastrointestinal nematodes, sustainability, goat production

Resumo

A Cabra Crioula Santandereana representa um valioso recurso zoogenético adaptado às condições semiáridas do Cânion do Chicamocha, na Colômbia. Este artigo de divulgação científica examina as características produtivas, os desafios sanitários --- particularmente a parasitose gastrointestinal por nematóides --- e as estratégias sustentáveis para seu manejo. Por meio de uma abordagem integral que combina aspectos genéticos, nutricionais, de bem-estar animal e de manejo sanitário, evidencia-se o potencial dessa raça crioula como alternativa produtiva para pequenos produtores rurais, bem como sua importância para a segurança alimentar regional.

Palavras-chave: Cabra Crioula Santandereana, raça autóctone, nematóides gastrointestinais, sustentabilidade, produção caprina.

Un tesoro genético forjado por la adversidad

En las áridas tierras del Cañón del Chicamocha, donde el sol abrasa la tierra y la vegetación espinosa se aferra a suelos empobrecidos, habita un animal extraordinario: la cabra criolla santandereana. Más que una simple especie ganadera, representa un patrimonio genético nacional que durante siglos se ha adaptado a condiciones ambientales extremas, convirtiéndose en el sustento de numerosas familias campesinas del nororiente colombiano [1]. Esta cabra autóctona, moldeada por generaciones de selección natural y manejo tradicional, ha desarrollado una rusticidad y resiliencia [2] admirables que la distinguen de otras razas especializadas. Su capacidad para prosperar en un ambiente desafiante, donde otros animales apenas sobreviven, la convierte en una alternativa productiva fundamental para pequeños productores rurales, especialmente en un contexto de cambio climático y crecientes desafíos alimentarios, representando una herramienta en la seguridad alimentaria [3,4].

La cabra criolla santandereana no solo destaca por su resistencia ambiental. Sus productos (carne y leche) presentan características nutricionales competitivas que han sido históricamente subvaloradas. La carne alcanza niveles proteicos cercanos al 19.5 % con bajos contenidos de grasa, haciéndola atractiva tanto desde el punto de vista nutricional como comercial [5]. Por otro lado, la leche presenta un perfil nutricional superior, con beneficios particulares para personas con intolerancia a la lactosa y un elevado contenido de vitaminas y minerales esenciales [6]. Además, estudios morfológicos en otras cabras criollas han identificado características mamarias favorables para la producción láctea, con ubres de conformación periforme, inserción firme y profundidad adecuada [7-9], lo cual, abre la perspectiva de investigación sobre la Cabra Criolla Santandereana explorando la posibilidad de un desarrollo lechero.

Pese a estas cualidades excepcionales, el potencial de la Cabra criolla Santandereana ha sido históricamente desaprovechado por los productores locales. El desconocimiento de la posibilidad de mercadeo en grandes ciudades, la falta de programas técnicos sostenidos para su mejoramiento y conservación [10,11], la inexistencia de programas genéticos que usen cruzamientos buscando contribución genética de la rusticidad de la Cabra Criolla Santandereana a otras especies foráneas introducidas en la zona, y la ausencia de cadenas de valor estructuradas han limitado su desarrollo comercial. Actualmente, en un mundo que enfrenta los desafíos del cambio climático, la contaminación ambiental [12], los altos estándares en seguridad alimentaria junto con la competencia por recursos con los sistemas de producción convencionales [13], se hace urgente revalorizar esta especie criolla promoviendo

4 La cabra criolla santandereana: patrimonio genético y sostenibilidad productiva en el nororiente colombiano

enfoques integrados que aseguren no solo su sostenibilidad productiva, sino también el bienestar animal y el desarrollo de las comunidades rurales que dependen de ella.



Figura 1. Juveniles de Cabra criolla Santandereana.

