

La cabra criolla santandereana, patrimonio genético de Colombia



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica)

Centro de Investigación Tibaitatá

Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, código postal 250047, Colombia

Asociación Nacional de Caprinocultores y Ovinocultores de Colombia (ANCO)

Carrera 84 No 77- 25, Bogotá

Entes financiadores:

Gobernación de Santander

Didier Tavera Amado, gobernador

Secretaría de Agricultura

Diego Isnardo Jaimes Ochoa, secretario de Agricultura

Rodrigo Alfredo Martínez Sarmiento

Investigador PhD, Red de Ganadería
y Especies Menores, Corpoica.

Correo electrónico: ramartinez@corpoica.org.co

William Orlando Burgos Paz

Investigador PhD, Red de Ganadería
y Especies Menores, Corpoica.

Correo electrónico: wburgos@corpoica.org.co

Rodrigo Efrén Vásquez Romero

Profesional de investigación, Red de Ganadería
y Especies Menores, Corpoica.

Correo electrónico: rvasquez@corpoica.org.co

José Orlando Pérez Palencia

Profesional de Apoyo, Corpoica.

Correo electrónico: joperezp@unal.edu.co

Diego Hernán Bejarano Garavito

Profesional de apoyo, Red de Ganadería
y Especies Menores, Corpoica.

Correo electrónico: dhbejarano@corpoica.org.co

Edna Rocío Camargo Sánchez

Joven Investigadora, Red de Ganadería
y Especies Menores, Corpoica.

Correo electrónico: ecamargo@corpoica.org.co

Carlos Manrique Perdomo

Investigador PhD, Departamento de Producción
Animal, Universidad Nacional de Colombia.

Correo electrónico: cmantriquep@unal.edu.co

Rubén Darío Corzo Hernández

Joven Investigador, Red de Ganadería
y Especies Menores, Corpoica.

Correo electrónico: rcorzo@corpoica.org.co

Tatiana Aldana Hernández

Zootecnista, Asociación Nacional de
Caprinocultores y Ovinocultores de Colombia.

Correo electrónico: ltaldanah@unal.edu.co

Cláusula de responsabilidad: Corpoica no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Mayor información:

Grupo de Recursos Genéticos y Biotecnología Animal Corpoica

Diego Hernán Bejarano Garavito

Correo: dhbejarano@corpoica.org.co

Rodrigo Efrén Vásquez Romero

Correo: rvasquez@corpoica.org.co

Línea de atención nacional gratuita: **01 8000 12 15 15**

Contenido

Introducción	2
Caracterización fenotípica	3
Caracterización morfométrica de la cabra criolla santandereana	4
Caracterización productiva (crecimiento)	17
Caracterización genética de la cabra santandereana	19
Valoración molecular de la población de cabra santandereana	20
Una población con diversidad y diferenciación genética	21
Cabra santandereana y su relación con otras razas	23
Conclusiones	24



Introducción

En la mayoría de los municipios ubicados en la región del cañón del Chicamocha, (figura 1) la cabra se ha convertido en un factor relevante e influyente en la economía de la población, que garantiza la seguridad alimentaria y la generación de ingresos para la economía campesina. El departamento de Santander, consciente de la importancia que tienen sus recursos zoogenéticos para el desarrollo agropecuario de la región, suscribió, en el año 2015, un convenio de cooperación institucional con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), con el fin de desarrollar un proyecto de investigación que permita obtener los soportes científicos requeridos para declarar a la cabra criolla santandereana como una raza pura, para lo cual se llevó a cabo la caracterización racial, morfométrica y productiva de la población, así como una valoración genética, basada en la información del ADN de los animales.

A partir de los resultados obtenidos en este proyecto de investigación, se obtuvo evidencia que sugiere que la cabra criolla santandereana es una población que tiene un perfil genético definido y un bajo nivel de mezcla genética con otras razas, gracias a estos resultados se pretende llegar a obtener el reconocimiento como raza pura, por parte del Gobierno Nacional y las entidades internacionales como la FAO. Mediante este logro se podrán implementar estrategias de conservación que permitan realizar un manejo adecuado de la consanguinidad y reducir el cruzamiento indiscriminado, para evitar la pérdida de genes relacionados con la adaptación y la rusticidad, que es el principal valor agregado que tiene la cabra santandereana.



Foto: José Orlando Pérez

Figura 1. Panorámica del cañón del río Chicamocha.

Caracterización fenotípica

La caracterización fenotípica se refiere al proceso de identificar diferentes poblaciones raciales y describir sus características físicas (morfometría) y de producción dentro de un entorno específico. En este proyecto de investigación, se realizó un trabajo de campo con 120 productores vinculados y 700 ejemplares de cabra santandereana preseleccionados, de los cuales, a un grupo de 500 animales, se le realizó una caracterización racial con base en los descriptores establecidos por la FAO para esta especie. Este proceso se realizó con la participación de Asociación Nacional de Caprinocultores y Ovinocultores de Colombia (ANCO), que desarrolló la metodología a partir de la identificación de animales utilizando microchips intradérmicos, tal como lo establece el Sistema de Registro Genealógico Nacional. Este sistema de identificación también permitió realizar control productivo dentro de la población de estudio.



