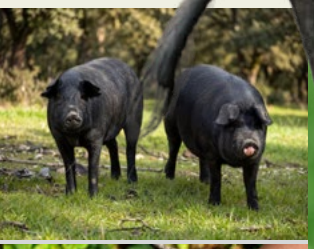
EL CERDO CRIOLLO ECUATORIANO

Identidad Campesina y Valor Agregado en Sistemas Ganaderos Sostenibles







Autores: Julio César Vargas Burgos, Néstor Vicente Acosta Lozano, Verónica Cristina Andrade Yucailla, Orlando Roberto Quinteros Pozo, Edilberto Chacón Marcheco, Francisco Jesús Velázquez Rodríguez, Rumania Alexandra Torres Navarrete

Derechos de Autor

Derechos Reservados © Editorial UPSE - INCYT
Universidad Estatal Península de Santa Elena |
Instituto de Investigación Científica y Desarrollo de Tecnologías
Campus principal: Ave. Eleodoro Solórzano. La Libertad, Santa Elena Ecuador CP 240350

Representante legal: Néstor Acosta Lozano, Ph.D
Responsable ISBN: Freddy Villao Santos, Mgt.

Fotografías: autores
Diagramación y maquetación: Ing. Isaac Chonillo Villón

Nombre del Libro: El Cerdo Criollo Ecuatoriano: Biodiversidad, identidad campesina y valor agregado en sistemas ganaderos sostenibles
1era Edición en español, año 2026

Formato: 21x29,7 cm, 90 páginas
https://incyt.upse.edu.ec

ISBN digital: 978-9942-776-32-7

Forma sugerida de cita

Cita del libro:
Vargas Burgos, J. C., Acosta Lozano, N. V., Andrade Yucailla, V. C., Quinteros Pozo, O. R., Chacón Marcheco, E., & Velázquez Rodríguez, F. J. (2026). *El cerdo criollo ecuatoriano: Biodiversidad, identidad campesina y valor agregado en sistemas ganaderos sostenibles.* Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Cita de capítulos:
Autor(es) del capítulo. (2026). Título del capítulo. En J. C. Vargas Burgos et al., *El cerdo criollo ecuatoriano: Biodiversidad, identidad campesina y valor agregado en sistemas ganaderos sostenibles* (pp. xx–xx). Universidad Estatal Península de Santa Elena.

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático o transmisión por cualquier medio o método sin autorización escrita de los autores. El permiso de copia queda abierto para material de uso en seminarios, talleres y cursos, siempre y cuando la reproducción de la página sea completa y se mantenga el Copyright que figura en cada una de las páginas.

Autores de Capítulos

Julio Cesar Vargas Burgos
Profesor – Investigador. Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas
Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
.
Néstor Vicente Acosta Lozano
Profesor – Investigador. Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Estatal Península de Santa Elena

Verónica Cristina Andrade Yucailla
Profesor – Investigador. Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Estatal Península de Santa Elena

Orlando Roberto Quinteros Pozo
Profesor -Investigador. Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Estatal Península de Santa Elena

Edilberto Chacón Marcheco
Profesor - Investigador. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Universidad Técnica de Cotopaxi.

Francisco Jesús Velázquez Rodríguez
Profesor Investigador – consultor. Bayamo-Cuba.

Rumania Alexandra Torres Navarrete
Profesora – Investigadora. Facultad de Administración, Finanzas e Informática
Universidad Técnica de Babahoyo- Extensión Quevedo

Dedicatoria

A todos los productores, investigadores y apasionados por la cultura y la biodiversidad ecuatoriana, quienes con esfuerzo y dedicación preservan y enriquecen nuestras tradiciones ganaderas. Este libro es un homenaje a su compromiso por valorar y fortalecer el patrimonio genético del cerdo criollo ecuatoriano, contribuyendo así al desarrollo sostenible y a la identidad de nuestra nación. Que su trabajo siga siendo fuente de orgullo y progreso para las futuras generaciones.

Los autores

Contenido

Presentación **1**

Introducción **2**

Capítulo 1. Orígenes y diversidad del Cerdo Criollo en Ecuador: Historia evolutiva y características de la raza **5**

Introducción 5
Orígenes del Cerdo Criollo en Ecuador 7
Características históricas y genéticas del Cerdo Criollo de Ecuador 7
Importancia cultural, económica e histórica 7
El cerdo ibérico durante la colonización de América 8
Cerdo Criollo en Ecuador 8
Investigaciones de autores ecuatorianos del Cerdo Criollo 10
Caracterización productiva del cerdo criollo ecuatoriano 10
Conclusiones 12

Capítulo 2. El Cerdo Criollo Ecuatoriano en los sistemas ganaderos campesinos: Identidad biocultural, multifuncionalidad agroecológica y valor integral **14**

Introducción 14
Orígenes históricos y evolución en el territorio ecuatoriano 15
Influencias genéticas y diversidad iberoamericana 16
Adaptación y valor nutricional 16
Reproducción y transmisión de saberes ancestrales 16
Manejo sostenible y enfoque agroecológico 16
Sanidad y desafíos en la atención veterinaria 17
Comercialización y valor cultural 17
Rol en los sistemas ganaderos del Ecuador 17
Impacto ambiental y resiliencia socioecológica 17
Investigación reciente y perspectivas de conservación 17
Propuesta innovadora: Red Nacional de Criaderos Comunitarios del Cerdo Criollo Ecuatoriano (RNCCCE) 18
Conclusión 18

Capítulo 3. Estructura genética y caracterización molecular del Cerdo Criollo (sus scrofa doméstica) de Ecuador, utilizando marcadores microsatélites **20**

Introducción 20
Muestreo y Extracción de ADN 21
Microsatélites caracterizados 21
Análisis de la diversidad genética intraracial 22
Resultados y Discusión 22
Conclusiones 26

Capítulo 4. Estructura y relaciones genéticas del Cerdo Criollo de Ecuador 28
Introducción 28
Materiales y métodos: Muestreo y extracción de ADN 29
Resultados 31
Distancias genéticas entre poblaciones 31
Estudio de la estructura de las poblaciones 32
Discusión 33
Conclusión 34

Capítulo 5. Cerdo Criollo con valor agregado: alimentación con Sacha Inchi, la planta amazónica rica en ácidos grasos Ómega 3, 6 y 9 36
Introducción 36
Valor agregado al cerdo criollo 39
Contenido de ácidos grasos en la semilla de Sacha Inchi 43
Alimentos funcionales 45
Alimento y salud 46
Ingredientes funcionales 46
Omega-3 (Ácido linolénico) 47
Omega-6 (Ácido linoleico) 48
Omega-9 (ácido oleico) 48
Proteínas 49
Fibra 49
Metodología para revalorizar un alimento, para convertirlo en funcional 51
Algunos ejemplos: 52
Características y agrotecnia del Sacha Inchi 52
Producción de Sacha Inchi 54
Tutoraje 55
Conclusión 58

Capítulo 6. El Cerdo Criollo ecuatoriano en el contexto iberoamericano: Análisis comparativo de origen, diversidad genética, adaptación y valor productivo 60
Introducción 60
Orígenes históricos y rutas de dispersión del cerdo criollo en América Latina 61
Diversidad genética y estructura poblacional: evidencia molecular 61
Características fenotípicas y adaptativas 62
Valor productivo y estrategias de conservación 62
Análisis comparativo integrado 63
Conclusiones 64

Capítulo 7. Conservación del Cerdo Criollo ecuatoriano desde los sistemas campesinos: Metodologías participativas, técnicas de manejo y recomendaciones para su sostenibilidad 66
Introducción 66
El rol del campesino como conservador del patrimonio genético 67
Metodologías participativas para la documentación del conocimiento local 67
Entrevistas etnográficas semiestructuradas 67
Talleres comunitarios de mapeo participativo 68
Diarios de campo cogestionados 68
Foto voz y narrativas orales 68
Técnicas de manejo recomendadas para la conservación in situ 68
Formación de núcleos de conservación comunitaria 68
Registro genealógico comunitario 68
Alimentación funcional con recursos locales 68
Manejo sanitario preventivo 69
Rotación de machos y redes de intercambio 69
Recomendaciones para la sostenibilidad a largo plazo 69
Certificación de productos con atributos diferenciales 69
Inclusión en políticas nacionales de conservación 69
Fortalecimiento de capacidades técnicas 69
Creación de fondos comunitarios de conservación 69
Educación intergeneracional 70
Conclusiones 70

Capítulo 8. El Cerdo Criollo Ecuatoriano como pilar de la seguridad alimentaria, la resiliencia socioecológica y el desarrollo económico rural 72
Introducción 72
Contribución a la seguridad alimentaria y nutricional 73
Resiliencia frente al cambio climático 73
Impacto ambiental positivo 74
Función social y cultural en comunidades rurales 74
Potencial económico y oportunidades de mercado 75
Políticas públicas y marco institucional 75
Conclusiones 76

Capítulo 9. Análisis comparativo de los costos de producción entre el Cerdo Criollo y el Cerdo Industrial: Implicaciones económicas, ambientales y sociales 78
Introducción 78
Definición de los sistemas productivos 79
Cerdo criollo: características y contexto socioeconómico 79
Cerdo industrial: modelo de producción intensiva 79
Estructura de costos: comparación detallada 79
Costos variables 80
Alimentación 80
Mano de obra 80

Cuadro comparativo integral de costos de producción 80
Externalidades y costos ocultos 81
Impacto Ambiental 81
Resiliencia y riesgos 81
Valor social y cultural 81
Análisis de rentabilidad y sostenibilidad 81
Conclusiones 82

Bibliografía 83

Índice de Tablas

Tabla 1. Microsatélites recomendados por la FAO para estudios de biodiversidad en ganado porcino Cro: Cromosoma Fluor: Flouorocromo 21

Tabla 2. Frecuencias alélicas de 25 microsatélites en el cerdo Criollo de Ecuador en la provincia de Pastaza 22

Tabla 3. Microsatélites analizados, número de alelos detectados 23

Tabla 4. Número de animales analizados (N), número medio de alelos (MNA) 24

Tabla 5. Cantidad y procedencia de los animales 28

Tabla 6. Poblaciones estudiadas, número de animales analizados (N), acrónimo y procedencia 28

Tabla 7. Distancias genéticas DA entre el cerdo criollo de Ecuador y otras razas porcinas. 30

Tabla 8. Factores que inciden en la cultura alimentaria: para satisfacer las necesidades biológicas del hombre. 38

Tabla 9. Contenido de grasa y de los principales ácidos grasos en el Sacha Inchi y en cuatro géneros de Quercus en %. 40

Tabla 10. Caracterización química del Sacha Inchi amazónico ecuatoriano (Análisis de la almendra descascarada y tostada) (Baldeón et al, 2015). 40

Tabla 11. Análisis proximal del Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) (Asitimbay, 2019) 41

Tabla 12. Formas de uso del Sacha Inchi en Perú. Tito y Bautista (2009) 41

Tabla 13. Clasificación de los Grupos Funcionales (Fernández, 2018) 44

Tabla 14. Fibra cruda y fribra dietética 49

Tabla 8. Beneficios de la fibra dietéfica en el organismo 50

Tabla 15. Clasificación (Sacha Inchi) (Arévalo, 1995) 51

Tabla 16. Caracterización química del Sacha Inchi amazónico ecuatoriano (Análisis de la almendra descascarada y tostada) (Baldeón et al., 2015). 53

Tabla 17. Comparación de características clave del cerdo criollo en América Latina 62

Tabla 18. Costos fijos 78

Tabla 19. Sanidad 79

Tabla 20. Costos promedio por cerdo terminado (100 kg peso vivo) en sistemas criollo e industrial en América Latina (2020–2023) 79

Índice de Fotos

Foto 1. Cerdo Ibérico 5
Foto 2. Cerdo Criollo en el Ecuador 9
Foto 3. Cerdo Criollo ecuatoriano 13
Foto 4. Estructura Genética y Caracterización Molecular del Cerdo Criollo 19
Foto 5. Estructura y relaciones Genéticas del Cerdo Criollo 27
Foto 6. Planta de Sacha Inchi 35
Foto 7. Fruto de Sacha Inchi 35
Foto 8. Cerdo Ibérico capa negra, cortes principales 38
Foto 9. Bellota ciclo reproductivo de la bellota (valor agregando a la grasa del cerdo Ibérico) 39
Foto 10. Bellotas españolas 39
Foto 11. Bellotas de Sacha Inchi (Velázquez, 2009) 39
Foto 12. Cerdo criollo (Velázquez, 2013. Universidad Estatal de Quevedo) 43
Foto 13. Plantación de Sacha Inchi (Nombre científica: Plukenetia volubilis Linneo) 51
Foto 14. Fruto del Sacha Inchi (bellota) 52
Foto 15. Primera vaina o bellota (Velázquez, 2009) 52
Foto 16. Cuando se elimina la primera vaina o bellota 52
Foto 17. Almendras tostadas y molidas de Sacha Inchi 53
Foto 18. Viveros sembrados en bolsas, el Sachai Inchi 53
Foto 19. Enredadera de Saha Inchi en tutores muerto (Cercado) (Velázquez, 2009) 54
Foto 20. Combinación de tutores vivos y muertos para el desarrollo del Sacha inchi 54
Foto 21. Cerca convencional de 4 pelos 55
Foto 22. Siembra de tutores vivos de Erythrina 55
Foto 23. Siembra del Sancha Inchi 56
Foto 24. Plantación en la provincia de Pastaza anteriormente CIPCA 56
Foto 25. Bellota española de Sacha Inchi 57
Foto 26. El Cerdo Criollo Ecuatoriano en el contexto iberoroamericano 59
Foto 27. Conservación del Cerdo Criollo ecuatoriano 65
Foto 28. El Cerdo Criollo Ecuatoriano como pilar de la seguridad alimentaria 71
Foto 29. Análisis comparativo de los costos de producción entre el Cerdo Criollo y el Cerdo Industrial 77

Índice de Figuras

Figura 1. Árbol de distancias genéticas entre las 15 poblaciones estudiadas 30

Figura 2. Representación gráfica de los resultados del Análisis Factorial de Correspondencia de 15 poblaciones porcinas 31

Figura 3. Representación gráfica del análisis de la estructura genética 31

Presentación

Es un honor y una profunda satisfacción presentar esta obra fundamental: *"El Cerdo Criollo Ecuatoriano: Biodiversidad, Identidad Campesina y Valor Agregado en Sistemas Ganaderos Sostenibles"*, en un momento histórico en el que el país impulsa con firmeza la transición hacia sistemas agroalimentarios más resilientes, inclusivos y respetuosos con la naturaleza, este libro emerge como una contribución científica, cultural y política de primer orden.

El cerdo criollo no es solo una raza porcina; es un símbolo vivo de nuestra soberanía alimentaria, de la sabiduría ancestral de nuestros pueblos rurales y de la riqueza genética que el Ecuador ha custodiado durante siglos. Su presencia en los traspatios, fincas y comunidades campesinas representa mucho más que una fuente de proteína: es un pilar de la economía familiar, un recurso de adaptación al cambio climático y un testimonio de la coevolución entre seres humanos, animales y territorios.

Desde el Ministerio de Agricultura y Ganadería, se reconoce que la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos genéticos animales autóctonos, son ejes estratégicos para el desarrollo rural. El cerdo criollo ecuatoriano, con su alta diversidad genética, rusticidad y capacidad de integrarse en sistemas agroecológicos, constituye un activo estratégico para enfrentar los desafíos del siglo XXI: la seguridad alimentaria, la mitigación del cambio climático, la generación de empleo rural y la valorización de productos con identidad territorial.

Esta publicación, fruto del esfuerzo riguroso de investigadores, técnicos y comunidades campesinas, no solo documenta el estado del conocimiento sobre esta raza, sino que propone caminos concretos para su conservación *in situ*, su mejoramiento participativo y su inserción en mercados diferenciados. Al articular ciencia, tradición y mercado, el libro ofrece un modelo replicable para la valorización de otros recursos zoo-genéticos nacionales.

Se destaca especialmente el enfoque centrado en el campesino como sujeto de conocimiento y conservación. En un mundo que a menudo mira al campo desde la lógica de la productividad industrial, esta obra reivindica con fuerza el papel del pequeño productor como guardián de la biodiversidad y como agente de innovación sostenible. Es precisamente esta visión la que guía las políticas públicas que se están implementando, desde los programas de agroecología hasta los sellos de calidad diferenciada y las estrategias de conservación participativa.

Confiados en que este libro se convertirá en una herramienta de referencia para investigadores, estudiantes, técnicos, productores y formuladores de política. Pero, sobre todo, que inspire orgullo en las comunidades rurales que, día a día, mantienen viva esta raza con su trabajo, su memoria y su compromiso con la tierra.

La conservación del cerdo criollo ecuatoriano no es una tarea del pasado, sino una inversión en el futuro, constituyéndose este libro en una semilla poderosa en ese camino.
¡Bienvenidos a la revalorización del patrimonio ganadero nacional!

Ing. Andrés Drouet Candell, PhD

Director Distrital del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca-Santa Elena, Ecuador

Introducción

En un mundo donde los sistemas agroalimentarios enfrentan crecientes presiones por la crisis climática, la pérdida acelerada de biodiversidad y la homogenización de las dietas, surge con urgencia la necesidad de revalorizar los recursos locales que, durante siglos, han sostenido la vida en los territorios rurales. En este contexto, el cerdo criollo ecuatoriano no es simplemente una raza porcina más; es un símbolo vivo de resistencia, adaptación y sabiduría campesina. Es un patrimonio biocultural que encarna la historia de un pueblo, la diversidad genética de un país y la posibilidad concreta de construir modelos productivos que sean al mismo tiempo sostenibles, justos y culturalmente relevantes. Este libro nace con el propósito de visibilizar, documentar y potenciar ese tesoro nacional, ofreciendo una mirada integral que articula ciencia rigurosa, conocimiento ancestral y visión estratégica para el desarrollo rural del Ecuador.

El cerdo criollo ecuatoriano es el resultado de más de cinco siglos de coevolución entre un animal traído desde la península ibérica y los ecosistemas diversos del territorio ecuatoriano desde las tierras bajas de la Costa hasta los valles interandinos y la selva amazónica, pero, sobre todo, es fruto de la relación simbiótica con las comunidades campesinas que han criado, seleccionado y cuidado con base en criterios empíricos, éticos y ecológicos. A diferencia de los modelos industriales que priorizan la estandarización, la velocidad y la eficiencia a costa del bienestar animal y la salud del suelo, el cerdo criollo se desarrolla en sistemas agroecológicos multifuncionales, donde su alimentación se basa en subproductos agrícolas, su manejo respeta los ciclos naturales y su presencia en la finca contribuye al reciclaje de nutrientes, al control de malezas y a la seguridad alimentaria familiar. Este modelo no es residual ni arcaico; por el contrario, representa una alternativa viable, resiliente y profundamente arraigada en la identidad rural ecuatoriana.

