UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DESEABLES EN CERDOS CRIOLLOS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN RESILIENTES EN CLIMA ANDINO EN COTOPAXI”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

Autor:

Cunguan Carrera Jhonatan Steeven

Tutora:

Bejarano Rivera Cristina Isabel

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto – 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Cunguan Carrera Jhonatan Steeven, con cédula de ciudadanía No. 0504008137, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **"IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DESEABLES EN CERDOS CRIOLLOS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN RESILIENTES EN CLIMA ANDINO EN COTOPAXI"**, siendo la Médica Veterinaria y Zootecnista Mg. Cristina Isabel Bejarano Rivera, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 3 de agosto del 2026

Jhonatan Steeven Cunguan Carrera
C.C: 0504008137
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CUNGUAN CARRERA JHONATAN STEEVEN**, identificada con cédula de ciudadanía **0504008137** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agropecuaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **"IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DESEABLES EN CERDOS CRIOLLOS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN RESILIENTES EN CLIMA ANDINO EN COTOPAXI"**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Finalización de la carrera: Abril 2026 – Agosto 2026

Tutora: MVZ. Cristina Isabel Bejarano Rivera, Mg.

Tema: **"IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DESEABLES EN CERDOS CRIOLLOS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN RESILIENTES EN CLIMA ANDINO EN COTOPAXI"**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
b) La publicación del trabajo de grado.
c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva,

dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 3 días del mes de agosto del 2026.

Jhonatan Steeven Cunguan Carrera	Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
EL CEDENTE	**LA CESIONARIA**

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

"**IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DESEABLES EN CERDOS CRIOLLOS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN RESILIENTES EN CLIMA ANDINO EN COTOPAXI**", de Cunguan Carrera Jhonatan Steeven, de la carrera de Agropecuaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 3 de agosto del 2026

MVZ. Cristina Isabel Bejarano Rivera, Mg.
C.C: 1802458651
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Cunguan Carrera Jhonatan Steeven, con el título de Proyecto de Investigación: "**IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DESEABLES EN CERDOS CRIOLLOS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN RESILIENTES EN CLIMA ANDINO EN COTOPAXI",** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 3 de agosto del 2026

MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.
C.C: 1722547278
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Juan Carlos Tapia Molina, MS.c.
C.C: 0503480154
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Dr. Eddian Humberto Mera Viera, Mg.
C.C: 0501545271
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Con la culminación de este trabajo de investigación, deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a Dios por acompañarme en cada etapa de este proceso, brindarme salud, fortaleza y la oportunidad de alcanzar esta meta. A la Dr. Cristina Bejarano por su valiosa orientación, dedicación, y conocimientos compartidos durante el desarrollo de esta investigación.

A Andrea una persona muy especial en mi día a día, por su apoyo incondicional, comprensión, paciencia y constante motivación en cada momento de este proceso; su cariño, confianza y compañía fueron fundamentales para mantenerme firme y alcanzar este objetivo.

Al Dr. José Sanabria, mis mas sinceros agradecimientos por despertar en mi el gusto y la pasión por el campo, los animales y todo lo que representa el sector agropecuario. Su amistad, sus consejos y su pasión por lo que haces despertaron en mí un sueño que hoy se convierte en realidad.

Y finalmente agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a mi formación personal y profesional e hicieron posible la culminación de este trabajo.

Jhonatan Steeven Cunguan Carrera

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas las personas que, con su amor, ejemplo y compañía, han sido parte del camino que me condujo hasta este momento. Ningún logro se construye en soledad, y este representa también el cariño, el apoyo y las enseñanzas de quienes han caminado a mi lado. A mi querida abuela, Gloria Esperanza, mi abuelo Alfonso Carrera y mi madre Vilma Carrera, por ser el refugio donde siempre encontré amor, comprensión y fortaleza. Por el ejemplo de vida que me han brindado y por enseñarme que la humildad y el trabajo honesto son el mejor legado que una persona puede dejar.

A Lourdes Carrera, quien ha sido para mí mucho más que un apoyo y a quien considero una madre. Gracias por cada consejo, por cada palabra de aliento y por el cariño con el que siempre ha estado presente en mi vida.

A mis padres Wilson Cunguan y Mariana Reinoso, por el amor, los sacrificios y el esfuerzo realizado para que nunca me faltaran las oportunidades de crecer.

A mis hermanos, Evelyn Chancusig, Anahí Toapanta y Danny Carrera, por compartir conmigo alegrías, desafíos y recuerdos que han dado sentido a mi vida. A mis hermanos Herrera, porque la familia no siempre se define por la sangre, sino por el cariño, la lealtad y los momentos compartidos.

A mis tías, por su apoyo incondicional, sus consejos y el afecto que siempre me han demostrado. Y de manera muy especial, a Andrea Carrera, por caminar a mi lado durante este proceso, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por celebrar mis alegrías, sostenerme en los momentos difíciles y recordarme que los sueños siempre valen la pena cuando se recorren junto a las personas correctas. Todo lo que hoy soy lleva una parte de ustedes.

Jhonatan Steeven Cunguan Carrera

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DESEABLES EN CERDOS CRIOLLOS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN RESILIENTES EN CLIMA ANDINO EN COTOPAXI".

Autor:
Cunguan Carrera Jhonatan Steeven

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo identificar los rasgos deseables del cerdo criollo ecuatoriano para sistemas de producción resilientes en el clima andino de Cotopaxi. Se evaluaron 120 cerdos adultos, distribuidos en tres pisos altitudinales (2700–3000, 3000–3300 y 3300–3500 m s. n. m.), con 40 animales por piso, registrándose variables morfométricas, fisiológicas, productivas, fanerópticas y climáticas, las cuales fueron analizadas mediante estadística descriptiva, ANOVA, correlaciones, análisis de componentes principales (ACP) y análisis de conglomerados. En la zona altitudinal baja se registró una altura a la cruz promedio de 66,85 cm, una longitud corporal de 94,40 cm, un perímetro torácico de 97,95 cm y un peso vivo promedio de 89,45 kg. El ACP explicó aproximadamente el 71,06 % de la variabilidad morfométrica, permitiendo identificar dos biotipos fenotípicos. La selección de estos biotipos fue respaldada por el mayor coeficiente de Silhouette (0,493) y validada mediante un análisis discriminante lineal (LDA) con una exactitud del 97,5 %. El Biotipo A agrupó animales con menor desarrollo corporal, mientras que el Biotipo B presentó mayor longitud corporal, profundidad torácica y peso vivo. Además, el Biotipo B aumentó su frecuencia con la altitud, pasando de aproximadamente 50 % en la zona baja a 72,5 % en la zona media y 92,5 % en la zona alta, observándose una asociación significativa entre el biotipo y el piso altitudinal (χ^2 = 17,81; $p < 0,001$; V de Cramer = 0,385), lo que demuestra que la altitud influye en la frecuencia de los biotipos, aunque no determina por sí sola su formación, aportando información técnica para la selección y conservación del cerdo criollo en la provincia de Cotopaxi.

Palabras clave: cerdo criollo, caracterización, morfometría, adaptación, resiliencia, conservación

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "IDENTIFICATION OF DESIRABLE TRAITS IN CREOLE PIGS FOR RESILIENT PRODUCTION SYSTEMS IN ANDEAN CLIMATE CONDITIONS IN COTOPAXI."

Author:
Cunguan Carrera Jonathan Steeven

ABSTRACT

This research aimed to identify desirable traits of the Ecuadorian Creole pig for resilient production systems under the Andean climate conditions of Cotopaxi. A total of 120 adult pigs were evaluated, distributed across three altitudinal levels (2700–3000, 3000–3300, and 3300–3500 m a.s.l.), with 40 animals per level. Morphometric, physiological, productive, faneroptic, and climatic variables were recorded and analyzed using descriptive statistics, ANOVA, correlations, principal component analysis (PCA), and cluster analysis. In the lower altitudinal zone, average values of 66.85 cm for withers height, 94.40 cm for body length, 97.95 cm for chest girth, and 89.45 kg for live weight were recorded. PCA explained approximately 71.06 % of the morphometric variability, allowing the identification of two phenotypic biotypes. The selection of these biotypes was supported by the highest Silhouette coefficient (0.493) and validated through linear discriminant analysis (LDA) with an accuracy of 97.5 %. Biotype A grouped animals with lower body development, whereas Biotype B exhibited greater body length, chest depth, and live weight. Furthermore, the frequency of Biotype B increased with altitude, rising from approximately 50 % in the low-altitude zone to 72.5 % in the mid-altitude zone and 92.5 % in the high-altitude zone, showing a significant association between biotype and altitudinal level ($\chi^2 = 17.81$; $p < 0.001$; Cramér's $V = 0.385$). This demonstrates that altitude influences biotype frequency, although it does not solely determine their formation, providing technical information for the selection and conservation of the Creole pig in the province of Cotopaxi.

Keywords: creole pig, characterization, morphometry, adaptation, resilience, conservation.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN vi
AGRADECIMIENTO vii
DEDICATORIA viii
RESUMEN ix
ABSTRACT x
ÍNDICE DE CONTENIDOS xi
ÍNDICE DE TABLAS xvi
ÍNDICE DE FIGURAS xix
1. INFORMACIÓN GENERAL 1
2. JUSTIFICACIÓN 2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 3
4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN 4
5. OBJETIVOS 6
5.1. General 6
5.2. Específicos 6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS 7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA 9
7.1. El cerdo criollo ecuatoriano 9
7.1.1. Origen e importancia del cerdo criollo 10
7.1.2. Distribución en la Sierra ecuatoriana 11
7.2. Importancia económica, social y ambiental 11
7.2.1. Importancia económica 11

7.2.2. Importancia social 12
7.2.3. Importancia ambiental 12
7.3. Rasgos morfométricos, fisiológicos y productivos del cerdo criollo 12
7.3.1. Morfometría 13
7.3.2. Medidas zoométricas utilizadas en porcinos 14
7.3.3. Características fisiológicas 14
7.3.4. Adaptación fisiológica al ambiente 15
7.4. Características productivas 15
7.5. Rasgos adaptativos y resiliencia del cerdo criollo 16
7.5.1. Adaptación animal 16
7.5.2. Rasgos adaptativos 17
7.5.3. Adaptación del cerdo criollo al clima andino 17
7.6. Variables climáticas que influyen en la producción 17
7.7. Sistemas tradicionales de producción del cerdo criollo 18
7.8. Conservación y selección del cerdo criollo 19
7.8.1. Conservación in situ 20
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS 21
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL 21
9.1. Delimitación y selección de unidades de estudio 21
9.1.1. Paso 1 Zonificación altitudinal 21
9.1.2. Paso 2 Selección de unidades productivas 22
9.1.3. Paso 3 Selección de animales 22
9.2. Diseño y validación de encuestas 22
9.2.1. Paso 4 Construcción del instrumento 22
9.2.2. Paso 5 Validación 23
9.2.3. Paso 6 Aplicación 23
9.3. Registro de variables morfométricas 23

9.3.1. Paso 7 Preparación del animal 23
9.3.2. Paso 8 Medición morfométrica 23
9.4. Evaluación de constantes fisiológicas 24
9.4.1. Paso 9 Momento de medición 24
9.4.2. Paso 10 Variables fisiológicas 24
9.5. Evaluación de variables productivas 25
9.5.1. Paso 11 Condición corporal 25
9.5.2. Paso 12 Registro reproductivo (encuesta) 25
9.6. Registro de rasgos fanerópticos 25
9.6.1. Paso 13 Observación directa 25
9.6.2. Paso 14 Registro 25
9.7. Registro de variables climáticas 25
9.7.1. Paso 15 Variables 25
9.7.2. Paso 16 Fuentes de datos 26
9.7.3. Paso 17 Georreferenciación 26
9.8. Registro de sistemas de manejo 26
9.8.1. Paso 18 Variables 26
9.8.2. Paso 8.2: Clasificación de sistemas 26
9.8.3. Paso 8.3: Validación participativa 26
9.9. Fase 9: Integración de base de datos 27
9.10. Fase 10: análisis estadístico 27
9.10.1. Paso 10.1: Estadística descriptiva 27
9.10.2. Paso 10.2: Comparación entre zonas altitudinales 27
9.10.3. Paso 10.3: Relación adaptación–clima 27
9.10.4. Paso 10.4: Análisis multivariado 27
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 28
10.1. Características morfométricas de los cerdos criollos de la zona altitudinal 128

10.2. Índices zoométricos de los cerdos criollos de la zona altitudinal 1 32
10.3. Variables fisiológicas y ambientales de los cerdos criollos de la zona altitudinal 1 35
10.4. Comparación de las variables morfométricas entre zonas altitudinales..... 42
10.5. Comparación de los índices zoométricos 44
10.6. Comparación fisiológica y ambiental..... 45
10.7. Correlación entre altitud, ambiente, morfometría y fisiología 46
10.8. Asociación de los rasgos cualitativos con el piso altitudinal 48
10.9. Rasgos preliminarmente deseables para resiliencia 49
10.10. Análisis de componentes principales de las características morfométricas, fisiológicas e índices zoométricos 50
10.11. Modelos de regresión para las respuestas fisiológicas 53
10.12. Modelo explicativo del peso vivo 56
10.13. Integración de rasgos morfológicos y fisiológicos asociados con la resiliencia 57
10.14. Propuesta preliminar de criterios técnicos de selección..... 58
10.15. Magnitud de las diferencias entre zonas altitudinales..... 59
10.16. Comparaciones pareadas entre zonas altitudinales 61
10.17. Análisis de componentes principales 63
10.18. Síntesis de los rasgos asociados con el gradiente altitudinal 67
10.19. Determinación de los biotipos fenotípicos del cerdo criollo ecuatoriano 79
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).... 92
11.1.1. Impacto técnico..... 92
11.1.2. Impacto social..... 92
11.1.3. Impacto ambiental 93
11.1.4. Impacto económico..... 93
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 94
12.1. Conclusiones 94

12.2. Recomendaciones 95

13. BIBLIOGRAFÍA 96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades a realizar por objetivo 7

Tabla 2 Principales características fisiológicas del cerdo criollo 14

Tabla 3 Características productivas del cerdo criollo 16

Tabla 4 Principales variables climáticas que influyen en la producción porcina 18

Tabla 5 Características de los sistemas tradicionales de producción del cerdo criollo.. 19

Tabla 6 Índices zoométricos utilizados para la caracterización morfométrica del cerdo criollo 28

Tabla 7 Estadísticos descriptivos de las variables morfométricas del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 1..... 29

Tabla 8 Estadísticos descriptivos de los índices zoométricos del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 1 33

Tabla 9 Estadísticos descriptivos de las variables fisiológicas y ambientales del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 1 36

Tabla 10 Estadísticos descriptivos de las variables morfométricas del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 2 (3000–3299 m s. n. m.) 38

Tabla 11 Estadísticos descriptivos de los índices zoométricos del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 2 38

Tabla 12 Estadísticos descriptivos de las variables fisiológicas y ambientales del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 2 39

Tabla 13 Estadísticos descriptivos de las variables morfométricas del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 3 (3300–3500 m s. n. m.) 39

Tabla 14 Estadísticos descriptivos de los índices zoométricos del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 3 40

Tabla 15 Estadísticos descriptivos de las variables fisiológicas y ambientales del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 3 40

Tabla 16 Frecuencia de las variables cualitativas del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 3 41

Tabla 17 Comparación morfométrica de los cerdos criollos según zonas altitudinal.... 42

Tabla 18 Comparación de los índices zoométricos según la zona altitudinal..... 44

Tabla 19 Comparación de las variables fisiológicas y ambientales según la zona altitudinal 45

Tabla 20 Principales correlaciones con la altitud..... 46

Tabla 21 Correlaciones relevantes entre variables ambientales y fisiológicas 47

Tabla 22 Asociación entre variables cualitativas y zona altitudinal 48

Tabla 23 Varianza explicada por los principales componentes..... 50

Tabla 24 Modelo multivariable para la temperatura rectal 53

Tabla 25 Modelo multivariable para la frecuencia respiratoria 54

Tabla 26 Modelo multivariable para la frecuencia cardíaca 55

Tabla 27 Modelo multivariable para el peso vivo..... 56

Tabla 28 Criterios preliminares para la selección de cerdos criollos resilientes 58

Tabla 29 Tamaño del efecto de la zona altitudinal sobre las variables que presentaron diferencias significativas 60

Tabla 30 Comparaciones post hoc de las principales variables morfométricas..... 61

Tabla 31 Comparaciones post hoc de los índices zoométricos 62

Tabla 32 Comparaciones post hoc de las variables fisiológicas 63

Tabla 33 Varianza explicada y varianza acumulada de los componentes principales del análisis de componentes principales (ACP..... 64

Tabla 34 Determinación del número óptimo de biotipos mediante el coeficiente de Silhouette 80

Tabla 35 Asociación entre los biotipos fenotípicos y el sistema de producción..... 90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa político de la provincia de Cotopaxi y sus cantones 21

Figura 2 Distribución altitudinal de las Parroquias incluidas en el estudio 69

Figura 3 Análisis de componentes principales de las variables morfométricas 71

Figura 4 Mapa de calor de correlaciones de Spearman 73

Figura 5 Profundidad torácica de los cerdos criollos por zona altitudinal 75

Figura 6 Relación entre altitud y profundidad torácica 76

Figura 7 Perfil morfométrico estandarizado por zona altitudinal..... 78

Figura 8 Dendrograma obtenido de Ward para la identificación de biotipos fenotípicos del cerdo criollo ecuatoriano 83

Figura 9 Distribución de los biotipos fenotípicos del cerdo criollo ecuatoriano en el espacio definido por los dos primeros componentes principales (PCA) 85

Figura 10 Distribución porcentual de los biotipos fenotípicos del cerdo criollo ecuatoriano en las tres zonas altitudinales altitudinales de Cotopaxi. 87

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

"IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DESEABLES EN CERDOS CRIOLLOS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN RESILIENTES EN CLIMA ANDINO EN COTOPAXI".

Fecha de inicio: Abril 2026

Fecha de finalización: Agosto 2026

Lugar de ejecución:

Provincia de Cotopaxi, Ecuador (unidades productivas ubicadas en diferentes cantones y parroquias, agrupadas en tres zonas altitudinales).

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Agropecuaria

Equipo de Trabajo:

Jhonatan Steeven Cunguan Carrera

Tutora: MVZ. Cristina Isabel Bejarano Rivera

Lector 1: Dr. Edie Gabriel Molina. MVZ.

Lector 2: Dr. Eddian Humberto Mera Viera, Mg

Lector 3: Ing. Juan Carlos Tapia Molina, MS.c

Coordinador del Proyecto:

Nombre/s: Dra. Cristina Bejarano. MVZ

Teléfonos: 0984513303

Correo electrónico: cristina.bejarano@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura - Agricultura, silvicultura y pesca - producción agropecuaria.

Línea de investigación:

Producción y biotecnología animal.

2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación surge de la necesidad de generar información científica sobre los cerdos criollos de la provincia de Cotopaxi debido a que constituyen un recurso zoogenético de gran valor para la agricultura familiar campesina y poseen características de adaptación que pueden contribuir al desarrollo de sistemas de producción más resilientes frente a las condiciones propias del clima andino además el estudio permitirá identificar los rasgos morfofuncionales y productivos de mayor importancia facilitando la conservación y el aprovechamiento sostenible de esta población animal.

Desde el punto de vista científico y metodológico la investigación aportará una base de información organizada sobre las características morfométricas fisiológicas y productivas del cerdo criollo presente en la provincia de Cotopaxi mediante la aplicación de procedimientos técnicos estandarizados que permitirán obtener resultados confiables y comparables con investigaciones desarrolladas en otras regiones del país fortaleciendo de esta manera el conocimiento disponible sobre este recurso zoogenético y promoviendo nuevas líneas de investigación relacionadas con su conservación y mejoramiento.

Los principales beneficiarios serán los productores porcinos médicos veterinarios zootecnistas técnicos agropecuarios docentes e investigadores quienes dispondrán de información útil para orientar programas de selección manejo y conservación del cerdo criollo mientras que las instituciones públicas universidades y organizaciones vinculadas al desarrollo rural podrán utilizar los resultados como sustento técnico para la formulación de estrategias y políticas dirigidas a la protección de la diversidad genética animal y al fortalecimiento de la producción porcina sostenible.

La relevancia de este estudio radica en que contribuye a preservar un recurso genético adaptado durante siglos a las condiciones ambientales del Ecuador favoreciendo la conservación de la biodiversidad pecuaria y fortaleciendo la resiliencia de los sistemas productivos frente a los efectos del cambio climático además sus resultados podrán promover prácticas de producción más sostenibles incrementando la capacidad de adaptación de las explotaciones familiares y contribuyendo al desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales de la provincia de Cotopaxi.

A nivel práctico la investigación proporcionará criterios técnicos para identificar ejemplares con rasgos deseables de adaptación rusticidad y capacidad productiva facilitando el diseño de programas de conservación in situ y de selección animal acordes con las condiciones del clima andino además la información generada servirá como referencia para futuras investigaciones y proyectos de desarrollo pecuario orientados al uso sostenible del cerdo criollo ecuatoriano fortaleciendo su permanencia como patrimonio zoogenético nacional.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos del proyecto corresponden a los pequeños y medianos productores porcinos de la provincia de Cotopaxi que mantienen poblaciones de cerdos criollos bajo sistemas tradicionales de producción, además de médicos veterinarios, zootecnistas, técnicos agropecuarios, investigadores, docentes y estudiantes vinculados con las ciencias pecuarias, quienes dispondrán de información científica sobre los rasgos morfofuncionales, productivos y adaptativos de esta población animal, permitiendo fortalecer los procesos de identificación, selección, conservación y manejo sostenible del cerdo criollo, contribuyendo además al desarrollo de sistemas de producción más resilientes frente a las condiciones del clima andino, por lo que los beneficios alcanzarán de manera equitativa tanto a hombres como a mujeres involucrados en el sector agropecuario.

Los beneficiarios indirectos comprenden a las instituciones públicas y privadas relacionadas con el sector agropecuario, gobiernos autónomos descentralizados, universidades, centros de investigación, asociaciones de productores y la sociedad en general, debido a que los resultados constituirán una base científica para la conservación del cerdo criollo ecuatoriano y el diseño de futuras estrategias de manejo sostenible, favoreciendo la preservación de la diversidad genética, el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y el desarrollo de políticas orientadas a proteger este importante recurso zoogenético del país.

4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El cerdo criollo ecuatoriano (*Sus scrofa domesticus*) constituye un recurso zoogenético de alto valor para la agricultura familiar campesina debido a su capacidad de adaptarse a condiciones ambientales adversas, aprovechar recursos alimenticios de bajo valor nutricional y presentar resistencia natural frente a diversas enfermedades, además estas características han permitido su permanencia en sistemas tradicionales de producción bajo las condiciones propias de la región andina, sin embargo, en la provincia de Cotopaxi no existe información actualizada que permita conocer la situación de sus poblaciones ni describir objetivamente sus rasgos morfofuncionales y productivos, generando un vacío de conocimiento sobre este recurso animal (Suárez et al., 2023).

La escasa información disponible se combina con el desplazamiento progresivo del cerdo criollo ocasionado por la incorporación de razas comerciales de mayor rendimiento productivo, además los cruzamientos no planificados y la inexistencia de programas orientados a la conservación de esta población han reducido la presencia de ejemplares con características propias del cerdo criollo, provocando una pérdida gradual de variabilidad genética que pone en riesgo la permanencia de un recurso adaptado durante siglos a las condiciones ambientales de los ecosistemas ecuatorianos (Luna et al., 2023).

La rusticidad constituye uno de los atributos más representativos del cerdo criollo debido a que le permite sobrevivir, reproducirse y mantener un desempeño productivo aceptable bajo condiciones de alimentación limitada, escaso manejo sanitario y variaciones propias del clima andino, además estas capacidades son el resultado de un prolongado proceso de adaptación natural que ha favorecido el desarrollo de características biológicas de gran importancia para la producción animal y la conservación de la diversidad genética porcina (H. Torres et al., 2026).