Caracterización morfométrica de la cabra criolla santandereana

Para determinar las características en la apariencia, la conformación y la dimensión de la cabra criolla santandereana, se tomaron medidas morfológicas sobre los animales a diferentes edades, para lo cual fue necesario diferenciar entre la condición sexual y la categoría:

- Cría o cabrito: de 0 a 12 meses
- Cabretona-macho de reemplazo: mayor de 12 meses hasta 24 meses
- Cabra adulta y cabro: mayores de 24 meses

Las medidas básicas que se utilizaron para la caracterización fenotípica fueron: longitud del cuerpo, alzada a la cruz, alzada a la grupa, perímetro torácico, longitud de la oreja y los cuernos y ancho de anca, que son las medidas sugeridas por la FAO. Para realizar la caracterización fenotípica, se diseñaron formatos sencillos para el registro de la información, así como una encuesta para la caracterización de los productores vinculados y se usaron herramientas de medición, como cintas métricas, reglas y básculas. Las fincas sobre las que se realizó la caracterización morfológica, así como genética, fueron asignadas a tres grupos (en adelante denominados clúster) acorde con la ubicación geográfica:

- Clúster 1 (C1): Capitanejo, Curití, Mogotes, Molagavita, San Andrés, Enciso, San José de Miranda, Málaga.
- Clúster 2 (C2): Aratoca, Curití, Cepita.
- Clúster 3 (C3): Villanueva, Zapatoca, Barichara, Jordán, Los Santos.



Longitud del cuerpo: tomada desde la articulación escapulo-humeral hasta la región de la articulación femuro-isquiática, en línea recta, de esta manera se dividió al animal en dos mitades iguales, con una cinta métrica. Es importante precisar que esta medida se puede tomar por el lado derecho e izquierdo del animal (figura 2). En la cabra santandereana, la longitud promedio del cuerpo para las hembras adultas fue de $69,66 \pm 5,81$ cm, siendo superior este valor en los machos con un promedio de $77,02 \pm 5,09$ cm (tabla 1).

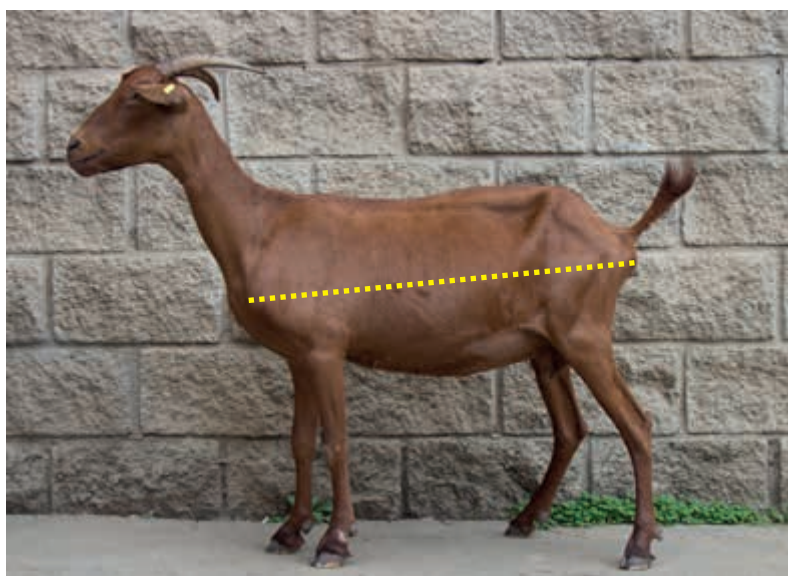


Foto: José Orlando Pérez

Figura 2. Medida de la longitud del cuerpo

Tabla 1. Medida de longitud corporal según la etapa de crecimiento

Categoría	Longitud del cuerpo en la cabra santandereana			
	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Coefficiente de variación (%)
Cabrito	59,15±5,48	50	70	9,27
Cabretona	63,53±4,69	54,5	76,7	7,39
Reemplazo macho	69,05±5,88	57	79	8,51
Hembra adulta	69,66±5,81	52	88,5	8,34
Reproductor macho	77,02±5,09	64,5	89	6,61

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los valores promedio de longitud corporal entre clúster (C), se evidencia que los animales del C3 tienen una mayor longitud corporal con respecto al C1 y C2 (figura 3).

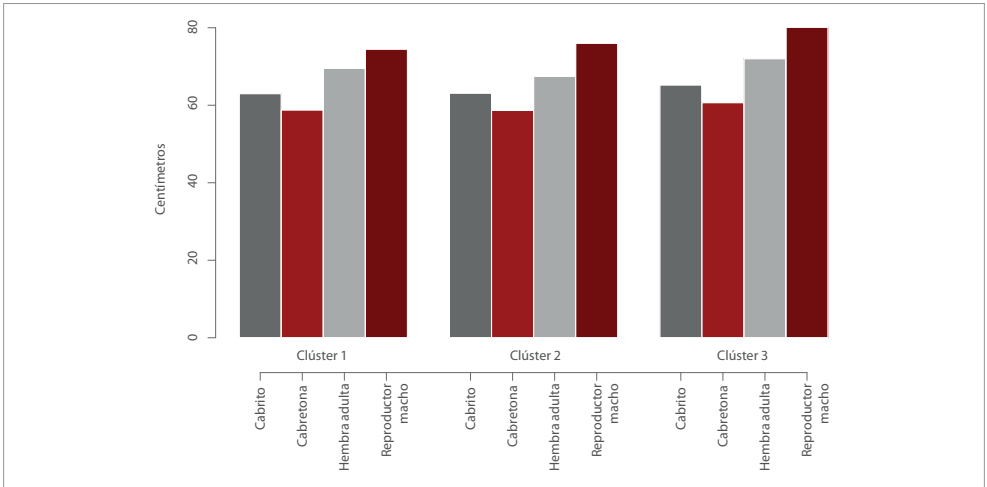


Figura 3. Medida de longitud corporal para cada clúster definido.

