



# Cerdos Criollos Colombianos

Caracterización racial,  
productiva y  
genética

**Gloria Patricia Barrera, Rodrigo Alfredo Martínez, Yair Ortegón, Álvaro Ortiz,  
Fernando Moreno, Henry Velásquez, Juan Esteban Pérez, Yesid Abuabara**

Esta cartilla es uno de los productos del proyecto "Caracterización molecular de cerdos criollos de Colombia: Zungo, Sanpedreño y Casco de Mula" financiado por COLCIENCIAS

2007



Cerdos criollos colombianos: caracterización racial, productiva y genética  
© 2007  
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA–

Código Único Interno 109  
ISBN: 978-958-8311-50-0

Gloria Patricia Barrera, Rodrigo Alfredo Martínez y Yair Ortegón. Grupo de Recursos Genéticos y Biotecnología Animal; Centro de Biotecnología y Bioindustria –CBB–.

Álvaro Ortiz, Gerente de Explotación Porcina, Alpina S.A.

Fernando Moreno. Grupo de Recursos Genéticos y Biotecnología Animal; C.I. El Nus (Antioquia).

Henry Velásquez. Grupo de Recursos Genéticos y Biotecnología Animal; C.I. La Libertad (Meta).

Juan Esteban Pérez, Yesid Abuabara. Grupo de Recursos Genéticos y Biotecnología Animal; C.I. Turipaná (Córdoba).

Ilustraciones: Fernando Moreno, Juan Esteban Pérez y Henry Velásquez.  
Edición: Camilo Baquero C., Subdirección de Investigación y Transferencia, C.I. Tibaitatá.

Producción editorial



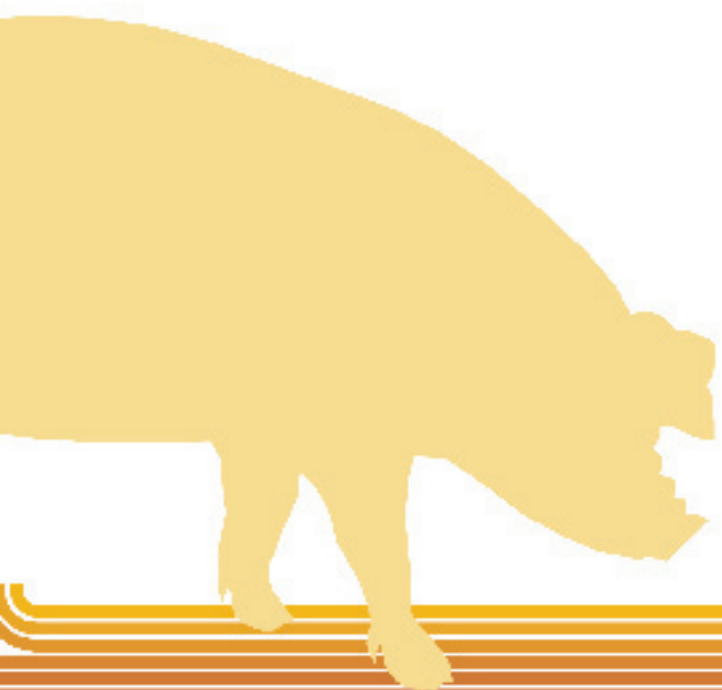
Teléfono: 288 53 38, Bogotá D.C.



Introducción.	5
Reseña histórica.	7
Distribución geográfica de las razas porcinas.	8
Descripción racial de los porcinos criollos colombianos.	10
Longitud corporal.	10
Perímetro del tórax.	11
Tamaño corporal.	11
Índice de proporcionalidad.	12
Índice corporal.	13
Descripción general de las razas criollas porcinas colombianas.	15
Cerdo criollo Casco de Mula.	15
Cerdo criollo Zungo.	16
Cerdo criollo Sanpedreño.	17
Análisis descriptivo de las variables productivas en cerdos criollos colombianos.	19
Peso individual y de camada al nacimiento.	19
Características evaluadas al destete.	21
Caracterización genética molecular de las razas porcinas criollas.	25
Número de alelos observados como indicadores de variabilidad genética.	26
Calculos de heterocigocidad y coeficiente de endogamia.	27
Análisis multivariado.	28
Medidas de distancia genética y análisis filogenético.	30
Análisis de estructura de las poblaciones.	32
Evaluación comparativa de cerdos criollos colombianos con cerdos ibéricos.	34
Conclusión.	37
Referencias bibliográficas.	38

# contenido





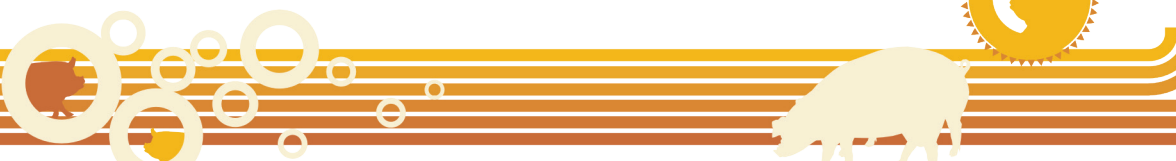
# INTRODUCCIÓN

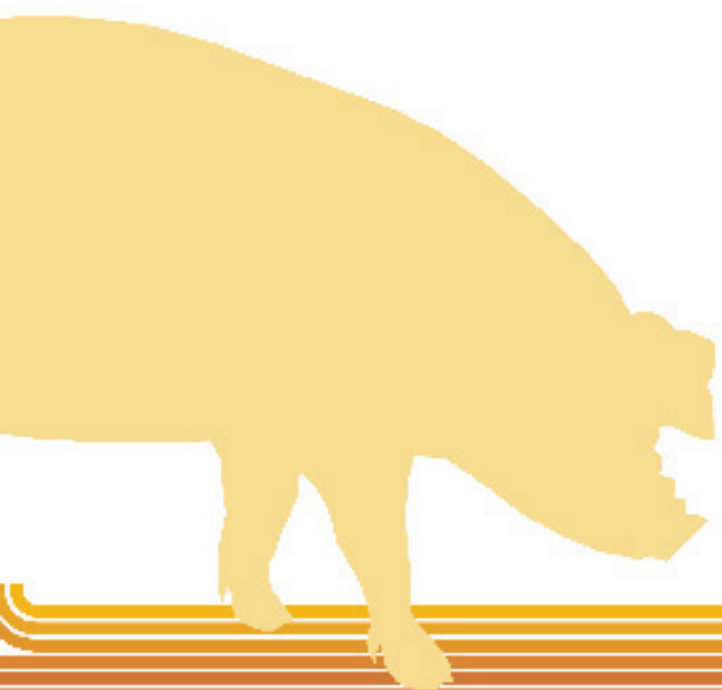
La biodiversidad de los recursos zoogenéticos forma parte de la riqueza biológica de la nación y su conservación es fundamental para nuestra sociedad. Teniendo en cuenta que hoy en día se busca generar cambios en la producción animal relativos al desarrollo sostenible de las explotaciones y al aprovechamiento integral de los recursos naturales, la gran variedad de razas criollas colombianas adaptadas a las condiciones agroecológicas del país constituyen una fuente de la variabilidad genética a la que se deberá recurrir en el futuro para plantear alternativas productivas. Dentro de las estrategias para conservar y preservar las razas criollas, se encuentran las caracterizaciones fenotípica (morfológica y biométrica) y productiva (caracteres de crecimiento y desarrollo, reproductivos y de calidad de los productos) cuya realización proveerá los insumos para análisis genéticos cuantitativos y la caracterización genética mediante herramientas moleculares que permitan conocer parámetros poblacionales y cuantificar su variabilidad.

Los cerdos criollos colombianos representan un patrimonio de biodiversidad ya que pertenecen a una población muy heterogénea, producto del mestizaje y adaptación de las primeras razas ibéricas, que de manera natural han sobrevivido y se han adaptado a distintas condiciones agroecológicas, factores infecciosos y limitaciones nutricionales, para convertirse en un reservorio de variabilidad genética que enriquece y refresca el germoplasma comercial; además, constituyen fuente de alimento e ingresos para muchos productores de pequeñas explotaciones de subsistencia. Las características adaptativas que muestran las razas criollas son importantes para la implementación, desarrollo y mantenimiento de una agricultura sostenible con reducida intervención de insumos externos.

Colombia posee tres razas porcinas criollas: Casco de Mula, Zungo y Sanpedreño, las cuales se hallan adaptadas a diferentes regiones del país. Los estudios de caracterización de estas razas han sido pocos y la mayoría de los trabajos de investigación en esta especie, se han centrado en sistemas intensivos de producción que emplean razas foráneas. Sin embargo, debido al reciente interés en la producción sostenible, a la evidencia empírica de la resistencia a enfermedades por parte de las llamadas razas criollas y del interés creciente en la importancia de la variabilidad genética en las especies animales de producción, resulta no sólo pertinente, sino necesaria la caracterización de estas razas y sobre todo, el conocimiento de los productores y profesionales pecuarios de los resultados arrojados por tales investigaciones.

La presente publicación está encaminada a divulgar los resultados de un estudio de caracterización de las poblaciones de cerdos criollos colombianos, realizada mediante el análisis morfométrico, productivo y genético, y haciendo uso de marcadores moleculares. La importancia del trabajo radica en que fue posible determinar parámetros poblacionales, así como el estado de conservación de estas poblaciones.





## RESEÑA HISTÓRICA

Los primeros pobladores de América llegaron hace más de 11.000 años y descendían de grupos asiáticos que atravesaron el Estrecho de Bering (teoría inmigracionista) y por el desembarco de malayos y polinesios en las costas del pacífico (teoría oceánica). En aquella época apenas se iniciaba en el mundo el proceso de domesticación animal y por ello, el único animal doméstico que trajeron a América estos primitivos habitantes fue el perro (Beteta, 1992).

Las tribus precolombinas satisfacían sus demandas de alimento con la recolección, la caza y la pesca, siendo la domesticación o la cría de animales incipiente; en este sentido, sólo se reporta la cría de abejas y el cautiverio de animales que cazaban vivos. Quizás el pobre desarrollo de la zootecnia se haya debido a la abundante producción silvestre que no la hacía necesaria. Por tanto, hasta la llegada de los españoles, en América no se disponía de ganado porcino aunque existían jabalíes que eran propios de las tierras cálidas y de montaña. También habitaba el puercoespín y otra forma salvaje llamada saíno, que se ha descrito como una casta de cerdos distinta de los de Europa, de tamaño pequeño y poca carne.