En el Ecuador se han descrito poblaciones de cerdos criollos con rasgos fenotípicos claramente definidos en provincias como Loja, Cañar y Bolívar, donde aún se conservan animales que presentan características representativas como el pelaje predominantemente negro, el hocico alargado, la rusticidad y la adaptación a sistemas extensivos de producción, mientras que en la provincia de Cotopaxi no se dispone de investigaciones recientes que permitan determinar si estas características aún se mantienen o si han sido modificadas por procesos de cruzamiento con razas comerciales (Degras et al., 2025).

La ausencia de estudios dirigidos a la caracterización morfométrica y funcional del cerdo criollo en la provincia de Cotopaxi limita el conocimiento sobre la variabilidad existente dentro de esta población, además dificulta establecer parámetros técnicos que permitan diferenciar ejemplares representativos y conocer el grado de conservación de sus características biológicas, restringiendo así la disponibilidad de información básica para futuras investigaciones relacionadas con este recurso zoogenético (Benony et al., 2024; Figueroa et al., 2023)

En este sentido, es necesario desarrollar una investigación que permita identificar y caracterizar los rasgos morfofuncionales y productivos de los cerdos criollos presentes en la provincia de Cotopaxi, de manera que se disponga de información científica sobre sus características adaptativas y su variabilidad fenotípica bajo las condiciones del clima andino,

constituyendo una base de conocimiento para futuras investigaciones relacionadas con esta población animal (Benony et al., 2024; Rodriguez et al., 2022).

5. OBJETIVOS

5.1. General

Identificar y caracterizar los rasgos morfofuncionales y productivos de los cerdos criollos presentes en la provincia de Cotopaxi, con énfasis en aquellos atributos que favorecen su rusticidad, adaptabilidad y resistencia a condiciones ambientales propias del clima andino con el fin de fortalecer la resiliencia y sostenibilidad de los sistemas de producción locales.

5.2. Específicos

- Determinar las características morfométricas, fisiológicas y productivas del cerdo criollo en distintas zonas altitudinales de Cotopaxi, para comprender su variabilidad y adaptación.
- Analizar la relación entre los rasgos adaptativos de los cerdos y las variables climáticas locales, como temperatura, humedad relativa y radiación UV, para identificar factores clave de resiliencia.
- Registrar y describir los sistemas tradicionales de manejo utilizados en la región, evaluando cómo estos contribuyen a la expresión y mantenimiento de rasgos resilientes en la población porcina.
- Establecer criterios técnicos para la selección y conservación in situ del cerdo criollo, orientados a preservar su diversidad genética y potencial adaptativo.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1

Actividades a realizar por objetivo

OBJETIVO	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Caracterizar los rasgos morfométricos, fisiológicos y productivos del cerdo criollo en diferentes zonas altitudinales de la provincia de Cotopaxi.	Selección de las unidades productivas y de los cerdos criollos, toma de mediciones corporales, evaluación de las constantes fisiológicas y registro de las características productivas y faneróptica.	Se visitaron las unidades productivas ubicadas en las diferentes zonas altitudinales de la provincia de Cotopaxi. Con el apoyo de los productores se seleccionaron los cerdos criollos que cumplían con los criterios del estudio. Posteriormente se registraron las medidas corporales, las constantes fisiológicas, la condición corporal y las características externas de cada animal utilizando instrumentos de medición y fichas de campo.	Caracterización morfométrica, fisiológica, productiva y faneróptica de los cerdos criollos evaluados.

Analizar la relación entre los rasgos adaptativos del cerdo criollo y las condiciones climáticas presentes en las diferentes zonas altitudinales.	Registro de las variables climáticas y análisis de su relación con las características de los animales.	Se recopiló información sobre la temperatura ambiental, la humedad relativa y la radiación UV de cada unidad productiva. Posteriormente estos datos se compararon con las características registradas en los cerdos para identificar posibles relaciones entre el ambiente y su capacidad de adaptación.	Relación entre las condiciones climáticas y los rasgos adaptativos del cerdo criollo.
Describir los sistemas tradicionales de manejo utilizados en la crianza del cerdo criollo en la provincia de Cotopaxi.	Aplicación de encuestas a los productores y recopilación de información sobre las prácticas de manejo.	Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los productores para conocer las prácticas relacionadas con la alimentación, reproducción, sanidad, alojamiento y manejo general de los animales. La información obtenida fue organizada para describir las características de los sistemas tradicionales de producción.	Caracterización de los sistemas tradicionales de manejo del cerdo criollo en la provincia de Cotopaxi.

Proponer criterios técnicos para la selección y conservación in situ del cerdo criollo en la provincia de Cotopaxi.	Integración y análisis de la información obtenida durante la investigación para elaborar la propuesta.	Se analizaron en conjunto los resultados obtenidos durante la caracterización de los animales, las condiciones climáticas y los sistemas de manejo. Con base en esta información se identificaron los rasgos más relevantes del cerdo criollo y se plantearon criterios orientados a favorecer su selección y conservación en su ambiente de origen.	Propuesta de criterios técnicos para la selección y conservación in situ del cerdo criollo en la provincia de Cotopaxi.

Fuente: Elaboración propia.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. El cerdo criollo ecuatoriano

El cerdo criollo de América Latina es una población con una gran diversidad genética que se ha mantenido a lo largo del tiempo gracias a su capacidad de adaptación a condiciones ambientales adversas, escasez de dieta y diversos tipos de enfermedades. Ello ha dado lugar a animales rústicos, robustos y con una capacidad de supervivencia muy alta, lo que es capaz de resistir hasta las condiciones más adversas de las que haya sido capaz la crianza de porcino. En la actualidad, el cerdo criollo representa un valioso recurso genético, ya que posee características que pueden contribuir al mejoramiento del germoplasma utilizado en la producción porcina comercial (Almendariz, 2025).

El cerdo criollo presenta una gran variabilidad en sus características físicas. La cantidad de pelaje puede ser escasa o abundante, dependiendo de las condiciones ambientales y de la región donde se desarrolla. Además, la coloración de este animal suele presentarse con distintas tonalidades que incluyen negra, blanca o amarilla. Si bien este animal es el típico ejemplar que destaca por su capacidad de adaptación y resistencia, la población de cerdos criollos ha sufrido un deterioro progresivo dado que are características están orientadas ante todo a la supervivencia en condiciones de escaso recursos alimenticios está en condiciones de manejo poco (o nada) tecnificadas, lo que ha mermado su competitividad ante razas porcina altamente especializadas (Peñafiel, 2025).

7.1.1. Origen e importancia del cerdo criollo

Para la Real Academia Española (RAE), el cerdo consiste en un mamífero artiodáctilo que presenta un cuerpo macizo, que se cría para el consumo humano. En América, el cerdo criollo es descendiente directo de los cerdos ibéricos que trajo Cristóbal Colón durante su segundo viaje; basa su supervivencia en el hecho de que puede adaptarse a climas y sistemas de producción muy diversos (Vinueza et al., 2025). Todo ello se ve favorecido, además, porque es un animal omnívoro, lo cual le permite aprovechar un amplio rango de alimentos de origen vegetal o animal, lo que le facilita su cría en las distintas regiones del mundo, excepto a aquéllas donde hay prohibiciones culturales o religiosas (Carrillo, 2023).

El cerdo criollo ecuatoriano tiene una gran importancia debido a que conserva características heredadas de las razas porcinas introducidas por los españoles, las cuales se han complementado con adaptaciones desarrolladas durante generaciones en diferentes ambientes (Gilbert et al., 2025). Estas condiciones le han permitido presentar resistencia frente a diversas enfermedades, aprovechar alimentos de bajo aporte nutricional y adaptarse a sistemas de producción con disponibilidad limitada de recursos. Gracias a su rusticidad y

capacidad de adaptación, representa una alternativa valiosa para fortalecer la producción porcina en zonas rurales.(Almendariz, 2025).

7.1.2. Distribución en la Sierra ecuatoriana

En la Sierra ecuatoriana, la crianza de cerdos criollos se desarrolla principalmente en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Bolívar, Loja, Azuay y Cañar. En estas zonas predominan los sistemas de traspatio, manejados por pequeños productores y familias rurales. Los animales se han adaptado a las condiciones ambientales de los valles interandinos y de las zonas de mayor altitud, donde generalmente se crían en sistemas extensivos o semiextensivos (Gourdine et al., 2021). Su alimentación se basa en forrajes, residuos de cosecha y otros subproductos disponibles en las fincas. Además de destinarse al autoconsumo, la crianza de estos cerdos representa una fuente adicional de ingresos para las familias mediante la comercialización de animales o de su carne en los mercados locales (Ganazhapa, 2021).

7.2. Importancia económica, social y ambiental

7.2.1. Importancia económica

Los cerdos criollos suponen una importante alternativa productiva para las familias rurales, dado que pueden ser criados y alimentados en sistemas que requieren una baja inversión. La alimentación de los cerdos todos es a partir de residuos domésticos, subproductos de la agricultura y otros recursos que se tienen en la finca, contribuyendo por ende a disminuir los costes de producción (Collas et al., 2023). Aparte de la auto consumición la venta de los animales o de sus productos da ingresos adicionales a los hogares. Por estas razones, el cerdo criollo constituye un elemento relevante dentro de la economía familiar y de los sistemas de producción de traspatio (Llangarí, 2021).

7.2.2. Importancia social

La crianza del cerdo criollo forma parte de las prácticas tradicionales de numerosas comunidades rurales del Ecuador. Además de contribuir al autoconsumo y a la seguridad alimentaria, constituye un patrimonio cultural asociado a conocimientos transmitidos entre generaciones y a preparaciones gastronómicas tradicionales. La revalorización del cerdo criollo también favorece la permanencia de los sistemas productivos familiares y fortalece el desarrollo local mediante la conservación de prácticas agropecuarias tradicionales (Pancho, 2024).

7.2.3. Importancia ambiental

Desde el punto de vista ambiental, el cerdo criollo se caracteriza por su rusticidad y por su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones del entorno, lo que permite su crianza con una menor necesidad de insumos externos. Además, el uso de residuos agrícolas y domésticos en su alimentación contribuye a aprovechar de mejor manera los recursos disponibles en las unidades de producción familiar y reduce el desperdicio (Poullet et al., 2022). La conservación de estas poblaciones también es importante porque ayuda a mantener la diversidad genética de los cerdos, considerada un recurso valioso para favorecer la sostenibilidad de la producción animal y mejorar su capacidad de adaptación frente a los cambios ambientales (Martínez et al., 2026).

7.3. Rasgos morfométricos, fisiológicos y productivos del cerdo criollo

Los rasgos morfométricos de la raza del cerdo criollo contribuyen a caracterizar la conformación del cuerpo y sirven de elemento soporte en la puesta en marcha de programas de conservación y de mejora genética. Las medidas más habituales son las de la longitud del cuerpo, la altura, el perímetro torácico, y las de la cabeza y la grupa, a partir de las cuales se calculan índices zoométricos que evalúan la proporcionalidad y la capacidad productiva. En Ecuador, el cerdo criollo se caracteriza por presentar gran variabilidad morfológica, tamaño

mediano, cabeza y hocico alargados, pelaje predominantemente negro, extremidades fuertes y elevada rusticidad, lo que favorece su adaptación a sistemas tradicionales de producción (Goyes, 2023) .

Desde el punto de vista fisiológico, el cerdo criollo se distingue por su rusticidad, su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y su resistencia frente a diversas enfermedades. Estas características se han desarrollado a lo largo de muchos años de adaptación en sistemas de producción extensivos y de traspatio (Acosta et al., 2024). Gracias a ello, puede aprovechar alimentos de bajo valor nutritivo, tolerar cambios en las condiciones climáticas y mantener buenos niveles de supervivencia aun en sistemas de crianza con recursos limitados y poca asistencia técnica (Llangarí, 2021).

En cuanto a sus características productivas, el cerdo criollo presenta un crecimiento más lento que las razas comerciales, pero destaca por sus bajos requerimientos de alimentación y manejo, mayor longevidad y buena adaptación a sistemas tradicionales. Una parte importante de su producción se destina al autoconsumo y a la venta en el mercado local porque constituyen para las familias campesinas una parte importante de su dieta como también una fuente de ingresos. Su carne es muy apreciada por su sabor, su textura y su justo nivel de engrasado intramuscular, muchas de las cuales son las cualidades que la hacen apta para la elaboración de productos tradicionales (Valverde et al., 2023).

7.3.1. Morfometría

Los datos morfométricos permiten establecer mediciones y descripciones de las características físicas de los animales mediante mediciones corporales. En producción animal, se utiliza para evaluar el tamaño, la forma y la conformación de los individuos, identificar la variabilidad dentro de una población y apoyar la caracterización fenotípica, la conservación de los recursos zoogenéticos y los programas de selección y mejoramiento genético (Salamanca et al., 2022).

7.3.2. Medidas zoométricas utilizadas en porcinos

La información disponible sobre los parámetros morfométricos en cerdos criollos aún es limitada, por lo que resulta necesario generar estudios que permitan caracterizar sus características físicas mediante el uso de mediciones zoométricas. Estas herramientas proporcionan datos objetivos sobre la conformación corporal de los animales y ofrecen una mayor precisión que los métodos tradicionales basados únicamente en la observación visual. La información obtenida contribuye a una mejor caracterización de esta población y constituye un apoyo para su conservación, manejo y futuros programas de mejoramiento (Reyes, 2020).

7.3.3. Características fisiológicas

El cerdo criollo presenta características fisiológicas asociadas con una alta capacidad de adaptación al entorno, resultado de un proceso prolongado de selección natural en sistemas tradicionales de crianza. Esta adaptación se manifiesta en su rusticidad, resistencia a cambios ambientales, capacidad para aprovechar dietas con poca suplementación y facilidad para mantenerse en sistemas extensivos o de traspatio con bajo nivel de tecnificación (Aguayo, 2022).

Tabla 2

Principales características fisiológicas del cerdo criollo

Característica fisiológica	**Descripción**
Rusticidad	Capacidad para desarrollarse y adaptarse a diferentes ambientes y sistemas tradicionales de producción.
Adaptación climática	Resistencia frente a cambios de temperatura y condiciones ambientales desfavorables.

Característica fisiológica	Descripción
Resistencia sanitaria	Mayor capacidad de supervivencia ante enfermedades y factores de estrés del entorno.
Aprovechamiento alimenticio	Facilidad para utilizar residuos agrícolas, subproductos y recursos alimenticios disponibles en la finca.
Bajo requerimiento nutricional	Puede mantenerse con poca suplementación alimenticia sin afectar de manera significativa su supervivencia.
Capacidad reproductiva	Presenta adecuada fertilidad, buen comportamiento maternal y mayor supervivencia de las crías.
Diversidad genética	Conserva variabilidad genética que favorece su adaptación y contribuye a la conservación del recurso porcino.
Longevidad productiva	Mantiene sus características reproductivas y productivas durante un periodo prolongado.

Fuente: Tomado de Cruzado (2021).

7.3.4. Adaptación fisiológica al ambiente

Los cerdos cuentan con mecanismos fisiológicos que les permiten regular su temperatura corporal ante las variaciones del ambiente. No obstante, su capacidad para eliminar el exceso de calor es limitada debido a la baja presencia de glándulas sudoríparas activas y a la acumulación de grasa subcutánea. Cuando se enfrentan a temperaturas elevadas, incrementan la frecuencia respiratoria mediante el jadeo, favorecen la circulación sanguínea hacia la superficie corporal y activan procesos metabólicos que ayudan a mantener el equilibrio térmico (Gómez et al., 2022).

7.4. Características productivas

El cerdo criollo presenta características productivas particulares que lo diferencian de las razas comerciales especializadas. A pesar de su lentitud en el crecimiento y su escaso valor de producción, su principal virtud es tener rusticidad, capacidad para ser adaptado a diferentes ambientes y una menor necesidad en insumos. En adición, su sencillez y facilidad para usar

recursos locales constituirá que se crie en sistemas familiares y en los traspatios. Su uso se destina sobre todo para el autoconsumo y para la venta interna, constituyendo una alternativa de ayuda sostenible a la economía de las familias rurales (Reyes, 2020).

Tabla 3

Características productivas del cerdo criollo

Característica productiva	Descripción
Crecimiento	Presenta un desarrollo más lento, pero adecuado para sistemas de producción con baja inversión.
Ganancia de peso	Moderada y condicionada principalmente por la disponibilidad y calidad del alimento.
Conversión alimenticia	Tiene capacidad para aprovechar recursos locales, residuos agrícolas y subproductos disponibles.
Reproducción	Presenta buena fertilidad, capacidad materna y adecuada supervivencia de las crías.
Producción de carne	Menor rendimiento en comparación con razas comerciales, pero con características de calidad apreciadas por los consumidores.
Adaptación productiva	Conserva su desempeño en diferentes ambientes y sistemas tradicionales de crianza.
Longevidad	Mantiene su capacidad productiva durante periodos prolongados.
Sistema de crianza	Se desarrolla principalmente en sistemas familiares, extensivos o de traspatio.

Fuente: Tomado de Llangarí (2021).

7.5. Rasgos adaptativos y resiliencia del cerdo criollo

7.5.1. Adaptación animal

La adaptación animal comprende el conjunto de cambios que permiten a una especie ajustarse a las condiciones del ambiente para mantener su supervivencia y desempeño. Estos cambios pueden manifestarse en las características físicas, el funcionamiento del organismo y

la capacidad productiva. En el cerdo criollo ecuatoriano, esta adaptación es el resultado de muchos años de crianza en sistemas tradicionales, lo que le ha permitido desarrollarse en distintos ecosistemas (Pius et al., 2024).

7.5.2. Rasgos adaptativos

Los rasgos adaptativos son el conjunto de características heredables que permiten a los animales sobrevivir, reproducirse y mantenerse productivos en determinadas condiciones ambientales. En el cerdo criollo, estos rasgos incluyen su rusticidad, la capacidad para soportar tanto el calor como el frío, la resistencia frente a enfermedades y parásitos, el aprovechamiento de alimentos de baja calidad nutricional o con alto contenido de fibra, el comportamiento para buscar alimento y una adecuada capacidad materna para el cuidado de las crías (Pardo et al., 2023).

7.5.3. Adaptación del cerdo criollo al clima andino

El cerdo criollo ha desarrollado una importante capacidad para adaptarse a las condiciones ambientales de la región andina, donde predominan las grandes altitudes, las bajas temperaturas nocturnas, la alta radiación solar y los cambios frecuentes del clima. Esta adaptación es el resultado de un largo proceso de selección natural y de su permanencia en sistemas tradicionales de crianza. Gracias a ello, estos animales muestran mayor resistencia a las condiciones del entorno y conservan su capacidad reproductiva y de supervivencia en sistemas de producción familiar (Cueva, 2018).

7.6. Variables climáticas que influyen en la producción

Las variables climáticas influyen de manera importante en el rendimiento de los animales, ya que afectan su bienestar, el funcionamiento del organismo, el consumo de alimento, el crecimiento y la reproducción. Entre las más relevantes se encuentran la temperatura del ambiente, la humedad relativa, la radiación solar, la velocidad del viento y las precipitaciones. Cuando estas condiciones se alejan de los niveles adecuados para los

animales, pueden generar estrés ambiental, lo que reduce el consumo de alimento, disminuye el aprovechamiento de los nutrientes, limita la ganancia de peso y puede afectar el desempeño reproductivo (Knox, 2024).

Tabla 4

Principales variables climáticas que influyen en la producción porcina

Variables climáticas	Efecto sobre la producción
Temperatura ambiental	Influye en el consumo de alimento, el crecimiento y la reproducción; las temperaturas elevadas pueden provocar estrés por calor.
Humedad relativa	Cuando es alta y se combina con temperaturas elevadas, aumenta el estrés ambiental de los animales.
Radiación solar	Incrementa la temperatura corporal y puede disminuir el bienestar y el desempeño productivo.
Velocidad del viento	Ayuda a reducir el calor corporal y favorece el confort de los animales.
Precipitación	Puede afectar la disponibilidad de alimento y agua, además de favorecer la aparición de algunas enfermedades.

Fuente: Tomado de Knox (2024); Hongqiang et al. (2023); (Liu et al., 2022).

7.7. Sistemas tradicionales de producción del cerdo criollo

Los sistemas tradicionales de producción del cerdo criollo se desarrollan principalmente en unidades familiares o de traspatio, donde la crianza se realiza con un bajo nivel de tecnificación y utilizando los recursos disponibles en la finca. Estos sistemas requieren una inversión reducida, dependen en gran medida de la mano de obra familiar y destinan la producción tanto al consumo del hogar como a la venta en mercados locales. Gracias a su rusticidad y capacidad de adaptación, el cerdo criollo puede alimentarse con recursos locales, residuos agrícolas y subproductos domésticos, lo que disminuye los costos

de producción y contribuye a la sostenibilidad de estos sistemas de crianza (Arredondo et al., 2020).

Tabla 5

Características de los sistemas tradicionales de producción del cerdo criollo

Característica	Descripción
Sistema predominante	Producción de traspatio o familiar.
Alimentación	Basada en residuos agrícolas, maíz, subproductos y desperdicios del hogar.
Infraestructura	Corrales sencillos o sistemas extensivos con poca tecnificación.
Mano de obra	Realizada principalmente por los miembros de la familia.
Destino de la producción	Orientada al autoconsumo y a la comercialización en mercados locales.

Fuente: Tomado de Food and Agriculture Organization of the United Nations (2024).

7.8. Conservación y selección del cerdo criollo

La conservación del cerdo criollo constituye una estrategia orientada a preservar un recurso zoogenético de elevado valor debido a que estas poblaciones poseen características adaptativas desarrolladas durante largos procesos de selección natural que les permiten responder favorablemente a condiciones ambientales adversas, además representan una fuente de variabilidad genética de gran importancia para afrontar los desafíos derivados del cambio climático y de la intensificación de los sistemas de producción animal, por lo que su permanencia requiere acciones integrales que incluyan la caracterización de las poblaciones, la identificación de ejemplares representativos y el fortalecimiento de programas de conservación que garanticen la permanencia de estos recursos genéticos para las futuras generaciones (Olmedo et al., 2021).

La selección del cerdo criollo debe orientarse hacia la identificación de animales que expresen rasgos relacionados con la rusticidad, la eficiencia reproductiva, la resistencia a

enfermedades y la capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales, además este proceso debe fundamentarse en criterios técnicos que permitan conservar la diversidad genética mientras se mejora el desempeño productivo de las poblaciones, evitando cruzamientos indiscriminados que incrementen la pérdida de variabilidad genética y favoreciendo programas de reproducción planificada que combinen la conservación con el mejoramiento animal de manera equilibrada y sostenible (Estupiñán et al., 2020).

7.8.1. Conservación in situ

La conservación in situ del cerdo criollo se desarrolla mediante la permanencia de los animales dentro de sus sistemas tradicionales de producción, donde continúan interactuando con las condiciones ambientales que han favorecido su adaptación durante generaciones, además este modelo permite conservar procesos evolutivos naturales relacionados con la selección por rusticidad, eficiencia en el aprovechamiento de recursos alimenticios locales y tolerancia frente a condiciones climáticas variables, manteniendo así poblaciones funcionales que continúan evolucionando en respuesta a las características propias de cada territorio (Peláez & Vera, 2024).

Este tipo de conservación también fortalece el vínculo entre los productores y los recursos zoogenéticos locales debido a que integra el conocimiento tradicional con estrategias modernas de manejo y conservación, además favorece la participación de las comunidades rurales en programas de selección y monitoreo de las poblaciones, incrementando las posibilidades de mantener la diversidad genética y reducir los riesgos asociados con la erosión genética, por lo que actualmente se considera una de las estrategias más eficientes para garantizar el uso sostenible de las razas porcinas locales dentro de sistemas de producción resilientes (Almendariz, 2025).

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿Cuáles son los rasgos morfofuncionales y productivos que caracterizan al cerdo criollo de la provincia de Cotopaxi y cómo se relacionan con las condiciones ambientales del clima andino para contribuir a su conservación?