Fuente: elaboración propia

Un gran reto en salud y producción

En los sistemas de producción caprina del trópico, existe un enemigo prácticamente invisible pero devastadoramente eficaz: los nematodos gastrointestinales [14]. Estos parásitos microscópicos habitan el tracto digestivo de las cabras, donde se alimentan de sangre y nutrientes, desencadenando una cascada de efectos fisiológicos que comprometen gravemente la salud y productividad del animal [15]. Para el productor rural, los signos son evidentes, aunque a menudo malinterpretados: cabras que pierden peso progresivamente sin razón aparente, diarrea intermitente que va y viene, animales letárgicos que buscan constantemente la sombra, y mucosas pálidas que delatan una anemia creciente [16]. En casos severos, si no se interviene oportunamente, estos parásitos pueden llevar a la muerte del animal.

En las condiciones climáticas de Santander, donde las temperaturas elevadas y la humedad relativa crean un ambiente propicio para el desarrollo parasitario, se ha documentado la presencia frecuente de *Haemonchus contortus*, considerado uno de los nematodos más patógenos en rumiantes [17]. Este parásito, conocido coloquialmente

como “gusano del cuajo”, posee una extraordinaria capacidad hematófaga —puede consumir hasta 0.05 ml de sangre por día— y ha desarrollado una preocupante resistencia a los tratamientos antiparasitarios convencionales [15,18,19].

Las consecuencias económicas de las parasitosis trascienden los gastos veterinarios directos. En hembras lactantes, la producción de leche puede reducirse hasta un 10%, afectando tanto los ingresos familiares como la nutrición de las crías [2,20]. Los machos reproductores experimentan deterioro en la calidad seminal [21], mientras que las hembras jóvenes pueden sufrir retrasos significativos en la edad al primer parto, como se ha reportado en ovejas [22]. Estudios realizados en sistemas similares de América Latina confirman que, bajo manejo extensivo y con acceso limitado a tecnologías de control, la carga parasitaria se convierte en un factor limitante crónico que puede reducir la eficiencia productiva del rebaño de forma considerable [23].

Lo que hace particularmente desafiante el control de estos parásitos es su complejo ciclo de vida y su extraordinaria capacidad reproductiva. Una hembra de *Haemonchus contortus* puede producir desde 5,000 hasta 15,000 huevos por día [24,25], los cuales son eliminados con las heces y, bajo condiciones favorables de temperatura y humedad, completan su desarrollo hasta larva infectiva en apenas una semana [26]. Esta realidad biológica, combinada con el manejo extensivo tradicional donde las cabras pastorean libremente en áreas potencialmente contaminadas, crea un ciclo de reinfección constante que requiere estrategias de control integrales y sostenibles [23,27].

Una observación fascinante en los rebaños de Cabra criolla Santandereana es la notable variabilidad individual en la respuesta a las infecciones parasitarias [10]. Mientras algunos animales sucumben rápidamente a cargas parasitarias moderadas, otros mantienen su condición corporal, producción y vitalidad aún en presencia de parásitos. Este fenómeno, conocido científicamente como resiliencia [2], representa una de las características más valiosas de las razas criollas.

La Cabra Criolla Santandereana, forjada durante siglos en las condiciones extremas del Cañón del Chicamocha, ha desarrollado lo que podría denominarse como “resistencia adaptativa”, esta no implica ausencia total de parásitos, sino una respuesta inmunológica eficaz que limita su proliferación y minimiza sus efectos clínicos [28]. Investigaciones recientes sugieren que ciertos individuos dentro de estas poblaciones criollas presentan diferencias genéticas significativas en genes relacionados con la respuesta inmunitaria, particularmente en la producción de inmunoglobulinas específicas y en la activación de mecanismos de defensa intestinal [28].