Los cerdos americanos criollos tienen su origen en los ibéricos traídos por Cristóbal Colón, durante su segundo viaje. Sevilla era la ciudad que tenía la exclusividad para organizar los embarques oficiales hacia América; sin embargo, algunos embarques se hicieron desde las Islas Canarias, ruta y escala habitual en los viajes al nuevo continente donde los expedicionarios tomaban provisiones para sus viajes (Primo, 1992). Estos animales provenían del *Sus scrofa mediterraneus* que dio origen a una gran variedad de razas célticas e ibéricas desaparecidas con el tiempo o que fueron absorbidas mediante cruzamientos. Actualmente quedan pocos descendientes directos de esta progenie, como las razas Colorada, Rubia, Negra y el Manchado de Jabugo (Hernández *et al.*, 1997), las cuales conforman rebaños dispersos que se explotan en España.

Los primeros cerdos fueron desembarcados en la isla La Española en 1493, siendo de gran importancia en la conquista como recurso alimenticio, aunque fueron muy pocos los animales transportados en esta etapa. No cabe duda que otras importaciones sucedieron en los años siguientes de la conquista española, las cuales fueron de mayor importancia en la etapa colonial, pues llegaron un gran número de animales que se repartieron por los extensos territorios que hoy constituyen el continente americano. Los primeros relatos informan que las condiciones del Nuevo Mundo eran muy propicias para favorecer la proliferación del ganado porcino, hasta el punto que después de asentados los cerdos reproductores traídos por Colón, algunos de ellos se hicieron monteses reproduciéndose con tal abundancia que eran atrapados con perros cazadores importados por los colonos. Posiblemente los cerdos colombianos llegaron inicialmente al departamento de Córdoba, "...descendientes de la raza española conocida como Lampiña o Pelada", aunque la existencia de otros fenotipos de cerdos, diferentes al lampiño, hace suponer que también ingresaron otras razas descendientes del *Sus scrofa mediterraneus*. (Espinosa, 1997, citado por Benítez, 148).



## DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS RAZAS PORCINAS CRIOLLAS

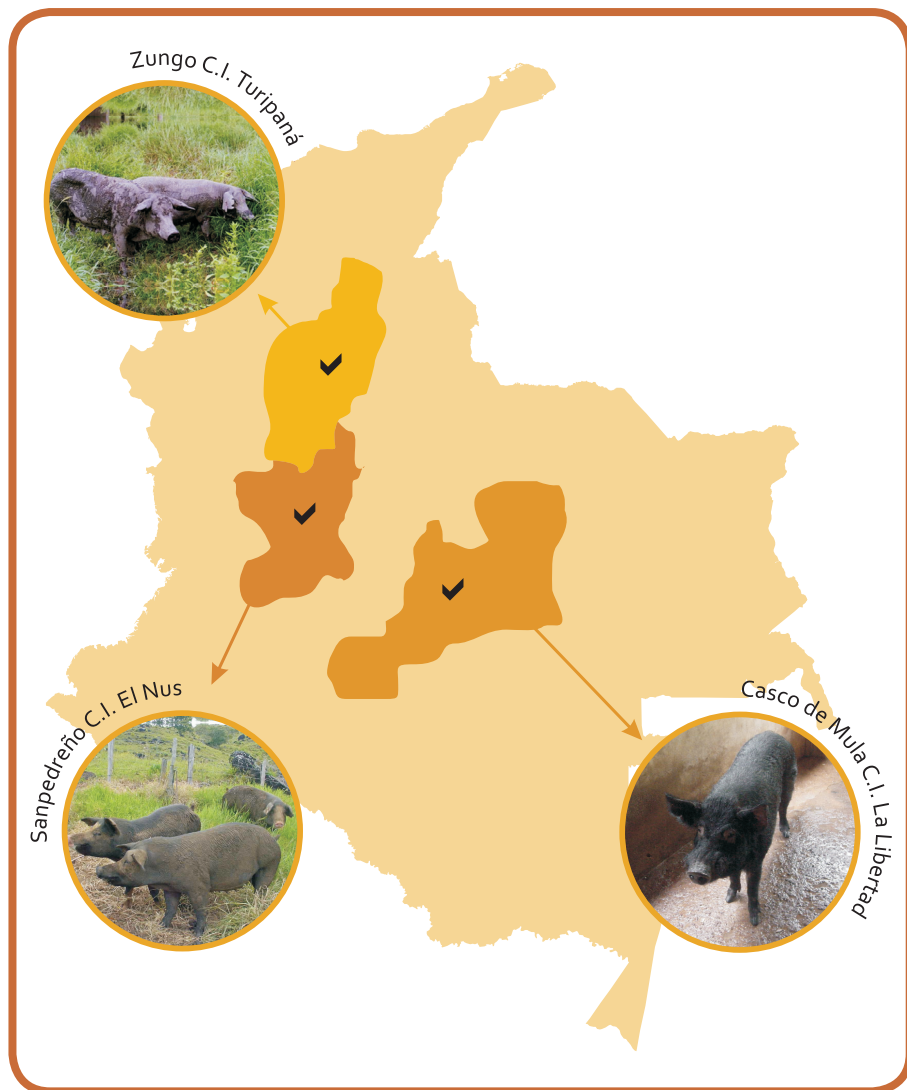
**E**n Colombia actualmente existen tres razas porcinas criollas, ubicadas en diferentes regiones del país, así: la raza Casco de Mula se encuentra en los Llanos Orientales y el Piedemonte Llanero, la raza Zungo está presente en la costa Atlántica, en el alto Sinú y el valle del río Sinú, en el departamento de Córdoba; finalmente, la raza Sanpedreño se adaptó en zonas de Antioquia y viejo Caldas (Figura 1).

En la actualidad, los núcleos vivos de conservación son manejados por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA–, con la financiación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), y se encuentran ubicados en diversos centros de investigación (CI), así: en el CI Turipaná en Cereté (Córdoba) se halla el núcleo de la raza Zungo; en el CI El Nus está la raza Sanpedreño, en el municipio de San Roque (Antioquia); y en el CI La Libertad en Villavicencio (Meta) se encuentra el núcleo de la raza Casco de Mula. Como puede observarse, estas ubicaciones corresponden a las regiones de distribución natural de cada raza.

La región donde se ubican los cerdos Casco de Mula, en la zona del Piedemonte Llanero, posee un clima húmedo y templado con temperaturas promedio entre 18°C y 20°C. Por su parte, la zona de sabanas de los Llanos Orientales presenta un clima tropical, con temperatura promedio de 27°C, lo que demuestra la gran capacidad de este cerdo rústico y prolífico para adaptarse a toda clase de climas principalmente a los cálidos y húmedos.

La raza Sanpedreño se ha adaptado a zonas con clima muy variado debido a las condiciones geográficas de la zona del viejo Caldas y Antioquia. En el norte y oriente predomina el clima frío, mientras que el suroeste y el Valle de Aburrá son de clima templado. En la zona de Urabá y la zona del Magdalena Medio predomina el clima cálido. La zona en la cual se desarrolló la raza Zungo corresponde a la Costa Norte del país, predominantemente el Valle del Sinú y las sabanas de Córdoba y Sincelejo; esta región va desde la franja costera hasta las estribaciones de la cordillera occidental y posee temperaturas promedio de 28°C en la parte baja que bordea el mar y de 14°C en la cordillera occidental. El 96% de este territorio se clasifica como piso térmico cálido y posee una temperatura media de 29°C. (Figura 1).





**FIGURA 1.** Ubicación geográfica de las zonas del país en donde evolucionaron y se adaptaron las tres razas criollas porcinas colombianas. CORPOICA tiene Centros de Investigación en dichas regiones en donde se han conservado estos recursos genéticos criollos.



## DESCRIPCIÓN RACIAL DE LOS PORCINOS CRIOLLOS

**E**n esta sección se presentan la descripción fenotípica de las poblaciones porcinas criollas, con miras a la definición del patrón racial y su diferenciación frente al resto de poblaciones; en especial, se desea resaltar aquellos rasgos que les confieren características particulares. Se tomaron medidas a un total de 119 individuos de edad adulta, las cuales se compararon con tres razas foráneas de una explotación comercial. Se evaluaron características cualitativas como color, perfil de la cara, característica de las orejas, línea dorsal, línea ventral (barriga), características de piel y cola. Adicionalmente, se midió el perímetro torácico, desde la parte más declive de la base de la cruz, pasando por la parte ventral del esternón y volviendo a la base de la cruz, formando una circunferencia alrededor de los arcos costales; así mismo, se midió la longitud corporal desde la articulación escápulo-humeral hasta la altura de la nalga y la altura a la cruz, medida desde el suelo hasta el punto culminante de la cruz. Para las características cualitativas se realizaron análisis de frecuencias y para las características cuantitativas se realizaron análisis de varianza.

**Tabla 1.** Descripción de la longitud corporal por sexos en seis razas porcinas.

Raza	Sexo	Obs.	Media (cm)	DevStd	Min. (cm)	Max. (cm)	Coef. Var.	P<0.05
Casco de Mula	H	24	79.59	16.27	52.00	106.00	20.45	D
	M	14	85.75	18.65	61.00	110.00	21.75	
Duroc Jersey	H	25	89.52	10.70	70.00	108.00	11.95	C
Landrace	H	26	105.27	7.55	89.00	120.00	7.17	B
	M	5	110.80	26.67	88.00	148.00	24.07	
Sanpedreño	H	11	69.55	7.20	57.00	78.00	10.36	E
	M	3	74.67	8.74	65.00	82.00	11.70	
Yorkshire	H	24	114.83	6.19	103.00	124.00	5.39	A
	M	5	105.20	6.14	96.00	113.00	5.84	
Zungo	H	54	67.02	5.89	57.00	85.00	8.79	E
	M	13	70.69	7.70	51.00	82.00	10.89	

Obs: número de observaciones; Media: promedio de longitud corporal; Dev Std: Desviación estándar; Min y Max: Medidas mínima y máxima; Coef. Var.: Coeficiente de variación.

**Longitud corporal.** Para las variables zoométricas se encontró que la longitud corporal, presentó un coeficiente de variación moderado y sólo presentó valores altos en la raza Casco de Mula para machos y hembras y en machos de la raza Landrace con

valores superiores al 20%; las demás razas presentaron valores inferiores indicando baja variación del carácter y, por tanto, uniformidad racial. Se encontraron diferencias significativas entre sexos ( $P < 0.05$ ) para este carácter y entre razas, y las razas criollas presentaron los menores valores, con menor promedio en las razas Sanpedreño y Zungo. Las razas foráneas presentaron valores muy superiores ( $P < 0.05$ ) a las razas criollas, con diferencias significativas aún entre ellas, donde la raza Duroc Jersey presenta la menor longitud y las razas blancas presentan siempre valores promedio superiores a los 100 cm de longitud corporal (Tabla 1).

**Perímetro del tórax.** El perímetro del tórax presentó la mayor variación en la raza Casco de Mula, superior al 18%, lo que indica una menor uniformidad sólo en esta raza para este carácter morfométrico. Las razas criollas Zungo y Sanpedreño, presentaron valores menores a 100 cm que son significativamente diferentes de las razas foráneas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Descripción del perímetro torácico por sexo en seis razas porcinas.