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Figura 1

Mapa político de la provincia de Cotopaxi y sus cantones



Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía de la provincia de Cotopaxi.

Ubicación:

La presente investigación se realizó en la provincia de Cotopaxi, ubicada en la región sierra del ecuador. El estudio se desarrolló en unidades productivas dedicadas a la crianza tradicional de cerdos criollos, distribuidas en diferentes cantones y parroquias de la provincia. Para el desarrollo de la investigación, las localidades fueron agrupadas en tres zonas altitudinales (7.700-3.500 msnm), con el fin de evaluar los rasgos morfofuncionales, productivos y adaptativos de los animales bajo las condiciones propias del clima andino.

9.1. Delimitación y selección de unidades de estudio

9.1.1. Paso 1 Zonificación altitudinal

Se clasificarán tres zonas altitudinales:

1. Bajo: 2700–3000 msnm (Latacunga, Pujilí, Saquisili, Salcedo, Sigchos)
2. Medio: 3000–3300 msnm (Toacaso, Mulalo, Pastocalle, Tanicuchi, Zumbahua, Chugchilan)
3. Alto: 3300–3500 msnm (Chitan, Verdecocha, Moreta, Pilalo, Canchagua, Toacaso, Mulalo) (Labatut et al., 2025).

9.1.2. Paso 2 Selección de unidades productivas

1. n = 40 cerdos por cada piso, a partir de los 6 meses de edad o que tengan un tamaño mediano
2. Criterios: Presencia de cerdo criollo, Manejo tradicional, Accesibilidad

9.1.3. Paso 3 Selección de animales

1. n = 120 cerdos adultos total
2. Distribución: 40 por piso altitudinal

9.2. Diseño y validación de encuestas

9.2.1. Paso 4 Construcción del instrumento

Encuesta semiestructurada con secciones:

1. Información del productor
2. Sistema de manejo
3. Alimentación
4. Sanidad
5. Reproducción
6. Percepción de rusticidad

9.2.2. Paso 5 Validación

1. Validación por expertos (mínimo 3)
2. Prueba piloto (n = 5 productores)

9.2.3. Paso 6 Aplicación

1. Técnica: entrevista directa
2. Registro digital

9.3. Registro de variables morfométricas

9.3.1. Paso 7 Preparación del animal

1. Animal en reposo
2. Posición natural

9.3.2. Paso 8 Medición morfométrica

Variables:

1. Altura a la cruz
2. Altura a la grupa
3. Longitud corporal
4. Perímetro torácico
5. Perímetro abdominal
6. Ancho de pecho
7. Profundidad torácica
8. Ancho de la grupa
9. Longitud de grupa

10. Perímetro de caña
11. Longitud de cabeza
12. Anchura de cabeza
13. Longitud de oreja
14. Anchura de oreja
15. Peso vivo (PV)

Instrumentos:

1. Cinta métrica zoométrica
2. Regla zoometrica
3. Compas zoometrico

9.4. Evaluación de constantes fisiológicas

9.4.1. Paso 9 Momento de medición

1. Mañana (6h–9h)
2. Para evitar estrés térmico

9.4.2. Paso 10 Variables fisiológicas

1. Temperatura rectal (°C)
2. Frecuencia respiratoria (rpm)
3. Frecuencia cardíaca (lpm)

Instrumentos:

1. Termómetro digital veterinario
2. Estetoscopio

9.5. Evaluación de variables productivas

9.5.1. Paso 11 Condición corporal

- Escala 1–5

9.5.2. Paso 12 Registro reproductivo (encuesta)

- Tamaño de camada
- Frecuencia de parto

9.6. Registro de rasgos fanerópticos

9.6.1. Paso 13 Observación directa

Variables:

- Color de capa (blanco, negro, rojo, pinto)
- Tipo de pelo (liso/rizado)
- Presencia de manchas (Si, No)
- Tipo de oreja (Triangular, Redondeada, Lanceolada, Ancha-corta, irregular)
- Pigmentación de piel (pigmeno, pigmentado, no pigmentado)
- Presencia de Marmellas (Si, No)

9.6.2. Paso 14 Registro

- Ficha fenotípica + fotografía

9.7. Registro de variables climáticas

9.7.1. Paso 15 Variables

- Temperatura ambiental (°C)

- Humedad relativa (%)
- Radiación UV

9.7.2. Paso 16 Fuentes de datos

- Estaciones meteorológicas locales
- Aplicaciones

9.7.3. Paso 17 Georreferenciación

- GPS por unidad productiva

9.8. Registro de sistemas de manejo

9.8.1. Paso 18 Variables

- Tipo de alimentación
- Sistema de alojamiento
- Manejo sanitario
- Sistema reproductivo

9.8.2. Paso 8.2: Clasificación de sistemas

- Extensivo
- Semi-intensivo
- Tradicional familiar

9.8.3. Paso 8.3: Validación participativa

- Taller con productores
- Priorización de prácticas resilientes

9.9. Fase 9: Integración de base de datos

Se construirá una matriz con:

- Variables morfométricas
- Fisiológicas
- Productivas
- Fanerópticas
- Climáticas
- Manejo

9.10. Fase 10: análisis estadístico

9.10.1. Paso 10.1: Estadística descriptiva

- Media, desviación estándar

9.10.2. Paso 10.2: Comparación entre zonas altitudinales

- ANOVA
- Tukey

9.10.3. Paso 10.3: Relación adaptación–clima

- Correlación de Pearson/Spearman
- Modelos lineales

9.10.4. Paso 10.4: Análisis multivariado

- PCA
- Clustering

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tabla 6

Índices zoométricos utilizados para la caracterización morfométrica del cerdo criollo

Índice	Fórmula	Interpretación
Índice corporal	(LC/PT) × 100	Describe la relación entre la longitud corporal y el desarrollo torácico. Valores altos indican animales relativamente más alargados.
Índice torácico	(AP/PTP) × 100	Evalúa la conformación del tórax. Valores mayores indican un tórax proporcionalmente más ancho respecto a su profundidad.
Índice pélvico	(AGR/LGR) × 100	Determina la conformación de la grupa; valores altos indican una grupa relativamente más ancha.
Índice cefálico	(ACAB/LCAB) × 100	Caracteriza la forma de la cabeza; permite diferenciar cabezas más anchas o más alargadas.
Índice de proporcionalidad	(AC/LC) × 100	Evalúa la relación entre la altura a la cruz y la longitud corporal, indicando si el animal presenta un cuerpo más alto o más largo.

Fuente: Elaboración propia

10.1. Características morfométricas de los cerdos criollos de la zona altitudinal 1

Interpretación de los resultados

Los cerdos criollos evaluados presentaron una altura a la cruz promedio de 66,85 cm, una altura a la grupa de 62,08 cm y una longitud corporal de 94,40 cm. Estos resultados describen animales de tamaño corporal mediano, con una longitud corporal superior a las alturas registradas. La diferencia entre la altura a la cruz y la altura a la grupa indica que, en promedio, la región anterior del cuerpo se ubicó ligeramente por encima de la región posterior.

El perímetro torácico alcanzó un promedio de 97,95 cm, mientras que el perímetro abdominal fue de 106,53 cm. El mayor desarrollo del perímetro abdominal puede estar

relacionado con la edad, la condición corporal, el estado de alimentación y la conformación característica de animales mantenidos bajo sistemas tradicionales, en los cuales no existe una selección uniforme por crecimiento o composición corporal.

El peso vivo promedio fue de 89,45 kg, con valores entre 47 y 183 kg y un coeficiente de variación de 44,48 %. Esta elevada dispersión demuestra una marcada heterogeneidad productiva, posiblemente asociada con la inclusión de animales de uno y dos años, diferencias de sexo, condición corporal y ausencia de estandarización en la alimentación. Por tanto, el peso vivo debe analizarse posteriormente considerando la edad y el sexo de los animales.

La mayoría de las medidas corporales presentó coeficientes de variación inferiores al 20 %, lo que evidencia una variabilidad baja o moderada. Las variables con mayor dispersión fueron la longitud de grupa, el perímetro de caña y el peso vivo. Esto indica que la población conserva cierta uniformidad en su estructura corporal general, pero presenta mayor variación en el desarrollo de la región posterior, la base ósea y el tamaño productivo.

Tabla 7

Estadísticos descriptivos de las variables morfométricas del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 1

Variable	**Media ± DE**	**IC95 %**	**Mín.–Máx.**	**CV (%)**
Altura a la cruz, AC (cm)	66,85 ± 8,41	64,16–69,54	45–83	12,58
Altura a la grupa, AG (cm)	62,08 ± 9,25	59,12–65,03	41–84	14,90
Longitud corporal, LC (cm)	94,40 ± 11,81	90,62–98,18	78–115	12,51
Perímetro torácico, PT (cm)	97,95 ± 16,53	92,66–103,24	78–138	16,87
Perímetro abdominal, PA (cm)	106,53 ± 17,56	100,91–112,14	80–150	16,48
Ancho del pecho, AP (cm)	24,60 ± 4,64	23,12–26,08	16–33	18,86
Profundidad torácica, PTP (cm)	31,75 ± 6,23	29,76–33,74	22–43	19,62
Ancho de grupa, AGR (cm)	22,15 ± 2,47	21,36–22,94	17–33	11,13

Longitud de grupa, LGR (cm)	17,03 ± 4,00	15,74–18,31	10–27	23,51
Perímetro de caña, PC (cm)	14,65 ± 2,98	13,70–15,60	10–20	20,36
Longitud de cabeza, LCAB (cm)	23,23 ± 3,27	22,18–24,27	16–31	14,08
Ancho de cabeza, ACAB (cm)	15,78 ± 2,54	14,96–16,59	12–29	16,08
Longitud de oreja, LO (cm)	17,48 ± 2,31	16,74–18,22	11–23	13,23
Ancho de oreja, AO (cm)	13,23 ± 2,11	12,55–13,90	10–18	15,97
Peso vivo, PV (kg)	89,45 ± 39,79	76,72–102,18	47–183	44,48

Fuente: Elaboración propia. **DE:** desviación estándar; **IC95 %:** intervalo de confianza del 95 %; **CV:** coeficiente de variación.

Discusión

La conformación corporal registrada es consistente con la amplia variabilidad biométrica reportada en las poblaciones de cerdos criollos ecuatorianos. Estupiñán-Véliz et al. analizaron 338 hembras criollas procedentes de distintas provincias del Ecuador, evidenciando que estos animales presentan perfiles morfométricos diferenciados, con particularidades asociadas al tamaño corporal, la estructura anatómica y el ambiente de origen, además de mostrar dimensiones inferiores en comparación con ciertas poblaciones porcinas ibéricas(Esmeraldas et al., 2023). Estos hallazgos permiten establecer que las características morfológicas observadas en los ejemplares de Cotopaxi no deben ser valoradas bajo criterios exclusivos de razas comerciales mejoradas, sino como una expresión de la diversidad genética y fenotípica propia de un recurso zoogenético autóctono, cuya conformación responde a procesos de adaptación a condiciones ambientales y sistemas productivos locales específicos (J. Torres, 2024).

La longitud corporal media de 94,40 cm y el perímetro torácico promedio de 97,95 cm evidencian una estructura corporal relativamente armónica en los animales evaluados; sin embargo, la presencia de una variabilidad individual considerable refleja diferencias fenotípicas dentro del grupo estudiado. Las poblaciones porcinas criollas del Ecuador

presentan una marcada diversidad biométrica entre las distintas zonas geográficas, atribuida a factores como el aislamiento poblacional, los procesos de mestizaje ocurridos a lo largo del tiempo, los criterios de selección aplicados por los productores y la influencia de las condiciones ambientales propias de cada región(Barragán et al., 2025). En este sentido, la dispersión de los valores obtenidos, reflejada en la amplitud de los intervalos de confianza y los rangos registrados, indica que los animales analizados aún mantienen una elevada heterogeneidad morfoestructural, característica de una población en proceso de diferenciación y no de una raza completamente definida o sometida a un proceso de estandarización morfológica (Estupiñán et al., 2020).

El peso vivo fue la variable que registró el coeficiente de variación más elevado (44,48 %), lo que indica una marcada heterogeneidad entre los animales evaluados. Esta amplitud en los valores puede estar relacionada con la inclusión de individuos de uno y dos años de edad, así como con diferencias en la condición corporal y en los sistemas de alimentación y manejo empleados (Gutiérrez et al., 2023). No obstante, esta variabilidad productiva no debe interpretarse necesariamente como una limitación de la población, ya que también puede ser consecuencia de su plasticidad fenotípica, es decir, de la capacidad de los animales para modificar su desempeño de crecimiento en respuesta a las condiciones ambientales y a la disponibilidad de recursos. Aun así, para determinar con mayor precisión cuáles son los rasgos de mayor interés productivo, será necesario realizar análisis estadísticos que permitan controlar el efecto de factores como la edad, el sexo, la alimentación y la condición corporal (Labatut et al., 2025).

La mayor variabilidad registrada en el peso vivo, longitud de grupa y perímetro de caña indica que estas características podrían estar más influenciadas por el ambiente y el manejo que otras medidas estructurales. En contraste, el ancho de grupa, la altura a la cruz y la longitud corporal presentaron menor dispersión, por lo que podrían ser variables más

estables para describir el patrón morfológico de la población. El empleo conjunto de medidas corporales e índices zoométricos es pertinente porque permite distinguir diferencias de tamaño de verdaderas diferencias de proporcionalidad corporal. (Estupiñán et al., 2020)

10.2. Índices zoométricos de los cerdos criollos de la zona altitudinal 1

Interpretación de los resultados

El índice corporal presentó un promedio de 97,18, con un coeficiente de variación de 6,59 %, siendo el índice más uniforme de la población. Un valor próximo a 100 indica que la longitud corporal y el perímetro torácico mantienen proporciones semejantes. Por tanto, los animales presentaron una conformación corporal relativamente equilibrada, sin una predominancia extrema del desarrollo longitudinal o torácico.

El índice torácico alcanzó una media de 78,98 y mostró una variabilidad moderada. Este resultado indica que el ancho del pecho representó aproximadamente el 79 % de la profundidad torácica. No obstante, su rango entre 41 y 117 demuestra que existen animales con tórax estrechos y profundos, mientras que otros presentaron una estructura torácica proporcionalmente más ancha.

El índice pélvico obtuvo el mayor promedio, con 135,28, lo que indica que el ancho de la grupa fue superior a su longitud. Esta característica puede considerarse de interés productivo y reproductivo, debido a que una región posterior amplia puede relacionarse con mayor desarrollo muscular y espacio pélvico. Sin embargo, su coeficiente de variación de 19,14 % demuestra que este rasgo no se encuentra uniformemente expresado en todos los animales.

El índice cefálico promedio fue de 68,68, lo que evidencia que la anchura de la cabeza fue menor que su longitud. Este resultado corresponde a animales con cabeza predominantemente alargada. Finalmente, el índice de proporcionalidad alcanzó 71,15 y

presentó una variabilidad baja, confirmando que la longitud corporal fue mayor que la altura a la cruz.

Tabla 8

Estadísticos descriptivos de los índices zoométricos del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 1

Índice	Media ± DE	IC95 %	Mín.–Máx.	CV (%)
Índice corporal	97,18 ± 6,40	95,13–99,22	75–110	6,59
Índice torácico	78,98 ± 14,25	74,42–83,53	41–117	18,04
Índice pélvico	135,28 ± 25,90	126,99–143,56	84–183	19,14
Índice cefálico	68,68 ± 9,87	65,52–71,83	54–100	14,37
Índice de proporcionalidad	71,15 ± 6,65	69,02–73,28	47–92	9,35

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

La baja variabilidad del índice corporal evidencia que, a pesar de las diferencias de peso y tamaño, los cerdos mantuvieron una relación relativamente constante entre longitud corporal y perímetro torácico. Esto es relevante porque permite distinguir la variación debida al tamaño absoluto de aquella relacionada con la forma corporal. Estupiñán-Véliz et al. emplearon índices zoométricos para comparar poblaciones criollas ecuatorianas e iberoamericanas y demostraron que estos indicadores permiten identificar patrones morfológicos diferenciados aun cuando exista heterogeneidad entre individuos (J. Torres, 2024).

El índice pélvico promedio superior a 100 confirma que la grupa fue proporcionalmente más ancha que larga. Este resultado coincide con la descripción realizada para poblaciones criollas ecuatorianas, en las que se identificó un índice pelviano elevado respecto de varias poblaciones porcinas ibéricas. Una grupa amplia puede representar un rasgo deseable por su posible relación con la capacidad reproductiva de las hembras y con el

desarrollo de las masas musculares posteriores; no obstante, estas asociaciones deben comprobarse y no inferirse únicamente a partir del índice (Estupiñán et al., 2020).

El índice cefálico promedio de 68,68 muestra una población con cabeza más larga que ancha. Este resultado difiere parcialmente de la clasificación braquicéfala señalada para algunas poblaciones ecuatorianas por Estupiñán-Véliz et al. La diferencia puede relacionarse con el origen geográfico de los animales, ya que el estudio previo incluyó poblaciones de Bolívar, Guayas, Los Ríos y Santa Elena, mientras que la presente investigación corresponde a la Sierra andina de Cotopaxi. También puede influir la fórmula empleada, el punto anatómico utilizado para medir la cabeza y la composición por sexo y edad (Martínez et al., 2026).

El índice de proporcionalidad de 71,15 indica que los animales fueron más largos que altos, lo que describe un formato corporal longitudinal. Esta conformación puede ser funcional en sistemas tradicionales porque permite mantener una estructura corporal moderada y desplazarse en terrenos irregulares. Sin embargo, la identificación de este índice como rasgo de adaptación requerirá comprobar que se mantiene en las zonas altitudinales 2 y 3 y que presenta asociaciones consistentes con las variables climáticas y fisiológicas (Ramírez et al., 2026).

Los índices no deben utilizarse de manera aislada para seleccionar reproductores. Un animal puede presentar un índice corporal favorable, pero mostrar bajo peso, deficiente condición corporal o alteraciones funcionales. Por ello, la selección debe integrar índices zoométricos, medidas directas, condición corporal, parámetros fisiológicos, sanidad y desempeño reproductivo. Esta integración permitirá proponer criterios técnicos de conservación in situ sin reducir innecesariamente la diversidad fenotípica presente en la población (Pius et al., 2024).

10.3. Variables fisiológicas y ambientales de los cerdos criollos de la zona altitudinal 1

Interpretación de los resultados

La temperatura rectal promedio fue de 39,04 °C y presentó un coeficiente de variación de apenas 0,32 %. Este resultado muestra una respuesta fisiológica altamente uniforme y evidencia que los animales conservaron una temperatura corporal estable durante las mediciones. El intervalo de confianza, comprendido entre 39,00 y 39,08 °C, confirma la precisión de la estimación.

La frecuencia respiratoria promedio fue de 21,33 respiraciones por minuto, con valores entre 17 y 27 rpm. La frecuencia cardíaca alcanzó una media de 79,50 latidos por minuto y presentó un coeficiente de variación de 3,79 %. En conjunto, la estabilidad de estas variables indica que los animales no mostraron una respuesta fisiológica generalizada compatible con estrés agudo durante el momento de evaluación.

La temperatura ambiental promedio fue de 17,88 °C, acompañada de una humedad relativa media de 48,83 %. Estas condiciones corresponden a un ambiente andino moderadamente frío y de humedad media. La radiación UV presentó una media de 8,93 y un coeficiente de variación de 23,58 %, lo que demuestra una exposición alta y relativamente variable entre las unidades productivas.

La combinación de temperatura corporal estable, frecuencia respiratoria moderada y frecuencia cardíaca con baja dispersión constituye un indicio preliminar de adaptación fisiológica a la zona altitudinal 1. Sin embargo, esta interpretación deberá contrastarse con los resultados de las zonas 2 y 3 para determinar si existe una respuesta diferencial asociada con el incremento de la altitud y la variación climática.

Tabla 9

Estadísticos descriptivos de las variables fisiológicas y ambientales del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 1

Variable	Media ± DE	IC95 %	Mín.–Máx.	CV (%)
Temperatura rectal (°C)	39,04 ± 0,12	39,00–39,08	38,5–39,2	0,32
Frecuencia respiratoria (rpm)	21,33 ± 2,36	20,57–22,08	17–27	11,06
Frecuencia cardíaca (lpm)	79,50 ± 3,01	78,54–80,46	70–86	3,79
Temperatura ambiental (°C)	17,88 ± 1,49	17,40–18,35	14–20	8,33
Humedad relativa (%)	48,83 ± 5,42	47,09–50,56	40–74	11,09
Radiación UV	8,93 ± 2,10	8,25–9,60	6–11	23,58

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

La temperatura rectal presentó una variabilidad mínima, lo que indica que los animales mantuvieron su homeotermia pese a las diferencias entre unidades productivas. La conservación de una temperatura corporal estable representa un indicador funcional relevante, debido a que la termorregulación integra la producción y pérdida de calor del organismo. No obstante, una sola medición transversal no demuestra adaptación genética; para sustentar esa conclusión es necesario comparar las tres zonas, controlar la hora de medición y analizar conjuntamente la temperatura ambiental, humedad, radiación y actividad previa del animal (Lacetera, 2018).

La frecuencia respiratoria es una variable sensible para detectar modificaciones en la disipación de calor y en la demanda metabólica. En los animales evaluados, el promedio de 21,33 rpm y la ausencia de valores marcadamente elevados sugieren que no existió una activación respiratoria generalizada asociada con estrés térmico durante la medición. Sin embargo, esta variable puede modificarse por manipulación, desplazamiento, condición

corporal y duración de la sujeción; por ello, debe registrarse antes de procedimientos que incrementen la excitación del animal (Ganazhapa, 2021).

La temperatura ambiental media de 17,88 °C fue inferior a los valores habitualmente asociados con estrés por calor en porcinos adultos. Esta condición podría explicar la estabilidad de la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria. Aun así, el efecto térmico depende del peso, edad, radiación solar, humedad, velocidad del viento, disponibilidad de sombra y tipo de alojamiento; por tanto, la temperatura ambiental no debe interpretarse de manera independiente (Aguilar, 2018).

La radiación UV presentó la mayor variabilidad entre las variables ambientales. En sistemas de traspatio o extensivos, la exposición directa puede diferir de acuerdo con la hora, nubosidad, orientación del terreno y disponibilidad de refugio. La pigmentación oscura, la densidad del pelo y la conducta de búsqueda de sombra podrían contribuir a la protección frente a la radiación, pero esta hipótesis deberá evaluarse relacionando la radiación UV con el color de capa, pigmentación de piel, densidad de pelo y parámetros fisiológicos (Adrian et al., 2023)

Los resultados fisiológicos obtenidos constituyen una línea base del primer piso altitudinal, pero todavía no permiten afirmar que una frecuencia cardíaca o respiratoria específica sea un rasgo deseable. El criterio de resiliencia debe basarse en la capacidad del animal para mantener parámetros fisiológicos estables cuando aumentan la altitud, la radiación o la variabilidad térmica, sin comprometer su condición corporal y desempeño productivo. La comparación entre zonas y el análisis de correlación serán esenciales para identificar esos animales (Gutiérrez et al., 2023).

Tabla 10

Estadísticos descriptivos de las variables morfométricas del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 2 (3000–3299 m s. n. m.)