Sin embargo, a pesar de su valor, el cerdo criollo enfrenta amenazas sin precedentes. La introducción masiva de razas comerciales de alto rendimiento, la falta de políticas públicas de conservación, la migración rural y la erosión de los saberes tradicionales han puesto en riesgo su pureza genética y su viabilidad a largo plazo. Muchas familias campesinas, presionadas por la pobreza y la falta de acceso a mercados diferenciados, han optado por cruzar sus cerdos criollos con razas exóticas, en un intento legítimo de aumentar ingresos a corto plazo, pero con consecuencias irreversibles para la diversidad genética del país. En este escenario, este libro no solo busca documentar lo que se tiene, sino también proponer caminos para protegerlo, mejorarlo y valorizarlo. No se trata de una obra nostálgica, sino prospectiva: una invitación a repensar el futuro de la ganadería ecuatoriana desde la riqueza que ya existe en los traspatios, en las fincas y en la memoria colectiva de las comunidades rurales.

La estructura de esta publicación responde a una lógica interdisciplinaria y progresiva. Los nueve capítulos que la conforman abordan desde los orígenes históricos y evolutivos del cerdo criollo hasta su potencial como recurso para la seguridad alimentaria, la resiliencia climática y la economía circular. El Capítulo 1 explora su historia evolutiva, trazando las rutas de dispersión desde la colonización española hasta su adaptación en los distintos pisos ecológicos del Ecuador. El Capítulo 2 sitúa al cerdo criollo dentro de los sistemas ganaderos tradicionales, destacando su rol multifuncional en la agricultura familiar y su contribución a la soberanía alimentaria. El Capítulo 3, con un enfoque molecular, presenta los resultados de la caracterización genética mediante marcadores microsatélites, evidenciando una alta diversidad alélica y heterocigosidad que lo posiciona como un recurso genético de primer orden.

El Capítulo 4 profundiza en las relaciones filogenéticas con otras razas porcinas, mientras que el Capítulo 5 ofrece un análisis zoométrico comparativo en el contexto iberoamericano, revelando rasgos fenotípicos distintivos como su formato corporal compacto, su cabeza braquicéfala y su inclinación caudal ascendente, adaptaciones clave a los ecosistemas marginales.

El Capítulo 6 introduce una de las innovaciones más prometedoras: la alimentación con Sacha Inchi *(Plukenetia volubilis)*, una oleaginosa amazónica rica en ácidos grasos omega-3, 6 y 9, que permite transformar la carne del cerdo criollo en un alimento funcional con beneficios comprobados para la salud cardiovascular y neurológica. El Capítulo 7 amplía la mirada al ámbito latinoamericano, comparando al cerdo ecuatoriano con sus contrapartes en México, Cuba, Colombia, Argentina y Perú, y destacando tanto sus similitudes como sus diferencias adaptativas. El Capítulo 8 propone un modelo de conservación *in situ* centrado en los campesinos, con metodologías participativas, técnicas de manejo y recomendaciones organizativas que reconocen al productor no como beneficiario, sino como sujeto de derechos y conocimientos. Finalmente, el Capítulo 9 realiza un análisis comparativo de los costos de producción entre el cerdo criollo y el cerdo industrial: implicaciones económicas, ambientales y sociales, aborda de manera detallada los diferentes componentes que intervienen en la inversión necesaria para su crianza, incluyendo gastos en alimentación.

Este libro está dirigido a un público diverso pero comprometido: investigadores en genética animal, agroecología y etnozootecnia; estudiantes de ciencias pecuarias y desarrollo rural; técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería; organizaciones de productores campesinos; emprendedores en alimentos saludables; formuladores de política pública; y ciudadanos conscientes que buscan alternativas al modelo agroindustrial. No se trata de un manual técnico aislado, sino de una herramienta de articulación entre ciencia, tradición y mercado. Cada capítulo está respaldado por fuentes académicas actualizadas (2013–2024), indexadas en bases de alto impacto, y todas las referencias son verificables en internet, cumpliendo con los más altos estándares éticos y académicos.

Más allá de los datos y las cifras, este libro es un homenaje a los miles de familias rurales que, día a día, mantienen viva una raza que es mucho más que un animal de producción: es memoria, identidad, autonomía y esperanza. Es un llamado a reconocer que la verdadera innovación no siempre viene de los laboratorios o las corporaciones, sino de los traspatios donde se cría un cerdo negro, de orejas caídas, que come plátano y Sacha Inchi, y que; sin saberlo, está contribuyendo a la conservación de la biodiversidad, a la mitigación del cambio climático y a la construcción de un futuro más justo y sostenible para el Ecuador rural.

El libro va más allá de ser un simple texto académico; representa una visión de país en la que la ciencia se pone al servicio de las comunidades, la tradición se actualiza mediante la innovación y la sostenibilidad deja de ser un eslogan para convertirse en una práctica cotidiana. Bienvenidos a la revalorización del cerdo criollo ecuatoriano.

Capítulo 1

Orígenes y diversidad del Cerdo Criollo en Ecuador: Historia evolutiva y características de la raza

Julio César Vargas Burgos, Néstor Vicente Acosta Lozano, Verónica Cristina Andrade Yucailla, Orlando Roberto Quinteros Pozo, Edilberto Chacón Marcheco, Francisco Jesús Velázquez Rodríguez



Foto 1. Cerdo Ibérico

Introducción

El cerdo criollo, es una raza autóctona de América Latina, incluida Ecuador, ha sido un elemento fundamental en la agricultura familiar y la seguridad alimentaria de diversas comunidades rurales. Su relevancia va más allá de ser una simple fuente de proteína; se trata de un animal integral que se adapta a las condiciones locales y que juega un papel crucial en los sistemas de explotación agropecuaria. Este documento se enfoca en la nutrición, reproducción, gestión o manejo, sanidad y comercialización del cerdo criollo, así como su importancia en los ecosistemas.

Desde una perspectiva nutricional, el cerdo criollo se destaca por su capacidad para aprovechar de manera eficiente recursos locales, tales como subproductos agrícolas y forrajes.

Su dieta, que a menudo incluye residuos de cultivos y recursos forrajeros, permite una producción sostenible que minimiza los costos de alimentación. Además, estas prácticas alimentarias contribuyen a la biodiversidad, ya que promueven el uso de ingredientes autóctonos, esenciales para la salud del suelo y del ecosistema. El valor nutritivo de la carne del cerdo criollo es superior en muchos aspectos a otras razas, ya que su composición química favorece un perfil de ácidos grasos que se asocia con beneficios para la salud humana.

En cuanto a la reproducción, el cerdo criollo presenta características adaptativas que le permiten reproducirse en condiciones variadas. Su ciclo reproductivo, aunque similar al de otras razas, está influenciado por factores ambientales y de manejo que se adaptan a las condiciones locales. La cría de cerdos criollos en sistemas de producción informales es común, y el conocimiento ancestral sobre prácticas de reproducción y cría se transmite entre las generaciones, garantizando el mantenimiento de estas prácticas tradicionales que pueden ser más resilientes a los cambios climáticos y económicos.

El manejo y la gestión de los cerdos criollos son fundamentalmente distintos de los sistemas industriales de producción porcina. En muchas comunidades rurales, estos animales son criados en sistemas de producción integrados, donde el cerdo no solo se considera un recurso económico, sino también un componente vital de la viabilidad familiar y comunitaria. Las prácticas de manejo sostenible, que incluyen el manejo de los espacios de crianza, la rotación de pastizales y el uso limitado de medicamentos, favorecen la salud de los animales y la calidad del producto final mientras minimizan los impactos negativos en el medio ambiente.

La sanidad es otro aspecto crucial en la cría de cerdos criollos. Históricamente, las comunidades han desarrollado un conocimiento profundo sobre las enfermedades que afectan a sus animales, lo que les permite implementar estrategias de prevención y control adaptadas a sus condiciones locales. Sin embargo, a menudo se enfrentan a desafíos en términos de acceso a servicios veterinarios y a recursos para la medicación adecuada. El fortalecimiento de los programas de salud animal, con un enfoque en la educación y la capacitación en prácticas de bioseguridad, es esencial para mantener la sanidad y el bienestar del cerdo criollo, lo que contribuirá a la sostenibilidad de la producción.

La comercialización del cerdo criollo no solo es una fuente de ingresos para las familias rurales, sino que también tiene un valor cultural significativo. Los cerdos criollos son frecuentemente incluidos en festividades y tradiciones locales, lo que aumenta su valor social. Las alternativas de comercialización, que promueven la carne de cerdo criollo en mercados locales y nacionales, son esenciales para mejorar los ingresos de los agricultores y dar reconocimiento al valor singular de este producto.

El cerdo criollo es un componente integral de los sistemas de explotación agropecuaria en las comunidades rurales. Su adecuación a las condiciones locales no solo favorece la nutrición y sanidad de los animales, sino que también promueve la sostenibilidad y resiliencia de estas comunidades. A través de prácticas de manejo sustentable y estrategias de comercialización eficaces, el cerdo criollo puede contribuir a mejorar la seguridad alimentaria y fortalecer los ecosistemas agrícolas, asegurando su relevancia para las generaciones futuras.

El cerdo criollo, considerado uno de los tesoros genéticos del agroecosistema ecuatoriano, presenta una rica historia evolutiva y un conjunto de características únicas que lo distinguen dentro de las razas porcícolas. Este capítulo propone explorar los orígenes del cerdo criollo en Ecuador, su evolución y las características que lo convierten en un recurso invaluable para los sistemas de producción locales. La investigación se sustentará en estudios científicos, relatos históricos y prácticas locales que han permitido la preservación de esta raza a lo largo del tiempo.

Orígenes del Cerdo Criollo en Ecuador

El cerdo criollo ecuatoriano también denominado cerdo andino tiene sus raíces en la introducción de razas ibéricas durante la colonización española en el siglo XVI (Delgado *et al.*, 2019). Estos animales, inicialmente traídos para abastecer a las tropas coloniales, se adaptaron rápidamente a los ecosistemas andinos, costeros y amazónicos del actual Ecuador (FAO, 2020). Con el tiempo, mediante procesos de selección natural y manejo campesino, emergieron poblaciones locales con rasgos distintivos de rusticidad, longevidad y eficiencia alimentaria (Vargas *et al.*, 2020).

A pesar de su importancia histórica, el cerdo criollo enfrenta presiones por la expansión de razas industriales de crecimiento rápido y bajo contenido graso (Lemus-Flores *et al.*, 2021). No obstante, en regiones como Loja, pequeños criadores mantienen líneas puras, preservando así un patrimonio genético único (Vargas *et al.*, 2020).

El cerdo criollo enfrenta desafíos en la actualidad, como la competencia con razas industriales y la pérdida de prácticas tradicionales de crianza, sin embargo; iniciativas de conservación y promoción del cerdo criollo están en marcha, enfatizando su valor no solo como recurso alimentario, sino también como patrimonio cultural.

En el Ecuador el cerdo criollo es una representación viva de la historia, la cultura y la gastronomía del país. Su preservación es fundamental para mantener la diversidad genética y cultural, asegurando que las futuras generaciones también puedan disfrutar de sus sabores y tradiciones. La valoración y el respeto por este animal son esenciales para fortalecer la identidad rural ecuatoriana y promover prácticas de desarrollo sostenible en el ámbito agropecuario.

Características históricas y genéticas del Cerdo Criollo de Ecuador

Estudios genéticos recientes confirman que el cerdo criollo ecuatoriano deriva principalmente de razas ibéricas, especialmente las variedades Negra Lampiña y Negra Entrepelada, con posible aporte de razas canarias y asiáticas introducidas vía Brasil (Delgado *et al.*, 2019; Vargas *et al.*, 2020).

El análisis mediante microsatélites ha revelado una alta diversidad genética en poblaciones ecuatorianas, con un número medio de alelos por locus (MNA) de 6.2 y heterocigosidad observada superior al 60% (Vargas *et al.*, 2020). Estos indicadores sugieren una base genética amplia, favorable para programas de conservación y mejoramiento (FAO, 2020).

Además, estudios filogenéticos muestran una estrecha relación entre los cerdos criollos de Ecuador, Cuba, El Salvador y Argentina, formando un clado latinoamericano diferenciado pero cercano a las razas ibéricas españolas (Vargas *et al.*, 2020; Estupiñán *et al.*, 2020). En la Zona de Planificación 5 (Bolívar, Guayas, Los Ríos, Santa Elena), no se ha detectado diferenciación genética significativa entre provincias, lo que sugiere flujo genético continuo y manejo como una sola población (Estupiñán *et al.*, 2020).

Importancia cultural, económica e histórica

La raza criolla es un símbolo de identidad rural en Ecuador. Su cría está arraigada en prácticas ancestrales que integran conocimientos ecológicos locales y valores comunitarios (Pérez *et al.*, 2023).

Económicamente, representa una fuente clave de proteína y de ingresos complementarios en hogares rurales, especialmente en contextos de vulnerabilidad (FAO, 2020).

Históricamente, los cerdos ibéricos fueron introducidos en el Caribe en 1493 durante el segundo viaje de Colón, y desde allí se dispersaron por el continente (Delgado *et al.*, 2019). Su éxito se debió a su omnivoría, alta tasa reproductiva y adaptabilidad a climas extremos desde selvas tropicales hasta altiplanos andinos (Lemus-Flores *et al.*, 2021).

El cerdo ibérico durante la colonización de América

El cerdo ibérico desempeñó un papel crucial durante la colonización de América. En los primeros viajes de los conquistadores españoles, se dieron cuenta de que había una escasez de animales para alimentar a las tropas y establecerse en el nuevo mundo. Esta preocupación se refleja en las observaciones de Cristóbal Colón, las cuales fueron documentadas por Bernabé Cobo, quien señaló: "advirtió la falta tan grande que en ella había mayormente de los ganados de Europa necesarios para el sustento y servicio de los hombres". Esta realidad impulsó la introducción de cerdos ibéricos en las nuevas tierras, que se convirtieron en una fuente fundamental de alimento para los colonizadores.
Durante el segundo viaje, en una escala en las Islas Canarias, se embarcaron los primeros ocho cerdos con rumbo a La Española, que corresponde a lo que hoy son la República Dominicana y Haití. La mayoría de los cerdos que se enviaron a América eran de raza ibérica, originarios de Extremadura y Andalucía, mientras que en menor proporción se incluían cerdos de raza canaria.

En todos los barcos que partían de España se transportaban animales de ganado. Bernabé Cobo lo expresa de la siguiente manera: "...en todas las expediciones y descubrimientos de nuevas provincias que los españoles realizan en estas Indias, es habitual que lleven consigo la mayor cantidad posible de animales domésticos y semillas de plantas, tanto para abastecerse durante el viaje como para establecerlos en las nuevas tierras que planean poblar."

Entre todo el ganado traído por los españoles, el cerdo fue el que mostró una adaptación más veloz a los nuevos entornos de las tierras colonizadas. Su naturaleza omnívora le permitió alimentarse de diversas fuentes, su habilidad para encontrar ecosistemas ricos en alimento, su capacidad para reproducirse rápidamente en cortos períodos y su notable resistencia a temperaturas extremas le facilitaron establecerse en una variedad de ecosistemas, incluyendo trópicos, zonas semidesérticas, pampas y regiones montañosas de gran altitud.

En todas las expediciones llevadas a cabo por los soldados españoles, hay abundantes documentos que indican que los rebaños de cerdos viajaban con los ejércitos con dos propósitos principales: el primero era establecer rebaños en los nuevos asentamientos, y el segundo, proporcionar carne para alimentar a los soldados.

Cerdo Criollo en Ecuador

La palabra "criollo" proviene del término castellano "crío", que los conquistadores utilizaban para referirse a sus hijos nacidos de mujeres indígenas, aunque posteriormente se aplicó también a los hijos de los colonos. En términos generales, las razas conocidas como Criollas en América son las que descienden de los cerdos que españoles y portugueses llevaron durante la colonización del Nuevo Mundo.



Foto 2. Cerdo Criollo en el Ecuador

La raza que ha tenido mayor impacto en la formación del cerdo criollo ha sido la Ibérica. Según Benítez y Sánchez (2001), las variedades que han dejado una mayor descendencia en esta raza son la Negra Lampiña y la Negra Entrepelada. Además, también han influido otras razas, como la raza canaria y algunas razas asiáticas, las cuales llegaron a América a través de colonias portuguesas establecidas en Brasil.

En términos generales, los cerdos criollos de América Latina muestran una cercanía genética entre sí, especialmente los de Cuba, El Salvador, Argentina y Ecuador. No obstante, hay ciertos animales que poseen características genéticas distintas, como algunos cerdos criollos de México (Benítez y Sánchez, 2001) y cerdos de Brasil.

Los cerdos criollos han estado adaptándose por más de 500 años a diversas condiciones del continente americano, lo que les ha permitido desarrollar mecanismos de resistencia en los lugares donde se han establecido (Lemus y Alonso, 2005).

Desde la mitad del siglo pasado, las razas de cerdo de capa blanca han comenzado a atraer más atención debido a su mayor producción y a la obtención de canales menos grasos. Esto ha llevado a que la crianza del cerdo criollo se limite principalmente a pequeñas explotaciones familiares, donde se practica el pastoreo y se aprovechan los residuos generados por la agricultura. Este cambio también ha resultado en el cruce del cerdo criollo con varias razas utilizadas en sistemas de producción intensiva modernos, dando lugar a nuevos genotipos. En la actualidad, existe una gran variedad de fenotipos que presentan diferentes características en cuanto a capa, longitud, tipo de pelo y condición corporal, lo que ha dejado a las razas criollas con un número muy reducido de ejemplares en su forma pura, y algunas incluso han desaparecido lamentablemente.

Investigaciones de autores ecuatorianos del Cerdo Criollo

En el estudio de Vargas, *et al.*, (2014), se analizó el potencial de los marcadores moleculares que han demostrado ser herramientas efectivas en la caracterización de animales domésticos. En este contexto, el presente estudio se propuso caracterizar genéticamente al cerdo criollo de Ecuador utilizando microsatélites. Para ello, se recolectaron muestras de pelo de 15 cerdos y se aplicó un panel de 25 microsatélites mediante la amplificación por reacción en cadena de polimerasa, seguida de la separación de fragmentos mediante electroforesis en geles de poliacrilamida. Se realizaron cálculos del número medio de alelos por locus (MNA), frecuencias alélicas, heterocigosidades esperadas (He) y observadas (Ho), contenido de información polimórfica (PIC), así como el equilibrio Hardy-Weinberg (EHW) y el FIS por marcador. Se encontró que el MNA por locus fue de 6.2 y que el porcentaje de individuos heterocigotos superó el 60%, con un 68% de los loci mostrando un PIC elevado. Estos resultados indican que el cerdo criollo ecuatoriano presenta una alta diversidad genética, lo que es fundamental para mejorar y conservar este genotipo en Ecuador.