Raza	Sexo	Obs.	Media (cm)	DevStd	Min. (cm)	Max. (cm)	Coef. Var.	P<0.05
Casco de Mula	H	24	82.05 c	15.17	54.00	100.00	18.49	C
	M	14	91.63 c	21.06	66.00	118.00	22.98	
Duroc Jersey	H	25	132.24 a	16.56	106.00	177.00	12.53	A
Landrace	H	26	134.08 a	7.54	114.00	148.00	5.62	A
	M	5	138.80 a	6.14	134.00	149.00	4.42	
Sanpedreño	H	11	124.27 a	16.33	103.00	152.00	13.14	A
	M	3	144.00 a	7.55	136.00	151.00	5.24	
Yorkshire	H	24	135.79 a	7.67	122.00	150.00	5.65	A
	M	5	134.60 a	7.60	125.00	142.00	5.65	
Zungo	H	54	97.80 b	12.48	74.00	128.00	12.76	B
	M	13	110.85 b	11.40	88.00	131.00	10.29	

Obs: número de observaciones; Media: promedio de longitud corporal; Dev Std: Desviación estándar; Min y Max: Medidas mínima y máxima; Coef. Var.: Coeficiente de variación.

**Tamaño corporal.** El tamaño del animal definido por la altura hasta la cruz, presentó la menor variación de todas las características morfométricas, en este caso la raza Casco de Mula presentó en general el mayor coeficiente de variación tanto en machos como en hembras, con un valor superior al 14%, las poblaciones restantes presentaron una alta uniformidad, dado su bajo valor del coeficiente de variación, inferior al 11%. Este carácter, al igual que el perímetro torácico, muestra la mayor magnitud para las razas foráneas, con valores superiores a los 80 cm sin diferencias significativas entre ellas. Entre las razas criollas, la raza Sanpedreño presenta el mayor tamaño y la raza Casco de Mula, el menor. (Tabla 3).



**Tabla 3.** Descripción de la altura de la cruz por sexo en seis razas porcinas.

Raza	Sexo	Obs.	Media (cm)	DevStd	Min. (cm)	Max. (cm)	Coef. Var.	P<0.05
Casco de Mula	H	24	55.77 d	8.31	41.00	68.00	14.90	D
	M	14	61.25 d	11.65	48.00	78.00	19.01	
Duroc Jersey	H	25	84.20 a	8.59	73.00	101.00	10.21	A
Landrace	H	26	81.12 a	14.11	78.00	94.00	7.39	A
	M	5	84.40 a	3.58	79.00	89.00	4.24	
Sanpedreño	H	11	75.27 b	5.24	68.00	85.00	6.96	B
	M	3	80.00 b	7.21	72.00	86.00	9.01	
Yorkshire	H	24	83.21 a	3.41	73.00	91.00	4.10	A
	M	5	85.60 a	5.13	80.00	90.00	5.99	
Zungo	H	54	66.69 c	4.62	57.00	76.00	6.94	C
	M	13	74.77 c	5.51	65.00	82.00	7.37	

Obs: número de observaciones; Media: promedio de longitud corporal; Dev Std: Desviación estándar; Min y Max: Medidas mínima y máxima; Coef. Var.: Coeficiente de variación.

**Índice de proporcionalidad.** Este parámetro relaciona la alzada a la cruz y la longitud corporal, e indica la altura en proporción a la longitud del animal. La raza Landrace presentó el mayor coeficiente de variación, superior al 18% y solamente los machos de la raza Zungo presentaron un valor superior al 10%. En este caso las razas criollas Sanpedreño y Zungo presentaron los mayores valores, superiores al 99% con diferencias significativas de las demás. Las razas foráneas presentaron un valor bajo para este índice, dado su mayor longitud, presentaron valores entre 72 y 81% (Tabla 4).

**Tabla 4.** Descripción del índice de proporcionalidad en seis razas porcinas.

Raza	Sexo	Obs.	Media (cm)	DevStd	Min. (cm)	Max. (cm)	Coef. Var.	P<0.05
Casco de Mula	H	24	70.95 e	5.17	62.26	78.95	7.29	D
	M	14	71.89 e	3.36	68.57	78.69	4.68	
Duroc Jersey	H	25	94.51	7.13	80.95	111.11	7.54	C
Landrace	H	26	77.40 d	14.57	17.31	97.75	18.82	B
	M	5	79.46 d	17.65	57.43	96.74	22.21	
Sanpedreño	H	11	108.84 a	8.26	96.00	121.21	7.59	E
	M	3	107.49 a	6.50	100.00	111.69	6.05	
Yorkshire	H	24	72.62 de	4.27	64.60	80.53	5.88	A
	M	5	81.42 de	3.40	76.92	84.91	4.17	
Zungo	H	54	99.89 b	7.39	87.06	124.56	7.40	E
	M	13	106.95 b	14.95	93.24	152.94	13.97	

Obs: número de observaciones; Media: promedio de longitud corporal; Dev Std: Desviación estándar; Min y Max: Medidas mínima y máxima; Coef. Var.: Coeficiente de variación.

**Índice corporal.** Este índice está dado por el cociente entre la longitud corporal y el perímetro torácico, aumenta en individuos con poca profundidad de tórax. Los machos de la raza Landrace presentaron un valor alto (26%), mientras que las otras poblaciones presentaron valores bajos de variación indicando alta uniformidad del carácter. Para este índice, al igual que para el anterior, las razas Sanpedreño y Zungo presentaron los menores valores con diferencias significativas entre ellas ( $P < 0.05$ ): su valor varió entre 51 y 64 % lo que se debe principalmente a la baja longitud corporal comparada con las demás razas. Por el contrario, la raza Casco de Mula presenta los valores más altos, superiores al 90% pero en este caso se debió al bajo perímetro torácico (Tabla 5).

**Tabla 5.** Descripción del índice corporal en seis razas porcinas.

Raza	Sexo	Obs.	Media (cm)	DevStd	Min. (cm)	Max. (cm)	Coef. Var.	P<0.05
Casco de Mula	H	24	96.78 a	4.57	86.36	109.28	4.72	A
	M	14	93.85 a	2.70	88.98	98.53	2.87	
Duroc Jersey	H	25	68.08	6.64	45.20	76.43	9.75	D
Landrace	H	26	78.68 c	6.23	66.42	89.55	7.91	C
	M	5	80.27 c	21.23	61.74	108.82	26.45	
Sanpedreño	H	11	56.36 e	5.44	48.18	66.36	9.65	E
	M	3	51.78 e	4.43	47.79	56.55	8.56	
Yorkshire	H	24	84.69 b	4.52	78.68	96.85	5.33	B
	M	5	78.22 b	3.59	75.00	83.20	4.59	
Zungo	H	54	69.13 d	6.51	53.70	82.05	9.42	D
	M	13	64.53 d	9.88	38.93	78.79	15.31	

Obs: número de observaciones; Media: promedio de longitud corporal; Dev Std: Desviación estándar; Min y Max: Medidas mínima y máxima; Coef. Var.: Coeficiente de variación.

En general, se observa que las razas Casco de Mula y Landrace presentan los más altos valores en los coeficientes de variación, principalmente en longitud corporal y perímetro torácico; sin embargo, es importante anotar que los índices corporal y de proporcionalidad en la raza Casco de Mula poseen baja variación. Algunos autores han reportado valores de perímetro de tórax con coeficientes de variación elevados en cerdos (Barba-Capote, 1998) y en otras especies (Álvarez, 2000), evidenciando alta variación para este carácter.

Cuando se comparan los resultados de las características zoométricas de los cerdos criollos colombianos con otros cerdos latinoamericanos, se observa que se encuentran dentro de los parámetros reportados en estas razas, con los valores más bajos en la raza Casco de Mula comparables al cerdo criollo venezolano (Tabla 6), los cuales debido a los valores bajos en la alzada y longitud de la grupa que es la región en donde se encuentran músculos de gran volumen, permiten inferir que presentan jamones pequeños. El análisis zoométrico de los cerdos latinoamericana

americanos demuestra semejanza entre ellos, y un tamaño menor al de su ancestro ibérico (Hurtado, 2004) (Tabla 6).

**Tabla 6.** Comparación de características zoométricas entre cerdos colombianos y cerdos de otros países latinoamericanos.

Características Zoométricas (cm)	Cerdos colombianos			Cerdo argentino <sup>1</sup>	Cerdo cubano <sup>2</sup>	Cerdo venezolano <sup>3</sup>
	CM	SP	Z			
Longitud corporal	82.67	72.11	68.85	83.91	74.11	74.69
Perímetro torácico	86.84	134.13	104.32	102.23	94.07	84.85
Altura de la cruz	58.51	77.6	70.73	63.2	64.33	59.51
Índice de proporcionalidad	71.42	108.16	103.42	75.9	86.85	79.47
Índice corporal	95.3 <sup>1</sup>	54.07	66.83	82.6	80.02	88.3

CM: Casco de Mula; SP: Sanpedreño; Z: Zungo.

<sup>1</sup> Revidatti M *et al.* (2004).;

<sup>2</sup> Barba Capote *et al.* (1998).

<sup>3</sup> Hurtado (2004).



## DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS RAZAS CRIOLLAS PORCINAS COLOMBIANAS

### Cerdo criollo Casco de Mula

Es un tipo de cerdo con casco fundido semejante al Casco equino. Poveda y Moncada (2001) asumen la hipótesis de un animal mutante que fijó la característica en una población de cerdos de origen español que entraron a un estado salvaje en los Llanos Orientales (Figura 2).

El cerdo Casco de Mula es un animal de tamaño mediano con una longitud corporal media de  $80 \pm 16$  cm para hembras y  $86 \pm 19$  cm para machos. La altura de la cruz tiene una media de  $56 \pm 8$  cm en hembras, y los machos tienen una media de  $61 \pm 12$  cm. La medida del perímetro torácico para hembras es de  $82 \pm 15$  cm y para machos es de  $92 \pm 21$  cm. Su piel es lisa con animales policromos, de capas negras y coloradas en el 90% de su cuerpo. La trompa es mediana, rostro cóncavo, orejas grandes que se presentan en forma recta y ligeramente caídas hacia adelante, patas fuertes y cortas, anca caída y jamón relativamente escaso. Su cola se encuentra en forma de tirabuzón. En cuanto a la estructura corporal, poseen línea dorsal recta con la parte ventral (barriga) pendulosa o recta en algunos individuos.



**Figura 2.** Cerdo criollo Casco de Mula: a) Madre con lechones en los que se observan las variaciones de coloración de la capa; b) Hembra adulta; c) Camada con animales de capas negras, coloradas y policromas.