Variable	Media ± DE	IC95 %	Mínimo	Máximo	CV (%)
Altura a la cruz (AC, cm)	**68,00 ± 9,45**	64,98–71,02	47	82	**13,90**
Altura a la grupa (AG, cm)	**68,00 ± 11,78**	64,23–71,77	44	84	**17,33**
Longitud corporal (LC, cm)	**94,00 ± 12,58**	89,98–98,02	67	119	**13,38**
Perímetro torácico (PT, cm)	**99,00 ± 11,48**	95,33–102,67	71	132	**11,60**
Perímetro abdominal (PA, cm)	**108,00 ± 14,68**	103,31–112,69	81	152	**13,59**
Ancho del pecho (AP, cm)	**23,00 ± 4,15**	21,67–24,33	16	39	**18,03**
Profundidad torácica (PTP, cm)	**36,00 ± 6,23**	34,01–37,99	22	45	**17,31**
Ancho de grupa (AGR, cm)	**23,00 ± 2,90**	22,07–23,93	16	28	**12,62**
Longitud de grupa (LGR, cm)	**19,00 ± 4,24**	17,64–20,36	10	25	**22,29**
Perímetro de caña (PC, cm)	**15,00 ± 2,30**	14,27–15,73	11	21	**15,30**
Longitud de cabeza (LCAB, cm)	**26,00 ± 4,53**	24,55–27,45	18	35	**17,43**
Ancho de cabeza (ACAB, cm)	**15,00 ± 2,06**	14,34–15,66	12	20	**13,75**
Longitud de oreja (LO, cm)	**18,00 ± 2,35**	17,25–18,75	12	25	**13,08**
Ancho de oreja (AO, cm)	**12,00 ± 1,76**	11,44–12,56	10	17	**14,66**
Peso vivo (PV, kg)	**89,00 ± 30,65**	79,20–98,80	34	192	**34,44**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11

Estadísticos descriptivos de los índices zoométricos del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 2

Índice	Media ± DE	IC95 %	Mínimo	Máximo	CV (%)
Índice corporal	**95,00 ± 6,54**	92,91–97,09	78	107	**6,88**
Índice torácico	**66,00 ± 12,18**	62,10–69,90	51	91	**18,45**

Índice	Media ± DE	IC95 %	Mínimo	Máximo	CV (%)
Índice pélvico	**124,00 ± 21,09**	117,25–130,75	92	180	**17,01**
Índice cefálico	**59,00 ± 11,89**	55,20–62,80	43	95	**20,15**
Índice de proporcionalidad	**73,00 ± 7,21**	70,69–75,31	55	91	**9,88**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

Estadísticos descriptivos de las variables fisiológicas y ambientales del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 2

Variable	Media ± DE	IC95 %	Mínimo	Máximo	CV (%)
Temperatura rectal (°C)	**38,32 ± 0,44**	38,18–38,46	38,0	39,2	**1,16**
Frecuencia respiratoria (rpm)	**23,83 ± 2,57**	23,01–24,65	19	27	**10,79**
Frecuencia cardíaca (lpm)	**83,55 ± 3,95**	82,29–84,81	76	96	**4,73**
Temperatura ambiental (°C)	**17,00 ± 2,44**	16,22–17,78	11	21	**14,35**
Humedad relativa (%)	**60,28 ± 10,36**	56,97–63,58	42	72	**17,19**
Radiación UV	**8,18 ± 0,75**	7,94–8,42	6	11	**9,14**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Estadísticos descriptivos de las variables morfométricas del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 3 (3300–3500 m s. n. m.)

Variable	Media ± DE	IC95 %	Mínimo	Máximo	CV (%)
Altura a la cruz (AC, cm)	**73,20 ± 5,51**	71,49–74,91	58	83	**7,53**
Altura a la grupa (AG, cm)	**76,72 ± 5,94**	74,88–78,57	61	87	**7,74**
Longitud corporal (LC, cm)	**100,55 ± 10,44**	97,31–103,79	74	119	**10,38**
Perímetro torácico (PT, cm)	**99,28 ± 10,34**	96,07–102,48	69	116	**10,41**
Perímetro abdominal (PA, cm)	**106,02 ± 12,32**	102,21–109,84	71	128	**11,62**
Ancho del pecho (AP, cm)	**23,15 ± 3,48**	22,07–24,23	17	30	**15,05**
Profundidad torácica (PTP, cm)	**40,22 ± 3,93**	39,01–41,44	30	47	**9,78**

Variable	Media ± DE	IC95 %	Mínimo	Máximo	CV (%)
Ancho de grupa (AGR, cm)	**24,78 ± 3,37**	23,73–25,82	18	31	**13,60**
Longitud de grupa (LGR, cm)	**24,32 ± 3,22**	23,33–25,32	16	31	**13,24**
Perímetro de caña (PC, cm)	**14,15 ± 1,46**	13,70–14,60	11	18	**10,32**
Longitud de cabeza (LCAB, cm)	**30,68 ± 3,14**	29,70–31,65	26	36	**10,24**
Ancho de cabeza (ACAB, cm)	**15,48 ± 2,04**	14,84–16,11	12	20	**13,17**
Longitud de oreja (LO, cm)	**18,10 ± 2,45**	17,34–18,86	14	24	**13,52**
Ancho de oreja (AO, cm)	**11,90 ± 1,52**	11,43–12,37	10	15	**12,74**
Peso vivo (PV, kg)	**93,38 ± 23,70**	86,03–100,72	33	142	**25,38**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14

Estadísticos descriptivos de los índices zoométricos del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 3

Índice	Media ± DE	IC95 %	Mínimo	Máximo	CV (%)
Índice corporal	**101,88 ± 11,02**	98,46–105,29	82	123	**10,82**
Índice torácico	**57,40 ± 4,18**	56,10–58,70	49	66	**7,28**
Índice pélvico	**103,65 ± 19,44**	97,63–109,67	71	144	**18,76**
Índice cefálico	**50,90 ± 8,29**	48,33–53,47	36	77	**16,28**
Índice de proporcionalidad	**73,00 ± 3,61**	71,88–74,12	66	82	**4,94**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15

Estadísticos descriptivos de las variables fisiológicas y ambientales del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 3

Variable	Media ± DE	IC95 %	Mínimo	Máximo	CV (%)
Temperatura rectal (°C)	**38,23 ± 0,34**	38,12–38,33	38,0	39,0	**0,88**
Frecuencia respiratoria (rpm)	**24,30 ± 3,02**	23,36–25,24	17	29	**12,44**
Frecuencia cardíaca (lpm)	**81,55 ± 3,40**	80,50–82,60	74	93	**4,16**

Variable	Media ± DE	IC95 %	Mínimo	Máximo	CV (%)
Temperatura ambiental (°C)	**12,35 ± 0,77**	12,11–12,59	11	15	**6,23**
Humedad relativa (%)	**70,95 ± 1,24**	70,57–71,33	68	74	**1,75**
Radiación UV	**8,48 ± 0,85**	8,21–8,74	7	9	**9,99**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Frecuencia de las variables cualitativas del cerdo criollo evaluado en la zona altitudinal 3

Variable	Categoría	n	%
Sistema de producción	Extensivo	21	52,5
	Traspatio	19	47,5
Tipo de alimentación	Residuos	36	90,0
	Balanceado	4	10,0
Manejo sanitario	Tradicional	40	100,0
Color de capa	Negro	34	85,0
	Pinto	6	15,0
Pigmentación de la piel	Clara	18	45,0
	Oscura	22	55,0
Posición de la oreja	Caída	24	60,0
	Semicaída	7	17,5
	Erecta	9	22,5
Forma de la oreja	Lanceolada	29	72,5
	Triangular	11	27,5
Tipo de pelo	Medio	18	45,0
	Corto	11	27,5
	Largo	11	27,5
Densidad del pelo	Media	27	67,5
	Escasa	6	15,0
	Abundante	7	17,5

Variable	Categoría	n	%
Orientación de la cola	Cortada	17	42,5
	Recta	12	30,0
	Enroscada	5	12,5
	Semi enroscada	1	2,5
Perfil cefálico	Cóncavo	16	40,0
	Recto	24	60,0

Fuente: Elaboración propia.

10.4. Comparación de las variables morfométricas entre zonas altitudinales

Tabla 17

Comparación morfométrica de los cerdos criollos según zonas altitudinal

Variable	Zona 1	Zona 2	Zona 3	p
Altura a la cruz, cm	66,85 ± 8,41[a]	68,42 ± 9,51[ab]	73,20 ± 5,51[b]	**0,005**
Altura a la grupa, cm	62,08 ± 9,25[a]	67,88 ± 11,77[b]	76,72 ± 5,94[c]	**<0,001**
Longitud corporal, cm	94,40 ± 11,81	94,47 ± 12,65	100,55 ± 10,44	**0,046**
Perímetro torácico, cm	97,95 ± 16,53	99,00 ± 11,48	99,28 ± 10,34	0,723
Perímetro abdominal, cm	106,53 ± 17,56	107,70 ± 14,63	106,03 ± 12,32	0,976
Ancho del pecho, cm	24,60 ± 4,64	23,25 ± 4,19	23,15 ± 3,48	0,330
Profundidad torácica, cm	31,75 ± 6,23[a]	35,67 ± 6,17[b]	40,23 ± 3,93[c]	**<0,001**
Ancho de grupa, cm	22,15 ± 2,47[a]	23,12 ± 2,92[ab]	24,77 ± 3,37[b]	**<0,001**
Longitud de grupa, cm	17,02 ± 4,00[a]	19,27 ± 4,30[b]	24,32 ± 3,22[c]	**<0,001**
Perímetro de caña, cm	14,65 ± 2,98	14,62 ± 2,24	14,15 ± 1,46	0,838
Longitud de cabeza, cm	23,23 ± 3,27[a]	26,27 ± 4,58[b]	30,68 ± 3,14[c]	**<0,001**
Ancho de cabeza, cm	15,78 ± 2,54	15,22 ± 2,09	15,47 ± 2,04	0,364
Longitud de oreja, cm	17,52 ± 2,40	18,38 ± 2,40	18,10 ± 2,45	0,319
Ancho de oreja, cm	13,22 ± 2,09[a]	12,45 ± 1,83[ab]	11,90 ± 1,52[b]	**0,012**
Peso vivo, kg	89,45 ± 39,79	89,20 ± 30,72	93,38 ± 23,70	0,701

Fuete: Elaboración propia. Valores expresados como media ± desviación estándar. Letras diferentes dentro de una fila indican diferencias significativas después de la corrección de Holm.

Interpretación

La altitud estuvo asociada principalmente con cambios en las dimensiones verticales y longitudinales, pero no con un incremento significativo del peso vivo. Los animales de la zona 3 presentaron mayor altura a la cruz, altura a la grupa, profundidad torácica, longitud de grupa y longitud de cabeza.

La altura a la grupa aumentó de 62,08 cm en la zona 1 a 76,72 cm en la zona 3. La profundidad torácica aumentó aproximadamente 8,5 cm entre ambos extremos altitudinales. Este patrón podría representar una modificación en la conformación corporal asociada con el ambiente, aunque todavía no demuestra por sí solo una adaptación genética.

En contraste, el perímetro torácico, el perímetro abdominal, el ancho del pecho y el peso vivo no difirieron significativamente entre zonas. Esto indica que los animales de las zonas altas no fueron necesariamente más pesados o voluminosos, sino que presentaron proporciones corporales diferentes.

La ausencia de diferencias en peso vivo es especialmente importante. La altitud no parece determinar directamente el peso, probablemente porque esta variable está fuertemente condicionada por la edad, sexo, alimentación, condición corporal y manejo de cada unidad productiva.

10.5. Comparación de los índices zoométricos

Tabla 18

Comparación de los índices zoométricos según la zona altitudinal

Índice	Zona 1	Zona 2	Zona 3	p
Índice corporal	97,17 ± 6,40[ab]	95,40 ± 6,57[a]	101,88 ± 11,02[b]	**0,029**
Índice torácico	78,97 ± 14,25[a]	66,33 ± 12,24[b]	57,40 ± 4,18[c]	**<0,001**
Índice pélvico	135,28 ± 25,90[a]	123,95 ± 21,09[b]	103,65 ± 19,44[c]	**<0,001**
Índice cefálico	68,67 ± 9, 87[a]	59,42 ± 11,98[b]	50,90 ± 8,29[c]	**<0,001**
Índice de proporcionalidad	71,15 ± 6,65	72,67 ± 7,18	73,00 ± 3,61	0,126

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

El índice corporal fue ligeramente mayor en la zona 3, lo que indica animales proporcionalmente más largos en relación con su perímetro torácico. Sin embargo, la diferencia fue modesta y se concentró principalmente entre las zonas 2 y 3.

Los índices torácico, pélvico y cefálico disminuyeron progresivamente con la altitud. El índice torácico pasó de 78,97 en la zona 1 a 57,40 en la zona 3. Esto no significa que los animales de altura posean menor capacidad torácica; el cambio se explica porque la profundidad torácica aumentó más que el ancho del pecho**.**

El descenso del índice pélvico se relaciona con el aumento de la longitud de grupa. En la zona 1, la grupa fue mucho más ancha que larga; en la zona 3, ambas dimensiones fueron más equilibradas. Por ello, los animales de mayor altitud mostraron una región pélvica relativamente más alargada.

El índice cefálico disminuyó marcadamente porque la longitud de la cabeza aumentó con la altitud, mientras que su anchura se mantuvo relativamente estable. El resultado describe cabezas proporcionalmente más largas y estrechas en la zona 3.

10.6. Comparación fisiológica y ambiental

Tabla 19

Comparación de las variables fisiológicas y ambientales según la zona altitudinal

Variable	Zona 1	Zona 2	Zona 3	p
Temperatura rectal, °C	39,04 ± 0, 12[a]	38,48 ± 0,45[b]	38,23 ± 0,34[c]	**<0,001**
Frecuencia respiratoria, rpm	21,32 ± 2, 36[a]	23,82 ± 2,57[b]	24,30 ± 3,02[b]	**<0,001**
Frecuencia cardíaca, lpm	79,50 ± 3,01[a]	83,55 ± 3,95[b]	81,55 ± 3,40[c]	**<0,001**
Temperatura ambiental, °C	17,88 ± 1, 49[a]	16,55 ± 2,37[b]	12,35 ± 0,77[c]	**<0,001**
Humedad relativa, %	48,83 ± 5, 42[a]	60,27 ± 10,36[b]	70,95 ± 1,24[c]	**<0,001**
Radiación UV	8,93 ± 2,10	8,18 ± 0,75	8,47 ± 0,85	0,159
Condición corporal	2,88 ± 0,52	3,02 ± 0,42	2,92 ± 0,27	0,310

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

La temperatura ambiental disminuyó progresivamente conforme aumentó la altitud, mientras que la humedad relativa aumentó. Este gradiente confirma que los tres estratos representan condiciones ambientales claramente diferentes.

La temperatura rectal fue significativamente menor en los animales de las zonas altas. Pasó de 39,04 °C en la zona 1 a 38,23 °C en la zona 3. Esta reducción podría reflejar la influencia directa del ambiente frío, diferencias en la hora de medición o una respuesta fisiológica de conservación térmica. No debe afirmarse todavía que se trata de una adaptación genética.

La frecuencia respiratoria aumentó entre la zona 1 y las zonas 2 y 3, aunque no difirió significativamente entre estos dos últimos. Este incremento podría estar relacionado con la altitud, la manipulación de los animales o una mayor demanda ventilatoria en ambientes con menor presión parcial de oxígeno.

La frecuencia cardíaca presentó el valor más alto en la zona 2, no en la zona 3. Esto demuestra que la respuesta fisiológica no sigue una relación estrictamente lineal con la altitud. Probablemente intervienen factores adicionales como excitación, temperatura, condición corporal o tiempo de sujeción.

La condición corporal no difirió entre zonas, lo que indica que los animales mantuvieron un estado corporal semejante a pesar de las diferencias ambientales. Esto constituye un hallazgo favorable desde el punto de vista de resiliencia, aunque debe complementarse con información productiva y nutricional.

10.7. Correlación entre altitud, ambiente, morfometría y fisiología

Se aplicó la correlación de Spearman, apropiada para variables que no presentaron normalidad y para relaciones potencialmente no lineales.

Tabla 20

Principales correlaciones con la altitud

Relación	ρ de Spearman	p	Interpretación
Altitud–temperatura ambiental	−0,744	<0,001	Fuerte negativa
Altitud–humedad relativa	0,692	<0,001	Fuerte positiva
Altitud–temperatura rectal	−0,685	<0,001	Fuerte negativa
Altitud–índice cefálico	−0,586	<0,001	Moderada negativa
Altitud–longitud de cabeza	0,584	<0,001	Moderada positiva
Altitud–longitud de grupa	0,576	<0,001	Moderada positiva
Altitud–índice torácico	−0,534	<0,001	Moderada negativa
Altitud–profundidad torácica	0,525	<0,001	Moderada positiva
Altitud–altura a la grupa	0,507	<0,001	Moderada positiva

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de las correlaciones

La altitud mostró una correlación fuerte y negativa con la temperatura ambiental y una correlación fuerte y positiva con la humedad. Esto confirma que el aumento altitudinal estuvo acompañado por ambientes más fríos y húmedos.

La relación negativa entre altitud y temperatura rectal fue importante. No obstante, esta asociación debe interpretarse con cautela porque la altitud, la temperatura ambiental y la humedad están estrechamente relacionadas. No puede atribuirse el descenso de la temperatura rectal exclusivamente a la altitud.

La longitud de la cabeza, la longitud de la grupa, la profundidad torácica y la altura a la grupa aumentaron con la altitud. En cambio, los índices cefálico y torácico disminuyeron, debido a que las dimensiones longitudinales o profundas crecieron proporcionalmente más que las anchuras.

Estas asociaciones sugieren un patrón morfológico altitudinal: los animales de zonas altas tienden a ser más altos, con tórax más profundo, grupa más larga y cabeza más alargada.

Tabla 21

Correlaciones relevantes entre variables ambientales y fisiológicas

Relación	ρ	p
Temperatura ambiental–humedad relativa	−0,830	<0,001
Temperatura ambiental–temperatura rectal	0,501	<0,001
Humedad relativa–temperatura rectal	−0,603	<0,001
Humedad relativa–frecuencia respiratoria	0,502	<0,001
Temperatura ambiental–longitud de cabeza	−0,620	<0,001
Humedad relativa–longitud de cabeza	0,579	<0,001
Temperatura ambiental–longitud de grupa	−0,602	<0,001
Humedad relativa–longitud de grupa	0,570	<0,001

Fuente: Elaboración propia.

La temperatura y la humedad estuvieron fuertemente asociadas entre sí, por lo que no deben incorporarse simultáneamente en un modelo de regresión sin evaluar previamente la multicolinealidad.

10.8. Asociación de los rasgos cualitativos con el piso altitudinal

Se aplicaron pruebas de chi-cuadrado para determinar si la distribución de los rasgos cualitativos fue independiente de la zona altitudinal.

Tabla 22

Asociación entre variables cualitativas y zona altitudinal

Variable	p	Resultado
Tipo de sistema productivo	**<0,001**	Asociado con la zona
Tipo de alimentación	0,139	No asociado
Sexo de los animales	**0,043**	Asociación débil
Edad	0,568	No asociada
Color de capa	0,497	No asociado
Pigmentación de piel	0,116	No asociada
Posición de oreja	0,091	No asociada
Forma de oreja	0,602	No asociada
Tipo de pelo	**0,002**	Asociado con la zona
Densidad del pelo	0,193	No asociada
Perfil cefálico	**0,002**	Asociado con la zona

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

El sistema productivo cambió significativamente según la altitud. En la zona 1 predominó claramente el traspatio, mientras que en la zona 3 aumentó la proporción de sistemas extensivos.

El tipo de pelo también estuvo asociado con el piso. En las zonas altas aumentó la presencia de pelo corto y largo respecto del predominio casi exclusivo de pelo medio observado en las zonas inferiores. Sin embargo, este resultado debe revisarse cuidadosamente, porque la clasificación visual puede estar influenciada por el criterio del evaluador.

El perfil cefálico mostró una asociación significativa con la altitud. El perfil cóncavo predominó en las zonas 1 y 2, mientras que en el piso 3 aumentó el perfil recto. Este rasgo puede aportar a la identificación fenotípica, aunque no debería utilizarse de manera aislada como criterio de selección.

El color de capa, la pigmentación, la posición y la forma de la oreja no cambiaron significativamente entre zonas. Esto sugiere que estos caracteres fanerópticos se mantienen relativamente distribuidos en toda la población y no presentan, con esta muestra, una asociación clara con la altitud.

10.9. Rasgos preliminarmente deseables para resiliencia

Con base en los análisis comparativos y correlacionales, los rasgos más prometedores para continuar evaluando son:

- Profundidad torácica elevada, porque aumentó consistentemente con la altitud.
- Mayor altura a la grupa y longitud de grupa, asociadas positivamente con las zonas altas.
- Estabilidad de la condición corporal, debido a que no disminuyó significativamente con la altitud.
- Temperatura rectal estable dentro del rango fisiológico, aun bajo temperaturas ambientales más bajas.
- Frecuencia respiratoria moderada, sin incrementos extremos en la zona altitudinal 3.
- Peso vivo mantenido, porque no disminuyó significativamente en los ambientes de mayor altitud.

- Conformación corporal proporcional, especialmente índice corporal e índice de proporcionalidad sin alteraciones extremas.

El hallazgo más importante es que los animales de la zona altitudinal 3 presentaron cambios morfológicos claros, pero mantuvieron peso vivo y condición corporal semejantes a las otras zonas. Este patrón es compatible con resiliencia productiva: los animales conservan su estado corporal bajo condiciones ambientales más frías y húmedas.

10.10. Análisis de componentes principales de las características morfométricas, fisiológicas e índices zoométricos

El análisis de componentes principales se realizó con las variables morfométricas, peso vivo, índices zoométricos y parámetros fisiológicos previamente estandarizados. Los dos primeros componentes explicaron conjuntamente el 58,00 % de la variabilidad total de la población, mientras que los tres primeros alcanzaron el 67,23 %.

Tabla 23

Varianza explicada por los principales componentes

Componente	Varianza explicada (%)	Varianza acumulada (%)
Componente principal 1	38,04	38,04
Componente principal 2	19,96	58,00
Componente principal 3	9,23	67,23
Componente principal 4	7,10	74,32
Componente principal 5	4,65	78,98
Componente principal 6	4,10	83,07

Nota. Elaboración propia.

Interpretación del componente principal 1

El primer componente representó principalmente el tamaño y desarrollo corporal general. Las variables con mayor contribución positiva fueron:

- Longitud corporal

- Profundidad torácica
- Peso vivo
- Altura a la cruz
- Perímetro torácico
- Altura a la grupa
- Longitud de cabeza
- Longitud de grupa
- Perímetro abdominal

Por tanto, los animales con puntuaciones elevadas en el componente 1 correspondieron a individuos de mayor tamaño, con mayor desarrollo longitudinal, torácico y corporal.

La puntuación promedio del componente 1 aumentó progresivamente entre zonas:

Zona altitudinal	**Puntuación media del componente 1**
Zona 1	−1,46
Zona 2	−0,14
Zona 3	1,61

Se encontraron diferencias significativas entre zonas para este componente ($p <$ 0,001). Esto confirma que los animales de la zona altitudinal 3 presentaron, en conjunto, mayor desarrollo estructural que los animales de la zona altitudinal 1.

Interpretación del componente principal 2

El segundo componente describió principalmente la forma y proporcionalidad corporal. Las mayores contribuciones correspondieron a:

- Ancho de oreja
- Índice cefálico

- Ancho del pecho
- Índice torácico
- Índice pélvico
- Perímetro de caña
- Perímetro abdominal

Las variables longitud de grupa e índice corporal presentaron contribuciones en dirección opuesta. Por tanto, este componente diferenció animales relativamente anchos y compactos de animales con regiones corporales más alargadas.

Las puntuaciones medias fueron:

Zona altitudinal	**Puntuación media del componente 2**
Zona 1	1,63
Zona 2	0,02
Zona 3	−1,65

Las diferencias fueron significativas ($p < 0,001$). Los animales de la zona altitudinal 1 estuvieron asociados con mayores índices torácico, pélvico y cefálico, mientras que los de la zona altitudinal 3 presentaron mayor profundidad torácica, longitud de grupa y longitud de cabeza.

Interpretación del componente principal 3

El tercer componente estuvo relacionado con el equilibrio entre:

- Índice corporal
- Índice de proporcionalidad
- Longitud de oreja
- Ancho de grupa
- Longitud corporal

Este componente explicó una proporción menor de la variabilidad y no mostró diferencias significativas entre zonas (p = 0,070). Por ello, no constituye el principal eje de diferenciación altitudinal.