El estudio llevado a cabo por Vargas, *et al.*, (2015), se centró en la estructura genética del cerdo criollo ecuatoriano y en el análisis de distancias genéticas con respecto a otras razas porcinas. Para ello, se caracterizó un panel de 25 microsatélites, lo que permitió calcular una matriz de distancia genética y construir un árbol filogenético. Los resultados indicaron un menor distanciamiento entre la raza criolla ecuatoriana y las razas porcinas de América Latina, mientras que los valores con los genotipos españoles (Ibérico y Celta) fueron intermedios. En el damerograma, todas las poblaciones americanas formaron un único grupo, situándose las españolas muy cerca de este. Además, el análisis de la estructura genética reveló que al considerar la existencia de seis poblaciones ancestrales (K=6), los individuos ecuatorianos se agruparon homogéneamente. Se concluyó que el cerdo criollo ecuatoriano comparte alelos con los criollos latinoamericanos de origen similar, y que las razas españolas contribuyeron a su formación.

Ecuador destaca por su rica biodiversidad de recursos genéticos animales relevantes para la agroindustria, aunque la información científica disponible es limitada. En este contexto, Estupiñán, *et al.*, (2020), investigaron la diversidad genética de los cerdos criollos en la Zona de Planificación Cinco, que incluye las provincias de Bolívar, Guayas, Los Ríos y Santa Elena. Este tipo de cerdo es fundamental para las comunidades rurales, ya que representa la principal fuente de proteína para las familias y un recurso de ingresos complementarios en los sistemas de producción tradicionales. Se analizaron 90 muestras utilizando 25 microsatélites recomendados por la FAO para estudios de diversidad genética porcina, y se calcularon los parámetros de variabilidad genética, como el número medio de alelos, el número efectivo de alelos, la heterocigosis, el contenido de información polimórfica (PIC) y el coeficiente FIS. Además, se calcularon las distancias genéticas DSA y se construyó un dendrograma de distancias entre individuos. Los resultados revelaron que los cerdos criollos de la región presentan una alta diversidad genética intra-racial y no muestran desviaciones significativas del equilibrio de Hardy-Weinberg, además de que no se encontró diferenciación genética entre las poblaciones de distintas provincias, sugiriendo que podrían ser manejados

Caracterización productiva del cerdo criollo ecuatoriano

En su investigación, Castillo (2020) analizó la diversidad genética y la adaptación de los cerdos criollos en diversas regiones de Ecuador, enfatizando su relevante papel en la conservación de la variabilidad genética nacional. Este estudio reveló que los cerdos criollos presentan características específicas que les permiten adaptarse a diferentes ambientes, lo que los convierte en una alternativa viable para la producción porcina sostenible.

La investigación también subrayó la necesidad de integrar estos recursos genéticos en programas de mejoramiento, con el fin de fortalecer la producción local y promover prácticas que respeten el patrimonio cultural agrario del país. Así, la obra de Castillo (2020) no solo contribuye al conocimiento científico del tema, sino que también ofrece una base para futuras estrategias de manejo y conservación de esta especie invaluable en el contexto ecuatoriano.

Sánchez (2021) ha realizado un estudio exhaustivo sobre el manejo y la producción sustentable de cerdos criollos en Ecuador, proponiendo una serie de prácticas que buscan mejorar la productividad de estos animales al mismo tiempo que se preserva el entorno natural. A través de un análisis detallado de las técnicas tradicionales de crianza y las innovaciones en alimentación y manejo, el autor identificó estrategias que permiten maximizar el rendimiento porcino sin comprometer los recursos ecológicos. Su investigación destaca la importancia de integrar el conocimiento ancestral de las comunidades rurales con enfoques modernos, promoviendo así un modelo de producción que sea tanto rentable como responsable. Esta obra no solo aporta al entendimiento de la producción porcina sustentable, sino que también sirve como guía práctica para los productores que desean adoptar métodos más sostenibles en sus operaciones.

En su investigación, González (2019) analiza de manera integral la alimentación y el desarrollo de los cerdos criollos en Ecuador, destacando la influencia que las dietas tradicionales tienen en su crecimiento y estado de salud. A través de un enfoque comparativo, el autor evalúa diferentes métodos de alimentación, identificando cómo los ingredientes locales y las técnicas de manejo tradicionales contribuyen a mejorar el desarrollo físico de los cerdos criollos. El estudio resalta la relevancia de la nutrición adecuada para maximizar el potencial productivo de estos animales, al mismo tiempo que se preservan prácticas culturales que han sido transmitidas por generaciones. Así, la obra de González no solo proporciona evidencia de la efectividad de las dietas tradicionales, sino que también fomenta la comprensión de su rol en el bienestar animal y la sostenibilidad de la producción porcina en el contexto ecuatoriano.

En su estudio, Ramírez (2022) se centra en las enfermedades comunes que afectan a los cerdos criollos en Ecuador, proporcionando un análisis detallado de los factores que contribuyen a la aparición y propagación de estas patologías. A través de una revisión de casos clínicos y datos epidemiológicos, el autor identifica las enfermedades más prevalentes y las condiciones locales que las fomentan. Además, Ramírez propone una serie de estrategias de prevención y control adaptadas a las particularidades de la crianza rural, que incluyen prácticas de bioseguridad, programas de vacunación y mejoramiento en el manejo sanitario. Su investigación subraya la importancia de implementar enfoques integrales que no solo aborden las enfermedades de manera reactiva, sino que también promuevan la salud preventiva, contribuyendo así al bienestar animal y a la sostenibilidad de la producción porcina en el país.

En su investigación, Pérez (2023) examina el impacto socioeconómico que tiene la crianza de cerdos criollos en comunidades rurales de Ecuador, destacando su papel crucial en la seguridad alimentaria y el sustento familiar. A través de encuestas y entrevistas con productores locales, se identifica cómo la cría de cerdos contribuye significativamente a la dieta familiar y a la generación de ingresos, ofreciendo una fuente de proteínas accesible y asequible. Además, Pérez resalta que la crianza de cerdos criollos no solo mejora la resiliencia económica de las familias, sino que también refuerza el tejido social al fomentar la cooperación entre vecinos y la transmisión de conocimientos tradicionales. Este estudio pone de manifiesto la importancia de estos animales en el desarrollo sostenible rural y propone políticas que apoyen y fortalezcan esta práctica ancestral.

En su estudio, López (2023) investiga el valor nutricional de la carne de cerdo criollo, comparándola con la de

otras razas porcinas y resaltando sus beneficios para la salud humana. A través de análisis químicos y evaluaciones nutricionales, el autor encontró que la carne de cerdo criollo presenta un perfil de ácidos grasos más favorable, con mayor contenido de ácidos grasos insaturados en comparación con razas comerciales. Además, López (2023) destaca que esta carne es rica en proteínas de alta calidad y micronutrientes esenciales, lo que la convierte en una opción nutritiva para la dieta. Su investigación subraya la importancia de promover la carne de cerdo criollo no solo por su valor cultural y económico, sino también como un alimento saludable que puede contribuir a una dieta equilibrada, sugiriendo que su inclusión en la alimentación puede ser beneficiosa para la salud pública.

Conclusiones

El cerdo criollo ecuatoriano constituye un recurso zoogenético de alto valor, caracterizado por una notable diversidad genética (heterocigosidad observada de 0.601 y número medio de alelos de 6.2), rusticidad, adaptación a ecosistemas diversos y una estrecha vinculación con los sistemas agroecológicos campesinos. Su cría en traspatios y fincas familiares no solo asegura la soberanía alimentaria y la resiliencia socioeconómica en zonas rurales, sino que también contribuye a la conservación de la biodiversidad, al reciclaje de residuos orgánicos y a la mitigación del cambio climático, gracias a su baja huella ecológica en comparación con los sistemas porcinos industriales.

La sostenibilidad futura de esta raza depende de políticas públicas integrales que articulen ciencia, conocimiento ancestral y mercados diferenciados. Estrategias como la alimentación funcional con subproductos de la cosecha que enriquece la carne en ácidos grasos, la certificación de productos con identidad territorial, la conservación *in situ* mediante núcleos comunitarios y el fortalecimiento de capacidades locales son claves para agregar valor, preservar la pureza genética y posicionar al cerdo criollo como pilar del desarrollo rural sostenible en el Ecuador.

Capítulo 2

El Cerdo Criollo Ecuatoriano en los sistemas ganaderos campesinos: Identidad biocultural, multifuncionalidad agroecológica y valor integral

Julio César Vargas Burgos, Néstor Vicente Acosta Lozano, Verónica Cristina Andrade Yucailla, Orlando Roberto Quinteros Pozo, Edilberto Chacón Marcheco, Francisco Jesús Velázquez Rodríguez



Foto 3. Cerdo Criollo ecuatoriano

Introducción

La ganadería en el Ecuador no es únicamente una actividad económica; es una expresión viva de historia, cultura y adaptación al territorio. Sus raíces se remontan a épocas prehispánicas, cuando las sociedades indígenas ya practicaban formas tempranas de domesticación animal, especialmente en la región andina, donde se evidencia el manejo de camélidos como llamas y alpacas (Pérez y Ochoa, 2018). No obstante, el sistema ganadero actual se configuró principalmente tras la llegada de los colonizadores españoles en el siglo XVI, quienes introdujeron especies euroasiáticas como el ganado bovino, porcino, ovino y equino, transformando profundamente los ecosistemas y las prácticas productivas locales (Gutiérrez-Montes *et al.*, 2019).

Dentro de este proceso histórico, el cerdo criollo ecuatoriano emergió como una raza autóctona resultado de la adaptación de los cerdos ibéricos traídos por los conquistadores a las diversas condiciones ecológicas del territorio nacional. A diferencia de las razas comerciales modernas, el cerdo criollo se ha mantenido en sistemas de producción familiar y de traspatio, caracterizados por bajos insumos externos, uso de recursos locales y una estrecha vinculación con las tradiciones rurales (Estupiñán-Véliz *et al.*, 2020). Esta raza destaca por su rusticidad, resistencia a enfermedades endémicas y capacidad para aprovechar subproductos agrícolas y forrajes nativos, lo que la convierte en un recurso clave para la seguridad alimentaria en zonas marginadas (Vargas *et al.*, 2021).

Más allá de su función productiva, el cerdo criollo constituye un pilar fundamental en los sistemas agropecuarios familiares de América Latina, desempeñando un rol que trasciende lo meramente zootécnico para convertirse en un símbolo de identidad cultural, resiliencia ecológica y soberanía alimentaria (Estupiñán-Véliz *et al.*, 2020). Su relevancia radica no solo en su capacidad para proveer proteína animal, sino en su integración armónica en sistemas de producción tradicionales, donde actúa como un componente multifuncional del agroecosistema rural (FAO, 2023).

Históricamente, la crianza de cerdos criollos ha estado integrada en sistemas agroecológicos multifuncionales, donde el animal no solo aporta proteína animal, sino que también contribuye al reciclaje de residuos orgánicos y al mantenimiento de la fertilidad del suelo (Sánchez y Ramírez, 2022). Este enfoque contrasta fuertemente con los modelos industriales intensivos, que priorizan la eficiencia productiva sobre la sostenibilidad ambiental y la resiliencia socioeconómica (FAO, 2023).

En la actualidad, la ganadería ecuatoriana enfrenta desafíos críticos, entre los que destacan la presión sobre los ecosistemas por expansión de pastizales, la vulnerabilidad al cambio climático y la competencia desigual con razas exóticas de alto rendimiento (MAG, 2022). A pesar de ello, el cerdo criollo mantiene un rol relevante en la economía rural: según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2021), constituye una fuente primaria de ingresos y alimento para más del 60% de las familias campesinas en regiones como la Costa y la Sierra sur.

Este capítulo tiene como objetivo integrar de manera coherente y exhaustiva los conocimientos sobre el cerdo criollo ecuatoriano desde una perspectiva sistémica, abordando sus orígenes históricos, su evolución genética, su multifuncionalidad en los sistemas campesinos, su valor nutricional y cultural, así como los desafíos y oportunidades para su conservación y valorización. Se busca evidenciar que esta raza no es un simple recurso zootécnico, sino un componente esencial de la identidad rural, la soberanía alimentaria y la adaptación climática en el país. Su conservación y promoción requieren un enfoque interdisciplinario que articule ciencia, política pública y participación comunitaria, asegurando así su contribución al desarrollo sostenible del Ecuador rural.

Orígenes históricos y evolución en el territorio ecuatoriano

El cerdo criollo ecuatoriano no es una especie precolombina, sino el resultado de la introducción de cerdos ibéricos durante la colonización española en el siglo XVI (Rodero *et al.*, 1992). Estos animales, principalmente de las variedades Negra Lampiña y Negra Entrepelada, se adaptaron rápidamente a los diversos ecosistemas del país —desde la costa tropical hasta los Andes— gracias a su rusticidad, omnivorismo y alta capacidad reproductiva (Benítez y Sánchez, 2001). Con el tiempo, el aislamiento geográfico y la selección natural dieron lugar a poblaciones locales con características genéticas y fenotípicas distintivas (Lemus y Alonso, 2005).

En la actualidad, el cerdo criollo enfrenta una creciente presión por la competencia con razas comerciales de capa blanca, cuya introducción ha llevado a la hibridación y la pérdida de pureza genética (Vargas *et al.*, 2023). A pesar de ello, persisten núcleos conservacionistas —como el criadero ancestral de La Zanja, en Loja— que mantienen líneas puras gracias al compromiso de pequeños productores (Benítez, 2003).

Influencias genéticas y diversidad iberoamericana

Los estudios genéticos confirman que el cerdo criollo ecuatoriano comparte una estrecha relación filogenética con otras poblaciones criollas de América Latina, especialmente con las de Cuba, Argentina y El Salvador (Vargas *et al.*, 2015). No obstante, también se detectan influencias de razas canarias y, en menor medida, de linajes asiáticos introducidos vía Brasil durante la época colonial (Benítez y Sánchez, 2001). Esta compleja historia evolutiva ha generado una amplia variabilidad fenotípica, con diferencias en color de pelaje, morfología corporal y comportamiento, lo que refleja su adaptación a nichos ecológicos diversos (Estupiñán-Véliz *et al.*, 2020).

Adaptación y valor nutricional

Una de las características distintivas del cerdo criollo es su notable eficiencia en la conversión de recursos locales —como subproductos agrícolas, forrajes y residuos domésticos— en carne de alta calidad (González, 2019). Esta adaptación nutricional permite una producción sostenible con bajos costos de alimentación, reduciendo la dependencia de insumos externos. Además, su dieta basada en ingredientes autóctonos favorece un perfil lipídico enriquecido en ácidos grasos insaturados, particularmente omega-3 y omega-6, lo que confiere a su carne propiedades beneficiosas para la salud humana (López, 2023).

Reproducción y transmisión de saberes ancestrales

El ciclo reproductivo del cerdo criollo se ajusta a las condiciones ambientales locales, con una prolificidad moderada pero suficiente para garantizar la continuidad del hato en sistemas de traspatio (Pérez, 2023). A diferencia de los modelos industriales, la reproducción en estos contextos se sustenta en conocimientos empíricos transmitidos de generación en generación, lo que refuerza la resiliencia de las comunidades frente a perturbaciones económicas o climáticas (Sánchez, 2021). Esta transmisión intergeneracional de prácticas representa un patrimonio biocultural invaluable, profundamente arraigado en la cosmovisión campesina.

Manejo sostenible y enfoque agroecológico

El manejo del cerdo criollo se caracteriza por su bajo impacto ambiental y su integración en sistemas agroecológicos multifuncionales. Los productores rurales emplean estrategias como la rotación de áreas de pastoreo, el aprovechamiento de subproductos y el uso limitado de fármacos, lo que favorece tanto la salud animal como la calidad del producto final (Castillo, 2020). Este enfoque contrasta marcadamente con los sistemas intensivos, al priorizar la armonía con el entorno sobre la maximización de la producción (FAO, 2023).

Sanidad y desafíos en la atención veterinaria

Históricamente, las comunidades rurales han desarrollado estrategias preventivas basadas en el conocimiento local para enfrentar enfermedades comunes en cerdos (Ramírez, 2022). Sin embargo, persisten desafíos significativos relacionados con el acceso limitado a servicios veterinarios, vacunas y diagnóstico oportuno. Fortalecer los programas de sanidad animal con enfoques participativos y culturalmente pertinentes es esencial para garantizar la viabilidad de estos sistemas de cría (Ramírez, 2022).

Comercialización y valor cultural

Más allá de su función económica, el cerdo criollo posee un profundo arraigo cultural. Su carne es protagonista en festividades, rituales y platos tradicionales, lo que le otorga un valor simbólico que trasciende el mercado (Pérez, 2023). Las estrategias de comercialización que resaltan su identidad territorial y su calidad diferenciada —como productos con indicación geográfica o sellos de agroecología— representan oportunidades clave para mejorar los ingresos de los pequeños productores y preservar esta raza autóctona (Estupiñán-Véliz *et al.*, 2020).

Rol en los sistemas ganaderos del Ecuador

El cerdo criollo se ha mantenido en sistemas de producción familiar y de traspatio, caracterizados por bajos insumos externos, uso de recursos locales y una estrecha vinculación con las tradiciones rurales (Estupiñán-Véliz *et al.*, 2020). Esta raza destaca por su rusticidad, resistencia a enfermedades endémicas y capacidad para aprovechar subproductos agrícolas y forrajes nativos, lo que la convierte en un recurso clave para la seguridad alimentaria en zonas marginadas (Vargas *et al.*, 2021). En la actualidad, constituye una fuente primaria de ingresos y alimento para más del 60% de las familias campesinas en regiones como la Costa y la Sierra sur (INEC, 2021).

Impacto ambiental y resiliencia socioecológica

Desde una perspectiva ambiental, los sistemas tradicionales de cría de cerdo criollo presentan una huella ecológica significativamente menor que los sistemas intensivos. Estudios recientes han demostrado que estos modelos emiten menos gases de efecto invernadero por unidad de producto y favorecen la conservación de la biodiversidad local (Herrero *et al.*, 2020). Además, su adaptación a microclimas específicos los posiciona como una estrategia de resiliencia frente a la variabilidad climática creciente (Thornton *et al.*, 2022). El cerdo criollo contribuye al reciclaje de residuos orgánicos y al mantenimiento de la fertilidad del suelo, cerrando ciclos de nutrientes en fincas familiares (Sánchez y Ramírez, 2022).