## Cerdo criollo Zungo

Los animales presentan color negro y escasa cantidad de pelo; usualmente poseen la piel arrugada aunque existen individuos de piel lisa. El hocico es de longitud mediana, orejas amplias rectas o en algunas ocasiones caídas, buena papada, cuerpo cilíndrico, grupa algo inclinada, extremidades finas y cortas. Su cola se caracteriza por presentarse de forma recta. En cuanto a la estructura corporal, poseen línea dorsal recta ó convexa con la parte ventral (barriga) recta. La longitud corporal para esta raza posee una media de  $67\pm 6$  cm. para hembras y  $70\pm 8$  cm. para macho. La altura de la cruz tiene una media de  $67\pm 5$  cm. en hembras y los machos tienen una media de  $75\pm 6$  cm. La medida del perímetro torácico para hembras es de  $98\pm 12$  cm. y para machos es de  $111\pm 11$  cm (Figura 3).

Se considera que existen dos tipos de cerdos Zungo: el Choncho, que es un animal en forma de esfera o redondeado y de tamaño pequeño y el tipo Mediano de cuerpo rectangular (Sabogal y Owen, 2001).



**Figura 3.** Ejemplares macho de Zungo. Obsérvese la característica piel arrugada y extremidades finas.

## Cerdo criollo Sanpedreño

Se define como un cerdo tipo grasa, al que se le da el nombre de “zato”, con una conformación y tamaño medianos, piel y pelo totalmente negros, cubierto de abundante pelo (a diferencia del cerdo Zungo), patas cortas y finas, con pezuña débil, “choncho” o regordete, debido quizás a su alimentación con base en lavazas, aguamasas o residuos de cocina y de cosecha, que se definen como ricos en carbohidratos, precursores de los depósitos de grasa. También existe un cerdo tipo carne, cuyas características varían en cuanto a conformación; se presta ésta a una mejor distribución de los distintos cortes, hocico más alargado, patas más largas y jamones más desarrollados (Figuras 4 y 5).

Los animales son principalmente de color negro, con algunos individuos con cerca del 90 % de su cuerpo de color negro y manchas blancas. Poseen orejas semicaídas y caídas. Su piel generalmente es lisa. Su cola se caracteriza por presentarse en forma de tirabuzón con algunos individuos que poseen cola recta.

En cuanto a la estructura corporal, poseen línea dorsal recta con la parte ventral (barriga) recta. La longitud corporal para esta raza posee una media de  $70 \pm 7$  cm. para hembras y  $75 \pm 9$  cm. para machos. La altura de la cruz tiene una media de  $75 \pm 5$  cm. en hembras y los machos tienen una media de  $80 \pm 7$  cm. La medida del perímetro torácico para hembras es de  $124 \pm 16$  cm. y para machos es de  $144 \pm 8$  cm (Figura 5).

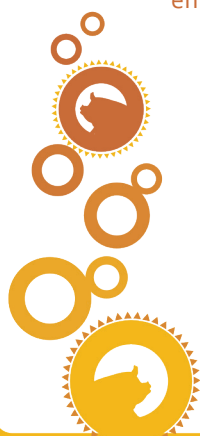


Figura 4. Ejemplar de porcino criollo Sanpedreño.





**Figura 5.** Porcino criollo Sanpedreño: **a)** macho en el que se observa la conformación gruesa de las extremidades, líneas dorsal y ventral rectas y el pelaje negro; **b)** Conjunto de hembras en las que es evidente la característica alargada del hocico; **c)** Ejemplares en fase de levante.



## VARIABLES PRODUCTIVAS EN CERDOS CRIOLLOS COLOMBIANOS

**E**l análisis descriptivo de las variables cuantitativas define la población mediante la media, como principal estadístico descriptivo de tendencia central, y nos permite conocer el centro de la distribución de los valores de cada variable. Además, se incluyen otros estadísticos dispersivos como la desviación, los máximos y mínimos que nos informan sobre los márgenes en que se mueven los valores de la variable y la magnitud de su variación. En esta parte, se realizan análisis comparativos entre grupos, con el fin determinar la variación fenotípica entre y dentro de razas. Cuando se encontraron diferencias significativas entre razas se realizaron comparaciones múltiples, para determinar diferencias entre grupos raciales.

### Peso individual y de camada al nacimiento

Para estas características se encontró en general una alta dispersión, para peso individual y de camada al nacimiento el coeficiente de variación fue de 35,6 y 39,5% respectivamente. Se encontraron diferencias altamente significativas entre razas y como era de esperar, un efecto altamente significativo de la covariable tamaño de camada sobre la variable peso de camada ( $P < 0.001$ ), pero no para el peso individual al nacimiento ( $P > 0.22$ ).

Para la variable peso de camada al nacimiento, se observaron los mayores valores en las razas blancas, siendo el mas alto para la raza Landrace ( $23.64 \pm 5.46$ ) y con diferencias estadísticas significativas de todas las demás razas ( $P < 0.001$ ), pero seguida de las razas Duroc Jersey y Yorkshire, razas de alta selección. Los menores valores se presentaron para los cerdos criollos, con diferencias altamente significativas aún dentro de estos, presentandose el menor valor en la raza Zungo ( $5.40 \pm 2.63$ ) y el mayor en la raza Sanpedreño ( $11.33 \pm 3.65$ ) (Tabla 7).



**Tabla 7.** Efecto de la raza sobre la variación del carácter peso de la camada al nacimiento en cerdos criollos y de razas blancas de alta selección.

Raza	Obs	Media*	Std Dev	Mín	Max	Coef. Var.
Duroc Jersey	25	19.20 c	2.57	14.40	25.20	13.39
Landrace	29	23.64 a	5.46	15.40	33.20	23.10
Sanpedreño	42	11.33 d	3.65	2.50	19.20	32.22
Yorkshire	28	22.30 b	4.34	16.00	36.40	19.46
Zungo	1633	5.40 f	2.63	0.90	37.80	48.70
Casco de Mula	87	88g e	3.32	0.90	21.90	37.35

\* valores con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.001$ ).

Obs: número de observaciones; media: promedio de longitud corporal; Std Dev: Desviación estándar; Min y Max: Medidas mínima y máxima; Coef. Var.: Coeficiente de variación.

En cuanto al peso individual al nacimiento, se observa el mayor valor en las razas blancas, con valores similares entre ellas ( $P > 0.05$ ) y siempre superiores a los 2.03 kg. Por su parte, las razas criollas presentaron los menores valores, siendo la raza Sanpedreño la que presentó los valores más altos ( $1.16 \pm 0.21$ ), con diferencias significativas de las razas seleccionadas y de las demás razas criollas ( $P < 0.01$ ), que presentaron valores inferiores a los 0.92 kg. Las desviaciones de los valores fueron similares para todas las razas (Tabla 8).

**Tabla 8.** Efecto de la raza sobre la variación del carácter peso al nacimiento en cerdos criollos y de razas blancas de alta selección.

Raza	Obs	Media*	Std Dev	Mín	Max	Coef. Var.
Duroc Jersey	25	2.16 a	0.34	1.60	3.10	15.74
Landrace	29	2.05 a	0.43	1.40	3.60	20.98
Sanpedreño	42	2.03 a	0.31	1.50	2.80	15.27
Yorkshire	28	1.16 b	0.21	0.60	1.60	18.10
Zungo	1633	0.84 c	0.36	0.30	9.00	42.86
Casco de Mula	87	0.92 c	0.08	0.70	1.00	8.70

\* valores con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.001$ ).

Obs: número de observaciones; Media: promedio de longitud corporal; Std Dev: Desviación estándar; Min y Max: Medidas mínima y máxima; Coef. Var.: Coeficiente de variación.

## Características evaluadas al destete

La variable tamaño de camada al destete presentó una menor dispersión que las demás características al nacimiento, pues su coeficiente de variación fue de 16.64 %, con los mayores valores para las razas criollas. Para este carácter se encontraron diferencias estadísticas significativas entre razas ( $P > 0.001$ ), donde los mayores valores fueron para las razas blancas, con diferencias significativas entre ellas y donde el mayor valor lo presentó la raza Landrace ( $10.55 \pm 1.09$ ); sin embargo, la raza Duroc Jersey presentó valores cercanos a las criollas ( $7.96 \pm 0.73$ ), pero significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ). Dentro de las razas criollas, la raza Zungo presentó la media más baja de las poblaciones con  $5.80 \pm 1.66$  lechones destetos. En cuanto a las desviaciones, se observa mayor valor en los datos obtenidos para la raza Sanpedreño (Tabla 9).

**Tabla 9.** Efecto de la raza sobre la variación del carácter tamaño del camada al destete en cerdos criollos y de razas blancas de alta selección.

Raza	Obs	Media*	Std Dev	Mín	Max	Coef. Var.
Duroc Jersey	25	7.96 c	0.73	7.00	9.00	9.17
Landrace	29	10.55 a	1.09	9.00	13.00	10.33
Sanpedreño	42	10.07b	1.68	6.00	14.00	16.68
Yorkshire	28	7.05 d	2.56	1.00	13.00	36.31
Zungo	1633	5.80 f	1.66	1.00	9.00	28.62
Casco de Mula	87	6.47 e	1.98	2.00	9.00	30.60

\* valores con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.001$ ).

Obs: número de observaciones; Media: promedio de longitud corporal; Std Dev: Desviación estándar; Min y Max: Medidas mínima y máxima; Coef. Var.: Coeficiente de variación.

En cuanto al peso de la camada al momento del destete, presentó un alto grado de dispersión, pues su coeficiente de variación alcanzó un valor de 136.8%, debido a la alta diferencia que se encuentra para este carácter entre las dos subgrupos de cerdos altamente seleccionados y cerdos criollos, que como es de esperarse es donde se encuentra mas variación (entre 35 y 152%). En general se presentaron valores altos en las razas blancas, con el mayor valor en la raza Landrace ( $91.57 \pm 17.92$ ), sin diferencias significativas de la raza Yorkshire y Duroc Jersey, pero si del resto de razas criollas, por su parte la raza Duroc Jersey que presentó un valor de 67.82 kg no presenta diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) de la raza Zungo que presenta un valor de 42.28 kg pero si de las otras dos razas criollas Casco de Mula y Sanpedreño (Tabla 10).

**Tabla 10.** Efecto de la raza sobre la variación del carácter peso de la camada al destete en cerdos criollos y de razas blancas de alta selección.

Raza	Obs	Media*	Std Dev	Mín	Max	Coef. Var.
Duroc Jersey	25	67.82 ab	7.05	48.00	84.80	10.40
Landrace	29	91.57 a	17.92	60.00	131.30	19.57
Sanpedreño	42	35.57 c	13.26	6.00	58.00	37.28
Yorkshire	28	88.34 a	15.17	55.80	127.40	17.17
Zungo	1633	42.28 bc	14.33			
Casco de Mula	87	33.58 c	11.99	0	55.00	35.71

\* valores con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.001$ ).

Obs: número de observaciones; Media: promedio de longitud corporal; Std Dev: Desviación estándar; Min y Max: Medidas mínima y máxima; Coef. Var.: Coeficiente de variación.