Fuente: Elaboración propia

Alzada a la cruz: tomada desde la máxima altura de la cruz, entre la segunda y la tercera vértebra torácica, a partir de la línea media del animal, hasta el borde externo palmar de la pezuña. La medición con cinta métrica debe ser paralela a la extremidad anterior (figura 4). En la cabra santandereana, las hembras adultas tienen un promedio de alzada a la cruz de $64,85\pm3,91$ cm; en el caso de los machos, el valor promedio es de $72,05\pm4,58$ cm (tabla 2).

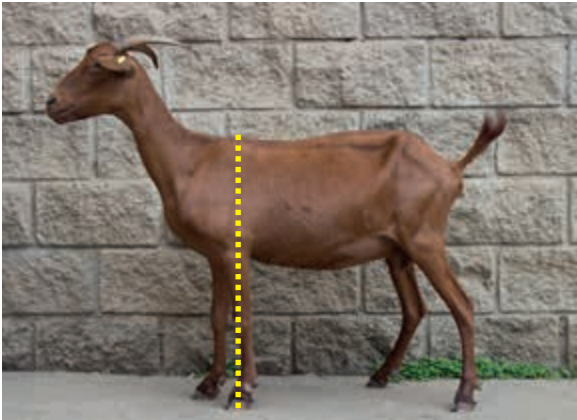


Foto: José Orlando Pérez

Figura 4. Medida alzada a la cruz.

Tabla 2. Medida de alzada a la cruz según la etapa de crecimiento

Categoría	Longitud de la alzada a la cruz en la cabra criolla santandereana			
	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Coefficiente de variación (%)
Cabrito	59,61±4,19	53,2	67,4	7,03
Cabretona	61,36±4,04	52	71	6,59
Reemplazo macho	64,37±5,01	55	70,7	7,78
Hembra adulta	64,85±3,91	53	75	6,03
Reproductor macho	72,05±4,58	64,3	81,1	6,36

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los valores promedio de alzada a la cruz entre clúster (C), se evidencia que los animales del C1 tienen un valor promedio superior con respecto al C2 y C3 (figura 5).

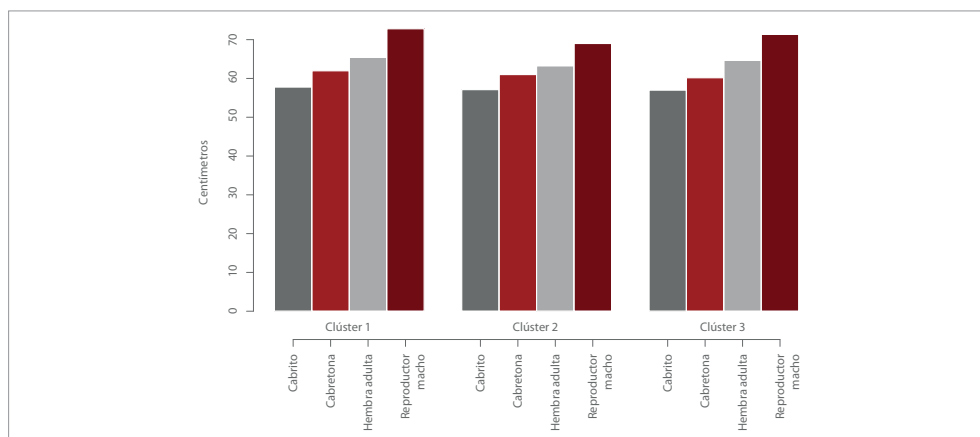


Figura 5. Medida alzada a la cruz para cada clúster definido.

Fuente: Elaboración propia

Alzada a la grupa: tomada desde la máxima altura del anca en el hueso sacro, a partir de la línea media del animal, y hasta el borde externo plantar de la pezuña. La medición con cinta métrica debe ser paralela a la extremidad posterior (figura 6). La alzada a la grupa en las hembras adultas de la cabra santandereana tiene un promedio de $64,55 \pm 4,26$ cm, esta misma medida en los machos adultos tiene un valor promedio de $70,135 \pm 4,95$ cm (tabla 3).

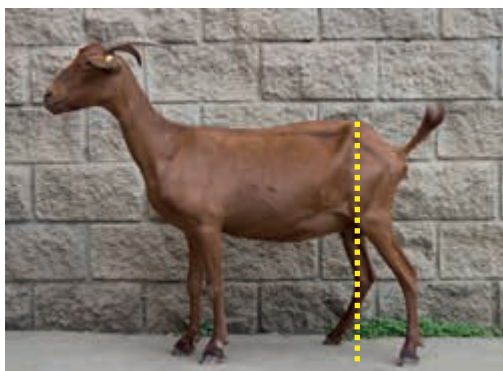


Foto: José Orlando Pérez

Figura 6. Medida de alzada al anca.