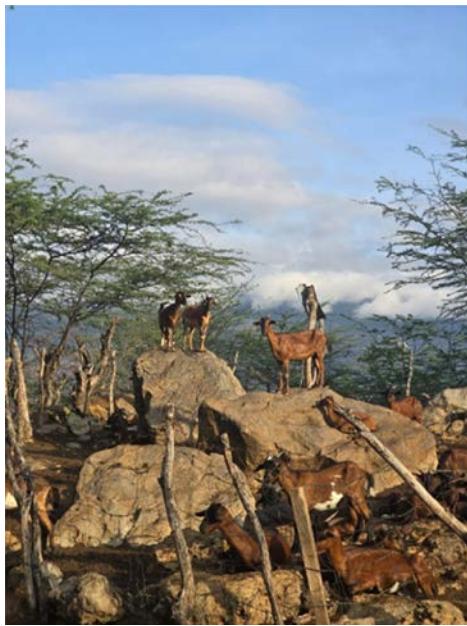


Figura 2. Rebaño de cabra criolla santandereana.

Fuente: elaboración propia

Los análisis moleculares utilizando marcadores microsatélites han confirmado que la Cabra Criolla Santandereana mantiene una alta diversidad genética [10]. Esta variabilidad, expresada en términos de heterocigosidad, no solo es valiosa como un recurso zoo genético, sino que proporciona una base genética sólida para implementar programas de selección orientados a mejorar la resistencia parasitaria. A diferencia de muchas razas especializadas que han sido intensamente seleccionadas para características productivas específicas —a menudo a costa de su variabilidad genética— [29], las cabras criollas han conservado una variabilidad alélica [10,11]. Esta riqueza genética se puede traducir en una mejor capacidad de adaptación frente a presiones sanitarias, ambientales y nutricionales.

Para los productores y técnicos, identificar animales naturalmente resistentes puede ser relativamente sencillo mediante observación sistemática y un organizado esquema de manejo de rebaños. Los indicadores incluyen:

- Mantenimiento del peso corporal durante períodos de alta presión parasitaria.
- Coloración normal de mucosas (rosa intenso) cuando otros animales presentan palidez.
- Niveles bajos de huevos en heces comparados con el promedio del rebaño.

- Mejor desempeño reproductivo en términos de fertilidad y supervivencia de crías.

En este tema, es imprescindible que el productor tome conciencia de la importancia de la toma de datos. Por esto, la selección gradual de estos animales resilientes, combinada con un registro sistemático de su descendencia, puede constituir la base de un programa de mejoramiento genético adaptado a las condiciones locales [10,30].

Nutrición estratégica: fortaleciendo las defensas naturales

En el manejo sanitario de la Cabra Criolla Santandereana, la nutrición trasciende su función básica de satisfacer requerimientos energéticos y proteicos para convertirse en una posible herramienta fundamental de medicina preventiva. Un animal bien nutrido no solo produce más leche o carne, sino que desarrolla un sistema inmunológico robusto capaz de enfrentar eficazmente los desafíos parasitarios [31]. El sistema productivo tradicional de la cabra criolla, basado en pastoreo extensivo [32], presenta variaciones estacionales marcadas en la disponibilidad y calidad del forraje. Durante los períodos secos, que pueden extenderse por varios meses en el Cañón del Chicamocha, el valor nutricional de la vegetación disponible puede caer dramáticamente por debajo de los requerimientos mínimos de mantenimiento. Esta deficiencia nutricional crónica tiene consecuencias inmediatas sobre la competencia inmunitaria: reduce la producción de anticuerpos, compromete la integridad de la barrera intestinal y disminuye la capacidad de reparación tisular [33]. En consecuencia, animales desnutridos se vuelven significativamente más susceptibles a infecciones parasitarias y tardan más en recuperarse.

En condiciones normales, la estrategia nutricional en la industria caprina debe adaptarse a las distintas categorías y estados fisiológicos del rebaño (dietas para cabritos, hembras gestantes, etc.). Una estrategia promisoria, aunque aún en desarrollo, es el aprovechamiento de plantas nativas con propiedades antiparasitarias: especies como *Leucaena leucocephala*, *Mimosa tenuiflora* y diversas especies del género *Gliricidia*. En ese orden de ideas, es de suma importancia tener en cuenta que, los minerales traza desempeñan roles críticos en la función inmunológica [34].