Para el peso al destete, se encontró un coeficiente de variación intermedio (31.7%), lo que indica suficiente variación fenotípica la cual es mas apreciable en las razas criollas, donde este coeficiente siempre supera el 20%, a diferencia de las razas seleccionadas donde oscila entre 9 y 14 %. Al analizar los pesos individuales al destete, tomando como covariable la edad al destete. De igual forma que en la variable anterior, se observó que las razas seleccionadas poseen los pesos más altos, al igual que la raza Duroc Jersey (Tabla 11).

**Tabla 11.** Efecto de la raza sobre la variación del carácter peso individual al destete en cerdos criollos y de razas blancas de alta selección.

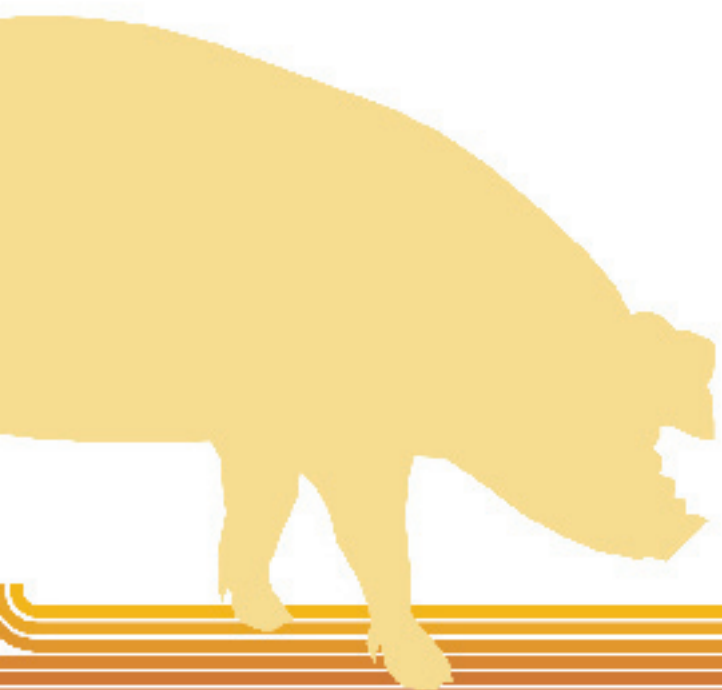
Raza	Obs	Media*	Std Dev	Mín	Max	Coef. Var.
Duroc Jersey	25	8.56 a	0.97	6.00	10.60	11.33
Landrace	29	8.65 a	1.25	6.00	11.00	14.45
Sanpedreño	42	5.11 c	1.04	2.75	7.00	20.35
Yorkshire	28	8.80 a	0.83	7.40	10.20	9.43
Zungo	1633	6.61 b	2.16	2.00	16.75	32.68
Casco de Mula	87	5.75 bc	2.71	2.00	16.00	47.13

\* valores con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.001$ ).

Obs: número de observaciones; Media: promedio de longitud corporal; Std Dev: Desviación estándar; Min y Max: Medidas mínima y máxima; Coef. Var.: Coeficiente de variación.

En general, se puede observar que la productividad de las razas porcinas criollas presenta bajos rendimientos cuando se compara con las razas foráneas utilizadas en sistemas intensivos. Estas diferencias son notorias por el tipo de explotación extensivo utilizado en estas razas. Sin embargo, el valor de estas razas criollas radica en el aporte que realizan al sistema rural, por su rusticidad, resistencia a enfermedades y gran capacidad de adaptación, lo que disminuye o hace casi nulos los costos de producción para la economía del campesino.





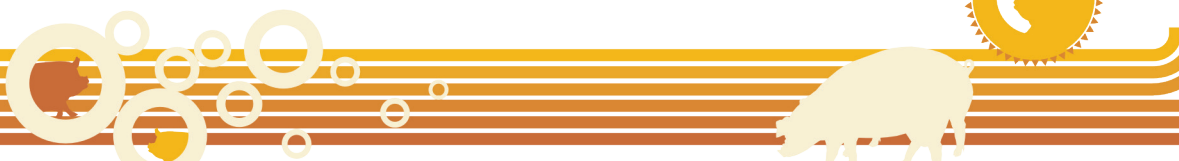
# CARACTERIZACIÓN GENÉTICA MOLECULAR DE LAS RAZAS PORCINAS CRIOLLAS

Las subpoblaciones o grupos de individuos de cerdos criollos son llamadas razas por su apariencia y características similares derivadas de diferentes presiones de selección debidas al clima, los parásitos endémicos, las enfermedades, la dieta y aquellas impuestas por el hombre. En el presente trabajo se desarrolló la caracterización intergral de estas razas en tres fases: en la primera se estableció una caracterización morfológica, en la segunda se describieron las particularidades productivas y en este capítulo se abordará la caracterización genética mediante marcadores moleculares, gracias a la diferencia de alelos acumulados como consecuencia de mutaciones durante el proceso de deriva genética. De esta forma, cada individuo posee una combinación única de genes, siendo la presencia y la frecuencia de formas alélicas (que puede ser más homogénea dentro de una raza) la base de la variación genotípica. Esta diversidad es fundamental para el éxito del mejoramiento genético, pues permite la adaptación a los cambios generados por el desarrollo de los sistemas de producción.

La FAO define la biodiversidad como la variabilidad genética de los diferentes tipos de recursos genéticos animales de los cuales se deben conservar tantos alelos o variantes como sea posible. Para hacer evidente la diversidad se deben seleccionar aquellos marcadores moleculares que muestren polimorfismo (dos o más alelos); entre éstos, los microsatélites son de gran utilidad para estudios de genética de poblaciones. Estos marcadores son segmentos cortos de ADN (por lo general dímeros o trímeros) que se repiten de forma aleatoria en el genoma de los seres vivos.

Cuando la secuencia que está limitando ambos extremos de la secuencia repetitiva se conoce, el microsatélite puede ser amplificado usando la reacción en cadena de la polimerasa –PCR– y las variaciones en el número de repeticiones se pueden detectar usando electroforesis en geles de poliacrilamida. Además de su ventaja polimórfica, presentan herencia mendeliana simple y son codominantes, es decir, se pueden diferenciar los individuos homocigóticos de los heterocigóticos, poseen frecuencia significativa y son de fácil identificación.

Para el análisis de la diversidad genética en las poblaciones de porcinos criollos de Colombia, se tomaron muestras de sangre de 114 animales de las razas criollas Zungo, Sanpedreño y Casco de Mula pertenecientes a los bancos de germoplasma que administra CORPOICA; además, se muestrearon las razas foráneas Landrace, Yorkshire y Duroc Jersey provenientes de un núcleo comercial de la empresa Alpina S.A., en el municipio de Sopó (Cundinamarca). A partir de estas muestras de sangre se realizó la extracción de ADN de acuerdo con los protocolos estándar (Sambrook *et al.*, 1989).



Tomando como base el grupo de sistemas genéticos recomendados por la FAO y por la ISAG (Internacional Society of Animal Genetics), además de la bibliografía reportada para estudios de variabilidad genética en porcinos, se seleccionaron 19 marcadores moleculares tipo microsatélite. A continuación se muestra el listado de los marcadores usados: CGA, So101, So215, So227, SO225, SW122, So090, SW951, So226, SW 24, SW 72, SW 911, So05, So386, SW2406, So112, SW445, SW240, SW995.

## Número de alelos observados como indicadores de variabilidad genética

El número promedio de alelos (NPA) observados se considera un indicador de variabilidad genética debido a la diversidad alélica. En el presente trabajo se identificaron un total de 256 alelos en 19 marcadores analizados procedentes de 114 animales. El número promedio de alelos por locus fue de 13.47, el cual se encuentra dentro de los parámetros recomendados por la FAO que sugieren al menos cinco alelos diferentes por locus para realizar una estimación confiable de la distancia genética. Adicionalmente, coincide con estudios similares en razas porcinas criollas mejicanas en los que se utilizaron seis de los marcadores seleccionados en el presente estudio, además de Duroc Jersey y Landrace (NPA=13.8) (Lemus-Flores *et al.*, 2001).

En cuanto al número de alelos por raza se puede observar que el NPA encontrado en razas criollas colombianas (NPA=6.54) fue similar al de las razas mejicanas (NPA=6.9). Esta diversidad alélica de las razas latinoamericanas es alta comparada con la de los cerdos ibéricos (NPA=4.3) (Martínez *et al.*, 2000) y con razas europeas (NPA=3.7-5.7) (Laval *et al.*, 2000). Los locus con mayor número de alelos fueron CGA y So05 con 34 y 18 alelos, respectivamente, mientras los menores valores se presentaron en los marcadores SW911, SW951 y So215 con ocho alelos por cada locus. En la Tabla 12 se muestra el número de alelos encontrados por población y por locus. El marcador CGA, que presentó el mayor número de alelos, se presentó principalmente en la población de Sanpedreño, en la que se observaron 18 alelos en el locus, mientras la raza Duroc Jersey solamente presentó seis alelos para este marcador. En las demás poblaciones el número de alelos para el marcador CGA varió entre 10 y 12 (Tabla 12).



**Tabla 12.** Número promedio de alelos por raza, por locus y total.

Locus	CM	ZU	SP	DU	YO	LA	Total de alelos	NPA
SW2406	6	11	7	2	9	5	17	6.67
SO112	6	6	8	7	6	5	10	6.33
SW445	6	8	9	8	9	11	14	8.5
Sw240	6	6	7	6	5	6	11	6
SW995	5	7	6	2	6	6	9	5.33
SW24	5	4	6	5	4	8	10	5.33
Sw72	4	5	6	5	10	8	12	6.33
SW911	5	7	7	5	5	5	8	5.67
SOO5	9	9	8	9	10	6	18	8.5
So386	6	6	6	3	4	4	11	4.83
CGA	10	12	18	6	12	11	34	11.5
So101	7	5	8	5	7	6	14	6.33
So215	5	6	5	3	3	3	8	4.17
So227	8	7	7	6	2	5	14	5.83
So225	11	9	12	8	4	9	16	8.83
SW122	9	6	8	5	6	7	11	6.83
So090	8	6	9	8	7	6	17	7.33
SW951	4	3	4	4	6	3	8	4
So226	7	7	5	3	6	8	14	6
Promedio	6.68	6.84	7.68	5.26	6.37	6.42	13.47	6.54

CM: Casco de Mula; ZU: Zungo; SP: Sanpedreño, DU: Duroc Jersey; YO: Yorkshire; LA: Landrace; NPA: número de promedio de alelos.

## Cálculos de heterocigocidad y coeficiente de endogamia

Una valoración de la variabilidad genética es la heterocigocidad de la población, la cual se define como la proporción de los individuos de una población (o la proporción de loci de un individuo) que poseen dos alelos diferentes en ese locus.