Tabla 3. Longitud de la alzada a la grupa según la etapa de crecimiento

Categoría	Longitud de la alzada a la grupa en la cabra santandereana			
	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Coefficiente de variación (%)
Cabrito	58,69±4,62	51	67	7,88
Cabretona	61,15±4,24	50	73	6,93
Reemplazo macho	64,21±4,66	54,5	69,8	7,26
Hembra adulta	64,55±4,26	54,4	76,5	6,60
Reproductor macho	70,13±4,95	61	81,4	7,07

Fuente: Elaboración propia

Para la medida de alzada a la grupa, el C1 presentó mayores valores con respecto a C2 y C3 (figura 7).

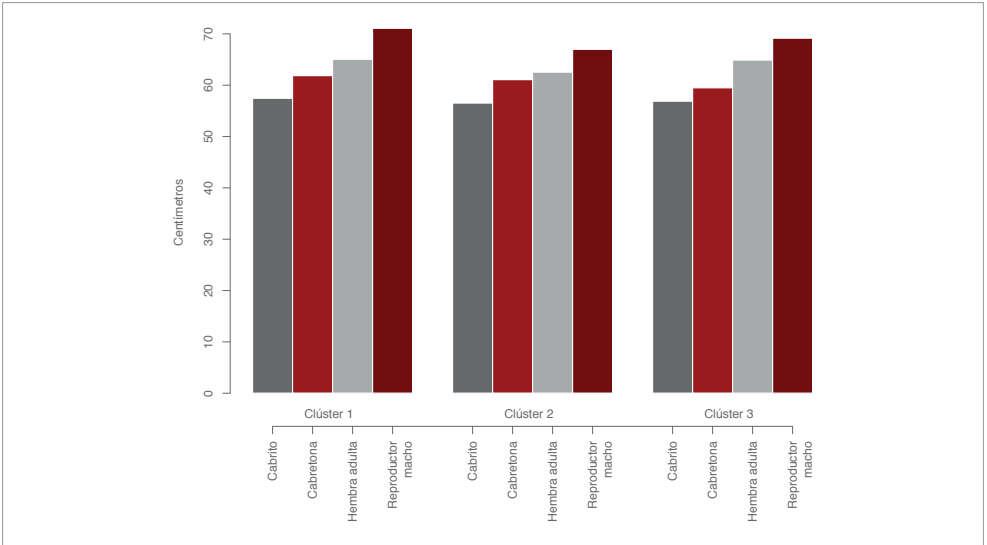


Figura 7. Medida de alzada a la grupa para cada clúster definido.

Fuente: Elaboración propia

Perímetro torácico: tomado desde la máxima altura del tórax, a partir de la línea media del animal, y hacia abajo por la espalda, pasando por el esternón, dividiendo al animal en dos, para luego volver al punto de partida (figura 8). Esta medida está relacionada con el peso corporal del animal, el cual se puede determinar al utilizar una cinta métrica calibrada para la especie. En la cabra santandereana el perímetro torácico para las hembras adultas fue de $75,15 \pm 5,88$ cm, siendo superior este valor en los machos con un promedio de $84,23 \pm 5,91$ cm (tabla 4).

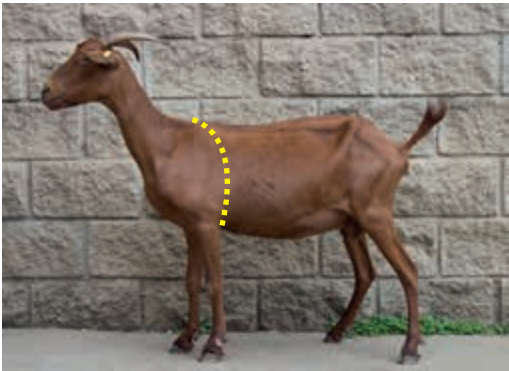


Foto: José Orlando Pérez

Figura 8. Medida perímetro torácico.

Tabla 4. Perímetro torácico según la etapa de crecimiento

Categoría	Longitud del perímetro torácico en la cabra santandereana			
	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Coefficiente de variación (%)
Cabrito	$64,43 \pm 5,53$	54	72	8,58
Cabretona	$68,80 \pm 4,78$	54	83	6,95
Reemplazo macho	$72,36 \pm 5,08$	62	83	7,03
Hembra adulta	$75,15 \pm 5,88$	56	95	7,77
Reproductor macho	$83,67 \pm 4,91$	73	94	5,87

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los valores promedio de perímetro torácico entre clúster (C), se evidencia que las machos del C2 presentaron los promedios más altos para este rasgo, mientras que en las hembras los promedios más altos se observaron en el C3 (figura 9).

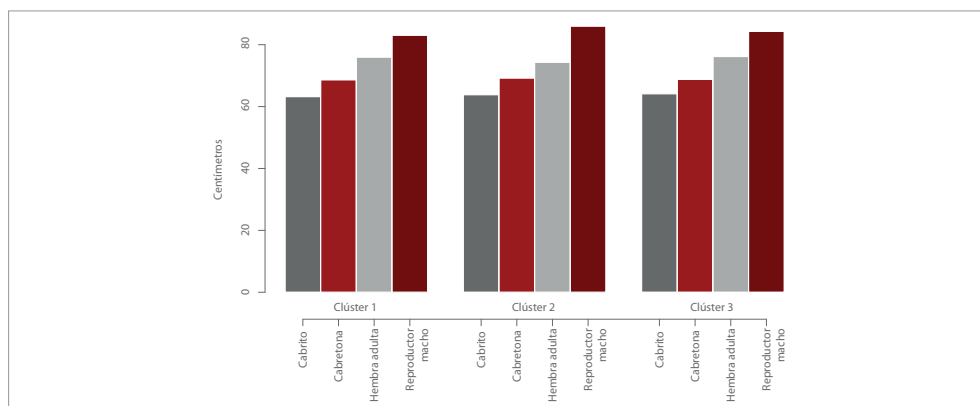


Figura 9. Medida de perímetro torácico para cada clúster definido.