La relación entre bienestar animal y salud inmunológica ha sido exhaustivamente documentada en la literatura científica veterinaria [35-37]. El estrés crónico, provocado por factores como hacinamiento, manejo brusco, falta de refugio o acceso

limitado al agua, activa el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, dando como resultado la liberación sostenida de cortisol y otras hormonas que suprimen activamente el sistema inmunológico [38]. En el ámbito de la fertilidad, en pequeños rumiantes como cabras y ovejas, los estresores crónicos alteran el eje neuro-endócrino, interfieren con el eje hipotálamo-hipófiso-gonadal (HPG) provocando ciclos estrales silentes, anovulación e incluso retención fetal o aborto, lo que compromete la eficiencia reproductiva [37]. Asimismo, el estrés calórico en regiones tropicales afecta negativamente la respuesta inmune y el bienestar general de cabras bajo sistemas extensivos, reduciendo su capacidad de resistir enfermedades [39]. En el contexto específico de la Cabra criolla Santandereana, ya que los sistemas productivos suelen operar con recursos limitados, pequeñas intervenciones en bienestar pueden plantear impactos positivos en la salud del rebaño.

Además de la temperatura y el estrés, la higiene del entorno de crianza impac- ta directamente la presión parasitaria ambiental. La acumulación de materia fecal en corrales o áreas de descanso crea microambientes ideales para el desarrollo de larvas infectivas. Un programa sencillo, pero sistemático de limpieza, combinado con rotación de áreas de descanso, puede reducir significativamente la carga parasitaria ambiental [40]. En este punto, el manejo de pastoreo rotacional, aunque desafiante en sistemas extensivos tradicionales como los usados en Cabra Criolla Santandereana, ofrece beneficios múltiples: permite la recuperación de la vegetación, interrumpe ci- clos parasitarios y reduce la presión de selección sobre áreas específicas [41].

Las cabras son animales naturalmente exploradores, escaladores y ramonea- dores. La cabra criolla Santandereana no dista de estas cualidades [42]; por eso, la creación de sistemas que permitan la expresión de estos comportamientos instintivos –acceso a terrenos variados, vegetación diversa y estructuras para trepar– pueden mejorar significativamente el bienestar emocional del rebaño, lo cual se reflejará en indicadores fisiológicos de estrés y resistencia a enfermedades [43].

El modelo tradicional de control parasitario, basado en aplicaciones sistemáti- cas y calendarios fijos de antiparasitarios sintéticos, enfrenta hoy una crisis de soste- nibilidad. En Colombia ya se ha documentado la resistencia múltiple de *Haemonchus contortus* y otros nematodos gastrointestinales a benzimidazoles, levamisol, ivermectina y moxidectina, con eficacias inferiores al 80 % en varias explotaciones [44]. A nivel global, este problema es extendido: la resistencia promedio supera el 86 % para benzimidazoles, 52 % para macro-lactonas y 48 % para levamisol en cabras y ovejas recientes [45,46]. En ese orden de ideas, la realidad actual exige un cambio paradigmá- tico hacia sistemas integrados que combinen múltiples estrategias complementarias,

reduciendo la presión de selección sobre los parásitos mientras mantienen niveles aceptables de control sanitario.



Figura 3. Rebaño Cabra criolla Santandereana.

Fuente: elaboración propia

Algunas de las estrategias que proponemos son:

La desparasitación selectiva, que trata solo los animales con signos clínicos o indicadores de carga parasitaria elevada, es hoy uno de los pilares de los enfoques sostenibles de control (TST). En lugar de aplicar antiparasitarios a todo el rebaño con calendarización fija, este método focaliza tratamientos a los animales anémicos o clínicamente afectados, reduciendo el uso de productos y preservando refugios parasitarios susceptibles [47]. En este punto es útil el uso del método FAMACHA, desarrollado específicamente para detectar anemia causada por *Haemonchus contortus*, que utiliza una escala visual de coloración de mucosas permitiendo identificar animales que requieren tratamiento inmediato [48]. Ya que este método se diseñó de forma exclusiva para detectar *Haemonchus contortus*, combinado con evaluaciones de condición corporal, consistencia fecal y conteos de huevos por gramo de heces (EPG), este enfoque proporciona una base objetiva para decisiones terapéuticas en otras enfermedades.