Interpretación general del análisis de componentes principales

El análisis multivariado confirmó dos patrones:

1. Gradiente de tamaño corporal: los animales tendieron a presentar mayor altura, longitud corporal, profundidad torácica y longitud de cabeza en las zonas superiores.
2. Cambio de proporcionalidad**:** los animales de la zona altitudinal 1 mostraron conformaciones relativamente más anchas, mientras que los de la zona altitudinal.
3. Presentaron estructuras más profundas y alargadas.

Esto demuestra que la altitud no se relacionó únicamente con una variable aislada, sino con un conjunto organizado de cambios morfológicos

10.11. Modelos de regresión para las respuestas fisiológicas

Se desarrollaron modelos de regresión lineal múltiple para analizar el efecto de la altitud y de las variables climáticas sobre la temperatura rectal, frecuencia respiratoria y frecuencia cardíaca. Los modelos incluyeron como covariables la edad, sexo del animal, tipo de sistema productivo, alimentación y condición corporal.

Tabla 24

Modelo multivariable para la temperatura rectal

Predictor	**Coeficiente**	**p**
Altitud, por cada metro	−0,0014	<0,001
Edad	−0,0717	0,263
Sexo macho	−0,1749	0,007
Sistema extensivo	−0,1350	0,052
Alimentación con balanceado	−0,3501	0,013
Condición corporal	−0,0398	0,555

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

La altitud mantuvo una asociación negativa con la temperatura rectal después de ajustar por edad, sexo, sistema productivo, alimentación y condición corporal. El coeficiente indica una disminución estimada de aproximadamente 0,14 °C por cada 100 m de incremento altitudinal.

La altitud representa simultáneamente cambios de temperatura ambiental, humedad, presión atmosférica y manejo, por lo que no puede considerarse una causa fisiológica aislada.

Los machos presentaron, en promedio, una temperatura rectal 0,17 °C menor que las hembras después del ajuste. Sin embargo, esta diferencia podría estar afectada por la composición desigual de sexos en las zonas y requiere confirmación en una muestra balanceada.

Cuando se reemplazó la altitud por las variables climáticas, la humedad relativa presentó una asociación negativa significativa con la temperatura rectal. El modelo climático explicó aproximadamente el 52,38 % de la variación observada.

Tabla 25

Modelo multivariable para la frecuencia respiratoria

Predictor	**Coeficiente**	**p**
Altitud, por cada metro	0,0047	<0,001
Edad	0,3140	0,565
Sexo macho	0,4457	0,377
Sistema extensivo	1,0931	0,097
Alimentación con balanceado	0,3923	0,775
Condición corporal	0,3878	0,482

Fuente: Elaboración propia

R^2 = 0,189; R^2 ajustado = 0,146.

La frecuencia respiratoria aumentó aproximadamente 0,47 respiraciones por minuto por cada 100 m de incremento altitudinal. Sin embargo, el modelo explicó únicamente el 18,94 % de la variabilidad, lo que evidencia que la frecuencia respiratoria también estuvo influenciada por factores no medidos, como actividad física previa, manipulación, tiempo de sujeción, excitación y momento del día.

En el modelo climático, tanto la temperatura ambiental como la humedad relativa mostraron asociaciones positivas con la frecuencia respiratoria. El modelo explicó el 35,48 % de la variación, superior al modelo basado únicamente en altitud.

Este resultado indica que la frecuencia respiratoria respondió al ambiente térmico e higrométrico, pero no debe interpretarse como evidencia aislada de estrés. Los valores observados permanecieron dentro de una amplitud moderada y no estuvieron acompañados por pérdida de condición corporal o reducción significativa del peso vivo.

Tabla 26

Modelo multivariable para la frecuencia cardíaca

Predictor	**Coeficiente**	**p**
Altitud, por cada metro	0,0041	0,023
Edad	0,2607	0,746
Sexo macho	0,6567	0,409
Sistema extensivo	−0,3884	0,690
Alimentación con balanceado	1,0557	0,658
Condición corporal	1,0782	0,220

Fuente: Elaboración propia.

R^2 = 0,084; R^2 ajustado = 0,035.

Aunque la altitud mostró una asociación estadísticamente significativa con la frecuencia cardíaca, el modelo explicó solo el 8,38 % de la variación total. Por tanto, la relevancia biológica de esta relación es limitada.

La frecuencia cardíaca estuvo probablemente más condicionada por la respuesta individual a la manipulación, temperamento, nivel de actividad y duración del procedimiento que por la altitud propiamente dicha.

10.12. Modelo explicativo del peso vivo

Tabla 27

Modelo multivariable para el peso vivo

Predictor	**Coeficiente**	**p**
Altitud, por cada metro	0,0058	0,641
Edad, por cada año	26,19	<0,001
Sexo macho	−9,32	0,070
Sistema extensivo	−4,15	0,460
Alimentación con balanceado	2,84	0,729
Condición corporal	12,31	0,181

Fuente: Elaboración propia

R^2 = 0,296; R^2 ajustado = 0,259.

La altitud no explicó significativamente el peso vivo después de ajustar por las demás variables. La edad fue el principal predictor: cada año adicional se asoció con aproximadamente 26,2 kg más de peso vivo.

Este resultado confirma que la ausencia de diferencias significativas de peso entre zonas no se debe a falta de variación individual, sino a que el peso estuvo principalmente determinado por la edad y otros factores productivos.

El mantenimiento de un peso semejante entre zonas, pese a temperaturas ambientales considerablemente inferiores en la zona 3, puede interpretarse como un indicio favorable de estabilidad productiva. Sin embargo, para denominarlo resiliencia se necesitarían registros longitudinales de crecimiento, consumo de alimento y ganancia diaria de peso.

10.13. Integración de rasgos morfológicos y fisiológicos asociados con la resiliencia

Los resultados permiten proponer tres grupos de rasgos candidatos.

Rasgos estructurales

Los rasgos más asociados con las zonas altas fueron:

- Mayor profundidad torácica
- Mayor altura a la grupa
- Mayor longitud de grupa
- Mayor longitud de cabeza
- Mayor altura a la cruz
- Mayor longitud corporal

Estos rasgos conformaron el principal eje multivariado de diferenciación de la población.

Rasgos de estabilidad productiva

Se observaron como rasgos favorables:

- Peso vivo sin diferencias significativas entre zonas
- Condición corporal semejante entre zonas
- Mantenimiento de perímetro torácico y abdominal
- Ausencia de disminución evidente del desarrollo corporal en zonas altas

Estos resultados sugieren que los animales de las zonas superiores conservaron su estado corporal pese al ambiente más frío y húmedo.

Rasgos fisiológicos

Los animales de mayor altitud presentaron:

- Menor temperatura rectal promedio
- Mayor frecuencia respiratoria
- Frecuencia cardíaca moderada
- Ausencia de valores fisiológicos extremos generalizados

Esto puede interpretarse como una modificación funcional asociada con el ambiente, pero no como demostración definitiva de superioridad adaptativa.

10.14. Propuesta preliminar de criterios técnicos de selección

Para establecer criterios de selección in situ no se recomienda elegir únicamente los animales de mayor tamaño. La selección debe integrar adaptación, estabilidad productiva y conservación de diversidad.

Tabla 28

Criterios preliminares para la selección de cerdos criollos resilientes

Dimensión	Criterio propuesto	Justificación
Condición corporal	Igual o superior a 3	Indica mantenimiento de reservas corporales
Temperatura rectal	Dentro del rango poblacional del piso	Evita seleccionar animales con alteraciones fisiológicas
Frecuencia respiratoria	Sin elevaciones extremas durante reposo	Indicador de estabilidad respiratoria
Peso vivo	Igual o superior a la mediana de su grupo de edad y sexo	Evita favorecer animales mayores solo por edad
Profundidad torácica	Superior a la media ajustada por edad y sexo	Rasgo asociado con zonas altas
Longitud de grupa	Superior a la media del piso	Contribuyó a la diferenciación altitudinal
Perímetro torácico	Adecuado para su edad, sin valores extremos	Indicador de desarrollo corporal

Índice corporal	Próximo al rango central de la población	Favorece proporcionalidad, no extremos
Sanidad	Ausencia de signos clínicos	Condición indispensable para selección
Reproducción	Historial reproductivo satisfactorio	Necesario para conservación in situ
Origen	Animal nacido y mantenido en la zona	Reduce la selección de individuos recién introducidos
Diversidad fenotípica	Mantener diferentes capas y rasgos no perjudiciales	Evita reducir innecesariamente la variabilidad

Fuente: Elaboración propia.

Clasificación propuesta

Los candidatos a reproductores podrían clasificarse de la siguiente manera:

- Alta prioridad: animales sanos, condición corporal ≥3, parámetros fisiológicos estables y desempeño corporal superior a la mediana de su grupo de edad y sexo.
- Prioridad media: animales con estabilidad fisiológica, pero desempeño corporal cercano a la media.
- Baja prioridad: animales con condición corporal deficiente, alteraciones clínicas, valores fisiológicos extremos o bajo desarrollo respecto de su grupo comparable.

10.15. Magnitud de las diferencias entre zonas altitudinales

Además del valor de significancia, se calculó el tamaño del efecto mediante épsilon cuadrado de Kruskal–Wallis (ε^2). Este estadístico permite establecer qué proporción de la variabilidad de cada característica está asociada con el piso altitudinal.

Como criterio orientativo:

- $\varepsilon^2 < 0{,}06$: efecto pequeño.
- ε^2 entre 0,06 y 0,14: efecto moderado.

- $\varepsilon^2 > 0{,}14$: efecto grande.

Tabla 29

Tamaño del efecto de la zona altitudinal sobre las variables que presentaron diferencias significativas

Variable	H de Kruskal–Wallis	p	ε^2	Magnitud del efecto
Altura a la cruz	10,42	0,005	0,072	Moderado
Altura a la grupa	33,20	<0,001	0,267	Grande
Longitud corporal	6,15	0,046	0,035	Pequeño
Profundidad torácica	36,34	<0,001	0,294	Grande
Ancho de grupa	15,09	<0,001	0,112	Moderado
Longitud de grupa	44,88	<0,001	0,367	Grande
Longitud de cabeza	46,53	<0,001	0,381	Grande
Ancho de oreja	8,85	0,012	0,059	Pequeño
Índice corporal	7,10	0,029	0,044	Pequeño
Índice torácico	40,89	<0,001	0,332	Grande
Índice pélvico	32,68	<0,001	0,262	Grande
Índice cefálico	46,16	<0,001	0,377	Grande
Temperatura rectal	63,56	<0,001	0,526	Grande
Frecuencia respiratoria	24,98	<0,001	0,196	Grande
Frecuencia cardíaca	27,60	<0,001	0,219	Grande
Temperatura ambiental	78,82	<0,001	0,657	Grande
Humedad relativa	63,82	<0,001	0,528	Grande

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Las variables con mayor diferenciación entre zonas fueron la temperatura ambiental, la humedad relativa y la temperatura rectal. Esto confirma que la estratificación altitudinal

representó ambientes climáticamente distintos y que los animales presentaron respuestas fisiológicas diferenciadas.

Entre las características morfométricas, los mayores efectos correspondieron a la longitud de cabeza, longitud de grupa, profundidad torácica y altura a la grupa. Estas variables presentan una asociación más consistente con el gradiente altitudinal que el peso vivo, el perímetro torácico o el perímetro abdominal.

Los índices cefálico, torácico y pélvico también mostraron efectos grandes. Sin embargo, estos resultados no representan tres respuestas independientes, debido a que los índices se construyen a partir de las medidas directas. Por ejemplo, la disminución del índice cefálico está relacionada con el incremento de la longitud de cabeza, mientras que su anchura se mantuvo relativamente constante.

La longitud corporal presentó una diferencia global significativa, pero el tamaño del efecto fue pequeño. Además, las comparaciones entre pares de zonas no conservaron significancia después de la corrección de Holm. Por ello, esta variable debe interpretarse con mayor cautela que la altura a la grupa, profundidad torácica o longitud de cabeza.

10.16. Comparaciones pareadas entre zonas altitudinales

Las comparaciones se realizaron mediante Mann–Whitney, aplicando corrección de Holm para controlar el error derivado de las comparaciones múltiples.

Tabla 30

Comparaciones post hoc de las principales variables morfométricas

Variable	Zona 1 vs. zona 2	Zona 1 vs. zona 3	Zona 2 vs. zona 3
Altura a la cruz	0,240	**0,003**	0,149
Altura a la grupa	**0,032**	**<0,001**	**0,004**
Longitud corporal	0,718	0,061	0,113
Profundidad torácica	**0,006**	**<0,001**	**0,001**

Ancho de grupa	0,058	**0,001**	0,058
Longitud de grupa	**0,019**	**<0,001**	**<0,001**
Longitud de cabeza	**0,006**	**<0,001**	**<0,001**
Ancho de oreja	0,192	**0,010**	0,192

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

La altura a la grupa, la profundidad torácica, la longitud de grupa y la longitud de cabeza aumentaron de forma gradual y significativa entre las tres zonas. Estas variables describen el patrón más consistente de diferenciación morfológica.

La altura a la cruz solo presentó una diferencia significativa entre la zona 1 y 3. La zona altitudinal 2 ocupó una posición intermedia y no difirió estadísticamente de los otros dos, lo que sugiere una transición progresiva.

El ancho de grupa fue diferente únicamente entre las zonas extremas. Esto indica que el cambio fue menos gradual que el observado en su longitud.

La longitud corporal presentó una significancia global limítrofe, pero ninguna comparación pareada fue significativa tras la corrección. Por tanto, no debe afirmarse que cada piso difirió individualmente en esta característica.

Tabla 31

Comparaciones post hoc de los índices zoométricos

Índice	**Zona 1 vs. zona 2**	**Zona 1 vs. zona 3**	**Zona 2 vs. zona 3**
Índice corporal	0,236	0,236	**0,041**
Índice torácico	**<0,001**	**<0,001**	**0,002**
Índice pélvico	**0,008**	**<0,001**	**<0,001**
Índice cefálico	**<0,001**	**<0,001**	**0,001**

Fuente: Elaboración propia.

Los índices torácico, pélvico y cefálico presentaron diferencias entre las tres zonas, confirmando un cambio progresivo de las proporciones corporales. El índice corporal solo difirió entre las zonas 2 y 3, por lo que su utilidad como indicador altitudinal es menor.

Tabla 32

Comparaciones post hoc de las variables fisiológicas

Variable	Zona 1 vs. zona 2	Zona 1 vs. zona 3	Zona 2 vs. zona 3
Temperatura rectal	<0,001	<0,001	0,022
Frecuencia respiratoria	<0,001	<0,001	0,462
Frecuencia cardíaca	<0,001	0,005	0,005
Temperatura ambiental	0,009	<0,001	<0,001
Humedad relativa	<0,001	<0,001	<0,001

Fuente: Elaboración propia.

La temperatura rectal disminuyó significativamente entre las tres zonas. La frecuencia respiratoria aumentó de la zona 1 hacia las zonas 2 y 3, pero no difirió entre estos últimos. La frecuencia cardíaca alcanzó su mayor valor en la zona 2, confirmando que no presentó una respuesta lineal con el incremento altitudinal.

10.17. Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales se realizó utilizando las medidas morfométricas directas, el peso vivo, la condición corporal y las variables fisiológicas. Los índices zoométricos fueron excluidos para evitar duplicar información derivada de las mismas medidas corporales.

Los tres primeros componentes explicaron el 67,51 % de la variabilidad total:

Tabla 33

Varianza explicada y varianza acumulada de los componentes principales del análisis de componentes principales (ACP

Componente	Varianza explicada (%)	Varianza acumulada (%)
Componente principal 1	43,92	43,92
Componente principal 2	16,53	60,45
Componente principal 3	7,06	67,51
Componente principal 4	6,11	73,62
Componente principal 5	5,19	78,81
Componente principal 6	4,17	82,98

Fuente: Elaboración propia.

Componente principal 1: tamaño y desarrollo corporal

Las mayores cargas positivas fueron:

Variable	Carga en CP1
Peso vivo	0,318
Perímetro torácico	0,309
Longitud corporal	0,308
Profundidad torácica	0,295
Altura a la cruz	0,288
Perímetro abdominal	0,283
Perímetro de caña	0,265
Altura a la grupa	0,254
Longitud de cabeza	0,254
Ancho de grupa	0,243

El componente 1 sintetizó el tamaño corporal general. Los animales con puntuaciones altas fueron más pesados, largos, altos y con mayor desarrollo torácico y abdominal.

Las puntuaciones medias fueron:

Zona	Puntuación media CP1
Zona 1	−1,08
Zona 2	−0,12
Zona 3	1,19

La zona 3 se ubicó en el extremo positivo, mientras que la zona 1 se situó en el extremo negativo. La zona 2 ocupó una posición intermedia. Esto confirma un gradiente multivariado de desarrollo corporal.

Componente principal 2: profundidad y alargamiento frente a anchura

Las variables más influyentes fueron:

Variable	Carga en CP2
Ancho de oreja	0,402
Temperatura rectal	0,352
Longitud de grupa	−0,337
Frecuencia respiratoria	−0,322
Altura a la grupa	−0,300
Perímetro de caña	0,269
Ancho del pecho	0,263
Longitud de cabeza	−0,261

Las puntuaciones medias fueron:

Zona	Puntuación media CP2

Zona 1	1,56
Zona 2	−0,09
Zona 3	−1,46

La zona 1 se asoció con mayor temperatura rectal, mayor ancho de oreja y dimensiones relativamente más anchas. La zona 3 se relacionó con mayor longitud de grupa, longitud de cabeza, altura a la grupa y frecuencia respiratoria.

Este componente representa el cambio desde una configuración relativamente ancha en el piso bajo hacia una configuración más profunda y longitudinal en la zona alta.

Componente principal 3: respuesta cardiorrespiratoria

Las mayores cargas fueron:

Variable	**Carga en CP3**
Frecuencia cardíaca	0,654
Frecuencia respiratoria	0,367
Longitud de oreja	0,311
Altura a la cruz	−0,293
Temperatura rectal	−0,257
Condición corporal	0,230

Las puntuaciones medias del CP3 fueron:

Zona	**Puntuación media CP3**
Zona 1	−0,45
Zona 2	0,68
Zona 3	−0,23

La zona 2 presentó la mayor puntuación, debido principalmente a su mayor frecuencia cardíaca. Esto confirma que el segundo piso posee un patrón fisiológico intermedio, pero no necesariamente lineal respecto de la altitud.

10.18. Síntesis de los rasgos asociados con el gradiente altitudinal

Los rasgos pueden organizarse en cuatro grupos.

Rasgos con asociación morfológica fuerte

- Altura a la grupa
- Profundidad torácica
- Longitud de grupa
- Longitud de cabeza
- Índices torácico, pélvico y cefálico

Estos rasgos presentaron tamaños de efecto grandes y diferencias consistentes entre zonas.

Rasgos con asociación moderada

- Altura a la cruz.
- Ancho de grupa.
- Frecuencia respiratoria.
- Frecuencia cardíaca.

Rasgos con poca o ninguna asociación

- Perímetro torácico.
- Perímetro abdominal.
- Ancho del pecho.
- Perímetro de caña.

- Ancho de cabeza.
- Longitud de oreja.
- Peso vivo.
- Condición corporal.
- Radiación UV.

La estabilidad del peso vivo y la condición corporal es relevante, porque los animales mantuvieron un desarrollo productivo semejante pese al cambio del ambiente. No obstante, esta conclusión debe describirse como **estabilidad transversal**, ya que no se cuenta con registros longitudinales de ganancia de peso.

La correlación de Spearman fue:

ρ=0,525; p<0,001; n=120\rho = 0,525; \quad p<0,001; \quad n=120ρ=0,525; p<0,001; n=120

Esto indica una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa: a medida que aumenta la altitud, la profundidad torácica tiende a incrementarse. Este resultado respalda la identificación de la profundidad torácica como uno de los rasgos morfométricos asociados con el gradiente altitudinal. No demuestra por sí solo adaptación genética, pero sí una relación fenotípica consistente.

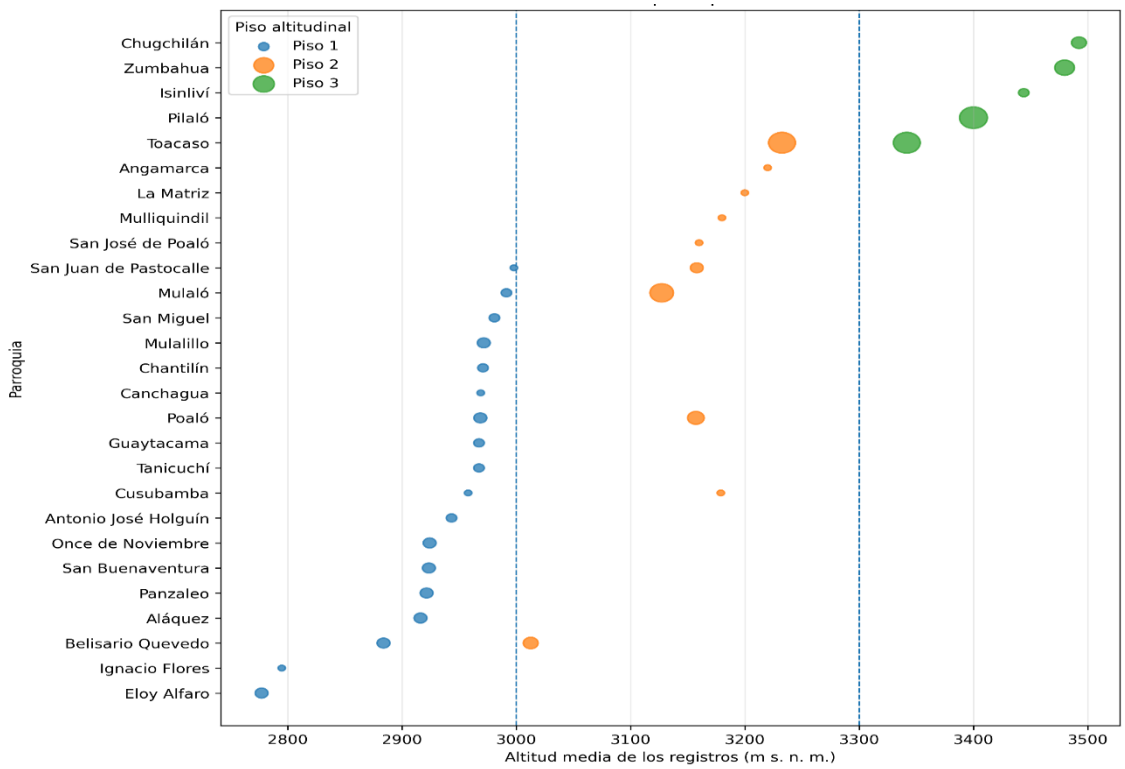
Interpretación

La figura muestra la distribución de las parroquias según la altitud media de los animales evaluados y el número aproximado de registros procedentes de cada localidad. Las parroquias situadas en la primera zona altitudinal se concentraron por debajo de 3000 m s. n. m., mientras que las de la segunda y tercera zona se localizaron entre 3000–3299 y 3300–3500 m s. n. m., respectivamente. Se observa que Toacaso, Mulaló y Pilaló aportaron una proporción importante de los animales de las zonas medio y alto. La separación marcada por

las líneas verticales confirma que la estratificación permitió representar un gradiente ambiental definido.

Figura 2

Distribución altitudinal de las Parroquias incluidas en el estudio



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

La estratificación altitudinal es pertinente porque la altitud integra cambios simultáneos en temperatura ambiental, humedad, radiación, presión atmosférica, disponibilidad de alimento y características de los sistemas productivos. Estas condiciones pueden influir tanto en la expresión de los caracteres morfológicos como en las respuestas fisiológicas. Por ello, las diferencias entre parroquias no deben atribuirse solamente a la altura sobre el nivel del mar, sino al conjunto de condiciones ambientales y de manejo que acompañan al gradiente andino (Gómez et al., 2022).