Investigación reciente y perspectivas de conservación

En los últimos años, investigadores ecuatorianos han profundizado en la caracterización genética, productiva y nutricional del cerdo criollo. Estos estudios han demostrado su alta diversidad genética, su resistencia a enfermedades endémicas y su potencial para la producción de carne funcional (Vargas *et al.*, 2023; López, 2023). Además, se han propuesto estrategias innovadoras, como la suplementación con Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), para enriquecer su perfil lipídico y generar productos diferenciados (Velázquez *et al.*, 2014).

Afortunadamente, han surgido iniciativas lideradas por universidades, cooperativas y organizaciones campesinas que buscan documentar, valorizar y promover el uso sostenible del cerdo criollo, no solo como recurso productivo, sino como patrimonio biocultural (Estupiñán-Véliz *et al.*, 2020; Vargas *et al.*, 2021).

Propuesta innovadora: Red Nacional de Criaderos Comunitarios del Cerdo Criollo Ecuatoriano (RNCCCE)

Como iniciativa complementaria y estratégica, se propone la creación de la Red Nacional de Criaderos Comunitarios del Cerdo Criollo Ecuatoriano (RNCCCE), una plataforma descentralizada que articule a pequeños productores, universidades, gobiernos locales y consumidores urbanos. Esta red tendría como objetivos:

1. Conservación in situ: Establecer núcleos comunitarios certificados en cada región ecológica (Costa, Sierra, Amazonía) con protocolos de manejo que garanticen la pureza genética.
2. Certificación colectiva: Desarrollar un sello nacional "Cerdo Criollo Ecuatoriano – Patrimonio Biocultural" gestionado por las propias comunidades, con trazabilidad genética y social.
3. Innovación alimentaria: Promover la alimentación funcional con especies nativas (Sacha Inchi, chontaduro, plátano orgánico) validada por centros de investigación.
4. Mercados diferenciados: Crear alianzas con ferias agroecológicas, restaurantes de cocina ancestral y turismo rural para comercializar productos con valor agregado.
5. Educación intergeneracional: Implementar programas escolares y talleres comunitarios que rescaten y actualicen los saberes tradicionales sobre la cría del cerdo criollo.

La RNCCCE se financiaría mediante fondos concursables del Ministerio de Agricultura y Ganadería, cooperación internacional y un porcentaje de las ventas certificadas. Su gobernanza sería participativa, con representación equitativa de mujeres, jóvenes y pueblos indígenas.

Conclusión

El cerdo criollo ecuatoriano no es un simple animal de granja; es un sistema vivo de seguridad alimentaria, resiliencia climática, justicia social y economía circular. Su valor trasciende lo productivo para convertirse en un componente esencial de la identidad rural, la biodiversidad nacional y la sostenibilidad ambiental. Integrado en los traspatios y fincas familiares, este recurso zootécnico representa una tecnología campesina probada por siglos, capaz de responder a los desafíos del siglo XXI: cambio climático, inseguridad alimentaria, pérdida de biodiversidad y desigualdad rural.

La supervivencia del cerdo criollo está amenazada por la pérdida de conocimientos tradicionales, la migración rural y la falta de políticas públicas de conservación genética (FAO, 2023). Sin embargo, su potencial multifuncional —nutricional, ecológico, cultural y económico— abre caminos concretos para su revalorización. La articulación entre ciencia rigurosa, saberes ancestrales y mercados diferenciados no solo puede garantizar su conservación, sino también transformarlo en un pilar del desarrollo rural sostenible.

En un mundo que busca alternativas al modelo agroindustrial, el cerdo criollo ecuatoriano ofrece una propuesta concreta, arraigada y viable. Su futuro no depende únicamente de su resistencia biológica, sino del compromiso colectivo por reconocerlo, protegerlo y promoverlo como un bien común nacional. Conservarlo es, en esencia, invertir en soberanía alimentaria, justicia climática y dignidad campesina.

Capítulo 3

Estructura genética y caracterización molecular del Cerdo Criollo (sus scrofa doméstica) de Ecuador, utilizando marcadores microsatélites

Julio César Vargas Burgos, Néstor Vicente Acosta Lozano, Verónica Cristina Andrade Yucailla, Orlando Roberto Quinteros Pozo, Edilberto Chacón Marcheco, Francisco Jesús Velázquez Rodríguez



Foto 4. Estructura Genética y Caracterización Molecular del Cerdo Criollo

Introducción

El conocimiento científico con respecto a los cerdos criollos es bajo; sin embargo, se deben hacer esfuerzos que permitan conservar este valioso recurso genético. Las características de rusticidad y probable resistencia a enfermedades, su diversidad en la alimentación y su poca exigencia en el manejo lo hacen una alternativa en los sistemas de producción sustentable. El manejo efectivo de los recursos genéticos animales requiere conocimiento comprensivo de las características de raza, incluso los datos en el tamaño de la población y estructura, distribución geográfica, el ambiente de la producción, y la diversidad genética dentro y entre razas (FAO, 2012).

Entre todos los tipos de marcadores moleculares, los microsatélites son los más usados para estudios de la diversidad genética y estructura de la población de ganado (Jordana *et al.*, 2003; Yang *et al.*, 2003; Martínez *et al.*, 2006; Peter *et al.*, 2007).

Por tal razón, la utilización de marcadores microsatélites constituye la herramienta fundamental de este trabajo, con el objetivo de conocer la diversidad genética de las poblaciones del cerdo criollo de Ecuador, debido a que es una especie poco conocida, analizada y valorada, además de desplazada en el territorio nacional ecuatoriano.

Muestreo y Extracción de ADN

La investigación se realizó en las provincias Los Ríos, Cotopaxi y Pichincha, Ecuador. Se recolectaron muestras de pelo de 15 animales de cerdo Criollo de Ecuador y se sometieron a los análisis respectivos.

Al igual que en otros estudios de diversidad genética de razas criollas latinoamericanas (Oslinger *et al.*, 2006), se trabajó con un tamaño de muestra que pudiera considerarse pequeño debido a dificultades en la obtención de las muestras por el reducido número de animales, reflejo del estado de peligro de extinción en que se encuentra la raza y la localización de las poblaciones en zonas de difícil acceso en la costa y en la sierra ecuatoriana.

Las muestras de pelo fueron recogidas en sobres de papel identificados con los datos de cada animal y mantenidas a temperatura ambiente hasta su envío al laboratorio. Los trabajos de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Genética Molecular Aplicada de la empresa Animal Breeding Consulting S.L. (ABC) de la Universidad de Córdoba, España.

El ADN se extrajo de muestras de pelo conforme a los lineamientos del siguiente método:
Material Empleado (TE: Tris-HCl 10 mM, EDTA 1 mM pH=8; Tampón K: 0,372 g de KCl, 0,051g de MgCl2, 1 ml de Tris-HCl 1 M (pH=8,5), 0,5 ml de Tween 20 y 98 ml de H2O); Se añadieron 100 ug/ml de Proteinasa K justo en el momento en que se va a utilizar; Muestra de pelo con raíz.

Método. Se lavaron de 3 a 5 pelos con raíz de cada animal con agua bidestilada y después con etanol 100%; hasta secarse; se cortaron las raíces de los pelos con unas tijeras esterilizadas con alcohol e introducirlos en microtubos; posteriormente se añadieron 100 µl de tampón K; se incubó a 56 ºC, durante 45 minutos; se elevó la temperatura a 95 ºC y se incubó nuevamente durante 10 minutos y finalmente se conservó el ADN extraído a –20 ºC hasta su uso.

Microsatélites caracterizados

Se analizaron mediante PCR 25 microsatélites (Tabla 1), 19 de ellos recomendados por el comité de expertos de la FAO/ISAG (Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Society of Animal Genetics) para estudios de diversidad genética en la especie porcina (FAO, 2012) y otros con probada utilidad en estudios de diversidad genética al estudiar poblaciones de cerdos de Cuba, España y la India (Martínez *et al.*, 2006 y Kumar *et al.*, 2013). Los fragmentos obtenidos mediante la PCR fueron sometido a una electroforesis en gel de poliacrilamida en un secuenciador automático ABI Prism 377XL (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). El análisis de los fragmentos y el genotipado se realizó mediante los programas informáticos Genescan Analysis® 3.1.2 y Genotyper® 2.5, respectivamente.

Análisis de la diversidad genética intraracial

El cálculo del número medio de alelos por locus (MNA), las frecuencias alélicas, las heterocigosis esperadas (He) y observada (Ho) y el contenido de información polimórfica (PIC) con el software microsatellite toolkit ®.
Los valores de FIS (coeficiente de consanguinidad) con un intervalo de confianza del 95% se calcularon con el programa informático GENETIX v. 4.05 (Belkhir *et al.*, 2004).

Tabla 1. Microsatélites recomendados por la FAO para estudios de biodiversidad en ganado porcino Cro: Cromosoma Fluor: Flouorocromo

Micro.	Cro.	Fluor.	Cebadores(3'- 5'): Directo	Reverso
CGA	1p	HEX	GAACTTTCACATCCCTAAGGTCGT	ATAGACATTATGTCCGTTGCTGAT
IGF1	5	6FAM	GCTTGGATGGACCATGTTG	CATATTTTTCTGCATAACTTGAACCT
S0002	3q	HEX	GAAGCCCAAAGAGACAACTGC	GTTCTTTACCCACTGAGCCA
S0005	5	TET	TCCTTCCCTCCTGGTAACTA	GCACTTCCTGATTCTGGGTA
S0026	16	HEX	AACCTTCCCTTCCCAATCAC	CACAGACTGCTTTTTACTCC
S0068	13	TET	CCTTCAACCTTTGAGCAAGAAC	AGTGGTCTCTCTCCCTCTTGCT
S0090	12	6FAM	CCAAGACTGCCTTGTAGGTGAATA	GCTATCAAGTATTGTACCATTAGG
S0101	7	HEX	GAATGCAAAGAGTTCAGTGTAGG	GTCTCCCTCACACTTACCGCAG
S0155	1q	6FAM	TGTTCTCTGTTTCTCCTCTGTTTG	AAAGTGGAAAGAGTCAATGGCTAT
S0178	8	TET	TAGCCTGGGAACCTCCACACGCTG	GGCACCAGGAATCTGCAATCCAGT
S0215	13	HEX	TAGGCTCAGACCCTGCTGCAT	TGGGAGGCTGAAGGATTGGGT
S0218	X	TET	GTGTAGGCTGGCGGTTGT	CCCTGAAACCTAAAGCAAAG
S0225	8	HEX	GCTAATGCCAGAGAAATGCAGA	CAGGTGGAAAGAATGGAATGAA
S0226	2q	6FAM	GCACTTTTAACTTTCATGATACTCC	GGTTAAACTTTNCCCCAATACA
S0227	4	HEX	GATCCATTTATAATTTTAGCACAAAGT	GCATGGTGTGATGCTATGTCAAGC
S0228	6	TET	GGCATAGGCTGGCAGCAACA	AGCCCACCTCATCTTATCTACACT
S0355	15	6FAM	TCTGGCTCCTACACTCCTTCTTGATG	TTGGGTGGGTGCTGAAAAATAGGA
S0386	11	TET	TCCTGGGTCTTATTTTCTA	TTTTTATCTCCAACAGTAT
SW122	6	HEX	TTGTCTTTTTATTTTGCTTTTGG	CAAAAAAGGCAAAAGATTGACA
SW24	17	TET	CTTTGGGTGGAGTGTGTGC	ATCCAAATGCTGCAAGCG
SW240	2p	6FAM	AGAAATTAGTGCCTCAAATTGG	AAACCATTAAGTCCCTAGCAAA
SW632	7	TET	TGGGTTGAAAGATTTCCCAA	GGAGTCAGTACTTTGGCTTGA
SW72	3p	TET	ATCAGAACAGTGCGCCGT	TTTGAAAATGGGGTGTTTCC
SW857	14	HEX	TGAGAGGTCAGTTACAGAAGACC	GATCCTCCTCCAAATCCCAT
SW911	9	6FAM	CTCAGTTCTTTGGGACTGAACC	CATCTGTGGAAAAAAAAAGCC
SW936	15	6FAM	TCTGGAGCTAGCATAAGTGCC	GTGCAAGTACACATGCAGGG
SW951	10	6FAM	TTTCACAACTCTGGCACCAG	GATCGTGCCCAAATGGAC

Para determinar el equilibrio Hardy-Weinberg (EHW) por marcador se desarrolló una prueba exacta de Fisher, usando el método en cadena de Monte Carlo-Markov (Guo y Thompson, 1992), los cálculos se realizaron mediante el software Genepop versión 3.4®.

Resultados y Discusión

Las frecuencias alélicas, expresadas en porcentajes de los 25 microsatélites en la población de cerdos criollos de Ecuador se muestra en la Tabla 2, resultandos polimórficos todos los marcadores estudiados, con valores por locus que oscilan entre un mínimo de 2 alelos (SW951) y 14 (S0005).

Se observa en general una moderada diversidad alélica.

Tabla 2. Frecuencias alélicas de 25 microsatélites en el cerdo Criollo de Ecuador en la provincia de Pastaza

Locus/alelo	Frec	Locus/alelo	Frec	Locus/alelo	Frec	Locus/alelo	Frec
CGA		S0101		S0215		SW240	
1	3.57	1	13.33	1	70.00	1	10.00
2	7.14	2	60.00	2	10.00	2	10.00
3	10.71	3	13.33	3	20.00	3	26.67
4	7.14	4	13.33	SW936		4	3.33
5	10.71	SW911		1	6.67	5	30.00
6	3.57	1	13.33	2	10.00		
7	10.71	2	66.67	3	33.33	S0155	
8	17.86	3	16.67	4	10.00	1	6.67
9	10.71	4	3.33	5	30.00	2	16.67
10	7.14	SW632		6	6.67	3	26.67
11	7.14	1	6.67	7	3.33	4	30.00
12	3.57	2	3.33	S0225		5	20.00
S0355		3	26.67	1	3.33		
1	93.33	4	30.00	2	20.00	S0026	
2	3.33	5	20.00	3	16.67	1	66.67
3	3.33	6	3.33	4	3.33	2	16.67
		7	10.00	5	53.33	3	16.67
S0068				6	3.33		
1	23.33	S0227		S0226		IGF1	
2	20.00	1	90.00	1	39.29	1	6.67
3	3.33	2	3.33	2	14.29	2	13.33
4	26.67	3	3.33	3	3.57	3	13.33
5	3.33	4	3.33	4	14.29	4	30.00
6	10.00			5	7.14	5	13.33
7	3.33	S0090		6	3.57	6	6.67
8	10.00	1	3.33	7	7.14	7	6.67
		2	23.33	8	10.71	8	6.67
SW24		3	23.33	S0178		9	3.33
1	3.33	4	40.00	1	13.33		
2	3.33	5	10.00	2	6.67	S0005	
3	3.33			3	10.00	1	6.67
4	6.67	SW951		4	6.67	2	10.00
5	6.67	1	89.29	5	16.67	3	3.33
6	50.00	2	10.71	6	16.67	4	3.33
7	10.00			7	30.00	5	3.33
8	6.67	SW228		SW72		6	20.00
9	10.00	1	16.67	1	33.33	7	3.33
		2	3.33	2	50.00	8	3.33
S0002		3	80.00	3	13.33	9	6.67
1	3.33			4	3.33	10	3.33
2	10.00	S0386		SW857		11	16.67
3	43.33	1	3.57	1	3.33	12	13.33
4	6.67	2	7.14	2	36.67	13	3.33
5	3.33	3	21.43	3	16.67	14	3.33
6	3.33	4	10.71	4	16.67		
7	6.67	5	50.00	5	20.00		
8	23.33	6	7.14	6	6.67		

La Tabla 3, recoge los valores de heterocigosidad esperada y Heterocigosidad observada Contenido de Información Polimórfica y los valores de probabilidad obtenidos en la prueba de equilibrio Hardy-Weinberg (P-value), por marcador analizado.

Los valores de heterocigosidad esperada (He) por marcador analizado, varían entre un mínimo de 0.131 para el marcador S0226 y un máximo de 0,917 para (CGA y SW911). Por su parte la heterocigosidad observada (Ho) se comportó con valores entre 0,133 para el marcador S0226 y 0,867 para el S0068.

Los marcadores S0178, CGA, SW911, S0227, S0355, S0386, SW240 y S0068 muestran mayor polimorfismo, con valores de heterocigosidad observada superiores al 70%.

Tabla 3. Microsatélites analizados, número de alelos detectados.

Microsatélite	Nº Alelos	He	Ho	PIC	Fis	P-Value
CGA	12	0.917	0.733	0.877	0.161	0.069
IGF1	9	0.517	0.533	0.449	0	0.503
S0002	8	0.839	0.667	0.785	0.128	0.118
S0005	14	0.745	0.6	0.673	0.206*	0.000*
S0026	3	0.607	0.533	0.546	-0.032	0.384
S0068	8	0.793	0.867	0.728	0.211	0.449
S0090	5	0.846	0.533	0.795	0.2	0.563
S0101	4	0.476	0.467	0.41	0.125	0.022*
S0155	5	0.667	0.6	0.601	-0.096	0.991
S0178	7	0.81	0.714	0.757	0.378*	0.008*
S0215	3	0.193	0.2	0.181	0.02	0.767
S0225	6	0.343	0.267	0.294	0.103	0.192
S0226	8	0.131	0.133	0.123	0.122	0.041*
S0227	4	0.706	0.786	0.644	-0.037	1
S0228	3	0.738	0.6	0.694	0.228	0.461
S0355	3	0.805	0.8	0.743	-0.018	1
S0386	6	0.809	0.8	0.75	-0.117	0.416
SW24	9	0.641	0.667	0.551	0.192	0.017*
SW240	5	0.791	0.8	0.73	0.006	0.423
SW632	7	0.526	0.6	0.466	0.012	0.046*
SW72	4	0.795	0.6	0.736	-0.041	0.446
SW857	6	0.198	0.214	0.173	-0.012	0.643
SW911	4	0.917	0.733	0.877	-0.145	0.381
SW936	7	0.517	0.533	0.449	0.252	0.066
SW951	2	0.839	0.667	0.785	-0.083	1
*p<0.05						

Heterocigosidad esperada insesgada (He) y observada (Ho). Contenido de Información Polimórfica (PIC) y valores de probabilidad obtenidos en la prueba de equilibrio Hardy Weinberg (P value).

Por los valores Contenido de Información Polimórfica obtenidos, todos los microsatélites son medianamente o muy informativos exceptuando cuatro microsatélites (S0215, S0225, S0226 y S0857) que son poco informativos en esta población.