Fuente: Elaboración propia

Largo de cuerno y de oreja: se mide desde la base del cuerno hasta la punta y desde la base de la oreja hasta la punta (figura 10). En la cabra santandereana, las hembras adultas tienen una longitud promedio de cuernos de $16,94 \pm 13,11$ cm, mientras que los machos tienen una longitud promedio de $37,43 \pm 9,70$ cm (tabla 5). En el caso del largo de la oreja, no existe una diferencia importante entre hembras y machos, con una longitud promedio de $14,53 \pm 1,26$ cm y $14,88 \pm 1,70$ cm, respectivamente (tabla 6).



Foto: José Orlando Pérez

Figura 10. Medida del largo del cuerno y de la oreja.

Tabla 5. Longitud de los cuernos según la etapa de crecimiento

Categoría	Longitud de los cuernos en la cabra santandereana			
	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Coefficiente de variación (%)
Cabrito	21,26±14,34	9	56,8	67,46
Cabretona	13,17±4,55	6,5	57,7	34,59
Reemplazo macho	24,69±4,98	18	34	20,18
Hembra adulta	16,32±5,77	8	66,5	35,38
Reproductor macho	37,43±9,70	3,7	62,5	25,93

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Longitud de las orejas según la etapa de crecimiento

Categoría	Longitud de las orejas en la cabra santandereana			
	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Coefficiente de variación (%)
Cabrito	13,65±0,91	12	15,2	6,72
Cabretona	14,23±1,06	12	17	7,49
Reemplazo macho	14,34±0,97	13	16,5	6,76
Hembra adulta	14,58±1,11	12	18,5	7,63
Reproductor macho	15,11±1,04	13	18	6,92

Fuente: Elaboración propia

Ancho de anca: tomado entre las puntas anteriores (tuberosidades coxales) y el punto medio de la cadera (ancho anterior), y entre la punta de los isquiones (ancho posterior) (figura 11). Esta medida es muy importante pues, en el caso de las hembras, un mayor ancho de anca se relaciona con facilidad en el parto. En la cabra santandereana, las hembras adultas tienen un promedio de ancho anterior de anca de $13,80\pm1,33$ cm, y un ancho posterior de anca de $15,82\pm1,34$ cm; en el caso de los machos el valor promedio es de $14,50\pm1,33$ cm y de $16,45\pm1,44$ cm, respectivamente (tablas 7 y 8).



Foto: José Orlando Pérez

Figura 11. Medida de ancho de anca.

Tabla 7. Ancho anterior de la grupa según la etapa de crecimiento

Categoría	Ancho anterior de la grupa en la cabra santandereana			
	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Coefficiente de variación (%)
Cabrito	10,56±1,32	8	13	12,51
Cabretona	12,30±1,22	8,5	15	9,92
Reemplazo macho	11,96±0,84	10,5	13,5	7,06
Hembra adulta	13,80±1,33	9	17	9,68
Reproductor macho	14,50±1,33	12	17,4	9,19

Fuente: Elaboración propia

Al comparar el promedio del ancho anterior de la grupa entre clúster (C), se evidencia que los animales del C3 tienen un promedio superior con respecto al C2 y C1 (figura 12).

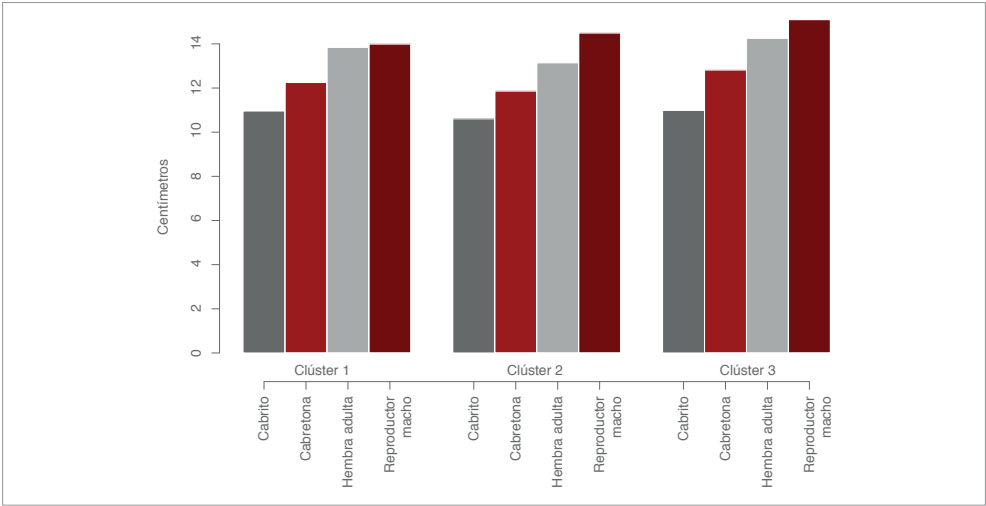


Figura 12. Medida del ancho anterior de la grupa para cada clúster definido.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Ancho posterior de la grupa según la etapa de crecimiento