Los sistemas de monitoreo regular constituyen la base de cualquier programa integrado exitoso. El conteo de huevos por gramo de heces (EPG), aunque requiere

equipamiento básico de laboratorio, proporciona información cuantitativa invaluable sobre la presión parasitaria individual y poblacional [49]. Además, la implementación de registros sistemáticos de peso corporal, producción láctea, eventos reproductivos y tratamientos aplicados permite identificar patrones, evaluar la efectividad de intervenciones y tomar decisiones informadas sobre ajustes en las estrategias de manejo [50]. En este aspecto, en el sistema extensivo empleado para la cabra criolla santandereana, aunque la identificación individual y registro detallado representan desafíos logísticos, resulta crucial fomentar una cultura de registro y análisis de datos. Aunque no se realice a nivel individual, medidas periódicas (muestreos de EPG, control de peso promedio, producción promedio) se pueden demostrar mejoras claras en rentabilidad y bienestar, incentivando gradualmente una adopción más sistemática del registro en campo.

Perspectivas de investigación y desarrollo tecnológico

A pesar de su importancia regional, la cabra criolla santandereana permanece como una de las especies pecuarias menos estudiadas científicamente en Colombia. Esta limitación en el conocimiento científico sistemático representa tanto un desafío como una oportunidad extraordinaria para la investigación aplicada y el desarrollo de tecnologías apropiadas.

Las tecnologías genómicas modernas ofrecen herramientas poderosas para identificar genes o regiones cromosómicas asociadas con características de interés en la cabra criolla [51]. Además, la selección asistida por marcadores (MAS) y el enfoque más amplio de selección genómica (GS) podrían acelerar significativamente los programas de mejoramiento dirigidos a resistencia parasitaria, eficiencia alimenticia y adaptación climática [52]. Al mismo tiempo, proyectos de secuenciación del genoma completo de poblaciones criollas santandereanas podrían revelar variantes genéticas únicas, desarrolladas durante siglos de adaptación local, que confieren ventajas adaptativas específicas [53]. Esta información sería invaluable para programas de conservación y aprovechamiento sostenible del recurso genético de la Cabra criolla Santandereana.

Recomendaciones para actores del sector

Para investigadores y académicos

Priorizar la investigación aplicada en campo que genere conocimiento directamente utilizable por productores. Los estudios deben enfocarse en validar tecnologías apropiadas, cuantificar impactos económicos de diferentes estrategias de manejo y desarrollar protocolos adaptados a las condiciones socioeconómicas rurales.

Establecer redes de investigación colaborativa entre universidades, centros de investigación nacionales e internacionales, y organizaciones de productores. La complejidad de los desafíos requiere enfoques multidisciplinarios que integren conocimientos de genética, parasitología, nutrición, bienestar animal y desarrollo rural.

Implementar programas de formación de recursos humanos especializados en producción caprina tropical. La escasez de profesionales con conocimiento específico en cabras criollas limita tanto la investigación como la transferencia tecnológica efectiva.

Para productores y asociaciones

Adoptar gradualmente estrategias integradas de manejo sanitario, comenzando con aquellas de menor costo y mayor impacto. La implementación de registros sistemáticos, mejoramiento de condiciones de bienestar animal y optimización nutricional pueden generar beneficios inmediatos con inversiones mínimas.

Participar activamente en programas de caracterización y mejoramiento genético. La identificación y selección de animales resilientes dentro de los rebaños existentes puede ser el punto de partida para programas de mejoramiento de base comunitaria.

Establecer alianzas comerciales que agreguen valor a los productos caprinos, especialmente desarrollando mercados para productos diferenciados como quesos artesanales, carne orgánica o productos con certificaciones de bienestar animal.