Uno de los primeros pasos en el estudio de la estructura de una población es la detección de desviaciones de las proporciones de Hardy-Weinberg, reveladoras de la ocurrencia de procesos de selección, migración, apareamientos no aleatorios, etc. Los valores de probabilidad obtenidos en la prueba de equilibrio Hardy-Weinberg para todas las combinaciones locus/población, revelan que para 6 marcadores (S0005, S0101, S0178, S0226, SW24 y SW632) el P-value es inferior a 0.05, indicando que estos microsatélites se encuentran desequilibrados en esta población.

Tabla 4. Número de animales analizados (N), número medio de alelos (MNA).

Población	N	MNA	MNA	He	He	Ho	Ho	FIS
Cerdo Criollo del Ecuador	15	6,12	2,91	0,66	0,046	0,601	0,025	0,089 (-0,033 - 0,128)

Heterocigosidad media esperada (He) y Heterocigosidad media observada (Ho) con sus correspondientes desviaciones estándar; FIS con un intervalo de confianza de 95% calculado con 1000 permutaciones.

El valor de FIS (0,089) no es significativo, lo que es indicativo de que la población no muestra una desviación significativa del HWE.

Este estudio definió la estructura genética del cerdo criollo ecuatoriano analizando 25 marcadores microsatélite. El conocimiento de la variabilidad genética servirá para la implementación de programas de conservación y posterior mejora de la raza.

La posibilidad de utilizar un importante número de microsatélites recomendados por la FAO para este tipo de estudios (FAO, 2012), permite plantear que los resultados encontrados en las poblaciones aquí estudiadas son fiables y consistentes para el cerdo Criollo de Ecuador.

El número medio de alelos por población, y la heterocigosidad observada y esperada, son los parámetros más usados en la evaluación de la diversidad interracial (FAO, 2012). Toro *et al.* (2008), propuso una alternativa basada en la idea de que entre mayor sea el número de alelos, mayor será la diversidad potencial de una raza.

Los cerdos criollos ecuatorianos exhibieron niveles altos de diversidad genética, con un número medio de alelos (6,12), superior a los reportados por Kim *et al.* (2005) en cerdos nativos de Korea (3,44), igualmente supera a los valores encontrados por Rodrigáñez *et al.* (2008) en las razas ibéricas Guadyerbas (4,5) y Torbiscal (3,7), Pardo *et al.* (2014) en el cerdo doméstico de Momil, Córdoba, Colombia (5.2). Muy próximos a los referidos por Meléndez *et al.* (2014) en una población de cerdos en Cereté, Colombia (6,7).

La heterocigosidad media observada (0,601) en cerdos criollos ecuatorianos supera a los descritos por Oslinger *et al.* (2006), en cerdos criollos colombianos (0.201); Rodrigáñez *et al.* (2008) en las razas porcinas autóctonas españolas Guadyerbas (0,439) y Torbiscal (0,579); Swart *et al.* (2010), en cerdos de Namibia (0,531) y por Pardo *et al.* (2014) y Meléndez *et al.* (2014) en poblaciones de cerdos en Momil y Cereté, Colombia (0,522 y 0,547), respectivamente.

A su vez están dentro del rango de diversidad porcina informada en anteriores estudios por: Yang *et al.* (2003), en razas de China; Martínez *et al.* (2006), en el cerdo Criollo Cubano; en el cerdo pelón mexicano; Wang *et al.* (2011), en razas de China y Kumar *et al.* (2013), en razas de la India.

Basados en los análisis de cerdos criollos mexicano y brasileños Sollero *et al.* (2009), sugieren que valores altos de heterocigosidad pudieran ser explicados por la baja presión de selección a que han estado sometidas estas poblaciones locales y la falta de programas de cruzamientos, lo que también ocurre con el cerdo criollo ecuatoriano.

Los valores de las heterocigosidades y del PIC para los 25 marcadores tienen comportamientos bastante similares, coincidiendo con Vaiman *et al.* (1994), quienes plantearon la existencia de una relación directa entre el PIC y la

Heterocigosidad, en el sentido de que cuando aumenta uno, también lo hace el otro y que al encontrarse cercanos, indican *a priori* que se realizó un adecuado muestreo y confirman la calidad de los marcadores seleccionados para el estudio de la diversidad genética de esta raza.

De los 25 microsatélites analizados, 17 presentaron un PIC superior a 0.5%, lo que permite optimizar esta batería para futuros estudios dentro de los programas de conservación de las poblaciones de cerdos criollos de Ecuador. El hecho de que la población evaluada no mostrara una desviación significativa del HWE basados en el valor que toma el FIS, es indicativo de una adecuada proporción de individuos heterocigotos y de un bajo nivel de endogamia.

Contrario al resultado obtenido en este trabajo, autores como Kim *et al.* (2005), al estudiar la estructura genética de razas porcinas de Korea y China encontraron varios casos donde se relaciona la desviación del equilibrio HW con los valores positivos tomados por el FIS, indicativo de un déficit de heterocigosis en esas poblaciones.

Conclusiones

La caracterización genética del cerdo Criollo ecuatoriano reveló que la raza posee una elevada diversidad genética, medida a partir del promedio de alelos y los valores de heterocigosidad encontrados. Estos resultados constituyen una importante contribución para la implementación de programas nacionales de conservación y mejora de este genotipo en el Ecuador.

Capítulo 4

Estructura y relaciones genéticas del Cerdo Criollo de Ecuador

Julio César Vargas Burgos, Néstor Vicente Acosta Lozano, Verónica Cristina Andrade Yucailla, Orlando Roberto Quinteros Pozo, Edilberto Chacón Marcheco, Francisco Jesús Velázquez Rodríguez



Foto 5. Estructura y relaciones Genéticas del Cerdo Criollo

Introducción

El cerdo criollo ecuatoriano, se ha visto desplazado de los sistemas de producción por la introducción de genotipos mejorados tal como ha ocurrido con otras razas latinoamericanas, sin haber sido caracterizada adecuadamente. El manejo efectivo de los recursos genéticos de animales de granja (FAnGR) requiere el conocimiento comprensivo de las características de las razas, incluyendo los datos del tamaño poblacional y la estructura, distribución geográfica, el ambiente de producción, y la diversidad genética (FAO, 2007). La caracterización de poblaciones de cerdos criollos de zonas rurales poco tecnificadas es muy difícil, ya que fenotípicamente son muy heterogéneas, por ello los estudios del ADN son de gran utilidad (Linares *et al.*, 2011).

El conocimiento detallado de la estructura poblacional entre y dentro de las razas ganaderas es esencial para el establecimiento de prioridades en las estrategias de conservación (Caballero y Toro, 2002). Los marcadores de microsatélites han demostrado mediante el cálculo de las distancias genéticas ser sumamente útiles para el

análisis de la estructura y sus relaciones entre poblaciones e individuos, siendo ampliamente utilizados (Sodhi *et al.*, 2005; Tapio *et al.*, 2005; San Cristóbal *et al.*, 2006; Vicente *et al.*, 2008). Por ello, el estudio de la estructura de la población porcina criolla de Ecuador y las relaciones genéticas con otras razas constituye el objetivo de este trabajo, para encaminar las actuaciones en beneficio su conservación.

Materiales y métodos: Muestreo y extracción de ADN

La investigación se realizó en las provincias Los Ríos, Cotopaxi y Pichincha del Ecuador. Se colectaron muestras de pelo de 15 animales de cerdo criollo muestreados al azar para reflejar la composición actual de las poblaciones estudiadas. Al igual que en otros estudios de diversidad genética de razas criollas latinoamericanas (Oslinger *et al.*, 2006), se trabajó con un tamaño de muestras que pudiera considerarse pequeño debido a dificultades en su obtención por el reducido número de individuos del genotipo local reflejo del estado de peligro de extinción en que se encuentra y la localización en zonas de difícil acceso en la costa y en la sierra ecuatoriana.

Tabla 5. Cantidad y procedencia de los animales

PROCEDENCIA	PROVINCIA	ZONA	NO. ANIMALES
Quevedo	Los Ríos	Región Litoral	3
Cantón La Maná	Cotopaxi	Región Centro	2
Cantón Zumbahua	Cotopaxi	Región Centro	6
Cantón Mejias (Loa)	Pichincha	Región Centro Norte	4
Total			15

Para los análisis de diferenciación, estructura y distancia genéticas se han incluido en el estudio un total de 535 animales de 15 poblaciones porcinas de otros países, perteneciente a la base de datos del Laboratorio de Genética Molecular Aplicada de la Empresa Animal Breeding Consulting S.L. (ABC) de la Universidad de Córdoba (España). En el Tabla 6, aparecen las razas utilizadas, su procedencia y el número de individuos analizado de cada población.

Tabla 6. Poblaciones estudiadas, número de animales analizados (N), acrónimo y procedencia

Raza/Población	N	Acrónimo	Procedencia
Criollo Ecuador	15	ECUAM	Ecuador
Pelón Mexicano	49	MEX	México
Criollo Salvadoreño	21	SAL	El Salvador
Criollo Cubano	50	CUB	Cuba
Criollo de Guadalupe	35	GUA	Guadalupe
Criollo de Venezuela	30	VEN	Venezuela
Criollo de Colombia	33	COL	Colombia
Criollo de Bolivia	34	BOL	Bolivia
Pampa Rocha	32	PR	Uruguay
Criollo de Argentina	50	ARG	Argentina
Ibérico	50	IBER	España
Celta	27	CEL	España
Duroc	50	DUR	Internacional
Large White	29	LWH	Internacional
Meishan	45	MSH	China

Las muestras de pelo se colectaron en sobres de papel identificados con los datos de cada animal y mantenidas a temperatura ambiente hasta su envío al laboratorio. Los trabajos se realizaron en el Laboratorio de Genética Molecular Aplicada de la empresa Animal Breeding Consulting S.L. (ABC) de la Universidad de Córdoba (España). El ADN se extrajo mediante el siguiente método:

Material Empleado. (TE: Tris-HCl 10 mM, EDTA 1 mM pH=8; Tampón K: 0,372 g de KCl, 0,051g de MgCl2, 1 ml de Tris-HCl 1 M (pH=8,5), 0,5 ml de Tween 20 y 98 ml de H2O); Se añadieron 100 µg/ml de Proteinasa K justo en el momento en que se va a utilizar.

Método. Se lavaron de tres a cinco pelos con folículo piloso de cada animal con agua bidestilada y después con etanol 100 % hasta secarse; se cortaron las raíces de los pelos con unas tijeras esterilizadas con alcohol y se depositaron en microtubos; posteriormente se añadieron 100 µl de solución tampón K; se incubó a 56 ºC, durante 45 minutos; se elevó la temperatura a 95 ºC y se Re incubó durante 10 minutos y finalmente se conservó el ADN extraído a –20 ºC hasta su uso.

Caracterización de microsatélites. Se analizaron mediante PCR 25 microsatélites, 19 de ellos recomendados por el Comité de Expertos de la FAO/ISAG (Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Society of Animal Genetics) para estudios de diversidad genética en la especie porcina (FAO, 2011): IGF1, S0002, S0005, S0026, S0068, S0090, S0101, S0155, S0178, S0226, S0228, S0355, SW24, SW240, SW632, SW72, SW857, SW911, SW936 y otros con probada utilidad en estudios de diversidad genética en poblaciones de cerdos de Cuba, España y la India (Martínez *et al.*, 2005; Kumar *et al.*, 2013): SW951, S0386, S0227, S0225,S0215, CGA.
Amplificación y electroforesis de las secuencias de los microsatélites. Los marcadores se amplificaron mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), según la metodología propuesta (Martínez *et al.*, 2000) y los fragmentos obtenidos separados por electroforesis en gel de poliacrilamida en un secuenciador automático ABI 377XL (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA).

Diversidad genética interracial. El análisis de los fragmentos y el genotipado se realizó mediante los programas informáticos Genescan Analysis® 3.1.2 y Genotyper® 2.5 respectivamente. La distancia genética DA (Nei *et al.*, 1983) entre el cerdo criollo de Ecuador y las demás poblaciones incluidas en el estudio se determinaron utilizando el programa Populations 1.2.3 (Langella, 2008). Se construyó un árbol filogenético mediante la DA (Nei *et al.*, 1983) y basado en el algoritmo Neighbor-Joining (Saitou y Nei, 1987) del programa PHYLIP versión 3.6 (Felsenstein, 2005) y visualizado con el programa.

TREEVIEW - Win32(Page, 1996). La confiabilidad del árbol se determinó con una prueba de replicaciones con 1000 re-muestreos mediante el programa Populations 1.2.3 (Langella, 2008). Se realizó un Análisis Factorial de Correspondencia con el programa Genetix v. 4.05 (Belkhir *et al.*, 2003). Para el estudio de la estructura genética se empleó un algoritmo bayesiano del programa de análisis STRUCTURE v 2.3.4 (Pritchard *et al.*, 2000), que emplea un modelo basado en método de cadenas Markov de Monte Carlo, que estima la distribución *a posteriori* de cada coeficiente de mezcla de cada individuo.

Resultados

Distancias genéticas entre poblaciones

Las distancias genéticas entre pares de razas estudiadas mediante el método de Nei DA (Tabla 7), muestran los valores más bajos entre el cerdo criollo de Ecuador y las criollas latinoamericanas, entre 0,132 y 0,255. Resultandos intermedios al compararse con los genotipos españoles incluidos en el estudio y más distantes genéticamente de las poblaciones Large White y Meishan.

Tabla 7. Distancias genéticas DA entre el cerdo criollo de Ecuador y otras razas porcinas.

	MEX	SAL	CUB	GUA	VEN	COL	BOL	PR	ARG	IBER	CEL	DUR	LWH	MSH
ECUAM	0.166	0.173	0.132	0.191	0.175	0.238	0.255	0.202	0.156	0.233	0.232	0.268	0.369	0.698
MEX		0.137	0.117	0.195	0.194	0.189	0.248	0.192	0.147	0.205	0.237	0.274	0.417	0.704
SAL			0.126	0.207	0.209	0.189	0.275	0.214	0.141	0.217	0.244	0.275	0.406	0.689
CUB				0.146	0.148	0.187	0.209	0.193	0.101	0.185	0.217	0.210	0.351	0.647
GUA					0.198	0.261	0.277	0.259	0.186	0.244	0.243	0.281	0.365	0.664
VEN						0.237	0.290	0.249	0.175	0.258	0.271	0.302	0.354	0.718
COL							0.292	0.253	0.223	0.256	0.262	0.279	0.463	0.713
BOL								0.321	0.214	0.245	0.301	0.352	0.451	0.714
PR									0.195	0.26	0.262	0.343	0.426	0.745
ARG										0.23	0.231	0.212	0.357	0.675
IBER											0.268	0.353	0.491	0.813
CEL												0.358	0.409	0.721
DUR													0.472	0.726
LWH														0.701

En la representación gráfica de estos valores de distancia (Figura 1) pueden observarse más fácilmente las relaciones genéticas entre estas razas, evidenciando cómo el cerdo criollo ecuatoriano se agrupa con el resto de los criollos latinoamericanos. Las poblaciones españolas pertenecientes al Ibérico y Celta se sitúa muy próxima a la totalidad de las americanas. La Large White y Meishan forman agrupamientos individuales y alejados del resto de los genotipos.

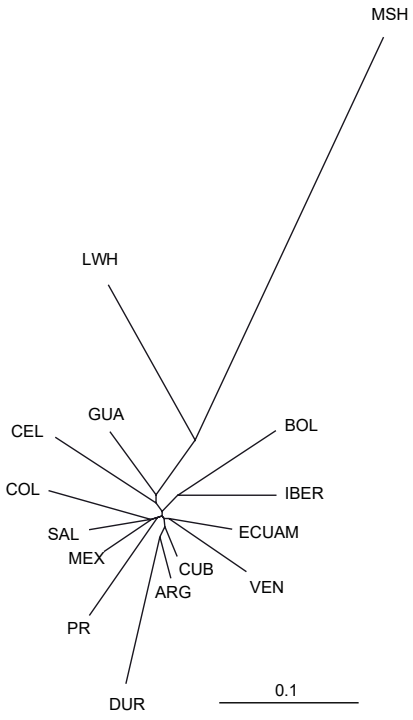


Figura 1. Árbol de distancias genéticas entre las 15 poblaciones estudiadas.

En el análisis factorial de correspondencia el primero, segundo y tercer eje representan el 33,80, 12,9 y 9,14% de la varianza total, respectivamente (Figura 2). Se evidencia la separación en varios grupos; donde se mantienen una tendencia a la agrupación geográfica apreciada en análisis anteriores, donde los genotipos españoles se sitúan próximos a los criollos.

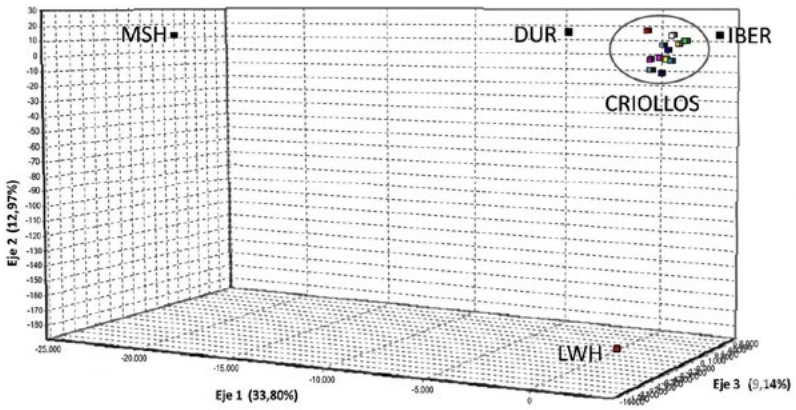


Figura 2. Representación gráfica de los resultados del Análisis Factorial de Correspondencia de 15 poblaciones porcinas.

Estudio de la estructura de las poblaciones

El análisis de la estructura genética basado en la proporción del genoma que cada individuo posee de las poblaciones ancestrales (Figura 3), muestra que al asumir la existencia de seis poblaciones ancestrales (K=6), el agrupamiento que se obtiene es similar al del árbol de distancias, donde el cerdo criollo de Ecuador forma un grupo homogéneo (color verde). Además, comparte características genéticas con los demás criollos latinoamericanos (azul claro) no observándose ninguna influencia de las razas españolas e internacionales.

Cuando el número de grupos inferidos es 15 (cantidad de poblaciones reales estudiadas), se observa que algunos individuos no se ajustan al perfil genético del resto de los cerdos ecuatorianos (marcados en azul).