Categoría	Ancho posterior de la grupa en la cabra santandereana			
	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Coefficiente de variación (%)
Cabrito	13,54±1,27	11,5	16,4	9,43
Cabretona	14,62±1,07	11,5	17,2	7,38
Reemplazo macho	14,92±1,08	13	17	7,25
Hembra adulta	15,79±1,23	12,2	20,5	7,8
Reproductor macho	16,45±1,44	14	20,8	8,79

Fuente: Elaboración propia

Adicional a las medidas descritas anteriormente, se tomaron otras que son importantes para la caracterización racial de la cabra santandereana. En la tabla 9 se presentan los resultados obtenidos para todas las medidas morfométricas evaluadas en hembras adultas de la cabra criolla santandereana.

Tabla 9. Resumen de medidas morfométricas en hembras adultas de cabra santandereana

Medidas	Valor para la cabra santandereana			
	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Coefficiente de variación (%)
Longitud cefálica total (LCT)	16,03±1,29	12	20,5	8,06
Anchura de la cabeza (AC)	10,76±0,94	8	15	8,75
Profundidad de la cabeza (PC)	14,19±1,28	11,5	22	9,04
Anchura de la oreja (AO)	6,94±0,49	5,5	8,7	7,19
Alzada a los isquiones (ALI)	47,83±4,25	36,5	67	8,89
Anchura de hombros (AH)	16,02±1,51	11,5	22	9,43
Anchura torácica (AT)	15,49±1,97	10	22	12,73
Profundidad torácica (PRT)	29,76±4,42	23	37	8,15
Perímetro abdominal (PA)	88,3±8,77	65	119	9,93
Profundidad abdominal (PRA)	32,04±3,39	21,2	42,5	10,57

(Continúa)

(Continuación tabla 9)

Medidas	Valor para la cabra santandereana			
	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Coefficiente de variación (%)
Longitud grupa (LG)	21,53±1,40	17,5	25,5	6,54
Perímetro de la caña anterior (PCA)	7,37±0,77	6	10	9,28
Perímetro de la caña posterior (PCP)	7,57±0,77	6	10	10,27
Longitud del pelo del dorso (LPD)	3,99±1,01	2	8,7	25,37
Longitud del pelo de la grupa (LPG)	3,51±0,99	1,3	10	28,38
Longitud de la caña anterior (LCA)	10,14±0,75	8,5	12,5	7,44
Longitud de la caña posterior (LCP)	10,95±0,98	9	14	8,97
Anchura entre isquiones anteriores (AIA)	8,63±2,27	4	13	26,38
Anchura entre isquiones posteriores (AIP)	4,94±2,17	2	11,5	43,98

Fuente: Elaboración propia

Caracterización productiva (crecimiento)

El crecimiento es una característica de interés en la cría de cabras de carne, pues afecta directamente el tiempo en el que se alcanza el peso de sacrificio y, por ende, la rentabilidad de la explotación. En este trabajo se realizó una caracterización del peso de los animales a diferentes edades (tabla 10) y un primer ejercicio de control productivo dentro de la población de la cabra santandereana, para lo cual fue necesario individualizar los animales utilizando microchips intradérmicos, que permiten realizar seguimiento en el tiempo y tener una estimación del comportamiento productivo en estos animales.

En la cabra santandereana, el peso promedio al nacimiento está entre 2,3 y 2,7 kg, según el sexo de la cría. Al destete, las hembras alcanzan un peso promedio de $14,9 \pm 2,0$ kg; los machos se destetan más pesados, con un peso promedio de $18,0 \pm 6,8$ kg, lo que registra una alta variabilidad, con un rango de pesos que va desde los 13 kg hasta los 28 kg (tabla 10). A los 12 meses, las hembras tienen un peso promedio de $22,4 \pm 4,2$ kg; a esta misma edad, los machos tienen un peso promedio de $25,8 \pm 4,8$ kg. A los dos años de edad, las diferencias de peso entre machos y hembras, son más amplias, con un valor promedio de $25,9 \pm 5,5$ kg, para las hembras, y $33,0 \pm 4,1$ kg, para los machos; la variación en los datos registrados es más amplia con un rango de pesos en los machos, que va desde los 28 kg hasta los 42 kg. A la edad de tres años, las hembras registran un peso promedio de $33,4 \pm 6,8$ kg, mientras que los machos alcanzan un valor promedio de $46,8 \pm 6,6$ kg (tabla 10). Para todas las categorías, se observó una gran variación en los pesos registrados, lo que indica que existe un rango amplio de peso para una misma edad y esto se puede asociar con variabilidad fenotípica dentro de la población, lo cual es una condición necesaria para poder diseñar e implementar estrategias de selección encaminadas a mejorar la tasa de crecimiento en la población de cabra santandereana.