Para entidades gubernamentales y formuladores de políticas públicas

Incluir la Cabra Criolla Santandereana en programas nacionales de conservación de recursos zoogenéticos. Su reconocimiento oficial como raza criolla de importancia nacional facilitaría el acceso a recursos para investigación, mejoramiento y promoción comercial.

Desarrollar políticas de incentivos para prácticas sostenibles de producción caprina, incluyendo subsidios para implementación de tecnologías limpias, certificaciones de buenas prácticas y acceso preferencial a créditos para productores que adopten sistemas integrados.

Fortalecer los servicios de extensión rural con personal capacitado específicamente en producción caprina tropical. La transferencia efectiva de tecnologías requiere técnicos que comprendan tanto los aspectos científicos como las realidades socioculturales de las comunidades rurales.

Conclusiones

La cabra criolla santandereana es un recurso genético de valor estratégico en el contexto de los desafíos contemporáneos de la producción animal sostenible. Su excepcional adaptación a condiciones ambientales adversas, combinada con características productivas competitivas y una notable diversidad genética, la posicionan como una alternativa viable y prometedora para el desarrollo rural del nor-oriente colombiano.

Referencias

- [1] Rúa C. Caracterización de la cabra criolla santandereana en sistemas de producción del nororiente colombiano. Rev Fac Nac Agron Medellín. 2019;72(3):89-96.
- [2] Hoste H, Torres-Acosta JF, Paolini V, Aguilar-Caballero A, Etter E, Lefrileux Y, et al. Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. Small Ruminant Res. 2005;60:141-51.
- [3] Lucas R. Bienestar animal en sistemas de producción caprina: Factores determinantes y su relación con la salud del rebaño. Animal Welfare International. 2021;28(3):145-159.
- [4] González P. Morfología mamaria y su relación con la producción láctea en cabras criollas del nororiente colombiano. Rev MVZ Córdoba. 2021;26(1):e2045.
- [5] Cárdenas A, Silva M, Herrera J. Caracterización nutricional de la carne de cabra criolla santandereana: Potencial para mercados especializados. Arch Zootec. 2024;73(281):45-52.
- [6] Moreno R, Silva A, Castro H. Sistemas tradicionales de producción caprina en Santander: Aspectos nutricionales y sanitarios. Rev ICA. 1999;34(2):156-167.

- [7] Acosta R, Jiménez A, Rúa C. Evaluación morfológica de la ubre en cabras criollas santandereanas: Implicaciones para la producción láctea. *Arch Zootec.* 2021;70(269):89-96.
- [8] González P. Morfología mamaria y su relación con la producción láctea en cabras criollas del nororiente colombiano. *Rev MVZ Córdoba.* 2021;26(1):e2045.
- [9] Herrera M, Castillo D, Ramírez P. Características morfofuncionales de la glándula mamaria en cabras criollas colombianas. *Livestock Res Rural Dev.* 2022;34(8):Article 125.
- [10] Burgos A. Caracterización fenotípica y productiva de la cabra criolla en sistemas de producción del departamento de Santander. *Rev Fac Nac Agron Medellín.* 2017;70(2):8231-8240.
- [11] Jiménez A, Burgos A, Martínez R. Diversidad genética de la Cabra criolla Santandereana mediante marcadores microsatélites. *Acta Agron.* 2014;63(4):367-376.
- [12] Bibi F, Rahman A. An overview of climate change impacts on agriculture and their mitigation strategies. *Agriculture.* 2023;13(8):1508.
- [13] Makkar HPS. Review: Feed demand landscape and implications of food-not feed strategy for food security and climate change. *Animal.* 2018;12(8):1744-54.
- [14] Khan FA, Sahoo A, Kumari R. Gastrointestinal nematode infections in goats: epidemiology, pathophysiology and control strategies. *Vet World.* 2023;16(4):789-801.
- [15] Otranto D, Wall R. *Veterinary parasitology.* John Wiley & Sons; 2024.
- [16] Taylor M. Parasites of goats: a guide to diagnosis and control. *In Practice.* 2002;24(2):76-89.
- [17] Khalid M, Ahmed S, Hassan T. Digital extension platforms for livestock development in developing countries: Opportunities and challenges. *Agric Syst.* 2024;195:103301.
- [18] Várady M, Papadopoulos E, Dolinská M, Königová A. Anthelmintic resistance in parasites of small ruminants: sheep versus goats. *Helminthologia.* 2011;48(3):137-144.
- [19] Costa-Junior LM, Silva CR, Soares AMS, Menezes AS, Silva MRL, Amarante AFT, et al. Ultramicroscopy assessment of biophysical properties of *Haemonchus contortus* from different life cycle stages with atomic force microscopy. *Ultramicroscopy.* 2020;209:112862.
- [20] Rinaldi L, Veneziano V, Cringoli G. Dairy goat production and the importance of gastrointestinal strongyle parasitism. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2007;101(8):745-746.