La heterocigocidad observada ( $H_o$ ) promedio para todas las razas fue de  $H_o = 0.55$ . Los menores valores se presentaron en las razas Landrace, Zungo y Duroc Jersey con  $H_o = 0.49$ ,  $0.51$  y  $0.52$ , respectivamente, mientras el mayor valor se presentó en la raza Casco de Mula con  $H_o = 0.63$ , seguido por la raza Sanpedreño con  $H_o = 0.61$ . Los valores de heterocigocidad esperada ( $H_e$ ) en las razas criollas son superiores a  $H_o = 0.74$ ; en el caso de la raza Zungo se presenta mayor diferencia entre la  $H_o$  y  $H_e$ , lo cual indica una gran variabilidad entre individuos de la población, pero una baja variabilidad dentro de

cada individuo, lo cual se observa como un alto grado de consanguinidad en la población ( $H_o = 0.29$ ).

La endogamia (debida a cruces entre individuos cercanamente emparentados) está definida por el Coeficiente de endogamia ( $F_{is}$ ), el cual mide el déficit o exceso de heterocigosis de un individuo. Cuando el  $F_{is}$  tiende a cero, significa que la población está cerca del equilibrio de Hardy-Weinberg. El Coeficiente de endogamia promedio de toda la población en estudio fue de  $F_{is} = 0.2$ . Para la raza criolla Zungo se encontró el mayor valor con  $F_{is} = 0.29$  seguido por las razas Sanpedreño y Landrace que presentaron valores de  $F_{is} = 0.26$  y  $F_{is} = 0.25$ , respectivamente. La raza Duroc Jersey presentó el valor más bajo de  $F_{is}$  con  $0.08$  seguida por las razas Yorkshire y Casco de Mula (Tabla 13).

**Tabla 13.** Número de alelos, cálculos de heterocigocidad esperada y observada, y coeficientes de endogamia por raza.

	NPA	He	Ho	Fis
CM	6.68	0.75	0.63	0.17
ZU	6.84	0.75	0.51	0.29
SP	7.68	0.74	0.61	0.26
DU	5.26	0.57	0.52	0.08
YO	6.36	0.7	0.55	0.15
LA	6.42	0.73	0.49	0.25
PROMEDIO	6.54	0.71	0.55	0.20

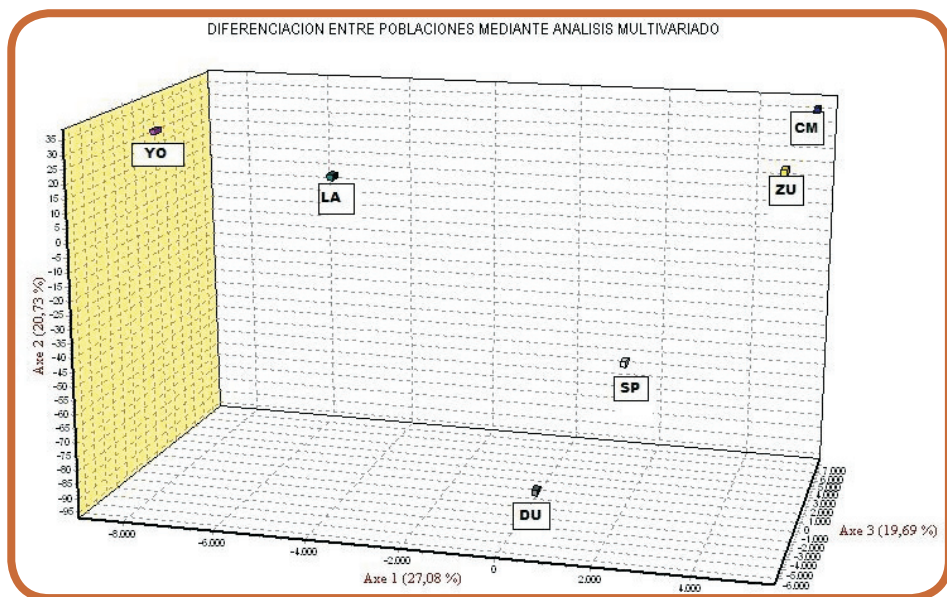
CM: Casco de Mula; ZU: Zungo; SP: Sanpedreño, DU: Duroc Jersey; YO: Yorkshire; LA: Landrace; NPA: número de promedio de alelos; He: heterocigocidad esperada; Ho: heterocigocidad observada; Fis: coeficiente de endogamia.

La variabilidad genética de la raza Zungo fue la más baja entre las razas criollas, con los menores índices de heterocigocidad y, por tanto, los mayores valores de consanguinidad, situación que puede deberse al bajo número de individuos fundadores del núcleo que actualmente se tiene en bancos de germoplasma. Sin embargo, es importante anotar que la variabilidad en las razas Sanpedreño y Casco de Mula fueron superiores al promedio en términos de heterocigocidad.

## Análisis multivariado

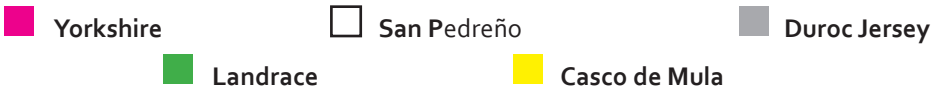
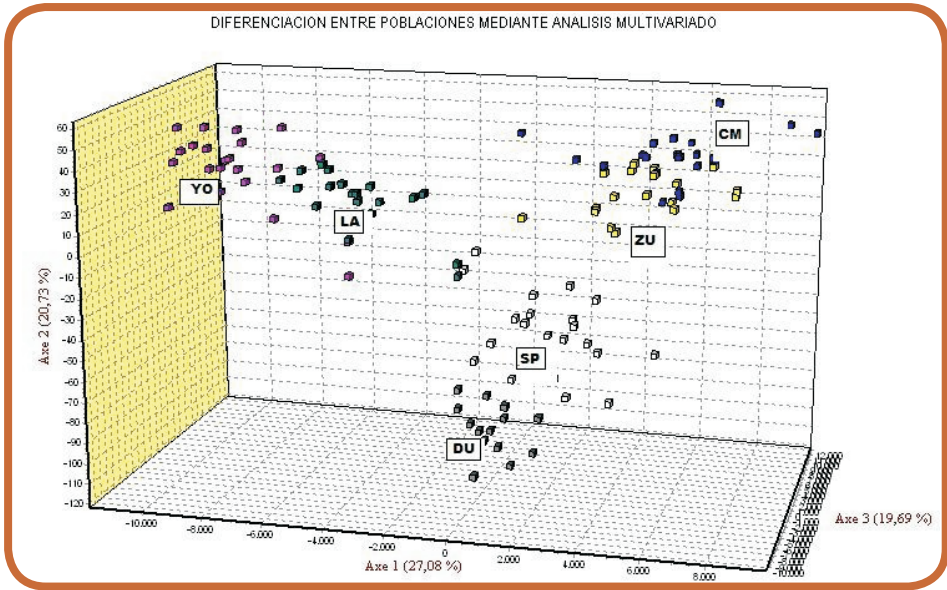
Alternativamente al uso de la reconstrucción filogenética y al establecimiento de las distancias genéticas, existe el método de análisis de correspondencia multivariado el cual, a diferencia de las primeras dos metodologías, tiene en cuenta el efecto de mezcla entre ramas. Las técnicas multivariadas pueden condensar la información de gran número de alelos y locus en pocas variables (Cañón, 2001).

El análisis de correspondencia permite hacer una descripción gráfica de las diferencias o similitudes entre razas basado en las frecuencias alélicas y reduce la variación de todos los marcadores utilizados a sólo tres ejes. Se encontró que para el Eje 1 las poblaciones de Sanpedreño y Duroc Jersey fueron las que se hallaban más cercanas al centro, y que este eje separaba claramente las razas criollas de las razas blancas comerciales Landrace y Yorkshire, las que se encuentran con coordenadas similares en dos de los tres ejes. Esto nos indicaría que estas dos razas hacen un aporte a la variación en un mismo sentido, debido a la mayor proporción de alelos compartidos en común (Figura 6).



**Figura 6.** Diferenciación entre tres poblaciones porcinas criollas y tres razas comerciales mediante análisis multivariado. YO: Yorkshire; LA: Landrace; DU: Duroc-Jersey; SP: Sanpedreño; ZU: Zungo; CM: Casco de Mula.

Por otra parte, los individuos de cada una de las razas criollas están ubicados en coordenadas cercanas entre ellos, pero muy distantes del resto, como es el caso de la raza Casco de Mula, en la cual todos sus animales se encuentran a la derecha del centro en el eje 1 y en la parte superior del centro en el eje 2, como también se observa en la raza Zungo (Figura 7). Por su parte, los individuos de las razas Sanpedreño y Duroc Jersey se encuentran cercanas al centro en el eje 1, con la diferencia de que se encuentran separadas en el eje 2. Las dos razas blancas, Yorkshire y Landrace, son las que en general muestran una mayor cercanía de sus coordenadas.



**Figura 7.** Gráfica de análisis multivariado en la que cada punto representa un individuo de cada raza. YO: Yorkshire; LA: Landrace; DU: Duroc-Jersey; SP: Sanpedreño; ZU: Zungo; CM: Casco de Mula.

## Medidas de distancia genética y análisis filogenético

No existe un consenso general sobre cuál de las distintas medidas de distancia genética es la más apropiada para análisis de poblaciones dentro de especies, como es el caso de las razas de animales domésticos. Sin embargo, las correlaciones entre varias medidas de distancia son altas, particularmente cuando se aplican a poblaciones locales.

Una de las medidas de distancias genéticas más comúnmente utilizadas es la distancia genética estándar ( $D_s$ ) de Nei (Nei, 1972), la cual asume que todas las diferencias genéticas surgen a partir de deriva genética pura y tiene en cuenta un modelo de mutación de alelos infinitos en el cual hay una tasa de mutación neutral y cada mutante se asume como un alelo completamente nuevo. Teniendo en cuenta esta teoría, se realizaron los cálculos de las distancias genéticas a partir de las frecuencias alélicas (Tabla 14). En la matriz de distancia obtenida se observaron las menores distancias entre las razas

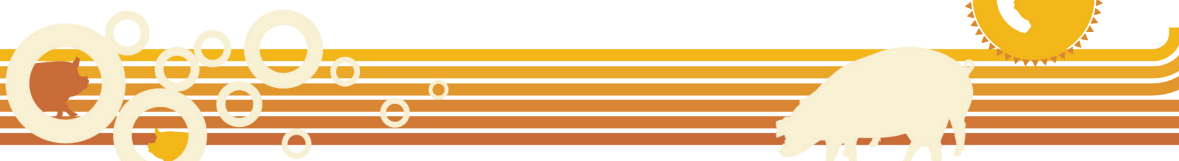
foráneas Yorkshire y Landrace (0.37). La distancia más cercana entre una raza criolla y una raza comercial se presentó entre las razas Sanpedreño y Duroc Jersey (0.39). Las mayores distancias genéticas de las razas criollas y las foráneas se presentaron entre las razas Yorkshire con respecto a las razas Casco de Mula y Zungo con valores 0.71 y 0.65, respectivamente (Tabla 14).