La caracterización del cerdo criollo ecuatoriano ha demostrado que las poblaciones del país presentan diferenciación morfométrica relacionada con el origen geográfico y el ecosistema de procedencia. Esto respalda la necesidad de analizar las poblaciones de Cotopaxi mediante estratos ambientales, en lugar de considerarlas como una población completamente homogénea (Abeledo, 2022).

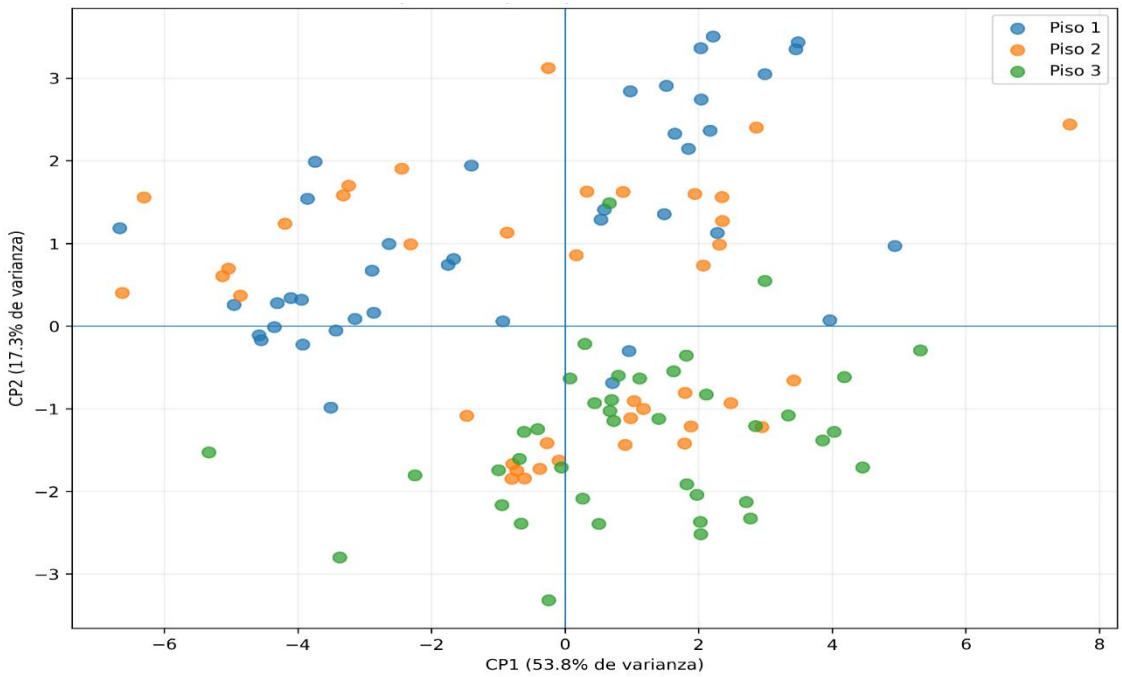
Interpretación

Los dos primeros componentes principales explicaron aproximadamente el 71 % de la variabilidad morfométrica total. El primer componente explicó 53,8 % y representó principalmente el tamaño y desarrollo corporal general, mientras que el segundo componente explicó 17,3 % y estuvo relacionado con diferencias en la proporcionalidad corporal.

En la figura se observa una separación progresiva entre las zonas altitudinales. Los animales de la zona 1 se concentraron principalmente hacia valores negativos y positivos del segundo componente, mientras que los de la zona 3 se ubicaron con mayor frecuencia en el sector positivo del primer componente y negativo del segundo. La zona 2 presentó una distribución intermedia y una mayor superposición con las otras zonas.

Figura 3

Análisis de componentes principales de las variables morfométricas



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

El PCA es apropiado para este estudio porque las medidas corporales están correlacionadas entre sí. Un animal con mayor longitud corporal suele presentar también mayores perímetros, alturas y peso. El análisis reduce esta información redundante y permite identificar combinaciones de rasgos que describen el tamaño y la conformación general. La estandarización previa es indispensable cuando las variables poseen diferentes unidades o amplitudes (Martínez et al., 2026).

La distribución obtenida indica un gradiente fenotípico, más que tres poblaciones completamente separadas. Los animales de la zona 3 tendieron a presentar mayor altura a la grupa, profundidad torácica, longitud de grupa y longitud cefálica, mientras que los de la zona 1 mostraron proporciones corporales relativamente más anchas. La zona 2 presentó

características intermedias, lo que es coherente con su posición ambiental entre ambos extremos (Ocampo, 2021).

Estupiñán-Véliz et al. determinaron que las poblaciones criollas ecuatorianas poseen patrones zoométricos diferenciados y una variabilidad considerable entre regiones. La superposición observada en el PCA de Cotopaxi es consistente con poblaciones no estandarizadas, sometidas a cruzamientos históricos, selección tradicional de los productores y distintos ambientes de crianza (Angel et al., 2022).

No debe afirmarse a partir del PCA que los animales del piso 3 constituyen una raza o biotipo genéticamente diferente. El PCA es exploratorio y resume la variación fenotípica; para demostrar diferenciación genética sería necesario incorporar marcadores moleculares, estimaciones de estructura poblacional y análisis de parentesco (Vargas et al., 2026).

Interpretación

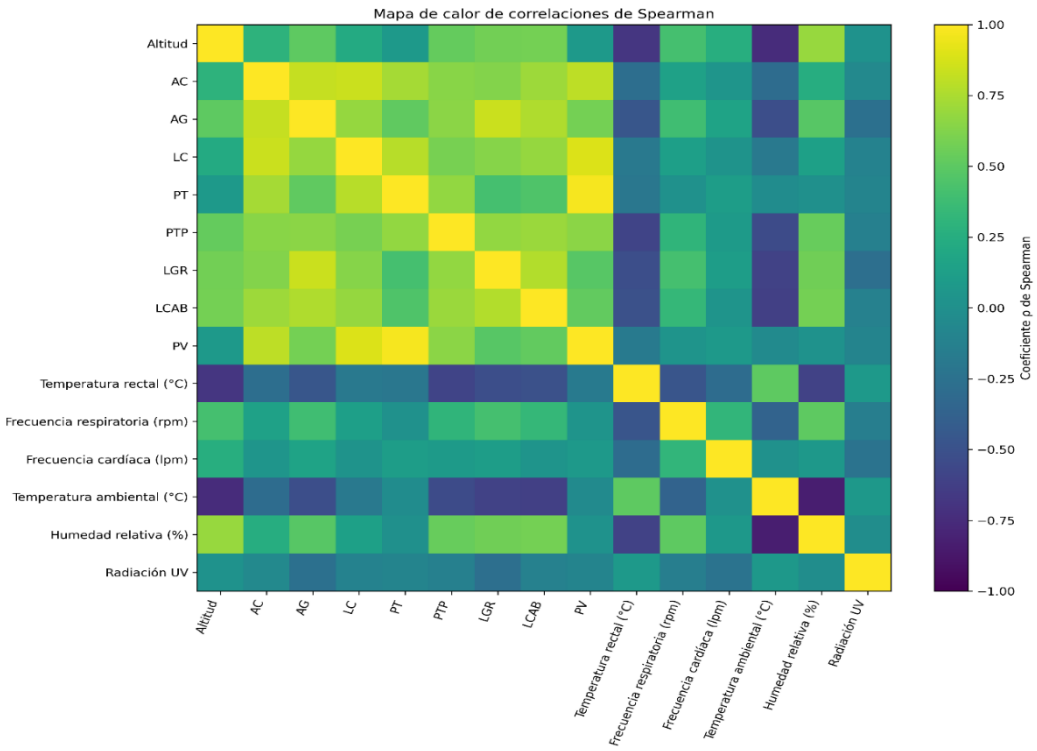
El mapa de calor muestra asociaciones positivas intensas entre las principales medidas corporales. La longitud corporal, el perímetro torácico y el peso vivo presentaron correlaciones elevadas, lo que indica que los animales más largos y con mayor desarrollo torácico tendieron a ser también más pesados.

La altitud mostró asociaciones positivas con la altura a la grupa, profundidad torácica, longitud de grupa y longitud de cabeza. En contraste, presentó relaciones negativas con la temperatura ambiental y la temperatura rectal. La humedad relativa aumentó con la altitud y mostró una asociación inversa con la temperatura ambiental.

La temperatura rectal se relacionó positivamente con la temperatura ambiental y negativamente con la humedad relativa. La frecuencia respiratoria presentó asociaciones positivas con la altitud y la humedad, aunque de menor intensidad que las observadas entre las variables morfométricas.

Figura 4

Mapa de calor de correlaciones de Spearman



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Las correlaciones elevadas entre peso vivo, longitud corporal y perímetro torácico son esperables, porque estas variables expresan dimensiones complementarias del tamaño corporal. Este resultado respalda el uso de las medidas zoométricas como indicadores indirectos del peso cuando no se dispone de una báscula. Sin embargo, para elaborar una ecuación predictiva se necesitaría ajustar y validar un modelo de regresión independiente (Gómez et al., 2022).

La correlación positiva entre altitud y profundidad torácica fue uno de los resultados más consistentes. No obstante, la altitud también estuvo relacionada con temperatura, humedad y sistema productivo. Por ello, esta asociación puede contener efectos de confusión

y debe analizarse mediante modelos multivariables antes de considerarse un rasgo adaptativo(Cruzado, 2021).

La relación inversa entre temperatura ambiental y humedad indica que las zonas altas fueron simultáneamente más fríos y húmedos. Esta multicolinealidad dificulta separar el efecto individual de cada factor. En modelos posteriores se debería utilizar la altitud o las variables climáticas, pero evitar incluirlas simultáneamente sin revisar el factor de inflación de la varianza (Matías, 2021).

La temperatura rectal, frecuencia respiratoria y frecuencia cardíaca son indicadores útiles de la respuesta al ambiente, pero también están afectadas por la manipulación, actividad previa, edad, peso y hora de medición. La literatura sobre estrés térmico en porcinos advierte que la respuesta fisiológica debe interpretarse integrando las condiciones ambientales y no mediante una sola variable (Galíndez et al., 2020).

Interpretación

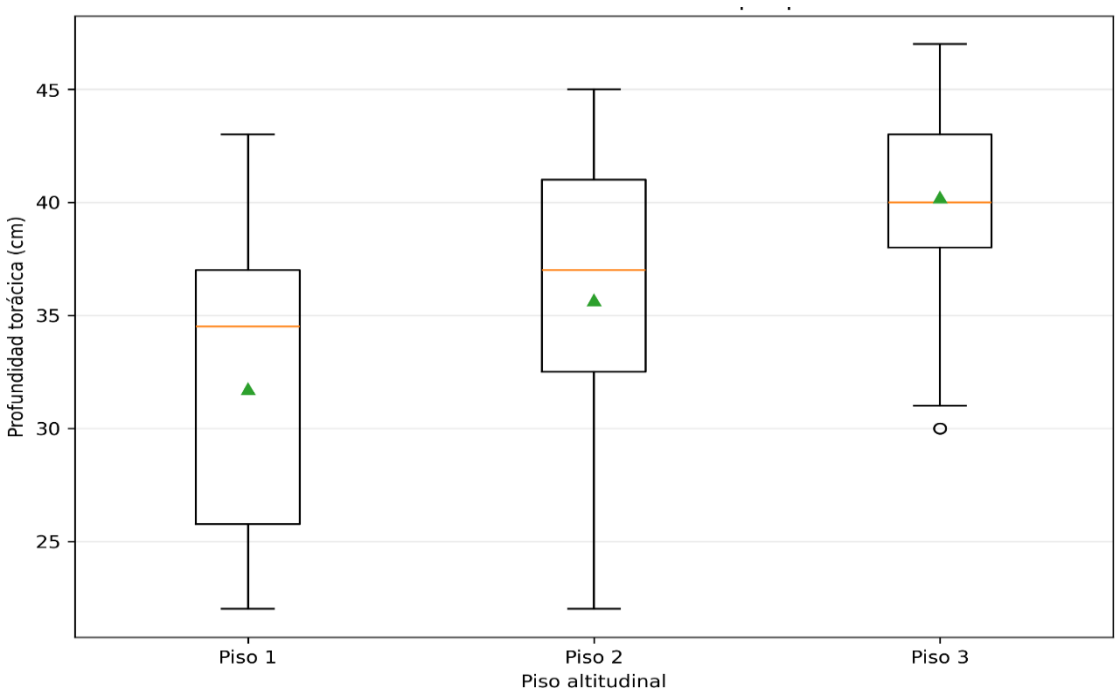
El boxplot evidencia un incremento progresivo de la profundidad torácica. La zona 1 presentó los valores centrales más bajos, la zona 2 mostró una condición intermedia y la zona 3 registró la mayor mediana.

La dispersión fue mayor en las zonas 1 y 2, mientras que en la zona 3 los valores se concentraron principalmente alrededor de 38–43 cm. Este comportamiento indica una mayor uniformidad de la profundidad torácica en los animales de mayor altitud.

Las diferencias entre zonas fueron estadísticamente significativas y el tamaño del efecto fue grande. Por tanto, la profundidad torácica constituye una de las variables con mayor capacidad para diferenciar la conformación de los cerdos criollos según la zona altitudinal.

Figura 5

Profundidad torácica de los cerdos criollos por zona altitudinal



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Una mayor profundidad torácica representa un incremento de la dimensión dorso esternal del tórax, pero no debe confundirse automáticamente con mayor capacidad pulmonar. La relación entre una medida externa y la función respiratoria requiere estudios anatómicos o funcionales adicionales (Pardo et al., 2023).

En los animales de la zona 3, la profundidad torácica aumentó mientras el ancho del pecho permaneció relativamente estable. Esto explica la reducción del índice torácico observada con la altitud: el tórax se volvió proporcionalmente más profundo y no necesariamente más ancho (Rosendo et al., 2025).

La diferenciación morfométrica observada coincide con la elevada plasticidad y diversidad descrita en los cerdos criollos ecuatorianos. Los recursos zoogenéticos locales

pueden conservar configuraciones corporales distintas como resultado de la interacción entre ascendencia, ambiente, alimentación y selección tradicional (J. Torres, 2024).

La profundidad torácica puede incorporarse como un criterio preliminar de selección, pero debe ajustarse por edad, sexo y tamaño corporal. Seleccionar únicamente los animales con valores absolutos mayores favorecería a los ejemplares de mayor edad y podría reducir innecesariamente la diversidad de la población (Salamanca et al., 2025).

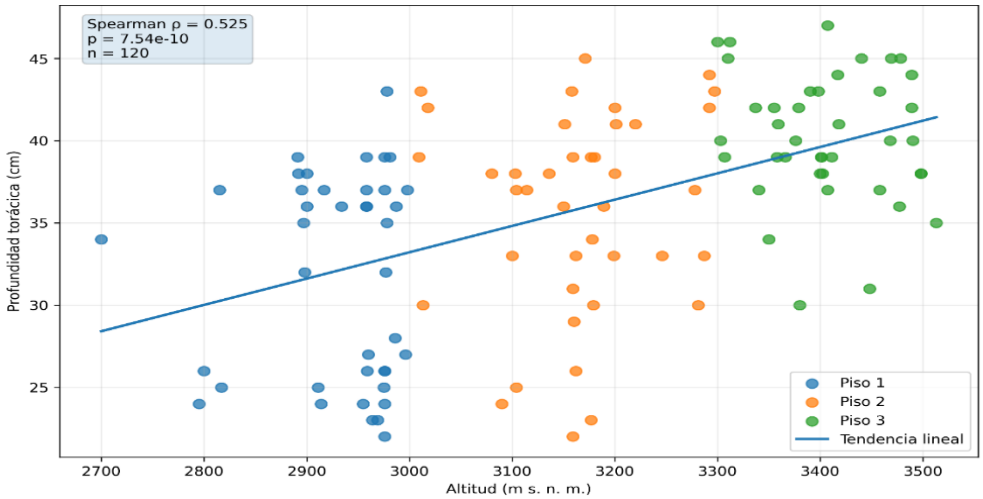
Interpretación

La figura muestra una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre altitud y profundidad torácica: A medida que aumentó la altitud, la profundidad torácica tendió a incrementarse. Los animales del piso 1 se concentraron principalmente entre 22 y 39 cm, mientras que una proporción importante de los animales del piso 3 presentó profundidades entre 38 y 47 cm.

La dispersión de los puntos demuestra que la relación no es perfecta. A una misma altitud se observaron animales con diferentes profundidades torácicas, lo que confirma la participación de otros factores biológicos y productivos.

Figura 6

Relación entre altitud y profundidad torácica



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Un coeficiente de 0,525 indica una asociación moderada; por tanto, la altitud explica parcialmente el patrón, pero no determina de manera exclusiva la profundidad torácica. La edad, sexo, peso vivo, condición corporal, alimentación y antecedentes genéticos también pueden contribuir a la variabilidad (Pius et al., 2024).

La tendencia es coherente con la comparación entre zonas y con el PCA, ya que la profundidad torácica fue una de las variables que más contribuyó al gradiente morfológico. La consistencia entre análisis univariados, correlacionales y multivariados fortalece la identificación de este rasgo como candidato para estudios posteriores (Canales et al., 2021).

No obstante, la correlación no demuestra causalidad ni adaptación heredable. Para establecer que la profundidad torácica constituye una respuesta genética a la altitud se requeriría comparar animales emparentados en ambientes distintos, realizar estudios de jardín común o incorporar información genómica (Martínez et al., 2026).

La caracterización morfométrica de poblaciones criollas constituye una primera etapa para definir unidades de conservación y criterios de selección, pero debe complementarse con información genética y productiva para evitar conclusiones basadas únicamente en el fenotipo (Valverde et al., 2021).

Interpretación

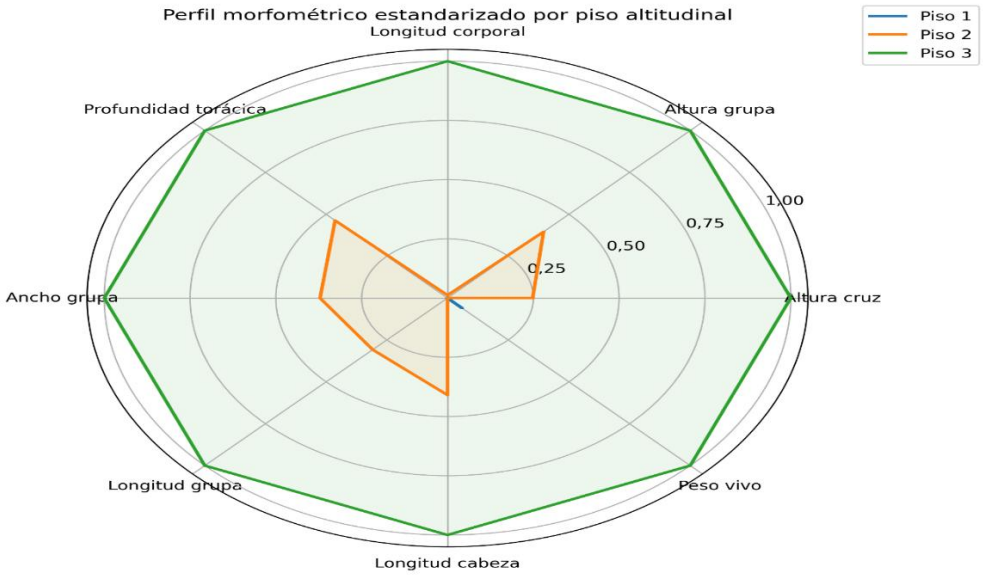
El gráfico radar resume las medias estandarizadas de ocho variables: altura a la cruz, altura a la grupa, longitud corporal, profundidad torácica, ancho y longitud de grupa, longitud de cabeza y peso vivo.

La zona 3 presentó los valores relativos más altos en la mayoría de las dimensiones estructurales. La zona 2 ocupó una posición intermedia, especialmente en altura a la grupa, profundidad torácica, ancho y longitud de grupa. La zona 1 registró los valores relativos más bajos en la mayoría de estas características.

El peso vivo también fue ligeramente mayor en la zona 3, pero las pruebas estadísticas indicaron que las diferencias de peso entre zonas no fueron significativas. Por ello, la separación visual del radar debe interpretarse como una comparación estandarizada de medias y no como evidencia de diferencias significativas para todas las variables.

Figura 7

Perfil morfométrico estandarizado por zona altitudinal



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

El radar permite visualizar el patrón general de conformación: los animales de la zona 3 fueron proporcionalmente más altos, largos y profundos. Sin embargo, su principal limitación es que no muestra dispersión, tamaño de muestra ni significancia estadística. Debe utilizarse como figura de síntesis y acompañarse de las tablas y boxplots correspondientes (Betancur et al., 2020).

El hecho de que la zona 3 presente mayores dimensiones estructurales, pero un peso vivo estadísticamente semejante, indica que la diferencia entre zonas se relaciona más con la arquitectura corporal que con un incremento general de masa. Los animales altos mostraron

una conformación más longitudinal y profunda, no necesariamente mayor compacidad (Stancheva & Penev, 2026).

Esta diferenciación respalda la existencia de perfiles fenotípicos asociados con el ambiente andino. Resultados previos en cerdos criollos ecuatorianos también señalan que las poblaciones locales presentan combinaciones morfométricas propias y que los índices de proporcionalidad permiten reconocer diferencias que no son evidentes mediante el peso vivo aislado (Betancur et al., 2020).

Desde la perspectiva de la conservación, no sería conveniente establecer que el perfil de la zona 3 es superior al de las otras zonas. Cada configuración puede responder a condiciones productivas particulares. La selección in situ debe conservar animales funcionales dentro de cada ambiente, priorizando estabilidad fisiológica, condición corporal, reproducción, sanidad y diversidad fenotípica (Urban et al., 2024) .

10.19. Determinación de los biotipos fenotípicos del cerdo criollo ecuatoriano

La identificación de los biotipos fenotípicos se realizó mediante un enfoque de análisis multivariado no supervisado, cuyo propósito fue agrupar a los animales de acuerdo con su similitud morfológica, independientemente del piso altitudinal donde fueron muestreados. Este procedimiento permitió que la clasificación emergiera de los propios datos y no de una categorización previamente establecida.

Como variables de clasificación se utilizaron quince características morfométricas consideradas representativas de la conformación corporal: altura a la cruz (AC), altura a la grupa (AG), longitud corporal (LC), perímetro torácico (PT), perímetro abdominal (PA), ancho del pecho (AP), profundidad torácica (PTP), ancho de grupa (AGR), longitud de grupa (LGR), perímetro de caña (PC), longitud de cabeza (LCAB), ancho de cabeza (ACAB), longitud de oreja (LO), ancho de oreja (AO) y peso vivo (PV). No se incluyeron los índices zoométricos debido a que son variables derivadas de las mediciones originales y su

incorporación podría introducir redundancia estadística y sobreponderar determinadas dimensiones corporales.

Sobre los componentes principales obtenidos se aplicó el algoritmo K-means, evaluando soluciones entre dos y seis conglomerados. Para determinar objetivamente el número óptimo de grupos se utilizó el coeficiente de Silhouette, indicador que cuantifica simultáneamente la cohesión interna de cada grupo y la separación entre conglomerados.

Los valores obtenidos fueron:

Tabla 34

Determinación del número óptimo de biotipos mediante el coeficiente de Silhouette

Número de conglomerados	Coeficiente de Silhouette
2	0,493
3	0,470
4	0,458
5	0,453
6	0,429

Fuente: Elaboración propia.

El mayor coeficiente de Silhouette (0,493) se obtuvo con dos conglomerados, indicando que esta configuración presentó el mejor equilibrio entre la homogeneidad interna de los grupos y su diferenciación respecto a los demás conglomerados. Conforme aumentó el número de grupos, el coeficiente disminuyó progresivamente, evidenciando una pérdida en la calidad del agrupamiento.