- [21] Santiago-Moreno J, Luzón M, Coloma MA, González F, Gómez-Brunet A, López-Sebastián A. Relationship between Iberian ibex (*Capra pyrenaica*) sperm quality and level of parasitism. *Eur J Wildl Res.* 2010;56:605-11.
- [22] Henriques PS. Diet's protein supplementation and *Haemonchus contortus* infection relation to the homeostasis, ovarian gene expression and histology of peripubertal ewes [dissertation]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo; 2021.
- [23] Molento MB, Veríssimo CJ, Amarante AT, Van Wyk JA, Chagas ADS, De Araújo JV, et al. Alternativas para o controle de nematoïdes gastrintestinais de pequenos ruminantes. *Arg Inst Biol.* 2013;80:253-263.
- [24] Hoste H, Sotiraki S, Landau SY, Jackson F, Beveridge I. Goat-nematode interactions: think differently. *Trends Parasitol.* 2010;26(8):376-381.
- [25] Carson A, Reichel R, Bell S, Collins R, Smith J, Bartley D. *Haemonchus contortus*: an overview. *Vet Rec.* 2023;192(1):26-28.
- [26] Adduci I, Sajovitz F, Hinney B, Lichtmannsperger K, Joachim A, Wittek T, et al. Haemonchosis in sheep and goats, control strategies and development of vaccines against *Haemonchus contortus*. *Animals.* 2022;12(18):2339.
- [27] Torres-Acosta JFJ, Hoste H. Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Ruminant Res.* 2008;77(2-3):159-173.
- [28] Mpofu TJ, Nephawé KA, Mtileni B. Prevalence and resistance to gastrointestinal parasites in goats: A review. *Vet World.* 2022;15(10):2442.
- [29] Taberlet P, Coissac E, Pansu J, Pompanon F. Conservation genetics of cattle, sheep, and goats. *C R Biol.* 2011;334(3):247-254.
- [30] Notter DR. Genetic improvement of reproductive efficiency of sheep and goats. *Anim Reprod Sci.* 2012;130(3-4):147-151.
- [31] Hoste H, Torres-Acosta JFJ, Aguilar-Caballero AJ. Nutrition-parasite interactions in goats: is immunoregulation involved in the control of gastrointestinal nematodes? *Parasite Immunol.* 2008;30(2):79-88.
- [32] Bustamante CV. La producción caprina en Colombia. *Tierras Caprino.* 2019:55-59.