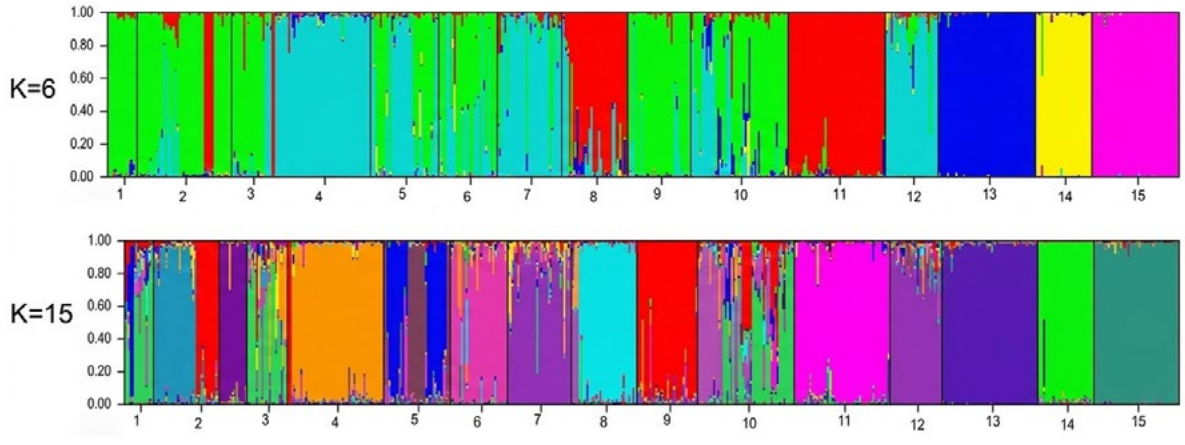


Figura 3. Representación gráfica del análisis de la estructura genética (1: ECUAM, 2: MEX, 3: SAL, 4: CUB, 5: GUA, 6: VEN, 7: COL, 8: BOL, 9: PR, 10: ARG, 11: IBER, 12: CEL, 13: DUR, 14: LWH, 15: MSH).

Discusión

Este estudio es el primer reporte usando análisis de microsatélites para conocer la estructura de la población porcina de Ecuador y las relaciones filogenéticas con otras razas.

Las menores distancias genéticas encontradas en este trabajo son entre el cerdo criollo ecuatoriano y las demás razas criollas latinoamericanas (0,132 - 0,255), muy relacionado al origen común de estas poblaciones animales (MAE, 2009).

Los valores intermedios de distancia genética encontrados con las razas españolas son coincidentes con lo establecido y comprobado en investigaciones sobre otros cerdos latinoamericanos (Pérez *et al.*, 2004; Martínez *et al.*, 2005; Revidatti, 2009).

En diversos estudios (Montenegro, 2012 y Galíndez, 2013) plantean que, en el caso de las razas españolas, de las cuales se asume una influencia importante en los orígenes de todas las poblaciones criollas, el tiempo de separación (un poco más de 500 años) es lo suficientemente grande como para acumular diferencias genéticas causadas principalmente por deriva, lo que pudiera explicar la acumulación de diferencias y la separación observada con el cerdo Ibérico en este trabajo.
Pérez (2006) refiere que los cerdos ibéricos y los criollos americanos se encuentran históricamente vinculados entre sí y que las diferencias morfológicas son consecuencia de más de 500 años de adaptación y de la introducción de genotipos como el Hampshire del cual se ha notificado un importante flujo de genes hacia razas criollas americanas.

Los resultados mostrados en el árbol de distancia genética donde el genotipo criollo ecuatoriano se agrupa con el resto de los latinoamericanos y muy próximos a estos, se sitúan las poblaciones españolas (Ibérico y Celta), guardan estrecha relación a lo planteado (Ramírez *et al.*, 2009; Souza *et al.*, 2009) sobre el predominio de alelos europeos en razas criollas. Igualmente relacionado al hecho de que los cerdos ibéricos eran los transportados en muchas expediciones españolas incluyendo el segundo viaje de Colón, así como en la exploración de Perú y México (Rodero *et al.*, 1992).

Las relaciones entre los cerdos criollos de Ecuador y los ibéricos ha sido tema de investigación de Benítez (1995), donde sostiene que: el genotipo ecuatoriano, como no podría ser de otra manera, tiene su origen en las razas ibéricas importadas durante el período de la conquista.

El análisis factorial de correspondencia confirma los resultados del árbol de distancia genética donde los criollos latinoamericanos se agrupan muy próximos a las razas españolas, en línea con lo referido (Acosta, 2009) sostiene que el área iberoamericana constituye una región del planeta en la que los vínculos históricos, culturales y sociales son extremadamente fuertes y que este estrecho nexo existente entre los pueblos de la Península Ibérica y los de América Latina, llegan hasta la existencia de claras relaciones filogenéticas entre las razas de animales domésticos de uno y otro lado del Atlántico.

El estudio de las relaciones filogenéticas entre las razas criollas iberoamericanas y autóctonas españolas podría constituir la base de acciones futuras en pro de la conservación, preservación y mejora genética de ambos colectivos raciales (Fernández y Barba, 2005). Argumentos aplicables también para el cerdo criollo de Ecuador, avalando la importancia del estudio realizado para la conservación de este recurso zoo genético.

Conclusión

Este estudio arrojó datos importantes sobre las relaciones filogenéticas del cerdo criollo de Ecuador y otras razas, demostrando que el mismo comparte alelos con otros genotipos criollos latinoamericanos de similar origen y que poblaciones porcinas españolas aportaron en su formación.

Capítulo 5

Cerdo Criollo con valor agregado: alimentación con Sacha Inchi, la planta amazónica rica en ácidos grasos Ómega 3, 6 y 9

Julio César Vargas Burgos, Néstor Vicente Acosta Lozano, Verónica Cristina Andrade Yucailla, Orlando Roberto Quinteros Pozo, Edilberto Chacón Marcheco, Francisco Jesús Velázquez Rodríguez



Foto 6. Planta de Sacha Inchi



Foto 7. Fruto de Sacha Inchi

Introducción

Este capítulo nace en la Región Amazónica que pertenece al trópico húmedo, presenta una pluviosidad entre 2000 y 5000 mm por año, temperatura ambiental con un promedio anual de 250 C, alturas de 300 a 1500 msnm. Una alta biodiversidad de los recursos fito y zoogenéticos, en los recursos fitogenéticos se encuentra el Sacha Inchi nativo de la Amazonía, la distribución de la *Plukenetia volubilis Linneo*, es a partir de la América Central, las Antillas menores, Surinam, Ecuador, Perú, Colombia, Venezuela y Brasil (Gillespie, 1993; Gillespie, 1999; Webster, 1988).

En América del Sur se presenta en la Amazonía una planta conocida vulgarmente como Sacha Inchi, Ticasu (Ecuador), Tacazo, maní del monte, maní del Inca (*Plukenetia volubilis*), es clasificada dentro de los alimentos funcionales. Esta planta nativa del Perú que produce una bellota muy rica en Omegas 3, 6 y 9, crece y se comporta muy bien a las diversas temperaturas que caracteriza a la Amazonía, por ser una planta de rápido crecimiento, requiere de disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido, siendo mejor si las lluvias se distribuyen en forma uniforme durante los 12 meses. Se encuentra también en la provincia Pastaza en la Amazonía ecuatoriana.

Plukenetia volubilis (Sacha Inchi - Ticasu) o maní del inca, es beneficioso para la salud, y resulta imprescindible incluirlo en las comidas ya que favorece el correcto desarrollo y funcionamiento tanto del sistema nervioso como del cerebro pues es rico en ácidos grasos esenciales, ácidos linolénico, linoleico y oleico, conocidos como omega 3, 6 y 9 respectivamente, además contiene vitaminas A, E y antioxidantes, sustancias que las semillas de "Sacha Inchi" concentran cantidades elevadas, con respecto a semillas de otras leguminosas (Velázquez *et al.*, 2014).

Los Alimentos Funcionales además de sus valores nutritivos, presentan componentes bilógicos en los alimentos, aportando bienestar y salud, que favorece las condiciones físicas y mentales, y reducción de enfermedades, específicamente el Sacha Inchi, dentro de las materias primas que se proponen, se utilizan los vegetales como fuentes de Omega-3 (∞-Linolénico) y de un equilibrio adecuado de omega-6/omega-3; indispensable para la salud humana (Webster, 1988). El Sacha Inchi actúa en la cura, mejora, alivia y reduce diferentes enfermedades como: colesterol, la presión arterial, enfermedades cardiovasculares, placas en las arterias, el sistema nervioso, los triglicéridos en la sangre, la artritis reumática, asma, psoriasis, tensión premenstrual, diabitis, memoria, enfermedades renales, mala visión, concentración, cáncer entre otras. Además, su consumo le da energía al cerebro, limpia el torrente sanguíneo, y lleva los nutrientes a las células (Velázquez *et al.*, 2014).

Las investigaciones realizadas al Sacha Inchi demuestran que de los productos naturales de semillas oleaginosas (girasol, maní, soya, palma, aceites de oliva etc.) utilizadas en la producción mundial para el consumo humano, con variedades que llegan hasta 54 % de aceite, presenta el mayor contenido de ácidos grasos insaturados (93,6 %), es la fuente vegetal de mayor contenido de omega – 3 (48,6 %) y omega – 6 (36,8 %) y vitaminas A y E (el alto por ciento, satisfacen las necesidades de la salud humana) que no son producida por el cuerpo humano, por ello tienen que ser incorporados con los alimentos, por lo cual es considerado el mejor aceite del mundo (para consumo humano, cosmético, industrial y medicinal), omega – 9 (9 %) y bajo contenido de ácidos grasos saturados (6,39 %)(palmítico: 3,85 % y esteárico: 2,54 %); proteína (33 %), antioxidante (50 %) con un contenido importante de aminoácidos esenciales y no esenciales; los ácidos grasos, entre ellos, los nombrados Omega – 3 y Omega – 6, incluidos en la lista de los que se clasifican como esenciales en la alimentación.

Se ha demostrado que poblaciones como los japoneses y los esquimales, que tienen muy presentes estos componentes en el sustento diario, los niveles de arterosclerosis y las enfermedades cardiovasculares no juegan ningún protagonismo (Quirantes, 2011)

El mundo globalizado actual, vive un dinamismo de avance tecnológico de renovación constante de nuevos conocimientos, con mercados, exigentes de calidad y competencia. En Latinoamérica se ha pensado en el modelo de país urbanizado, industrializado, prestador de servicios y exportador de bienes manufacturados.

Latinoamérica enfrenta la competencia de países que subsidian y protegen los precios fuertemente a sus agricultores y en ese marco económico, se desarrolla el cerdo criollo relegado a los productores de escasos recursos financieros con conocimientos de tecnologías tradicionales muchas veces no adecuadas, y otras ocasiones de

países que han logrado determinada agricultura moderna y eficiente, se relega esta raza a los lugares más rústicos, por su resistencia a la pobreza.

La especie porcina en la época colonial fue importada para satisfacer la cultura popular tradicional de los españoles, que se arraigó mucho más al no prosperar el cultivo de olivo en América, fue para nuestros países una transferencia de tecnología horizontal, aportándonos en esa época de hace más de 500 años el desarrollo científico y tecnológico del pueblo español, como una forma de acelerar su propio desarrollo ganadero en los países colonizados, comenzó el proceso de adaptación como resultado de factores hereditarios y cambios climático del medio ambiente, consanguinidad y alimentación deficiente, surge la raza del cerdo criollo, descendiente del cerdo Ibérico.

Rodero *et al.*, (1992) expresaron: "La raza Ibérica es el recurso porcino autónomo más importante de nuestro país ya que constituye uno de los cuatro logros zootécnicos españoles más importantes con que contamos y que además presentan una relevancia histórica tal que incluso traspasa nuestras fronteras. Dichos logros zootécnico serían la raza Merino en la especie ovina, el Toro de Lidia en cuanto a los vacunos se refiere, el caballo Pura Raza Español dentro de los equinos, y por su puesto la raza porcina que nos ocupa".

El cerdo Ibérico sufrió en la década del 60 los embates del desarrollo, cambios en los hábitos alimentarios de la población, el ataque a las grasas del porcino además el efecto de la Peste porcina africana dejó de ocupar un lugar en el mercado español, su planeación prospectiva era desaparecer y desarrollo de razas exóticas. A mediados de la década del 80 se impone en el mercado la calidad, incluyendo sus grasas, pasando a hacer el cerdo Ibérico un producto ganadero codiciado en el mercado selecto. La innovación tecnológica causa sus efectos la investigación y la tecnología en la obtención de un producto capaz de competir, una raza, un sistema de producción y trasformación único.

Los estudios realizados hasta la fecha sobre el cerdo Criollo de Ecuador dejan claro que si no se encuentra un valor agregado a las carnes y grasas del mismo, por el desarrollo lógico de la porcinocultura, los cerdos comerciales con un potencial genético superior, irán mestizándolo hasta su desaparición, lo que no ha ocurrido con el cerdo Ibérico al paso de los siglos, debido probablemente a contar con un esquema de mejora genética, por el control de la calidad de la carne y el porcentaje de grasa intramuscular, así como el perfil de ácidos grasos. Todo ello ha dado un valor agregado al sistema de crianza en ceba en montanera con bellota.

El grupo de conservación del cerdo Criollo de Ecuador de la Universidad Estatal Amazónica (2013 - 2020) juntamente con el Departamento de Genética de la Universidad de Córdoba, España, ejecuta una estrategia sobre el cerdo Criollo de Ecuador teniendo en cuenta que la región Amazónica presenta un 4,7 % de los efectivos nacionales porcinos, aunque de ellos el 96 % pertenecen a razas no adaptadas a las condiciones ambientales de la misma (Vargas *et al.*, 2015).

El término, alimentos funcionales, es un término de comercialización que se utilizó por primera vez en Japón en la década de los 80 para describir alimentos fortificados con ingredientes capaces de producir beneficios para la salud de las personas. Este término se ha ido haciendo popular porque representa un enlace entre salud, nutrición y dieta.

El objetivo de este capítulo es exponer la utilización del *Plukenetia volubilis Linneo* (Sacha Inchi) como alimento funcional para el cerdo Criollo ecuatoriano.

Valor agregado al cerdo criollo

Conocido como valor añadido, se refiere al valor creado a lo largo de proceso de producción o fabricación de un producto, descontando el costo de las materias primas, el embalaje y la gestión.

La grasa corporal del cerdo Criollo responde un valor agregado, por la cultura alimenticia tradicional de los pueblos. Un gran porciento del pueblo ecuatoriano por ejemplo le agrada la fritada, y la carne grasosa de cerdo Criollo por su sabor, constituyendo una necesidad de mujeres y hombres, expresa la especificidad étnica e histórico – cultural de los pueblos.

Según estudio realizado las comidas se encuentran en la frontera entre lo material y lo espiritual.

Tabla 8. Factores que inciden en la cultura alimentaria: para satisfacer las necesidades biológicas del hombre.

1. Satisfacción al hambre:	El deseo de alimentarse con platos apetecibles por la cultura alimentaria satisface doblemente al ser humano la satisfacción de nutrirse y de sabores deseados.
2. Elemento motivador de los humanos:	Las reuniones de familia, actividades que reúne una a dos o más personas frente a desayuno, meriendas, almuerzo, cena; los platos según la ocasión.
3. Conducta y tradiciones:	Los hábitos de consumo y de horarios, la conducta en la mesa.
4. Gustos alimenticios a través:	Métodos de preparación y conservación de los alimentos.
5. Arraigo a la étnica	La cultura alimenticia no se pierde, aunque resida fuera del país de su origen.

En la Tabla 8, influye totalmente a que una raza no desaparezca, pero siempre existe un relevo, si esta raza tiene problemas en sus indicadores, reproductivos y productivos, porque el hombre irá por más economía. Por ejemplo, la utilización de la raza Duroc, para mejorar los indicadores del cerdo Ibérico. Pero además de esto la ventaja del valor agregado al cerdo Ibérico es fundamental, las grasas funcionales, logrado a través de su alimentación. Unas carnes y jamones de fama mundial, por la salud que aportan.



Foto 8. Cerdo Ibérico capa negra, cortes principales

Los estudios realizados hasta la fecha sobre el cerdo Criollo (*Sus scrofa*) en la producción pecuaria dejan claro que si no se encuentra un valor agregado a las carnes y grasas del mismo, por el desarrollo lógico de la porcinocultura los cerdos comerciales con un potencial genético superior, irán mestizando al cerdo Criollo hasta su desaparición (Velázquez *et al.*, 2004; Velázquez, 2008), lo que no ha ocurrido con el cerdo ibérico al paso de los siglos, por el esquema de mejora genética, el control de la calidad de la carne y el porcentaje de grasa intramuscular y perfil de los principales ácidos grasos dado el valor agregado del sistema de crianza en la montanera en el periodo de ceba con bellota (fruto).

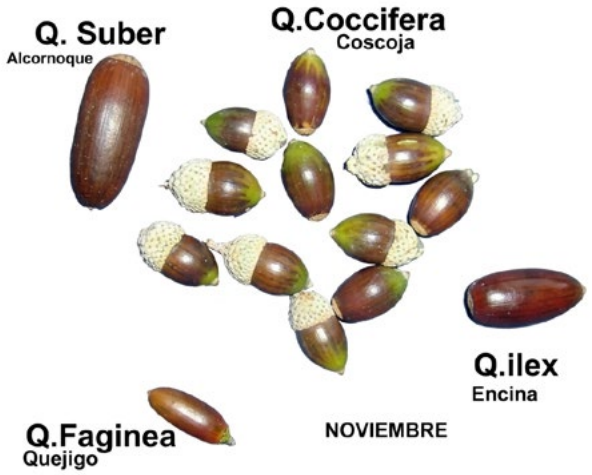


Foto 9. Bellota ciclo reproductivo de la bellota (valor agregando a la grasa del cerdo Ibérico)



Foto 10. Bellotas españolas



Foto 11. Bellotas de Sacha Inchi (Velázquez, 2009)

La Foto 10 muestra las bellotas españolas y la foto 11 muestra la bellota del Sacha Inchi. El *Plukenetia volubilis*, tabla 9 presentó los ácidos grasos saturados Palmítico 3.84 % y Esteárico 2.41 %, mientras que el contenido de ácidos grasos insaturados fue de 10.28 % de Oleico (Omega 9); 35.69 % de ácido Linoleico (Omega 6); 47.74 % de ácido Alfa Linolénico (Omega 3), en tanto que únicamente se determinaron trazas de ácidos Palmitoleico.

Tabla 9. Contenido de grasa y de los principales ácidos grasos en el Sacha Inchi y en cuatro géneros de Quercus en %.