**Tabla 14.** Matriz de distancia genética entre tres razas porcinas criollas y tres razas comerciales mediante la metodología de Nei (1972)

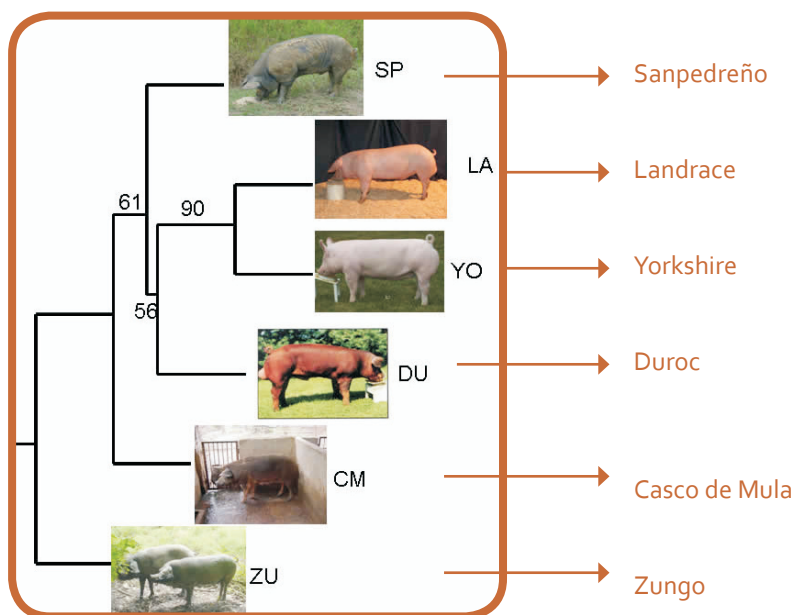
	CM	ZU	SP	DU	YO	LA
CM	0.0000					
ZU	0.4583	0.0000				
SP	0.4187	0.4283	0.0000			
DU	0.4765	0.4921	0.3926	0.0000		
YO	0.7137	0.6592	0.5808	0.7152	0.0000	
LA	0.4800	0.5527	0.4489	0.4116	0.3751	0.0000

CM: Casco de Mula; ZU: Zungo; SP: Sanpedreño, DU: Duroc Jersey; YO: Yorkshire; LA: Landrace.

Las matrices de distancia genética contienen toda la información que proporcionan los marcadores genéticos; sin embargo, es necesario realizar la interpretación mediante análisis de agrupamiento gráfico para facilitar la interpretación de los mismos. Los árboles de distancia son representaciones gráficas o mapas de la matriz de distancias entre poblaciones y pueden ser considerados como una representación de la filogenia. Se observó que las razas blancas Yorkshire y Landrace forman un primer grupo el cual, a su vez, se encuentra más cercano al grupo formado por la raza Duroc Jersey. Por su parte, las razas criollas forman tres grupos separados de los cuales la raza Sanpedreño es el grupo menos alejado con respecto a las razas foráneas (Figura 8).



**Figura 8.** Árbol de relaciones filogenéticas entre tres razas porcinas criollas colombianas y tres razas foráneas. La distancia genética se calculó por la metodología de Nei (1972) y la construcción del árbol se realizó mediante el programa Neighbour Joining®.



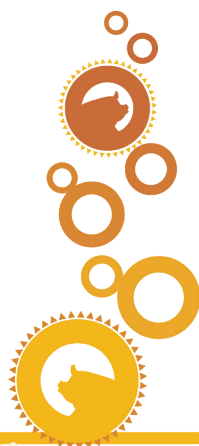
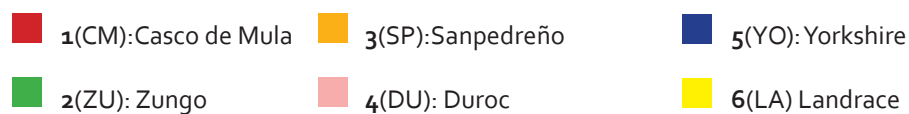
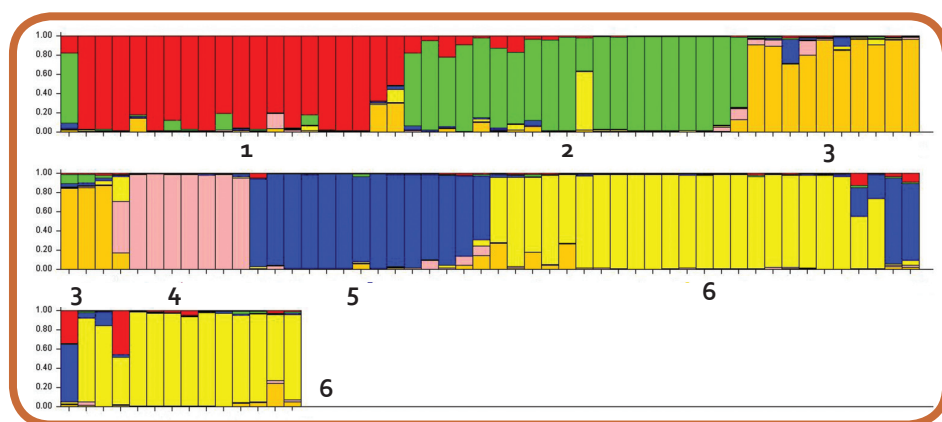
## Análisis de estructura de las poblaciones

**P**ara determinar la pureza racial de las poblaciones se utilizó un modelo basado en un método de agrupamiento que permite inferir estructura de población usando datos de genotipos a partir de marcadores no ligados. Esta metodología es útil para determinar la estructura de la población, asignando individuos a poblaciones e identificando individuos mezclados. Se asume un modelo en el cual hay  $k$  poblaciones cada una de las cuales se caracteriza por un perfil de frecuencias de alelos en cada locus; cada individuo se asigna con una probabilidad a una población o conjuntamente a dos o más poblaciones si su genotipo indica que es un individuo mezclado.

En la **Figura 9** se muestra una representación de las estimaciones de un coeficiente de membresía de cada individuo que indica la probabilidad que tiene de pertenecer a cada grupo o raza; en este caso cada individuo se representa por una línea vertical dividida en  $k$  segmentos coloreados, con longitudes proporcionales a cada uno de los cluster o razas inferidas a las que puede pertenecer. En la parte inferior se muestra el número de

orden de cada individuo y la raza a la cual previamente se indicó que pertenecía. En este caso el orden representado es: **1(CM)**: rojo, **2(ZU)**: verde, **3(SP)**: amarillo oscuro, **4(DU)**: rosado, **5(YO)**: azul y **6(LA)**: amarillo claro. Se observa una clara división de la población de la raza Sanpedreño en la que es evidente la ocurrencia de dos subpoblaciones con diferenciación entre ellas: siete individuos de esta raza presentan un perfil genético (en amarillo mostaza) diferente al asignado para los individuos de esta raza (amarillo claro). En la raza Casco de Mula (en rojo) se observa un individuo con un perfil genético que indica una alta probabilidad de asignación para la raza Zungo (en verde). De manera similar se observa un individuo de la raza Zungo con importante proporción de color verde asignado para la raza Yorkshire. Tres individuos de la raza Landrace presentan cierta proporción de asignación para la raza Duroc Jersey, pero es importante resaltar que se observa una clara asignación de los individuos para cada raza.

**Figura 9.** Estimaciones de Q (coeficiente de membresía individual para cada individuo en cada cluster) para individuos de las razas **1 (CM)**: rojo, **2 (ZU)**: verde, **3 (SP)**: amarillo oscuro, **4 (DU)**: rosado, **5 (YO)**: azul y **6 (LA)**: amarillo claro; se utilizaron seis divisiones de población.



## Evaluación comparativa de cerdos criollos colombianos con cerdos ibéricos

Se realizó la genotipificación de 45 individuos de una población de cerdos ibéricos proporcionados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) de España. Se utilizaron 10 marcadores microsatélite incluidos en la lista de los marcadores seleccionados para la genotipificación de las razas criollas colombianas. El análisis de los datos mostró que la población de cerdos criollos colombianos presentan en general menor número promedio de alelos (NPA) comparado con los cerdos ibéricos evaluados en este estudio los cuales presentaron un NPA superior (8.77); no obstante, se debe resaltar que esta población presenta uno de los menores valores de  $H_o$  (0.47), lo que indica que puede haber subdivisión de la población de cerdos Ibéricos y que estas subpoblaciones presentan altos niveles de endogamia (Tabla 15).

Tabla 15. Número de alelos y cálculos de heterocigocidad esperada, observada por raza.

	He	Ho	NPA
CM	0.7575	0.6306	7.5556
ZU	0.7527	0.5114	7.5556
SP	0.7458	0.6107	8
DU	0.5723	0.5208	5.5556
YO	0.7018	0.5597	7.1111
LA	0.7362	0.4997	7.1111
ES	0.7091	0.4716	8.7778

CM: Casco de Mula, ZU: Zungo, SP: Sanpedreño, DU: Duroc Jersey, YO: Yorkshire, LA: Landrace, ES: Cerdo ibérico.

En cuanto la estimación de la diversidad dentro de individuos, las razas criollas presentan valores muy superiores a las demás razas, con excepción de la raza Zungo (ZU) que presenta un valor levemente superior (0.53) al encontrado en la población de cerdos Ibéricos (0.50), pero esto es debido a que la raza Zungo también presenta valores bajos de  $H_o$ . En cuanto a la diversidad entre individuos dentro de poblaciones, la población de cerdos Ibéricos presenta valores similares (0.73) a los encontrados en las razas foráneas e inferiores a todas las razas criollas (Tabla 16).

**Tabla 16.** Diversidad dentro de individuos ("1-Quintra") y entre individuos dentro de poblaciones ("1-Quinter") por locus y por muestra.

Raza	1-Quintra	1-Quinter	Fis
CM	0.628272	0.774972	0.1893
ZU	0.539267	0.778204	0.3070
SP	0.613066	0.768491	0.2022
DU	0.510949	0.605161	0.1557
YO	0.545918	0.718377	0.2401
LA	0.470930	0.739418	0.3631
ES	0.500000	0.736715	0.3213

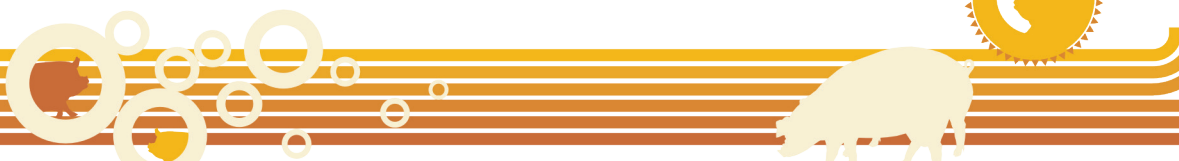
CM: Casco de Mula, ZU: Zungo, SP: Sanpedreño DU: Duroc Jersey, YO: Yorkshire, LA: Landrace, ES: Cerdo Ibérico.