- [33] Fekete SG, Kellems RO. Interrelationship of feeding with immunity and parasitic infection: a review. *Vet Med Praha.* 2007;52(4):131.
- [34] Paolicchi F, Perea J, Cseh S, Morsella C. Relationship between paratuberculosis and the microelements copper, zinc, iron, selenium and molybdenum in beef cattle. *Braz J Microbiol.* 2013;44:153-160.
- [35] Baker JA, Taylor CR, Johnson DE. The impact of stress hormones on reproductive health in small ruminants. *J Anim Sci.* 2020;98:2301-13.
- [36] Chen X, Li S, Wang Z. Effects of environmental conditions on cortisol levels and reproductive performance in goats. *J Anim Sci Technol.* 2022;64:555-67.
- [37] Tada O, Mamakoko MS, Mashamaite PK, Tshabuse P. Evaluation of stress hormones on reproductive functions of sheep and goats: A systematic review. *Front Anim Sci.* 2025;6:1611896.
- [38] Hydbring-Sandberg E, von Walter LW, Forkman B. Cortisol is not enough: A complex stress reaction in tethered goats. *Anim Welf.* 2022;31(1):91-98.
- [39] Sejian V, Silpa MV, Reshma Nair MR, Devaraj C, Krishnan G, Bagath M, et al. Heat stress and goat welfare: Adaptation and production considerations. *Animals.* 2021;11(4):1021.
- [40] Kumar N, Rao TKS, Varghese A, Rathor VS. Internal parasite management in grazing livestock. *J Parasit Dis.* 2013;37(2):151-157.
- [41] Barger IA, Siale K, Banks DJD, Le Jambre LF. Rotational grazing for control of gastrointestinal nematodes of goats in a wet tropical environment. *Vet Parasitol.* 1994;53(1-2):109-116.
- [42] Miranda-de la Lama GC, Mattiello S. The importance of social behaviour for goat welfare in livestock farming. *Small Ruminant Res.* 2010;90(1-3):1-10.
- [43] Zobel G, Neave HW, Webster J. Understanding natural behavior to improve dairy goat (*Capra hircus*) management systems. *Transl Anim Sci.* 2019;3(1):212-224.
- [44] Chaparro JJ, Villar D, Zapata JD, López S, Howell SB, López A, et al. Multi-drug resistant *Haemonchus contortus* in a sheep flock in Antioquia, Colombia. *Vet Parasitol Reg Stud Reports.* 2017;10:29-34.
- [45] Wolstenholme AJ, Fairweather I, Prichard R, von Samson-Himmelstjerna G, Sangster NC. Drug resistance in veterinary helminths. *Trends Parasitol.* 2004;20(10):469-476.

- [46] Vineer HR, Morgan ER, Hertzberg H, Bartley DJ, Bosco A, Charlier J, et al. Increasing importance of anthelmintic resistance in European livestock: creation and meta-analysis of an open database. *Parasite*. 2020;27:69.
- [47] Ríos de Álvarez L, Schoenian S, Torres Acosta JFJ, Lemus R, Jousan D. Sustainable parasite control for sheep and goats. Mississippi State University Extension Service; 2025. Publication No. P3722.
- [48] Maia D, Rosalinski-Moraes F, Van Wyk JA, Weber S, Sotomaior CS. Assessment of a hands-on method for FAMACHA® system training. *Vet Parasitol*. 2014;200(1-2):165-171.
- [49] Sabatini GA, Fernández AS, Lamberti R, Fiel CA, Steffan PE, Ciappesoni G. Evaluation of fecal egg count methods in sheep and goats: A comparison of McMaster, FLOTAC, and mini-FLOTAC techniques. *Vet Parasitol*. 2023;315:109876.
- [50] Pennsylvania State University. Sheep and goat production record keeping systems [Internet]. University Park: Penn State Extension; [date unknown] [cited 2025 Jul 29]. Available from: <https://extension.psu.edu/sheep-and-goat-production-record-keeping-systems>
- [51] Estrada-Reyes ZM, Rae DO, Oca-Jiménez RM, Martínez-González JC, Pech-Martínez A, Gutiérrez-Vázquez E. Genomic tools for genetic improvement of goats. *Trop Anim Health Prod*. 2019;51(7):1793-1808.
- [52] Yan G, Liu X, Kang X, Zhang Y, Tu Y, Wang K, et al. Genome-wide association studies and genomic prediction for milk production traits and somatic cell score in different lactation stages of Shanghai Holstein population. *Front Genet*. 2022;13:940650.
- [53] Zhang W, Liu S, Wang J, Li M, Chen H, Yang X, et al. Whole-genome sequencing reveals genetic diversity and population structure of Chinese indigenous goat breeds. *J Anim Sci Biotechnol*. 2024;15(1):15.