Especie	Ácidos grasos					
	Saturados		Insaturados			
	Palmítico	Esteárico	Oleico(ω9)	Linoleico(ω6)	Linolénico(ω3)	Palmitoleico
Q.f.faginea	13.2-14.9	2.09-2.98	51.5-66.1	14.2-24.8	1.32-2.07	0.35-0.92
Q.f.broteroi	13.5-16.8	1.86-3.45	57.4-67.8	12.5-22.7	1.39-2.14	0.19-0.31
Q.pyrenaica	12.6-14.8	1.83-3.22	49.8-64.0	17.3-29.9	1.46-2.31	0.10-0.27
Q.rotundito	10.7-16.7	1.91-5.92	58.6-71.9	12.4-20.8	0.79-1.60	0.02-0.18
Q.suber	10.6-15.7	1.10-2.90	63.6-72.2	12.0-22.5	1.20-2.46	0.09-0.26
P.volúbilis.Lin	3.84	2.41	10.28	35.69	47.74	Trazas

El contenido de ácidos grasos (Tabla 9) en el Sacha Inchi es similar a lo reportado por Baldeón (2012): linolénico 48.60 %; ácido Linoleico 36.80 % y ácido oleico 8.28 %. Los tres ácidos más importantes el linolénico (ω 3) en el Sacha Inchi es superior a todos los Quercus, igual que el linoleico (ω 6). Los Quercus superan al Sacha Inchi en el ácido grado Oleico (ω 9), pero por ser los ω 3 y 6 los más importantes, además poseer ω 9, la almendra del Sacha Inchi es muy prometedora para incorporar los ácidos grasos a la grasa del cerdo Criollo, por las perspectivas de Agrotecnia en la alimentación del cerdo.

En la Tabla 10 muestra las características químicas de la Sacha Inchi. Los dos primeros índices son el contenido de agua y solido de la almendra. A partir de ahí se relacionan los componentes del sólido dividido en proteína, grasa cruda, fibra cruda, cenizas y carbohidratos. Finalmente se expone el contenido energético de la almendra descascarada y tostada.

Tabla 10. Caracterización química del Sacha Inchi amazónico ecuatoriano (Análisis de la almendra descascarada y tostada) (Baldeón et al, 2015).

Componentes	Unidad	Resultado
Humedad	%	2.6
Materia seca	%	97.4
Proteína	%	28.5
Grasa Cruda	%	52.63
Fibra cruda	%	1.02
Cenizas	%	2.8
Carbohidratos	%	12.44
Calorías	kcal/100 g	637.4

Analizando una investigación realizada en la Universidad Estatal Amazónica en el 2019, donde se realiza un análisis químico de la semilla del Sacha Inchi (Tabla 11).

Se comparan los resultados de la Tabla 10 y 11, lo que se persigue en la investigación de Baldeón (2015) es hacer la hamburguesa un alimento funcional, sustituir la grasa del cerdo por Sacha Inchi, por su contenido grasa (Tabla 3) y un alto contenido de proteína que solo se logra en la almendra de la sin la capsula de la semilla del Sacha Inchi, perdiendo su cápsula, que no aporta nada, para un monogástrico, y aumenta el nivel de fibra.

Tabla 11. Análisis proximal del Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) (Asitimbay, 2019)

Sacha Inchi	Indicadores, %				
Semilla con cápsula	MS	MO	PB	FB	Cenizas
	98.02	85.15	16	32.65	14.55

Además, sería un lujo alimentar al cerdo Criollo con Sacha Inchi sino fuera para convertir su grasa en funcional, como la bellota española y a través de esta maravillosa planta originaria, obtener grasas y carne funcional, como el cerdo Ibérico, ejecutando una innovación tecnológica de alto valor para Ecuador y salvar la masa de cerdo Criollo puro que posee esta nación, y llevar este resultado a América Latina, para conservar a los cerdos Criollos, bajo prueba de ADN, pureza total, animales descendientes del cerdo Ibérico español, y obtener ingresos significativos, para los productores y la industria porcina.

La alimentación del cerdo Criollo no puede partir de la alimentación convencional de los cerdos comerciales, que la genética los ha convertido altos productores de carne en corto tiempo; el cerdo Criollo es un animal pegado al suelo, resistente a las enfermedades y a las condiciones ambientales, buscador de su alimento. Los productores de este tipo de cerdo no tienen ingreso monetario, que les permitan comprar alimentos convencionales, por los precios de ventas. En los centros genéticos de cerdos Criollos se alimentan con alimentos convencionales, ya que se evalúa el potencial genético de la raza y variedades de esta en estos centros se venden los animales por su valor genético, por ello el ingreso es superior. Por ello se debe trabajar en la ciencia de obtener un alimento función que es el Sacha Inchi, no con bellota, sino con la almendra.

El aporte económico del Sacha Inchi es investigado y aplicado con estrategias al respecto. Perú, país originario del Sacha Inchi se han ejecutado estrategias de comercialización del Sacha Inchi (Tito y Bautista, 2009), demuestran el alto potencial de esta planta nativa, exponiendo que está compuesto de 48.60 % de ácido graso esencial alfa linolénico (Omega 3), 36.80 % ácido grado esencial linoleico (Omega 6) y 8.28 % de ácido oleico (Omega 9). Además, tiene el más bajo contenido de ácidos grasos saturados 6.39 % en promedio, 3.85 % de palmítico y 2.54 % de esteárico.

Es muy superior el Sacha Inchi a las bellotas de los cuatro tipos de Quercus, en Omegas 3 y 6 fundamentales porque no son sintetizados por el organismo, como ocurre con el Omega 9, y el contenido de ácidos grasos saturados bajos respecto a los Quercus, una excelente planta, para la salud humana, puede sustituir, totalmente las explotaciones el aceite de palma africana.

Tabla 12. Formas de uso del Sacha Inchi en Perú. Tito y Bautista (2009)

Producto			
1	Tostado	8	Sacha Inchi en cápsulas
2	Aceite	9	Cremas anti - arrugas
3	Mantequilla de Sacha Inchi	10	Harina de Sacha Inchi
4	Turrón de Sacha Inchi		
5	Snacks		
6	Tamal de Sacha Inchi		
7	Ají de Sacha Inchi		

El trabajo de Tito y Bautista (2009) en uno de los puntos de conclusiones y recomendaciones exponen:

El Sacha Inchi es una oleaginosa que tiene propiedades alimenticias y curativas para el ser humano. En su composición se encuentra una gran cantidad de Omegas 3. 6. 9; 49.37 % y 8 %, respectivamente, que hacen de este un producto sui generis que los humanos necesitamos para combatir los males de estos tiempos. Tales propiedades deben ser aprovechadas en estrategias promocionales y publicitarias que demuestren las bondades de esta planta amazónica, que es valorada desde nuestros antepasados pre e incas.

Los reportes obtenidos de trabajos realizados por un grupo de investigadores demuestran que estamos frente de una oleaginosa de gran importancia, para los países que la poseen que, en el siglo 21, ocupará un puesto privilegiado entre el grupo de oleaginosas que se explotan en América.

Plukenetia volubilis (Sacha Inchi) o maní del inca, es beneficioso para la salud, y resulta imprescindible incluirlo en las comidas ya que favorece el correcto desarrollo y funcionamiento tanto del sistema nervioso como del cerebro pues es rico en ácidos grasos esenciales, ácidos linolénico, linoleico y oleico, conocidos como omega 3, 6 y 9 respectivamente, además contiene vitaminas A, E y antioxidantes, sustancias que las semillas de "Sacha Inchi" concentran cantidades elevadas, con respecto a semillas de otras leguminosas.

La semilla de Sacha Inchi es altamente nutritiva y ha ganado atención mundial desde que su aceite ganó la medalla de oro en el "World Edible Oil Competition" en París en el año 2004 (Agroindustrias Amazónicas, 2006).

Contenido de ácidos grasos en la semilla de Sacha Inchi

La producción del Sacha Inchi se inicia a los 6.5 meses del trasplante, bteniéndose en el primer año rendimientos promedios de 0.7 a 2.0 t ha $^{-1}$. Se desarrolla en asociación y con cultivos de cobertura, alcanzando edades hasta de 10 años.

El cerdo Criollo proveniente de cruces indiscriminados de razas adaptadas en las colonias, no dependiente de insumos importados, con bajos indicadores reproductivos y productivos, en comparación con las razas exóticas, pero con mayor sostenibilidad en las condiciones tropicales, se desarrolló en la familia campesina como parte de la cultura y tradición de los pueblos de América. Sin embargo, la selección, manejo, alimentación y el proceso de los productos de la raza de cerdo Criollo requieren de procesos de innovación tecnológica enmarcado en la economía campesina de estos países (Velázquez *et al.* 2004).

Montanera: finca con crianza a campo abierto, Vázquez y Doncel (2001) enfatizan: "De todos es conocido que buena parte de la calidad que proporcionan los productos procedentes del cerdo ibérico de Montonera radican en un alimento singular, único y de elevado valor cultural para las poblaciones humanas prehistóricas de todo el Mediterráneo, Asia y América del Norte. Nos referimos a las bellotas; esos frutos que caen todos los años en otoño e invierno de nuestros encinas, alcornoques, quejigos y robles y que son una parte fundamental de las explotaciones del cerdo Ibérico en régimen de Montanera".



Foto 12. Cerdo criollo (Velázquez, 2013. Universidad Estatal de Quevedo)

El cerdo criollo que existe en el Ecuador está formado por una serie de animales producto de cruzamiento sin control de diversas razas, que se ha adaptado a las condiciones ecológicas en las que se desarrollan, siendo la mayor parte de estas explotaciones atendidas por campesinos con limitados recursos económicos, (Escobar, 2007), si bien es apreciable su paralelismo con otros cerdos criollos de origen Ibérico.

Los estudios realizados hasta la fecha sobre el cerdo criollo ecuatoriano en la producción pecuaria dejan claro que si no se encuentra un valor agregado a las carnes y grasas del mismo, por el desarrollo lógico de la porcinocultura los cerdos comerciales con un potencial genético superior, irán mestizando al cerdo criollo hasta su desaparición (Velázquez *et al.*, 2004), lo que no ha ocurrido con el cerdo ibérico al paso de los siglos, por el esquema de mejora genética, el control de la calidad de la carne y el porcentaje de grasa intramuscular y perfil de los principales ácidos grasos dado el valor agregado del sistema de crianza en la montanera en la ceba con bellota.
Investigaciones recientes realizadas con aceites omegas y vitamina E indican la importancia nutricional y terapéutica de su consumo para el control de radicales libres y una serie de enfermedades que estos originan en el organismo humano. Por sus características es competitivo con los géneros de Quercus (Encinos), los que se utilizan en la fase terminal de ceba del cerdo Ibérico.

La Amazonía ecuatoriana está necesitada de un genotipo de cerdo resistente a la alta rusticidad, por ello la utilización del Sacha Inchi en la alimentación terminal del mismo trae dos ventajas incuestionables:

1. La no utilización de balanceados importados, para la crianza del cerdo Criollo
2. Un cerdo con un valor agregado igual o superior al cerdo Ibérico, pasando sus carnes a un precio superior a los cerdos comerciales explotados en el país, por ser sus carnes funcionales.

Alimentos funcionales

En la actualidad las personas tienden a un consumo de alimentos que, a más de nutrir, también ayuden al buen funcionamiento del proceso digestivo.

Los alimentos se agrupan en 7 grupos:

1. Cereales y viandas.
2. Vegetales
3. Frutas.
4. Pescados, aves, carne, huevos y frijoles.
5. Leche, yogurt y quesos.
6. Grasa.
7. Azúcar.

Tabla 13. Clasificación de los Grupos Funcionales (Fernández, 2018)

Grupos	Función	Nutriente principal
Constructores y reparadores	Formación y reparación de nuevos tejidos, síntesis de biomoléculas.	Proteínas
Energéticos	Aporta energía para las funciones vitales y el desgaste de la actividad física.	Carbohidratos y Grasas
Reguladores	Intervienen en la regulación del organismo.	Vitaminas y Minerales

El concepto de alimentos funcionales nació en Japón, como un término de marketing que se utilizó por primera vez en la década de los 80, para describir alimentos fortificados con ingredientes capaces de producir beneficios para la salud de las personas, estos constituyen un nuevo concepto de alimentos que se desarrollaron específicamente para mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades.

Generalmente, se considera alimentos funcionales aquellos alimentos que se consumen como parte de una dieta normal y contienen componentes biológicamente activos, que ofrecen beneficios para la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades (Fernández, 2018).

Los componentes más destacables de los alimentos funcionales son: la fibra dietética, los azúcares alcoholes o azúcares de baja energía, los aminoácidos, los ácidos grasos insaturados, los fitoesteroles, las vitaminas y los minerales, los antioxidantes, las bacterias ácidas lácticas y otras sustancias excitantes o tranquilizantes.

Alimentos funcionales (en la literatura especializada se suele abreviar como AF) son aquellos alimentos que son elaborados no solo por sus características sino también para cumplir una función específica como puede ser el mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades. Para ello se les agregan componentes biológicamente activos, como minerales, vitaminas, ácidos grasos, fibra alimenticia o antioxidantes, etc. A esta operación de añadir nutrientes exógenos se le denomina también fortificación. Este tipo de alimentos es un campo emergente de la ciencia de los alimentos que se ve una posibilidad muy amplia de investigación alimentaria.

Entre los logros más mencionados en la literatura científica y en el marketing de los productos alimenticios se encuentra la mejora de las funciones gastrointestinales, el aporte de sistemas redox y antioxidante, así como la modificación del metabolismo de macronutrientes (Roberfroid, 2000).

Los sistemas alimentarios se extienden desde los productores hasta los consumidores (es decir, "desde la explotación agrícola hasta la mesa") y tienen un alcance internacional (FAO, 2002). La OMS ha adoptado una estrategia que abarca desde el productor hasta el consumidor, con el fin de identificar los puntos de la cadena de producción de alimentos en los que es más probable que se produzca o se puede evitar su contaminación, y centrar en ellos esfuerzos (OMS, 2005).

Muchas organizaciones académicas, científicas y regulatorias están considerando formas de establecer la base científica para respaldar y más adelante validar la exigencia por los componentes funcionales o de los alimentos que los contienen. La FDA (Food and Drug Administration: Administración de Alimentos y Medicamentos) regula los productos alimentarios de acuerdo con el uso para el cual fueron producidos y de acuerdo con la naturaleza de la información nutricional que figura en el empaque.

No existe una definición mundialmente acordada para catalogar este tipo de alimentos, no obstante, algunas de las agencias internacionales y organismos gubernamentales de algunos países encargados de vigilar la salud alimentaria han redactado pequeñas definiciones genéricas. Un ejemplo es el Food Information Council (FIC) que los define como aquellos alimentos que proporcionan beneficios para la salud más allá de la nutrición básica (Vázquez, 2005).

La relación entre consumo de grasa y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares ha generado que organizaciones como la ADA (American Dietetics Association, 1990) y la Organización Mundial para la Salud (WHO-FAO) (WHO, 1990), hayan modificado las recomendaciones dietéticas en la ingesta de grasa a menos del 30 % de la ingesta calórica total del colesterol en menos de 300 mg / día.

Alimento y salud

La industria alimentaria tiene ventas anuales a nivel global por cerca de 3,5 billones de dólares. En la próxima década la industria de alimentos procesados se verá enfocada a responder las demandas de los consumidores por salud, bienestar, vitalidad, y buena gastronomía, lo que define un nuevo eje de acción: el que une cerebro-boca-aparato digestivo. Esta presentación abordará el tema de cómo la emergente ciencia de los materiales alimentarios se está abocando al diseño de estructuras alimentarias que sean apetecibles, saludables y dispensen nutrientes y compuestos bio-activos de manera efectiva durante la digestión (Aguilera, 2007).

En el ámbito mundial, el grado de exigencia de los consumidores respecto de los productos alimenticios ha ido aumentando y diversificándose, en virtud del incremento de la información disponible y ante la oferta de un sinnúmero de productos. El gran énfasis se pone con frecuencia en la relación entre la salud, la forma de vida y la dieta (Olivera *et al.*, 2007).

Ingredientes funcionales

Los componentes básicos de las grasas son los ácidos grasos. Los ácidos grasos omega se encuentran dentro de los denominados como esenciales por la razón de que el propio cuerpo humano no lo produce.

Se denominan ácidos grasos esenciales a aquellas grasas que no pueden ser sintetizadas o formadas por el organismo y por lo tanto es esencial que sean suministrados por la dieta. Son fundamentales para el transporte de distintos nutrientes, participan en los sistemas de defensa o inmunidad, son precursores de hormonas y ayudan a mantener las estructuras celulares.

Existen dos familias de ácidos grasos poliinsaturados esenciales: los "omega-6 y los omega-3". Su nombre omega-6 y omega-3 deriva de la configuración química del ácido graso, en este caso, de la ubicación del doble enlace con relación al metilo terminal (CH3 terminal).

Plukenetia volubilis (Sacha Inchi) o maní del inca, es beneficioso para la salud, y resulta imprescindible incluirlo en las comidas ya que favorece el correcto desarrollo y funcionamiento tanto del sistema nervioso como del cerebro, pues es rico en ácidos grasos esenciales, como lo son los, omega 3, omega 6 y omega 9.

La materia prima oleaginosa que es la semilla de Sacha Inchi contiene altas cantidades de aceite (54 %) y relativamente alto contenido proteico (27 %) (Hamaker *et al.*, 1992), y además García, (1992) reportó los siguientes resultados con respecto a la composición química del Sacha Inchi: proteína 24.22%, humedad 5.63%, grasa 43.10%, carbohidratos 7.72% y ceniza 2.80%. Los estudios científicos actuales señalan al inca Inchi (Sacha Inchi) como la mejor oleaginosa por su composición y alta calidad nutricional: el aceite tiene alto contenido en ácidos grasos esenciales omega 3 (más del 48%) y omega 6 (36%). Su digestibilidad es muy alta (más del 96%) antioxidantes, vitamina A y alfa-tocoferol vitamina E. (Agroindustrias Amazónicas, 2009).

Dentro de sus componentes se encuentran principalmente: proteínas, aminoácidos, ácidos grasos esenciales (omegas 3, 6, y 9) y vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles) en contenidos significativamente elevados, respecto de semillas de otras oleaginosas (maní, palma, soya, maíz, colza y girasol). Investigaciones recientes realizadas con aceites omegas y vitamina E indican la importancia nutricional y terapéutica de su consumo para el control de radicales libres y una serie de enfermedades que estos originan en el organismo humano. (Manco, 2006).

Estos aceites al ser absorbidos y asimilados por el organismo favorecen el incremento y la agilización de las diferentes funciones cerebrales que se encuentran estrechamente ligadas a la memoria, la inteligencia y el razonamiento, y son tan increíbles e inigualables los beneficios del Sacha Inchi que su inclusión en la dieta alimenticia de niños, jóvenes, adultos y mujeres gestantes resulta ideal gracias a su rico contenido de vitaminas, minerales y nutrientes naturales.