En consecuencia, la solución de dos biotipos fenotípicos fue seleccionada como la estructura más representativa de la población de cerdos criollos evaluada. Esta decisión fue corroborada mediante el análisis jerárquico de Ward, cuyo dendrograma mostró igualmente la existencia de dos agrupaciones principales antes del incremento marcado en la distancia de

fusión. Adicionalmente, la clasificación fue validada mediante un Análisis Discriminante Lineal (LDA) con validación cruzada de diez particiones (10-fold cross-validation), alcanzando una exactitud de clasificación del 97,5 %**,** lo que confirma la consistencia y estabilidad de los biotipos identificados.

Interpretación

Los resultados indican que la población de cerdos criollos de Cotopaxi no se organiza en tres grupos claramente diferenciados, a pesar de haber sido muestreada en tres pisos altitudinales. En cambio, la estructura fenotípica de la población se describe de forma más adecuada mediante dos biotipos, definidos por diferencias en su conformación corporal. Esto sugiere que la altitud influye en la frecuencia de los biotipos, pero no determina por sí sola la existencia de grupos morfológicos independientes. La presencia de ambos biotipos en los tres pisos altitudinales evidencia una continuidad fenotípica dentro de la población, compatible con procesos de selección tradicional y flujo genético entre comunidades rurales.

Esta redacción justifica de manera sólida la elección de los dos biotipos y enlaza naturalmente con la presentación del dendrograma y del gráfico de PCA en el capítulo de resultados.

Discusión

La determinación objetiva del número de conglomerados constituye una etapa crítica en los análisis de clasificación fenotípica, ya que evita que el investigador establezca de forma arbitraria el número de grupos. En este estudio, la selección de dos biotipos se fundamentó en el coeficiente promedio de Silhouette, el cual alcanzó su valor máximo (0,493) cuando se consideraron dos conglomerados. De acuerdo con Rousseeuw, este índice evalúa simultáneamente la cohesión interna de cada grupo y la separación respecto a los demás, por lo que el mayor valor obtenido representa la partición con la mejor estructura de agrupamiento.

Aunque la diferencia entre los coeficientes de Silhouette para dos (0,493) y tres conglomerados (0,470) fue relativamente pequeña, la disminución progresiva del índice conforme aumentó el número de grupos indica que subdividir la población genera conglomerados menos compactos y con mayor solapamiento. Este comportamiento sugiere que la variabilidad morfológica del cerdo criollo evaluado se organiza de manera más consistente en dos patrones fenotípicos principales, en lugar de tres grupos claramente diferenciados.

Es importante destacar que el análisis no utilizó la zona altitudinal como criterio de clasificación, sino únicamente las variables morfométricas previamente estandarizadas y resumidas mediante el Análisis de Componentes Principales. En consecuencia, los biotipos identificados representan agrupaciones basadas en la similitud fenotípica y no una clasificación geográfica. La asociación significativa encontrada posteriormente entre los biotipos y las zonas altitudinales indica que la altitud influye en la frecuencia de los grupos, pero no determina completamente su formación (Collas et al., 2023).

Desde la perspectiva de la caracterización de recursos zoogenéticos, este resultado es coherente con investigaciones realizadas en poblaciones locales, donde los análisis multivariados permiten identificar biotipos funcionales aun cuando los animales proceden de diferentes ambientes. La variabilidad fenotípica observada refleja la interacción entre factores genéticos, ambientales y de manejo, más que la existencia de poblaciones completamente aisladas. En el cerdo criollo ecuatoriano se ha descrito una elevada diversidad morfométrica entre poblaciones, lo que respalda el empleo de técnicas multivariadas para reconocer patrones fenotípicos útiles en programas de conservación y selección (Estupiñán et al., 2020).

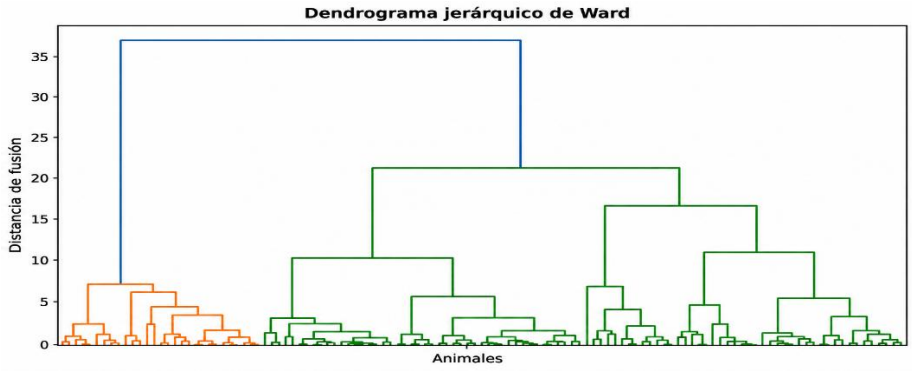
Adicionalmente, la validación de la clasificación mediante el Análisis Discriminante Lineal (LDA), que alcanzó una exactitud del 97,5 %**,** confirma que los dos conglomerados presentan una diferenciación estadística consistente. Esto indica que las variables

morfométricas utilizadas poseen una elevada capacidad para discriminar ambos biotipos y respaldan la utilización de este procedimiento como herramienta para la caracterización fenotípica del cerdo criollo de Cotopaxi.

Finalmente, debe señalarse que los biotipos identificados corresponden a biotipos fenotípicos y no a biotipos genéticos, ya que la clasificación se basó exclusivamente en características morfométricas. La confirmación de una diferenciación genética requerirá estudios complementarios utilizando marcadores moleculares o análisis genómicos, los cuales permitirán establecer si las diferencias fenotípicas observadas reflejan también una estructura genética diferenciada. Esta precisión metodológica es esencial para evitar sobre interpretaciones de los resultados.

Figura 8

Dendrograma obtenido de Ward para la identificación de biotipos fenotípicos del cerdo criollo ecuatoriano



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

El dendrograma muestra el proceso de agrupamiento jerárquico de los 120 cerdos criollos utilizando las variables morfométricas estandarizadas. La estructura del árbol evidencia que los individuos presentan dos conglomerados principales antes de producirse un incremento importante en la distancia de fusión, indicando que esta solución representa la organización natural de la población estudiada.

El primer conglomerado (Biotipo A) agrupó animales con menor desarrollo corporal general, caracterizados por menores valores de altura a la cruz, longitud corporal, perímetro torácico y peso vivo. El segundo conglomerado (Biotipo B) reunió individuos con mayor desarrollo estructural, mayor profundidad torácica y mayor longitud corporal.

La formación de únicamente dos conglomerados indica que, aunque los animales fueron muestreados en tres zonas altitudinales diferentes, la variabilidad fenotípica observada no generó tres grupos independientes. Esto evidencia que la altitud influye sobre la conformación corporal, pero no constituye el único factor responsable de la diferenciación morfológica.

Discusión

El análisis jerárquico mediante el método de Ward es ampliamente utilizado en estudios de caracterización de recursos zoogenéticos porque minimiza la variabilidad dentro de cada grupo y maximiza las diferencias entre conglomerados. Esta metodología permite que la clasificación emerja de la similitud fenotípica entre individuos y no de criterios previamente establecidos, proporcionando una identificación objetiva de biotipos.

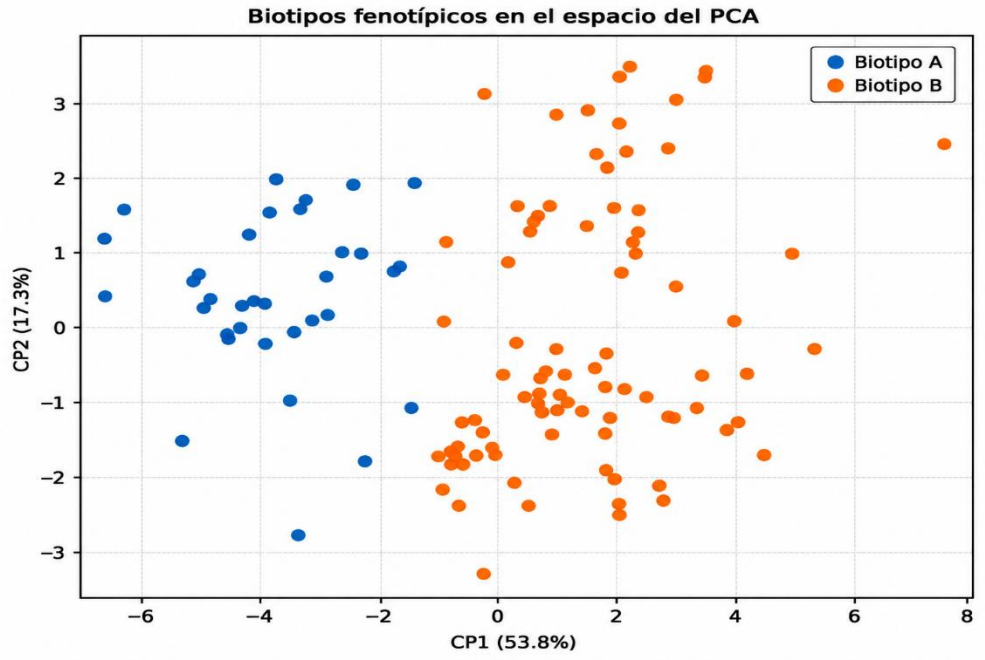
Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado para el cerdo criollo ecuatoriano, donde las poblaciones presentan una elevada diversidad morfológica y patrones biométricos diferenciados entre regiones geográficas, sin que ello implique necesariamente la existencia de razas distintas. Estupiñán-Véliz et al. señalaron que la variabilidad zoométrica permite reconocer diferentes patrones fenotípicos dentro del cerdo criollo ecuatoriano, aspecto fundamental para programas de conservación y selección (Estupiñán et al., 2020).

Asimismo, la identificación de dos conglomerados respalda la hipótesis de que la población criolla mantiene una estructura fenotípica relativamente continua, influenciada tanto por las condiciones ambientales como por la selección realizada por los productores. Este comportamiento ha sido descrito en poblaciones porcinas locales, donde los análisis

multivariados permiten identificar grupos funcionales sin que existan límites morfológicos completamente definidos (Panda et al., 2020).

Figura 9

Distribución de los biotipos fenotípicos del cerdo criollo ecuatoriano en el espacio definido por los dos primeros componentes principales (PCA)



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

La representación del Análisis de Componentes Principales muestra la distribución de los animales según los dos primeros componentes, los cuales explicaron aproximadamente el 71,06 % de la variabilidad morfométrica total.

Se observa una diferenciación clara entre los dos biotipos identificados mediante el análisis de conglomerados. El Biotipo A se concentró principalmente hacia los valores negativos del primer componente, asociado con animales de menor tamaño corporal, mientras que el Biotipo B ocupó la región positiva del componente principal, caracterizada por individuos con mayor desarrollo corporal.

Aunque existe una ligera superposición entre algunos individuos, la separación general demuestra que las variables morfométricas utilizadas poseen suficiente capacidad discriminante para diferenciar ambos biotipos. Esta transición parcial también refleja la naturaleza continua de la variabilidad fenotípica del cerdo criollo y la ausencia de límites morfológicos completamente definidos entre los grupos.

Discusión

El PCA constituye una de las herramientas multivariadas más utilizadas para la caracterización fenotípica de animales domésticos, ya que permite reducir un gran número de variables correlacionadas a un conjunto reducido de componentes independientes, conservando la mayor parte de la información biológica.

En esta investigación, el primer componente estuvo asociado principalmente con el tamaño corporal general, mientras que el segundo describió diferencias en la proporcionalidad entre las distintas regiones anatómicas. La elevada varianza explicada por ambos componentes confirma que las medidas morfométricas seleccionadas fueron suficientes para describir la estructura corporal de la población evaluada (Poullet et al., 2022).

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Estupiñán-Véliz et al., quienes reportaron que el cerdo criollo ecuatoriano presenta una importante diversidad biométrica y que las variables zoométricas permiten diferenciar poblaciones sometidas a distintos ambientes y procesos históricos de selección (Estupiñán et al., 2020).

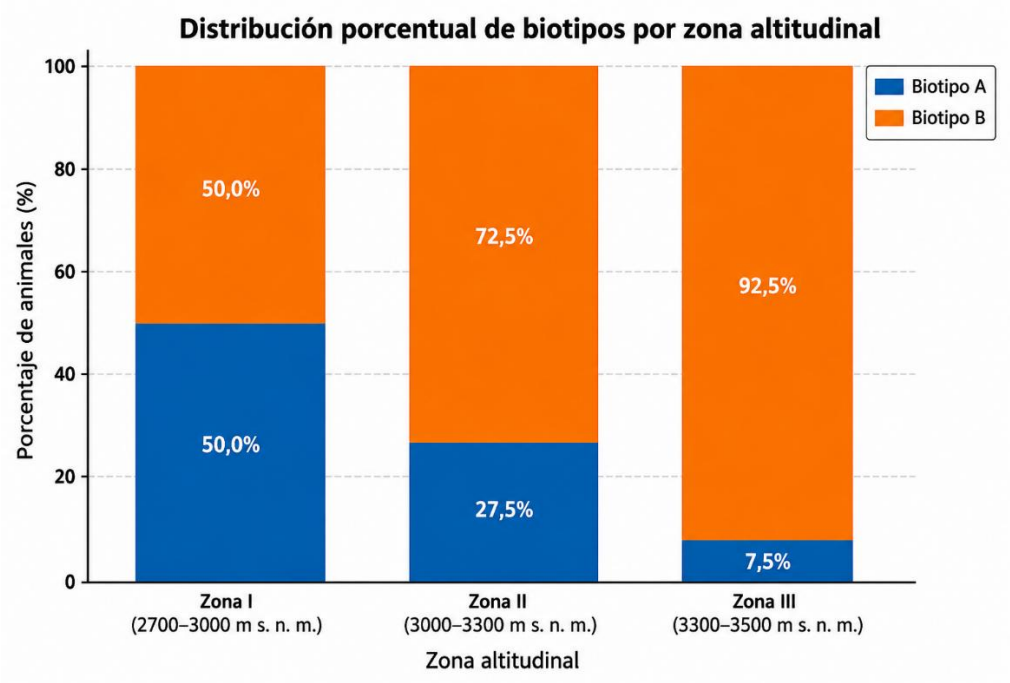
De manera similar, Panda et al. demostraron que el PCA reduce eficazmente la redundancia entre variables morfométricas y facilita la identificación de patrones estructurales en poblaciones porcinas, mejorando la interpretación biológica de la variabilidad fenotípica (Panda et al., 2020).

Finalmente, la separación observada entre ambos biotipos respalda la utilización conjunta del PCA y del análisis de conglomerados como herramientas para la caracterización

de recursos zoogenéticos. No obstante, los grupos identificados deben interpretarse como biotipos fenotípicos y no como poblaciones genéticamente diferenciadas, debido a que la presente investigación no incluyó marcadores moleculares. Estudios posteriores que integren información genómica permitirán establecer si estas diferencias morfológicas reflejan también una diferenciación genética, fortaleciendo las estrategias de conservación y selección del cerdo criollo ecuatoriano.

Figura 10

Distribución porcentual de los biotipos fenotípicos del cerdo criollo ecuatoriano en las tres zonas altitudinales altitudinales de Cotopaxi.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

La Figura 10 muestra la distribución porcentual de los dos biotipos fenotípicos identificados mediante análisis multivariado en las tres zonas altitudinales evaluados. Se observa una clara variación en la frecuencia de ambos biotipos conforme aumenta la altitud.

En la zona 1 (2700–3000 m s. n. m.)**,** los biotipos A y B presentaron una distribución similar, representando aproximadamente el 50 % de la población cada uno, lo que evidencia una elevada heterogeneidad fenotípica en las zonas de menor altitud.

En la zona 2 (3000–3300 m s. n. m.)**,** la proporción del Biotipo B aumentó hasta aproximadamente el 72,5 %, mientras que el Biotipo A disminuyó al 27,5 %, indicando una tendencia hacia la predominancia de animales con mayor desarrollo corporal en condiciones altitudinales intermedias.

Finalmente, en la zona 3 (3300–3500 m s. n. m.)**,** el Biotipo B constituyó cerca del 92,5 % de los animales evaluados, mientras que el Biotipo A representó únicamente el 7,5 %. Este comportamiento evidencia un reemplazo progresivo del biotipo de menor tamaño corporal por individuos de mayor desarrollo estructural conforme aumenta la altitud.

El análisis de independencia confirmó que esta distribución no fue aleatoria (χ^2 = 17,81; $p < 0,001$), observándose una asociación moderada entre el piso altitudinal y el biotipo fenotípico (V de Cramer = 0,385). Estos resultados indican que la altitud está relacionada con la frecuencia de los biotipos presentes en la población, aunque no constituye el único factor que explica su diferenciación.

Discusión

La mayor frecuencia del Biotipo B en los pisos superiores sugiere que los animales con mayor desarrollo corporal poseen una mayor representación en ambientes de elevada altitud. Este patrón podría estar asociado a procesos históricos de selección natural y selección empírica realizada por los productores, quienes han conservado animales con características funcionales que favorecen su permanencia bajo las condiciones climáticas de la Sierra ecuatoriana. Sin embargo, debido al diseño transversal de la presente investigación, esta asociación debe interpretarse como una relación fenotípica y no como evidencia directa de adaptación genética (Acosta et al., 2024).

Resultados similares han sido descritos en estudios de caracterización de recursos zoogenéticos, donde la variabilidad morfológica se relaciona con gradientes ambientales y con las prácticas tradicionales de manejo. La utilización de análisis multivariados permite identificar grupos fenotípicos con mayor objetividad que las clasificaciones basadas únicamente en el origen geográfico o el sistema de producción (Estupiñán et al., 2020).

Asimismo, investigaciones realizadas en poblaciones porcinas locales de Asia demostraron que el análisis de conglomerados y el análisis de componentes principales permiten identificar biotipos asociados con diferencias en tamaño corporal, profundidad torácica y desarrollo esquelético, variables estrechamente relacionadas con la adaptación funcional y la productividad. Estos estudios concluyen que las características morfométricas constituyen herramientas eficaces para programas de conservación de razas locales cuando aún no se dispone de información genómica (Panda et al., 2020).

La tendencia observada en esta investigación también coincide con el concepto de plasticidad fenotípica, mediante el cual poblaciones locales mantienen una amplia capacidad de respuesta frente a diferentes condiciones ambientales sin perder su identidad genética. En especies domésticas, esta plasticidad representa un atributo de gran importancia para la resiliencia de los sistemas de producción familiar, particularmente en ecosistemas de montaña donde las variaciones climáticas son más pronunciadas (Ullah et al., 2022).

Desde el punto de vista de la conservación de recursos zoogenéticos, la coexistencia de ambos biotipos en los tres pisos altitudinales, aunque en proporciones diferentes, constituye una evidencia favorable para implementar estrategias de conservación in situ. En lugar de seleccionar únicamente animales de mayor tamaño corporal, los programas de mejoramiento deberían preservar la variabilidad fenotípica existente, ya que esta diversidad representa una fuente potencial de genes asociados con adaptación, rusticidad y resiliencia frente a cambios ambientales futuros. Esta recomendación coincide con los lineamientos

internacionales para la gestión sostenible de recursos genéticos animales propuestos por la FAO y respaldados por investigaciones recientes sobre conservación de razas locales (Kannan et al., 2022).

Tabla 35

Asociación entre los biotipos fenotípicos y el sistema de producción

Sistema de producción	Biotipo A n (%)	Biotipo B n (%)	Total
Traspatio	31 (31,6 %)	67 (68,4 %)	98
Extensivo	3 (13,6 %)	19 (86,4 %)	22
Total	**34 (28,3 %)**	**86 (71,7 %)**	**120**

Fuente: Elaboración propia.

Prueba Chi-cuadrado

$\chi^2 = 3,21$

gl = 1

p = 0,073

V de Cramer = 0,164

Interpretación

La distribución de los biotipos fenotípicos según el sistema de producción mostró una mayor proporción del Biotipo B tanto en los sistemas de traspatio como en los sistemas extensivos. En los sistemas de traspatio, el 68,4 % de los animales pertenecieron al Biotipo B, mientras que en los sistemas extensivos esta proporción aumentó hasta el 86,4 %.

No obstante, el análisis de independencia indicó que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($\chi^2 = 3,21$; p = 0,073), por lo que no existe evidencia suficiente

para afirmar que el sistema de producción determine la distribución de los biotipos fenotípicos.

El valor de V de Cramer (0,164) evidenció una asociación débil entre ambas variables, indicando que la variabilidad morfológica observada depende principalmente de otros factores diferentes al tipo de sistema de producción.

Discusión

Los resultados obtenidos sugieren que la expresión de los biotipos fenotípicos del cerdo criollo ecuatoriano no está condicionada exclusivamente por el sistema de producción utilizado por los productores. Tanto en los sistemas de traspatio como en los extensivos predominó el Biotipo B, lo que indica que este grupo fenotípico posee una amplia distribución dentro de las condiciones tradicionales de manejo existentes en la provincia de Cotopaxi (Panda et al., 2020).

Este comportamiento coincide con estudios de caracterización de razas porcinas locales, donde se ha demostrado que la diversidad morfológica está influenciada por una combinación de factores ambientales, históricos y genéticos, mientras que el sistema de producción ejerce un efecto secundario sobre la conformación corporal. En poblaciones criollas sometidas a escasa selección artificial, los rasgos morfométricos suelen mantenerse relativamente estables entre diferentes modalidades de manejo, debido al continuo intercambio de reproductores entre comunidades rurales y a la ausencia de programas sistemáticos de mejoramiento genético (Estupiñán et al., 2020) .

Asimismo, investigaciones desarrolladas en poblaciones porcinas locales de diferentes países han señalado que los sistemas extensivos favorecen la conservación de la variabilidad fenotípica al permitir una mayor interacción entre los animales y el ambiente, aunque ello no implica necesariamente la formación de biotipos exclusivos para cada sistema productivo. Por

el contrario, la permanencia de características morfológicas similares entre sistemas refleja la rusticidad y capacidad adaptativa propias de las poblaciones criollas (Ullah et al., 2022).

Desde la perspectiva de la conservación de recursos zoogenéticos, la ausencia de una asociación significativa entre el sistema de producción y los biotipos constituye un resultado favorable. Esto indica que ambos biotipos pueden mantenerse tanto en sistemas de traspatio como en sistemas extensivos, facilitando la implementación de programas de conservación in situ sin restringir las estrategias de manejo utilizadas por los productores. En consecuencia, la conservación del cerdo criollo ecuatoriano debería orientarse hacia el mantenimiento de la diversidad fenotípica existente, independientemente del sistema de producción predominante.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1.1. Impacto técnico

El desarrollo de esta investigación permitió generar información que hasta el momento era muy limitada para la provincia de Cotopaxi. A través de la evaluación de cerdos criollos en diferentes zonas altitudinales fue posible conocer con mayor detalle sus características morfométricas, fisiológicas, productivas y fanerópticas, aportando información que puede servir como punto de partida para futuras investigaciones. Además, los criterios técnicos planteados para la selección y conservación de estos animales pueden ser utilizados por profesionales, instituciones y productores interesados en proteger este recurso zoogenético y promover un manejo más adecuado de la población de cerdos criollos.

11.1.2. Impacto social

Más allá de los datos obtenidos, este estudio permitió reconocer el valor que tiene el cerdo criollo dentro de las comunidades rurales de Cotopaxi. Durante el trabajo de campo fue evidente que muchas familias continúan criando estos animales mediante prácticas tradicionales que han pasado de generación en generación. Por ello, esta investigación busca contribuir a que tanto los productores como las instituciones valoren la importancia de

conservar esta población, no solo por su utilidad productiva, sino también porque forma parte del patrimonio agropecuario y de la identidad de muchas comunidades de la provincia.