Tabla 10. Resumen de pesos a las diferentes edades

Edad	Sexo	Promedio (kg)	Mínimo (kg)	Máximo (kg)
Peso nacimiento	H	2,3	ND	ND
	M	2,7	ND	ND
Peso destete	H	14,9±2,0	11	18
	M	18,0±6,8	13	28
Peso al año	H	22,4±4,2	15	35,5
	M	25,8±4,8	19	33,2
Peso a los dos años	H	25,9±5,5	16	43
	M	33,0±4,1	28	42
Peso a los tres años	H	33,4±6,8	22	46
	M	46,8±6,6	39	55

ND = no disponible

Fuente: Elaboración propia

Caracterización genética de la cabra santandereana

La cabra acompaña los sistemas de producción pecuaria en América desde su descubrimiento y se proyecta como un recurso de enorme valor para diferentes regiones en el mundo. Un ejemplo de los procesos de selección y adaptación a los que esta especie fue sometida se puede encontrar en la cabra santandereana, la cual no solo se adaptó a las difíciles condiciones de la región del cañón del Chicamocha, sino que también se ha convertido en una importante fuente de ingresos para la población de la zona, dado su nivel de producción.

Gracias al trabajo desarrollado durante el proyecto “Apoyo a la declaratoria de la cabra criolla santandereana como raza pura”, se lograron recolectar muestras de ADN de individuos representativos de la población de cabra santandereana y, a partir de la utilización de modernas técnicas de análisis molecular, fue posible establecer cómo es la estructura de su población actual, acorde con el origen geográfico. Igualmente, los datos moleculares permitieron la identificación de posibles grupos ancestrales que contribuyeron en su formación y sostenimiento en la región. De este modo, se cuenta con la valoración más objetiva realizada a la fecha de este importante recurso genético propio de Colombia.



Valoración molecular de la población de cabra santandereana

Tras las visitas realizadas a los diferentes predios en los tres clusters definidos, se colectaron muestras de sangre de 300 cabras, las cuales fueron transportadas al Laboratorio de Genética Molecular del Centro de Investigación Tibaitatá de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), para realizar la extracción de ADN y la subsecuente genotipificación con el Illumina goat SNP50 bead chip, que permite evaluar de manera simultánea 53.347 polimorfismos de nucleótido simple (SNPs) distribuidos a lo largo del genoma de la cabra.



Adicionalmente, la información molecular de la cabra santandereana fue evaluada conjuntamente con datos de cabras españolas facilitados por Marcel Amils y Félix Goyche y de otras bases de datos disponibles, a fin de identificar su origen o los eventos de introgresión genética de razas comerciales.

Una población con diversidad y diferenciación genética

La información molecular reveló que la cabra santandereana se mantiene como una población con relativo aislamiento geográfico influenciado por las condiciones propias de la región. También, los procesos adaptativos modelaron la diversidad de la población, a tal punto que cuenta con una diversidad comparable con poblaciones autóctonas o de interés comercial.

En la figura 13a, cada punto de la gráfica representa un individuo analizado y los colores negro, verde y rojo se refieren al clúster (C) de poblaciones de cabra. Como se esperaba, cada clúster estuvo representado por un conjunto de individuos que se parecen entre sí, concretamente el caso de C2 (rojo) y C3 (verde). Por su parte, los individuos de C1 no formaron un grupo definido, esto se debe a la variedad de municipios y regiones que lo componen. En la figura 13b, se identificaron los individuos según el clúster (color) y el municipio dentro del clúster. El C1 presentó una mayor diversidad mediada por los individuos de los municipios de Mogotes y Molagavita.

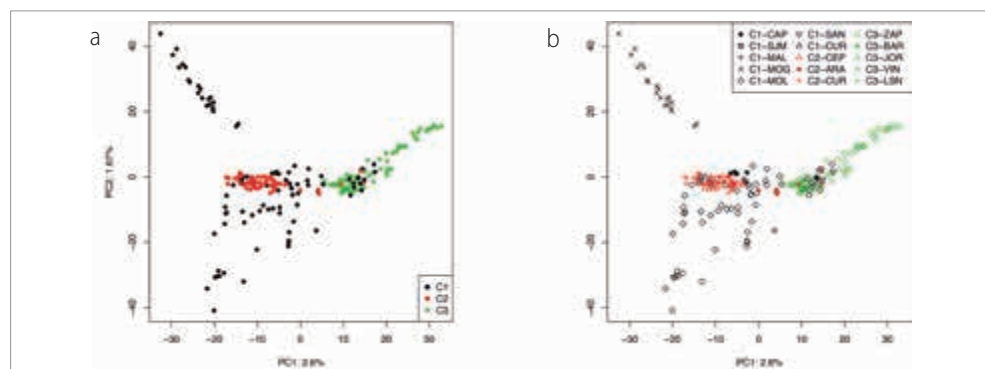


Figura 13. Análisis de componentes principales a partir de las frecuencias alélicas en la población de cabra santandereana. a. Clasificación de los individuos según la región de origen; b. Clasificación de individuos según región y municipio de origen.

Fuente: Elaboración propia

Los datos moleculares permitieron identificar que tres grupos genéticos ($k=3$) contribuyeron a la conformación de la población actual. La figura 14 muestra la proporción del genoma de cada individuo que se relaciona con cada grupo ancestral.