El cálculo de distancia genética utilizando la metodología de Nei (1972) muestra que la población de Cerdos Ibéricos se encuentra genéticamente más cercanamente relacionado con la raza Criolla Zungo (0.53) y Sanpedreño (0.43) y los mayores distancia genéticas se encuentran con las razas foráneas y la raza criolla Casco de Mula (Tabla 17).

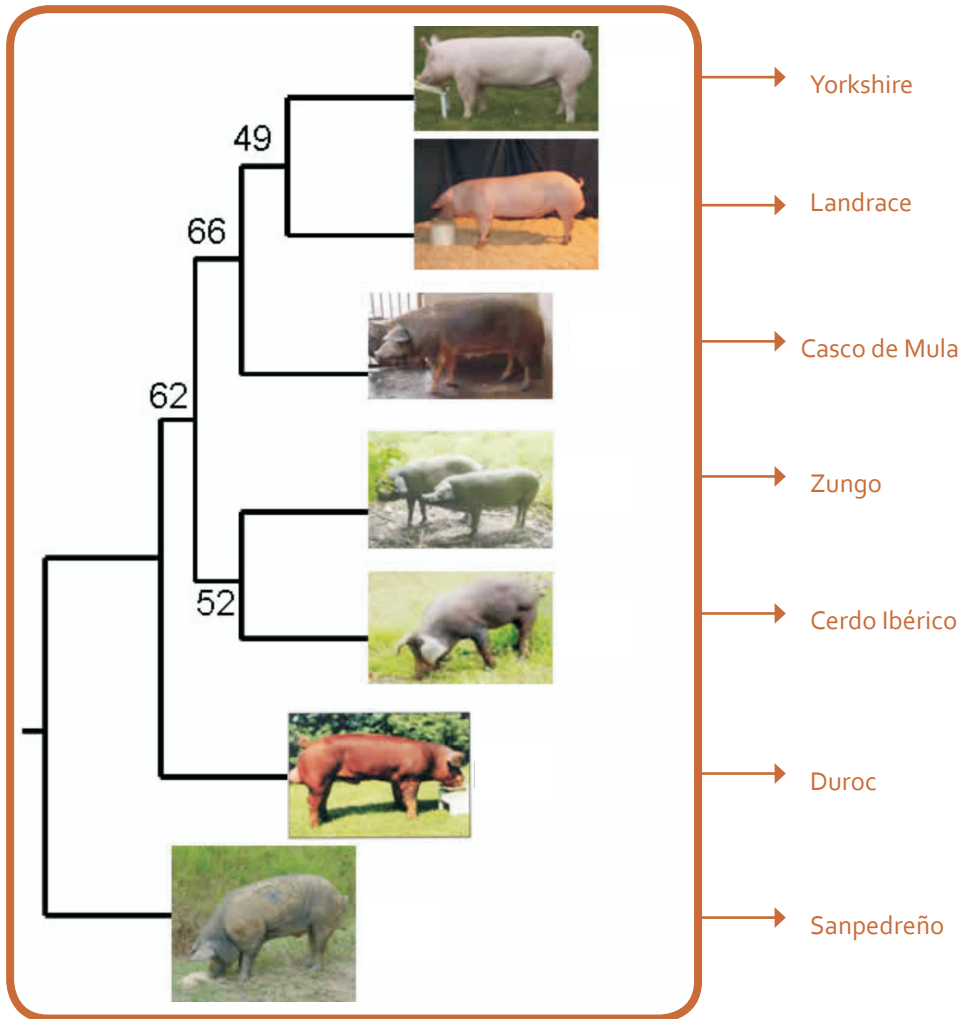
**Tabla 17.** Matriz de distancia genética entre tres razas porcinas criollas y tres razas comerciales mediante la metodología de Nei (1972).

	CM	ZU	SP	DU	YO	LA	ES
R							
CM	0.0000						
ZU	0.6698	0.0000					
SP	0.4751	0.4773	0.0000				
DU	0.7158	0.8063	0.4845	0.0000			
YO	0.9219	0.7689	0.5766	1.0270	0.0000		
LA	0.4453	0.7006	0.5115	0.4912	0.5833	0.0000	
ES	0.8648	0.5379	0.4385	0.6852	0.6953	0.6842	0.0000

CM: Casco de Mula, ZU: Zungo, SP: Sanpedreño DU: Duroc Jersey, YO: Yorkshire, LA: Landrace, ES: Cerdo Ibérico.



En cuanto a la reconstrucción del árbol filogenético se puede observar de manera general la misma topología encontrada en el árbol hecho con 19 microsatélites. Se observa que las razas Yorkshire y Landrace forman un primer agrupamiento, que la raza Sanpedreño se halla cercanamente relacionada con la raza Duroc Jersey, pero en este caso formando dos agrupamientos diferentes y a la raza Zungo cercanamente relacionada con la población de Cerdo Ibérico (Figura 10).



**Figura 10.** Árbol de relaciones filogenéticas entre tres razas criollas colombianas, tres razas comerciales y el Cerdo Ibérico. La distancia genética se calculó por la metodología de Nei (1972) y la construcción del árbol se realizó mediante el programa Neighbour Joining®.

## CONCLUSIÓN

Los cerdos criollos representan una fuente de biodiversidad y riqueza para el país, además de constituir una alternativa productiva para los habitantes de las zonas rurales. Los aspectos más importantes de este recurso son su adaptación a varias fuentes de alimentación, a diversas zonas agroecológicas y la resistencia a enfermedades de tipo infeccioso que en los sistemas intensivos ocasionan grandes pérdidas.

Es importante continuar desarrollando estrategias para la conservación de este recurso por parte de los bancos de germoplasma, teniendo en cuenta un tamaño adecuado de la población y el mantenimiento de la variabilidad genética, además del mejoramiento de la productividad de estas razas.

La presente cartilla es un aporte al conocimiento de los aspectos morfológicos, productivos y genéticos de estas razas porcinas criollas y su estado actual que debe ser tomado como fundamento para estudios futuros de la potencialidad de estos recursos genéticos animales.



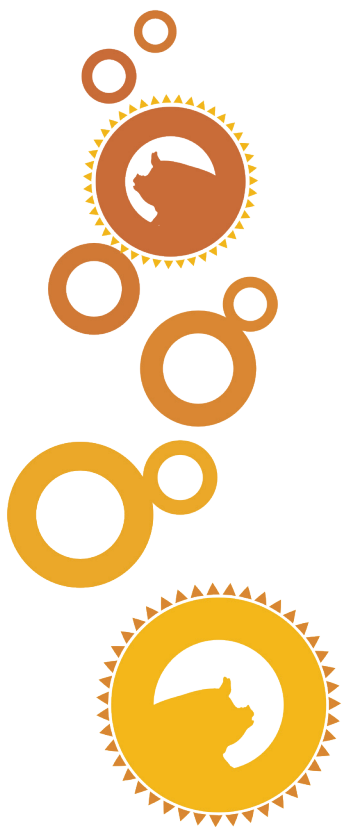
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez S., Fresno, M., Capote J., Delgado J., y Barba C. (2000). Estudio para la caracterización de la raza ovina canaria. Archivos de Zootecnia. 49: 209-215.
- Barba, C., Velásquez F., Pérez, F., Delgado J.V. (1998). Contribución al estudio de la raza cerdo Criollo Cubano. Archivos de Zootecnia. Vol. 47 (177): 51-59.
- Benítez Ortiz, W. Los cerdos criollos de América Latina en los sistemas tradicionales de producción. Estudio FAO producción y sanidad animal. Manual 148. pp. 13-35.
- Beteta Ortiz, M. (1997). Las razas autóctonas españolas y su participación en los bovinos criollos iberoamericanos. Ponencia en la XV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Maracaibo (Venezuela).
- Cañon J., Alexandrino P., Bessa I., Carleos C., Carretero Y., Dunner S., Nuno F., Garcia D., Jordana J., Laloe D., Pereira A., Sanchez A., Moazami-Goudarzi K. (2001). Genetic diversity measures of local European beef cattle breeds for conservation purpose. Genetic. Sel. Evol. 33: 311-332.
- Espinosa, C. (1997). El cerdo criollo como potencial productivo para el pequeño productor. Análisis comparativo de la sostenibilidad de tres sistemas de producción de cerdos. Centro Latinoamericano de Especies Menores, CLEM, Tuluá-Colombia.



- Hernández B. Moreno M., Vásquez C., García C., Forrera C. (1997). Explotación del cerdo ibérico. Conserjería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura, Badajoz.
- Hurtado E. (2004). Evaluación preliminar del cerdo criollo y los sistemas de producción en los estados Apure y Guárico de Venezuela. Tesis Doctoral en Ciencias Agrícolas. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 118 p.
- Laval G., Iannucelli N., Legault C. (2000). Genetic diversity of eleven European pig breeds. *Gen Sel Evol.* 32: 187-193.
- Lemus-Flores C., Ulloa-Arvizu R., Ramos-Kuri M., Estrada F., Alonso R. (2001). Genetic análisis of mexican hairless pig populations. *J Anim Sci.* 79: 3021 – 3026.
- Martínez A.M, Delgado A., Rodero A., Vega Plá J. (2000). Genetic structure of the pig breed using microsatélites. *Animal Genetics* 31: 295-301.
- Nei M. (1972). Genetic distance between populations. *Am Naturalist* 106: 283-292.
- Poveda H. y Moncada B. (2001). Cerdo Casco de Mula (CM). En: Los animales domésticos criollos y colombianos en la producción pecuaria nacional. ICA. Bogotá, Colombia. pp. 93-96.
- Primo A.T. (1992). The Iberic cattle in the Americas: 500 years later. *Arch. Zootec.* 41: 421-432.
- Revidatti M., Prieto P., Capellari A., Delgado J., Rebak G. (2004). Población de cerdos criollos de la región nordeste argentina. Estudio morfoestructural y faneróptico preliminar. Universidad Nacional del Nordeste. Resumen V-043.
- Sabogal R. y Owen A. (1982). Cerdo Zungo (ZZ). En: Los animales domésticos criollos y colombianos en la producción pecuaria nacional. ICA. Bogotá, Colombia, pp. 93-96.
- Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T. (1989). Molecular cloning: a laboratory manual. Second edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press. 917 p.





Diseño y Producción



**produmédios**

Producción de Medios de Comunicación

[www.produmédios.com](http://www.produmédios.com)

Teléfono: 288 5338 Bogotá - D.C.