11.1.3. Impacto ambiental

El estudio también demuestra que el cerdo criollo posee una notable capacidad para desenvolverse en las diferentes condiciones ambientales presentes en Cotopaxi. Su adaptación a distintos pisos altitudinales y su capacidad para aprovechar recursos alimenticios disponibles en las fincas permiten que pueda criarse en sistemas tradicionales sin depender de altos niveles de tecnificación. Estas características favorecen sistemas de producción más sostenibles y refuerzan la necesidad de impulsar estrategias de conservación **in situ**, permitiendo que esta población continúe adaptándose de manera natural a las condiciones propias del ecosistema andino y contribuyendo a la conservación de la diversidad genética animal.

11.1.4. Impacto económico

Desde el punto de vista económico, los resultados obtenidos respaldan el potencial que tiene el cerdo criollo para seguir siendo una alternativa importante para las familias rurales de Cotopaxi. Su capacidad para mantenerse en buenas condiciones corporales bajo sistemas de producción de traspatio y extensivos, utilizando principalmente recursos disponibles en las propias fincas, ayuda a disminuir los costos de producción y representa un apoyo para la economía familiar. Además, contar con información técnica sobre esta población abre la posibilidad de desarrollar, en el futuro, programas de conservación y valorización que fortalezcan la producción local y generen nuevas oportunidades para los pequeños productores de la provincia.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. Conclusiones

La caracterización realizada permitió comprobar que los cerdos criollos de Cotopaxi presentan una importante variabilidad morfométrica entre las diferentes zonas altitudinales, reflejada en cambios en medidas corporales como la altura a la grupa, la profundidad torácica y la longitud de la grupa y de la cabeza. No obstante, variables como el peso vivo, la condición corporal y los parámetros fisiológicos se mantuvieron estables, lo que evidencia que estos animales son capaces de desenvolverse adecuadamente en distintos ambientes de la provincia sin comprometer su estado productivo ni su bienestar.

Los resultados mostraron que las condiciones ambientales propias de cada zona altitudinal influyen en la expresión de algunos rasgos del cerdo criollo. La temperatura ambiental y la humedad relativa fueron los factores que mayor relación presentaron con las características evaluadas, mientras que la radiación UV tuvo una influencia limitada. Esto demuestra que el ambiente andino participa en la expresión fenotípica de estos animales y resalta su capacidad para responder a las variaciones climáticas características de la región.

El estudio evidenció que el sistema tradicional de crianza continúa siendo la principal forma de producción del cerdo criollo en Cotopaxi. A pesar de tratarse de explotaciones con escasa tecnificación y basadas en el aprovechamiento de recursos disponibles en cada comunidad, los animales mantuvieron una buena condición corporal y un desempeño estable. Esto confirma que las prácticas tradicionales han contribuido al mantenimiento de las características de rusticidad y resiliencia que distinguen a esta población porcina.

Los resultados obtenidos permiten establecer que la conservación del cerdo criollo debe orientarse hacia estrategias de conservación in situ, considerando la diversidad existente entre

las distintas zonas altitudinales de la provincia. Asimismo, la selección de reproductores no debería basarse únicamente en el peso corporal, sino también en características morfométricas y funcionales que reflejen mejor la capacidad de adaptación de los animales. De esta manera, será posible preservar este valioso recurso zoogenético y fortalecer su aprovechamiento sostenible en los sistemas de producción tradicionales de Cotopaxi.

12.2. Recomendaciones

Ampliar la investigación incorporando un mayor número de animales provenientes de otras provincias de la Sierra ecuatoriana, con el propósito de validar los patrones fenotípicos observados en Cotopaxi y construir una caracterización nacional del cerdo criollo ecuatoriano.

Complementar la caracterización fenotípica con estudios moleculares utilizando marcadores SNP o microsatélites y genes candidatos relacionados con calidad de carne, adaptación y eficiencia productiva, con el fin de determinar si las diferencias observadas poseen un fundamento genético.

Realizar estudios longitudinales que permitan evaluar la resiliencia mediante indicadores dinámicos como ganancia diaria de peso, eficiencia alimenticia, respuesta inmunológica, comportamiento productivo y capacidad reproductiva bajo diferentes condiciones ambientales.

Implementar programas de conservación **in situ** que involucren directamente a los productores rurales de Cotopaxi, promoviendo el mantenimiento de poblaciones locales y evitando el reemplazo indiscriminado por razas comerciales.

Desarrollar un protocolo nacional de evaluación morfométrica del cerdo criollo ecuatoriano basado en las mediciones estandarizadas de la FAO, con el fin de uniformar los criterios de caracterización utilizados por investigadores e instituciones.

Promover la creación de un banco nacional de información fenotípica y genética del cerdo criollo ecuatoriano que integre registros morfométricos, fisiológicos, reproductivos, productivos y moleculares, facilitando futuros programas de conservación y mejoramiento.

Incorporar los resultados obtenidos como base técnica para el diseño de programas de selección participativa que prioricen animales funcionales, adaptados al ambiente andino y capaces de mantener un adecuado desempeño productivo bajo sistemas tradicionales de producción.

Impulsar políticas públicas orientadas a la conservación de los recursos zoogenéticos porcinos, reconociendo al cerdo criollo ecuatoriano como un patrimonio genético de importancia para la seguridad alimentaria, la producción sostenible y el desarrollo de las comunidades rurales de la Sierra ecuatoriana.

13. BIBLIOGRAFÍA

Abeledo, C. (2022). Pasado, presente y futuro del cerdo criollo cubano de origen ibérico. *Anales de La Real Academia de Ciencias Veterinarias de España*, *1*(30), 27–78. https://www.racve.es/wp-content/uploads/2023/06/RACVE_Anales_2022.pdf#page=29

Acosta, D., Español, L., Figueroa, C., Mac, M., Pinardi, E., Fernández, G., Carpinetti, B., & Merino, M. (2024). Characterization of SNPs in meat quality-related genes in Argentine Coastal Creole pigs and their potential as a porcine genetic resource. *Tropical Animal Health and Production*, *56*(8), 321. https://doi.org/10.1007/s11250-024-04130-8

Adrian, R., Zakaria, G., Almuth, A., Gao, Q., & Gonzalez, P. (2023). Terrestrial and Freshwater Ecosystems and Their Services. In Y. D. (Ukraine), A. F. (Switzerland) Carol Franco Billini (Dominican Republic/USA) (Ed.), *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.004

Aguayo, F. (2022). *Revisión sistemática de información para la elaboración de un manual de manejo en cerdos (Sus scrofa domestica) de experimentación preclínica* [Tesis de Medicina Veterinaria, Universidad San Francisco de Quito]. https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/11796/1/202805.pdf

Aguilar, E. A. M. (2018). Cerdo Criollo: 500 años de adaptación a El Salvador, una alternativa potencial de producción pecuaria en zonas rurales ante la amenaza del cambio climático. *Revista Agrociencia*, *2*(8), 6–13. https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/108

Almendariz, E. (2025). *Caracterización del sistema de tenencia del cerdo criollo Ecuatoriano en el Cantón Salcedo* [Tesis de Medicina Veterinaria, Universidad Técnica de CotopaxI]. https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bb9245eb-a2b9-4e0b-8433-46cc45a893cd/content

Angel, A., García, C., García, A., Valencia, M., Hernández, J., & Velázquez, P. (2022). Tipificación y caracterización del sistema de producción del cerdo criollo de la Región Centro, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, *8*(II). https://doi.org/10.19136/era.a8n3.2777

Arredondo, J., Muñoz, J., Arenas, L., Pacheco, E., & Álvarez, L. (2020). Caracterización del sistema tradicional de producción de cerdos criollos en el departamento de Choco - Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, *1*(1), 60–62. https://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Arredondo2011_1_60_62.pdf

Barragán, W., Nieto, D., Ramírez, E., Hernández, J., Noriega, J., & Upegui, S. (2025). Evaluación sensorial por consumidores de la carne del cerdo criollo San Pedreño. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, *36*(6), e32162. https://doi.org/10.15381/rivep.v36i6.32162

Benony, K., Bructer, M., Bocage, B., Biamba, C., Alexandre, G., Gourdine, J., & Degras, N. (2024). Re-domestication of feral pigs in Martinique: first results of growing-finishing trials to test meat consumption and consumers' perceptions. *Tropical Animal Health and Production*, *56*(7), 222. https://doi.org/10.1007/s11250-024-04051-6

Betancur, C., Martínez, Y., Tellez, G., Avellaneda, M., & Velázquez, B. (2020). In Vitro Characterization of Indigenous Probiotic Strains Isolated from Colombian Creole Pigs. *Animals*, *10*(7), 1204. https://doi.org/10.3390/ani10071204

Canales, A., Martínez, A., Delgado, J., Macri, M., Andino, P., Duchi, N., & Toalombo, P. (2021). A Matrilineal Study on the Origin and Genetic Relations of the Ecuadorian Pillareño Creole Pig Population through D-Loop Mitochondrial DNA Analysis. *Animals*, *11*(11), 3322. https://doi.org/10.3390/ani11113322

Carrillo, P. (2023). *Caracterización morfológica del (Cerdo Criollo) Sus scrofa domesticus, en la Parroquia Licto* [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/23a8022f-644c-4c4e-9247-e9133de8a678/content

Collas, C., Gourdine, J., Beramice, D., Badot, P., Feidt, C., & Jurjanz, S. (2023). Soil ingestion, a key determinant of exposure to environmental contaminants. The case study of chlordecone exposure in free-range pigs in the French West Indies. *Environmental Pollution*, *316*, 120486. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120486

Cruzado, S. (2021). *Estudio morfológico del cerdo criollo en el distrito de Cajamarca* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca]. https://repositorio.unc.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4567b3fe-7997-4483-8a54-4fb2106ef75a/content

Cueva, T. (2018). *Caracterización Fenotipica del Cerdo Criollo (suis scrofa) en la Provincia de Cotopaxi. Cueva Sánchez Tania Maribel; Caracterización Fenotipica del Cerdo*

Criollo (suis scrofa) en la Provincia de Cotopaxi [Tesis de Medicina Veterinaria, Universidad Técnica de Cotopaxi]. http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5736

Degras, N., Labrune, Y., Mandonnet, N., Bructer, M., Benony, K., Vertueux, C., Alexandre, G., Poullet, N., & Gourdine, J. (2025). Valorization of feral pigs in the tropics, from the genetic characterization to the re-domestication. *Scientific Reports*, *15*(1), 30276. https://doi.org/10.1038/s41598-025-15649-7

Esmeraldas, R., Armijos, J., Maldonado, D., Delgado, J., Navas, J., & Toalombo, P. (2023). Comparación de las variables morfológicas de cerdos criollos en la provincia de chimborazo y loja. *Archivos de Zootecnia*, *72*(279), 236–243. https://doi.org/10.21071/az.v72i279.5738

Estupiñán, K., Martínez, A., Sierra, A., Pérez, E., Canul, M., Velázquez, F., & Barba, C. (2020). Biometría del cerdo criollo Ecuatoriano en el contexto del ganado porcino Iberoamericano. *Agrociencia*, *54*(7), 897–909. https://doi.org/10.47163/AGROCIENCIA.V54I7.2241

Figueroa, C., Mac, M., Acosta, D., Fernández, G., & Merino, M. (2023). Genetic characterization of domestic pigs in the core zone of swine production of Argentina. *Tropical Animal Health and Production*, *56*(1), 20. https://doi.org/10.1007/s11250-023-03852-5

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *Guía para la implementación de bueas prácticas pecuarias (BPP) producción de porcinos*. https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BP-PORCINOS.pdf

Galíndez, R., Ramis, C., Martínez, G., Angulo, L., Bedoya, Á. M., Landi, V., & Martínez, M. (2020). Diferenciación y distancia genética entre cerdos criollos venezolanos: Cerdos criollos venezolanos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, ISSN 1022-1301, ISSN-e 1022-1301, Vol. 28, Nº. 3-4, 2020 (Ejemplar Dedicado a: Numero*

Dedicado a Las Especies Criollas), Págs. 155-164, *28*(3), 155–164. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7700257&info=resumen&idioma=ENG

Ganazhapa, J. (2021). *Caracterización de los sistemas de producción del cerdo criollo de la región Este de la provincia de Loja-Ecuador* [Tesis de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Loja]. https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0f43d023-da7e-4c92-920d-5fe2d99e233f/content

Gilbert, H., Labrune, Y., Fève, K., Renaudeau, D., Rosé, R., Giorgi, M., Billon, Y., Gourdine, J.-L., & Riquet, J. (2025). Detection of genomic regions affecting thermotolerance traits in growing pigs during acute and chronic heat stress. *Genetics Selection Evolution*, *57*(1), 53. https://doi.org/10.1186/s12711-025-00995-x

Gómez, J., Pereira, A., Wang, D., Villanueva, D., Domínguez, A., Mora, P., Hernández, I., Martínez, J., Casas, A., Olmos-Hernández, A., Ramírez, R., Verduzco, A., Hernández, A., Torres, F., & Mota, D. (2022). Thermoregulation mechanisms and perspectives for validating thermal windows in pigs with hypothermia and hyperthermia: An overview. *Frontiers in Veterinary Science*, *9*, 1–21. https://doi.org/10.3389/FVETS.2022.1023294/FULL

Gourdine, J., Fourcot, A., Lefloch, C., Naves, M., & Alexandre, G. (2021). Assessment of ecosystem services provided by livestock agroecosystems in the tropics: a case study of tropical island environment of Guadeloupe. *Tropical Animal Health and Production*, *53*(4), 435. https://doi.org/10.1007/s11250-021-02880-3

Goyes, K. (2023). *Establecimiento de parámetros productivos y zoométricos de un grupo genético de porcinos criollos.* [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/8a98e012-746f-4bd0-a4c6-a197421889cf/content

Gutiérrez, M., Gutiérrez, S., Vergara, J., & Ortiz, B. (2023). Análisis morfométrico del cerdo criollo casco de mula en la orinoquia colombiana. *Orinoquia*, *27*(1), 730–736. https://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/736

Hongqiang, M., Xie, Y., Li, A., Zhang, T., & Mei, X. (2023). Una revisión sobre el efecto del ambiente de luz, temperatura y humedad en los galpones de cerdas sobre la reproducción y el bienestar de las cerdas. *Reproduction in Domestic Animals*, *58*(1), 1023–1045. https://doi.org/10.1111/rda.14400

Kannan, G., Batchu, P., Naldurtiker, A., Dykes, G. S., Kouakou, B., Terrill, T. H., & Gurrapu, P. (2022). Influence of Excitability Rate on Physiological Responses to Stress in Goats. *Animals*, *12*(8). https://doi.org/10.3390/ani12081023

Knox, R. (2024). Swine fertility in a changing climate. In *Animal Reproduction Science* (Vol. 269, Number 1, pp. 1–13). https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107537

Labatut, J., Alexandre, G., Mandonnet, N., Fanchone, A., Gourdine, J., & Degras, N. (2025). Feral pig re-domestication in Martinique: a case study using participatory approach based on a serious game to co-design agroecological breeding systems. *Tropical Animal Health and Production*, *57*(8), 397. https://doi.org/10.1007/s11250-025-04668-1

Lacetera, N. (2018). Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers : The Review Magazine of Animal Agriculture*, *9*(1), 26–31. https://doi.org/10.1093/AF/VFY030

Liu, F., Zhao, W., Le, H. H., Cottrell, J. J., Green, M. P., Leury, B. J., Dunshea, F. R., & Bell, A. W. (2022). Review: What have we learned about the effects of heat stress on the pig industry? *Animal*, *16*, 1–13. https://doi.org/10.1016/J.ANIMAL.2021.100349

Llangarí, E. (2021). *Producción del cerdo criollo en la Región Sierra del Ecuador* [Tesis de Ingeniería, Ecuela Superior Politécnica de Chimborazo].

https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/cc0ab335-b799-44a5-97d6-582914163bce/content

Luna, R., Acuña, W., Gutiérrez, G., Castro Muñoz, M. del R., & Veli, E. (2023). Genetic diversity in creole pigs in south central Peru. *Tropical Animal Health and Production*, *55*(6), 426. https://doi.org/10.1007/s11250-023-03839-2

Martínez, J., Velepucha, H., & Toalombo, P. (2026). Establecimiento de parámetros productivos y zoométricos de un grupo genético de porcinos criollos. *RECIENA*, *6*(1), 10–18. https://doi.org/10.47187/pmv06752

Matías, S. (2021). *Parámetros zootécnicos de cerdos criollos Sus scrofa Domesticus en la parroquia Simón Bolívar, cantón Santa Elena.* [Tesis de ingeniería, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5961

Ocampo, R. (2021). Evaluation of the genetic diversity of the Zungo creole pig by pedigree analysis. *Lives Res Rural Dev*, *33*(5), 12–22. https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd33/5/3371rocam.html

Olmedo, W. J., Toalombo, P. A., Flores, L. G., Delgado, J. V., Navas, F. J., & Duchi, N. A. (2021). Morphological characterization of the creole pigs that are called pillareño of the canton guamote from ecuador. *Archivos de Zootecnia*, *70*(270), 160–170. https://doi.org/10.21071/AZ.V70I270.5468

Pancho, S. (2024). *Revalorización del cerdo criollo en la Parroquia de Pintag y como a influenciado en la Gatronomía en el Ecuador* [Tesis de Licenciatura, Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui]. https://repositorio.ister.edu.ec/bitstream/68000/575/1/PANCHO%20DUCHI%20SANDRA%20OFELIA.pdf

Panda, S., Gaur, G. K., Sahoo, N. R., Bharti, P. K., & Kar, J. (2020). Principal component analysis of morphometric and growth traits in crossbred piglets. *Indian Journal of Animal Sciences*, *90*(8), 1168–1171. https://doi.org/10.56093/ijans.v90i8.109303

Pardo, S., Mahecha, L., Gallego, L., & Angulo, J. (2023). Potential use of porcine zoogenetic resources (Sus scrofa domestica) in silvopastoral, for family livestock production systems. *Agronomia Mesoamericana*, *34*(3), 1–22. https://doi.org/10.15517/am.2023.53662

Peláez, F., & Vera, M. (2024). Exploración preliminar de la diversidad genética en poblaciones de cerdos criollos de la costa ecuatoriana mediante el uso de microsatélites de ADN. *Código Científico Revista de Investigación*, *5*(2), 567–583. https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/570

Peñafiel, E. (2025). *Caracterización del sistema de tenencia del cerdo criollo ecuatoriano en el Cantón Latacunga.* [Tesis de Medicina Veterinaria, Universidad Técnica de Cotopaxi]. https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/15148

Pius, L., Huang, S., Wanjala, G., Bagi, Z., & Kusza, S. (2024). African Local Pig Genetic Resources in the Context of Climate Change Adaptation. In *Animals* (Vol. 14, Number 16). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/ani14162407

Poullet, N., Rauw, W., Renaudeau, D., Riquet, J., Giorgi, M., Billon, Y., Gilbert, H., & Gourdine, J. (2022). Plasticity of feeding behaviour traits in response to production environment (temperate vs. tropical) in group-housed growing pigs. *Scientific Reports*, *12*(1), 847. https://doi.org/10.1038/s41598-021-04752-0

Ramírez, J. M., Domínguez, J., Aréchiga, C., Aguilar, G., Ordoñez, P. L., Martínez, R., & Aguirre, C. (2026). ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN GENÉTICA DEL CERDO

PELÓN MEXICANO. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, *42*(1), 159–166. https://doi.org/10.29393/CHJAAS42-14STJC70014

Reyes, P. (2020). *Característica morfométrica del cerdo criollo (Sus scrofa spp.) en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena* [Tesis de Ingeniría, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c47c5594-47fd-4d1f-8d05-87faa06331d8/content

Rodriguez, V., Maffioly, J., Zdanovicz, L., Fabre, R., Barrandeguy, M., García, M., & Lagadari, M. (2022). Genetic diversity of meat quality related genes in Argentinean pigs. *Veterinary and Animal Science*, *15*, 100237. https://doi.org/10.1016/j.vas.2022.100237

Rosendo, A., Becerril, C. M., Sánchez, A., Vargas, J. M., Morales, F., Luna, L., Soto, R. M., & Carrillo, L. M. (2025). Productive Behavior and Carcass Yield of Mexican Tropical Hairless Creole Pigs Fed Different Diets. *Animals*, *15*(17), 2583. https://doi.org/10.3390/ani15172583

Salamanca, A., Parés, M., Vélez, O., Castro, G., & Jáuregui, R. (2022). Morphometric assessment of a population of Araucanian creole pigs (Colombia). *Rev Inv Vet Perú*, *33*(5), 1–12. https://doi.org/10.15381/rivep.v33i5.23794

Salamanca, A., Vélez, M., Parés, P., Toalombo, P., Rangel, D., & Castillo, A. (2025). Assessment of Body Morphometry to Classify Two Colombian Creole Pigs Using Statistical and Machine Learning Methods. *Life*, *15*(5), 693. https://doi.org/10.3390/life15050693

Stancheva, E., & Penev, T. (2026). Hypocalcemia in Dairy Cows: A Systematic Review of Metabolic Implications and Management Strategies. *Life*, *16*(7), 1082. https://doi.org/10.3390/life16071082

Suárez, R., Ros, R., Laghouaouta, H., Pena, R., Hernández, B., Rondón, I., & Estany, J. (2023). Identification of breed-specific genomic variants in Colombian Creole pig breeds by whole-genome sequencing. *Tropical Animal Health and Production*, *55*(3), 154. https://doi.org/10.1007/s11250-023-03557-9

Torres, H., Esparraga, A., Ascue, F., Fernandez, P., Heredia, L., Gongora, D., Portocarrero, S., Trigoso, M., Zamora Huamán, S., Portocarrero, T., Valderrama, L., & Saucedo, J. (2026). Phylogenomic insights into the evolutionary history of the Amazonian Creole pig using nuclear genome data and maximum-likelihood analyses. *Scientific Reports*, *16*(1), 18768. https://doi.org/10.1038/s41598-026-48764-0

Torres, J. (2024). *Implementación de registros genealógicos de los cuatro biotipos de cerdos criollos que se encuentran en la Quinta Experimental Punzara* [Tesis de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Loja]. https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/29357

Ullah, A., Islam, N., Moin, A., Park, S., & Kim, B. (2022). Evaluating the Prognostic and Therapeutic Potentials of the Proteasome 26S Subunit, ATPase (PSMC) Family of Genes in Lung Adenocarcinoma: A Database Mining Approach. *Frontiers in Genetics*, *13*(8), 1–18. https://doi.org/10.3389/fgene.2022.935286

Urban, R., Mudroň, P., Abramowicz, B., Kurek, Ł., & Stachura, R. (2024). Lameness in Cattle—Etiopathogenesis, Prevention and Treatment. In *Animals* (Vol. 14, Number 12). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/ani14121836

Valverde, A., Gonzalez, A., Alcívar, J., & Rodero, E. (2021). Characterization and Typology of Backyard Small Pig Farms in Jipijapa, Ecuador. *Animals*, *11*(6), 1728. https://doi.org/10.3390/ani11061728

Valverde, A., Gonzalez, A., Ortega, J., & Rodero, E. (2023). Effects of Alternative Cassava and Taro Feed on the Carcass and Meat Quality of Fattening Pigs Reared under Ecuadorian Backyard Systems. *Animals*, *13*(19), 1–14. https://doi.org/10.3390/ani13193086

Vargas, J., Acosta, N., Andrade, V., Quinteros, O., Chacón, V., & Torres, R. (2026). *El cerdo criollo ecuatoriano*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. https://www.researchgate.net/profile/Orlando-Quinteros-Pozo/publication/404651179_EL_CERDO_CRIOLLO_ECUATORIANO/links/69fdd6d09d7cce6f5c74b52f/EL-CERDO-CRIOLLO-ECUATORIANO.pdf

Vinueza, A., Calispa, M., Vinueza, P., Carpio, T., Piedra, J., Vinueza, M., & Galindo, B. (2025). Neurocysticercosis in Ecuador: Spatial clustering, social determinants, and epidemiological trends (2017-2023). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *19*(7), e0012205. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012205