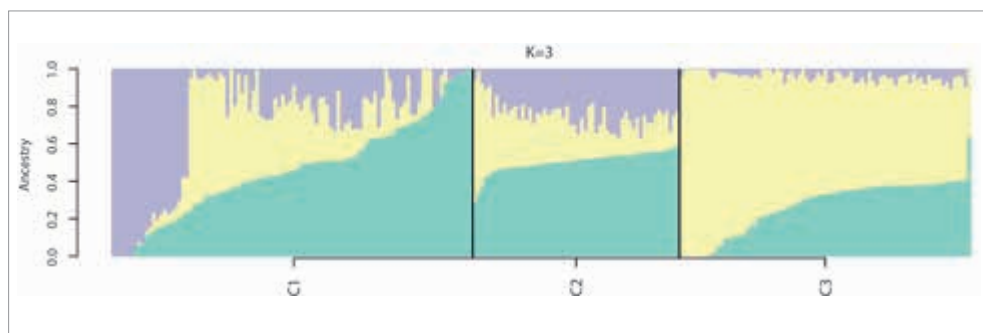


Figura 14. Análisis de ancestría para los tres clústeres de poblaciones de cabra santandereana.
Fuente: Elaboración propia

En la figura 14, cada color está asociado a una población ancestral. Mientras el clúster C1 pareciera tener influencia de un grupo ancestral (color violeta), en el C3 predomina otro grupo ancestral (color amarillo).

En pocas palabras, pese a que la cabra santandereana es una única población con características fenotípicas, de adaptación y manejo similares, la variabilidad genética observada reveló un patrón de diferenciación dentro de cada clúster, lo que representa una invaluable reserva de diversidad genética.

El adecuado aprovechamiento de esta información permitiría direccionar la conformación de núcleos de conservación y el desarrollo de estrategias de mejoramiento genético en la cabra santandereana, que promuevan la productividad de la población sin detrimento de la variabilidad genética ni afectar la adaptación acumulada durante muchos años, que es el principal valor agregado de este tipo de animales.

El siguiente paso se puede dar hacia la construcción de un programa de seguimiento productivo que permita valorar fenotípicamente y genéticamente cada animal y lograr la identificación de reproductores con mérito genético superior para rasgos de interés y reducir los apareamientos consanguíneos.

Cabra santandereana y su relación con otras razas

Los datos colectados y analizados molecularmente permitieron hacer comparaciones con información disponible de otras razas caprinas para conocer el parecido de la cabra santandereana con estas, la población que pudo dar su origen o posibles eventos de introgresión con razas comerciales.

En la figura 15 se observa la relación de la población de la cabra santandereana (verde) con respecto a otras razas caprinas mediante análisis de componentes principales. Cada punto representa un individuo y su color depende de la población de origen. En particular, el principal eje de diferenciación está entre las poblaciones de España (azul) con las poblaciones de Suiza (rojo). Por otro lado, la población de cabra santandereana se agrupa en la parte baja de la figura, alejándose de las razas de España (azul) o Suiza (rojo) y confirma que no tiene relación directa con las demás poblaciones incluidas en el análisis, entre las cuales se destaca la raza Saanen (SAA, azul claro), de gran importancia y difusión a nivel internacional.

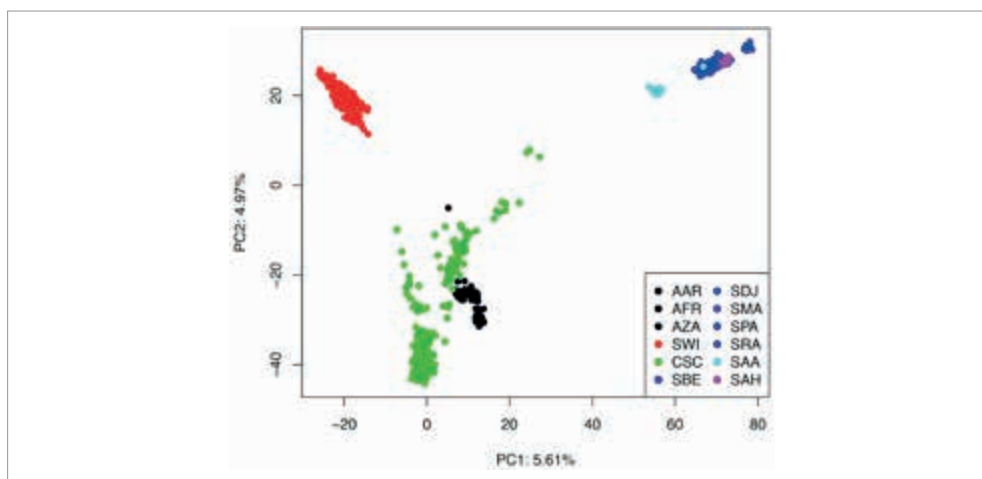


Figura 15. Análisis de componentes principales con información de SNPs para poblaciones caprinas internacionales comparadas con la cabra santandereana.

Fuente: Elaboración propia

Esto quiere decir que el componente genético actual de la población de cabra santandereana no está compartido con las razas españolas incluidas en el análisis y no es posible determinar cuál de estas pudo tener mayor relevancia en su formación.

Conclusiones

La cabra santandereana es un importante recurso genético de Colombia, que cuenta con alta variabilidad, con señales de flujo entre las poblaciones y adecuada estructura poblacional. Con la información disponible para la raza, es posible iniciar la consolidación de un sistema de seguimiento productivo para el establecimiento de programas de selección sobre características de interés económico, el cual, apoyado por las herramientas genómicas, potenciará la productividad de esta población.

Los contrastes realizados con poblaciones internacionales son prueba de la diferenciación genética que tiene esta raza en la actualidad, mediada en buena parte por la variabilidad existente dentro de las poblaciones y la nula introgresión detectada. Con la información obtenida en este estudio, se realizará la solicitud ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia para que, a través de su oficina, se tramite ante las instituciones competentes la declaratoria de la cabra santandereana como una raza pura.







Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