Omega-3 (Ácido linolénico)

Los ácidos grasos omega-3 son ácidos grasos esenciales (el organismo no los produce internamente), poliinsaturados que se encuentran en alta proporción en los tejidos de ciertos pescados, y en algunas fuentes vegetales como las semillas del lino, la semilla de la chía, el Sacha Inchi (48 % de omega-3), los cañamones y las nueces. (Nettleton, 1991).

Se ha demostrado experimentalmente que el consumo de grandes cantidades de omega-3 aumenta considerablemente el tiempo de coagulación de la sangre, lo cual explica por qué en comunidades que consumen muchos alimentos con omega-3 (esquimales, japoneses, etc.) la incidencia de enfermedades cardiovasculares es sumamente baja (Nettleton, 1991., Uauy y Valenzuela, 1992; Penny *et al.*, 2002).

Asimismo, protege contra las enfermedades cardiovasculares y disminuye la muerte súbita provocada por trastornos malignos en el ritmo cardíaco en pacientes que han sufrido episodio coronario y accidentes cerebrovasculares. Es útil en caso de enfermedades inflamatorias y se ha planteado que reduce los síntomas de la artritis reumatoide, retrasa la aparición de la diabetes mellitus y tiene buen efecto sobre el control de la tensión arterial (Quirantes, 2011).

Las investigaciones científicas han demostrado que, en las zonas geográficas donde estos ácidos se encuentran muy presentes en la alimentación cotidiana, los niveles de arterioesclerosis y las enfermedades cardiovasculares son apenas existentes. El análisis de la alimentación de esas zonas llevó a la conclusión de que los elementos en común de esas dietas regionales, los ácidos grasos Omega 3 y 6, son los responsables de tales virtudes (Omega-3, 6 y 9).

Algunas experiencias sugieren que el consumo de omega-3 tiene efectos beneficiosos sobre el cerebro. Altas cantidades podrían disminuir los efectos de la depresión. (Stoll, 1999 y Nemets, 2002).

Omega-6 (Ácido linoleico)

Los ácidos grasos omega-6 son un tipo de ácido graso considerado esencial con amplios efectos fisiológicos positivos para la salud, como el alivio de inflamaciones relacionadas con la artritis reumatoide y el síndrome premenstrual (Nettleton, 1991). Los efectos biológicos del omega-6 son generalmente mediados por sus interacciones con los ácidos grasos omega-3.

Los estudios han demostrado que ambos ácidos (Omegas-3 y 6) no sólo hay que tomarlos en cantidades suficientes, además hay que guardar una cierta proporción entre ambos tipos (Simopoulos, 2002). Disminuyendo esta razón a al menos 5:1 ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares hasta en un 70 % (Penny *et al.*, 2002), 2 – 3/1 artritis reumatoide y cáncer colorrectal (Deckere, 1999).

Existen evidencias que sugieren que los niveles excesivos de ácidos omega-6 proporcionales a los omega-3, pueden incrementar la probabilidad de un número de enfermedades y depresión. La dieta típica de la población moderna, en particular del hemisferio occidental tiene una relación de omega-6 a omega-3 en exceso del 10:1 y a veces hasta 30:1, la proporción óptima se piensa que debe ser de 4:1 o menor. (Uauy y Valenzuela, 1992).

Omega-9 (ácido oleico)

El omega-9 no es, técnicamente, considerada un ácido graso esencial porque nuestro cuerpo sí puede producirlo a comparación con los otros dos que sí deben ser incorporados a través de los alimentos. Claro que, de cualquier modo, la cantidad que produce por lo general puede no ser suficiente. Se estima que un consumo adecuado de grasas omega 9 o grasas monoinsaturadas debiera ser alrededor de un 15% de las calorías de la dieta diaria (30 gramos para una dieta de 2000 Kcal o 6 cucharaditas de té de aceite de oliva aproximadamente) (Omega-9).

Otro dato sobre el omega-9: si tu cuerpo no recibe la cantidad suficiente de los otros dos ácidos grasos como el omega-3 y el 6, tu cuerpo puede utilizar, a modo de sustituto el omega 9.

El ácido oleico (Omega 9) es un tipo de grasa monoinsaturadas típica de los aceites vegetales como el aceite de oliva, del aguacate, etc. ejerce una acción beneficiosa en los vasos sanguíneos reduciendo el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares y hepáticas (Enciclopedia multimedia Wikipedia, 2009).

Por este motivo, también es importante buscar el consumo de alimentos que contengan omega-9 para mantener un óptimo estado de salud. Una de las fuentes principales de este lípido es el aceite de oliva, porque es rico en ácido oleico, aunque también puedes encontrarlo en el de Canola, en el maní y en las semillas de girasol.

Otras fuentes: las paltas, la mantequilla de maní, frutos secos como las nueces y otras semillas contienen también omega-9.

Este tipo de grasas monoinsaturadas desempañan un papel importante porque ayudan a establecer los nivelar de colesterol en sangre, refuerzan el sistema inmunológico y reducen la inflamación.

Proteínas

La OMS (Organización Mundial de la Salud 2009) afirma en sus estudios que el mundo desarrollado consume más del doble de los requerimientos diarios necesarios en proteínas. Mientras, el tercer mundo sufre una carencia alarmante de proteínas. Por otro lado, incluso la OMS recomienda una proporción de sólo el 25 % de proteína animal y un 75 % de proteína vegetal en nuestra dieta. La administración proteica en nuestra dieta debe ser constante.

Se considera que el valor nutritivo de las proteínas de la carne es superior al de las proteínas vegetales.

Para la nutrición humana es tan importante la calidad como la cantidad de las proteínas ingeridas. Tanto el hombre como los animales solo pueden sintetizar parte de los aminoácidos que necesitan para la construcción de sus propias proteínas, los otros (aminoácidos esenciales) tienen que ser necesariamente suministrados para la dieta. La carne presenta diferentes tipos de proteínas con diferente contenido en aminoácidos. Una marcada diferencia biológica existe entre las proteínas musculares y las proteínas del tejido conjuntivo (colágeno), dado que las últimas proteínas tienen un contenido mucho menor en aminoácidos esenciales. (Prandl *et al.*, 1994).

Fibra

Las investigaciones epidemiológicas, particularmente las realizadas a principio de los años setenta del siglo XX, han indicado la posible relación entre las enfermedades más comunes en el hemisferio occidental y la fibra en la dieta (Burkitt, 1971, Burkitt y Trowell, 1975). Las mismas están dirigidas a comprender los mecanismos por los cuales la fibra alimentaria tiene un particular efecto beneficioso en la salud humana y en la prevención de ciertas enfermedades convirtiéndose hoy en día, en un componente en la dieta (Schweizer y Wursch, 1991).

La fibra ejerce un papel fundamental en la salud de las personas porque mejora la asimilación de alimentos, regula las funciones intestinales y previene de dolencias graves, esencialmente enfermedades digestivas o intestinales como el cáncer de colon, en ocasiones debidas a deficiencias nutricionales, dietas pobres en fibras y ricas en grasas animales.

Las fibras vegetales no pueden estar ni en exceso ni en falta en el organismo humano, ya que es perjudicial, para mantener el buen estado de salud.

Numerosos trabajos muestran la importancia de la fibra alimentaria como un agente protector en enfermedades tales como: diabetes, cáncer de colon, enfermedades cardiovasculares, diverticulitis, hipercolesterolemia, entre otras (Lairan *et al.*, 2005).

El concepto de fibra alimentaria puede tener diversas definiciones dependiendo de quien la estudie, pero, la mayoría de los autores la han definido, en función de sus efectos en el tracto gastrointestinal humana y no en algo netamente químico o físico o bien, basándose en las metodologías analíticas para su determinación (García *et al.*, 2008).

La fibra dietética o alimentaria, según su composición, se puede clasificar en tres grandes grupos (Alimentación – fibra dietética, 2009):

1. Fibra verdadera o vegetal: Está integrada por los componentes de la pared celular de las plantas, como son celulosa, la hemicelulosa y la lignina.
2. Fibra dietética total: Incluye a la totalidad de todos los compuestos, fibrosos o no, que no son digeribles por las enzimas del intestino humano.
3. Fibra bruta o cruda: Es el residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento en caliente con ácidos y bases fuertes. Constituye el 20 – 50 % de fibra dietética total. Es un concepto más químico que biológico.

Esta clasificación sólo tiene una importancia práctica a la hora de elaborar una dieta, cuando es necesario calcular una cantidad precisa de fibra; sin embargo, cuando citamos la fibra nos referimos siempre a la fibra dietética. Es importante diferenciar estos conceptos, ya que los contenidos de fibra de los alimentos habituales varían sustancialmente al referirnos a un tipo u otro.

Tabla 14. Fibra cruda y fribra dietética

Alimentos	**Fibra cruda (g/100g)**	**Fibra dietética (g/100g)**
Harina integral (trigo)	2	10
Plátano	0.6	2.8 (maduro)
Naranja	0.5	1.1

Propiedades de los componentes de la fibra:

Celulosa: Las propiedades más importantes que tiene la celulosa son:

- ✓ Retener agua en las heces (100 gr pueden fijar 40 cc de agua).
- ✓ Aumentar el volumen y el peso de las heces.
- ✓ Favorecer el peristaltismo del colon.
- ✓ Disminuir el tiempo de tránsito colónico.
- ✓ Aumentar el número de deposiciones intestinales.
- ✓ Reducir la presión intraluminal.
- ✓ No interviene en la absorción de metales divalentes, colesterol y ácidos biliares.

Hemicelulosa: Las propiedades que se destacan son:

- ✓ Aumenta el volumen y el peso de las heces.
- ✓ Reduce la elevada presión intraluminal del colon.
- ✓ Aumenta la excreción de ácidos biliares.

Pectinas: Actúan de la siguiente manera:

- ✓ Absorben el agua.
- ✓ Retrasan el vaciamiento gástrico.
- ✓ Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon.
- ✓ Fijan los ácidos biliares y aumentan su excreción.
- ✓ Reducen la concentración plasmática de colesterol.
- ✓ Mejoran la tolerancia de los diabéticos a la glucosa. Gomas: Sus propiedades son similares a las que poseen las pectinas:
- ✓ Retrasan el tiempo de vaciado gástrico.
- ✓ Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon.
- ✓ Reducen la concentración plasmática de colesterol.
- ✓ Mejoran la tolerancia de los diabéticos a la glucosa.

Mucílagos: Los efectos que ocasionan son:

- ✓ Disminución del tiempo de vaciado gástrico.
- ✓ Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon.
- ✓ Fijan los ácidos biliares.

Lignina. Sus propiedades son específicas porque:

- ✓ Reduce el grado de digestión de la fibra.
- ✓ Inhibe el crecimiento de colonias bacterianas intestinales.
- ✓ Por su efecto hidrofóbico, tiene una acción muy potente en la adsorción de ácidos biliares.
- ✓ Protege a la mucosa colónica frente a agentes cancerígenos.

Tabla 8. Beneficios de la fibra dietéfica en el organismo

Fibra dietética	Beneficios
Lignina	Ninguna
Celulosa y hemicelulosa	Estreñimiento
Mucílagos, gomas y pectinas	Absorción lenta de nutrientes y correcta funcionabilidad de las bacterias del colon.

Metodología para revalorizar un alimento, para convertirlo en funcional

Algunos alimentos funcionales se han diseñado para cubrir ciertos aspectos como:

Funciones gastrointestinales: estas funciones incluyen aquellas que están asociadas a la microflora bacteriana en el colon, mediar en la actividad endócrina del tracto gastrointestinal, actuar sobre la actividad inmune del tracto, control de la biodisponibilidad (sobre todo los minerales), control del tiempo del tránsito.

Sistema redox y antioxidante: Estos sistemas requieren un insumo balanceado de antioxidantes y pro-vitaminas, así como de componentes alimenticios tales como los polifenoles y otros antioxidantes naturales de origen vegetal.

Las actividades redox y la protección antioxidante son muy importantes para las células y tejidos y su desequilibrio se asocia con la aparición de diversas enfermedades. A pesar de estas hipótesis fundadas existen todavía problemas en la comunidad científica a la hora de demostrar los efectos beneficiosos de los antioxidantes en los alimentos funcionales.

- ✓ Metabolismo de macronutrientes: Este objetivo es específico del metabolismo de carbohidratos, metabolismo de aminoácidos, y ácidos grasos.
- ✓ Ayudas al feto: El alimento de la madre y del feto son objetivos en algunos alimentos funcionales, un ejemplo es el ácido fólico.
- ✓ Metabolismo xenobióticos: y su modulación mediante componentes no nutritivos, tal y como algunos fitoquímicos.
- ✓ Modificar el humor y la capacidad psicológica.

Algunos ejemplos:

El huevo enriquecido con ácidos grasos esenciales como omega-3, ayudan a reducir el riesgo de afecciones cardiacas. (Diplock, 1998)

Características y agrotecnia del Sacha Inchi

Tabla 15. Clasificación (Sacha Inchi) (Arévalo, 1995)

Orden	**Euphrorbiales**
Familia	Euphorbiaceae
Género	Plukenetia
Especie	Volubilis Linneo

La semilla de Sacha Inchi es altamente nutritiva (foto 11, en la mano del joven) y ha ganado atención mundial desde que su aceite ganó la semilla de oro en "Word Edible Oil Competition" en París en el año 2004 (Agroindustrias Amazónica, 2006).



Foto 13. Plantación de Sacha Inchi (Nombre científica: Plukenetia volubilis Linneo)

Universidad Estatal Amazónica (2014 - 2016). Planta trepadora, semi – leñosa. Hojas alternas, color verde oscuro, oval elíptico, el ápice puntiagudo.



Foto 14. Fruto del Sacha Inchi (bellota)

Con 4 lóbulos aristados (tetra lóbulos) en los que encontramos 4 semillas y 5 (quinta lóbulos) se encuentran 5 semillas, se pueden encontrar hasta 7 (septo lóbulos). Se elimina la primera cáscara (vaina), se obtendrá un 47 % de cáscara y 53% de semillas aun con tegumento.



Foto 15. Primera vaina o bellota (Velázquez, 2009)



Foto 16. Cuando se elimina la primera vaina o bellota

Se extraen las semillas. Cada semilla tiene una cascara (capsula) de color marrón oscuro, abultada en el centro y aplastada en el borde (Foto 17, en la mano del joven) y dentro la almendra del Sacha Inchi con un peso del 50 % respectivamente (Velázquez, 2009).



Foto 17. Almendras tostadas y molidas de Sacha Inchi

Se observa las almendras tostadas y molidas de Sacha Inchi para incluir en la dieta (Velázquez, 2009).

El análisis químico de la almendra descascarada y tostada (Tabla 17) presenta 2.6% de humedad; materia seca 97.4%; proteína bruta 28.5%; grasa cruda 52.6%; fibra bruta 1.0%; cenizas 2.8%; carbohidratos 12.4% y 634.4 Kcal por cada 100 g (Baldeón *et al.*, 2015).

Tabla 16. Caracterización química del Sacha Inchi amazónico ecuatoriano (Análisis de la almendra descascarada y tostada) (Baldeón *et al.*, 2015).

Componentes	Unidad	Resultado
Humedad	%	2.6
Materia seca	%	97.4
Proteína	%	28.5
Grasa Cruda	%	52.63
Fibra cruda	%	1.02
Cenizas	%	2.8
Carbohidratos	%	12.44
Calorías	kcal/100 g	637.4

Producción de Sacha Inchi



Foto 18. Viveros sembrados en bolsas, el Sachai Inchi

Se propaga comúnmente por semilla botánica, sembrada en viveros o en el campo, se siembra 2 semillas por bolsa o por hoyo y luego se elimina la planta más débil y dejándose la más vigorosa. Se debe de proporcionar sombra cuando la planta es pequeña, en el vivero o con el propio tutor en el campo de siembra. Días de germinación 11 a 14 (Velázquez, 2014).

Tutoraje

El Sacha Inchi es una enredadera, requiere soporte o espaldera, instalados en tutore vivos o con tutores muertos y 3 filas de alambres. Los tutores muertos son postes de 2.50 m, se entierran 50 cm y se deja una altura de 2m; los tutores vivos son árboles de rápido crecimiento (ejemplo: Erythrina, Fotos 19 y 20), que proyectan poca sombra al Sacha Inchi, con valor maderable o medicinal, su madera puede cosecharse a partir de los 5 años.



Foto 19. Enredadera de Saha Inchi en tutores muerto (Cercado) (Velázquez, 2009)



Foto 20. Combinación de tutores vivos y muertos para el desarrollo del Sacha inchi

En la parte superior se utiliza una línea de alambre de tipo liso galvanizado o de púas, las distancias de los tutores vivos 2.5 a 3.0 m, los postes muertos se refuerzan, observe la foto (Velázquez, 2013).



Foto 21. Cerca convencional de 4 pelos

Distancia entre postes 2.5 a 3.0 m, líneas de alambre de púas de 4 pelos, postes de concretos, se siembra del Sacha Inchi a 20 cm del poste, aquí se formará los que se observa en la foto (Velázquez, 2015).

Tutores vivos: Trabajos experimentales indican que usar tutores de Amasica (Erythrina ssp) es lo más adecuado, por ser una leguminosa de rápido crecimiento. Teniendo en cuenta el crecimiento agresivo del Sacha Inchi, es recomendable usar como tutores, ramas maduras de 1.5 de largo y 5 ó 10 cm de grosor, para evitar que el Sacha Inchi lo pueda ahorcar y tumbar, si este es de menor diámetro. Los tutores deben enterrarse hasta 30 cm de profundidad.



Foto 22. Siembra de tutores vivos de Erythrina

Distancias óptimas de siembra 3 m entre plantas y 3 metros entre hileras., teniendo una densidad de 1111 plastas/h. Se puede reducir a 2.5 m entre hileras y 2 m entre plantas, no necesita labranza (mecanizada) (2000 plastas/h). La acción de humos y compostajes es más rica en sustancias biológicas activas desde el vivero y la siembra (Velázquez, 2015).



Foto 23. Siembra del Sancha Inchi

El Sacha Inchi no puede desarrollarse en suelos muy amarillos, secarrones, pantanales o con bastante escajadillo. Crece en pastizales viejos o abandonados, puede sembrarse entre frutales, cafetales, maizales y algodoneros (Nivia, 2006) y en las áreas de cultivos, (Velázquez, 2016).



Foto 24. Plantación en la provincia de Pastaza anteriormente CIPCA

Hoy CEIPA (Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica), crece entre 80 m.s.n.m a 1700 m.s.n.m, se encuentra desde Bolivia hasta la América Central (Velázquez, 2016).

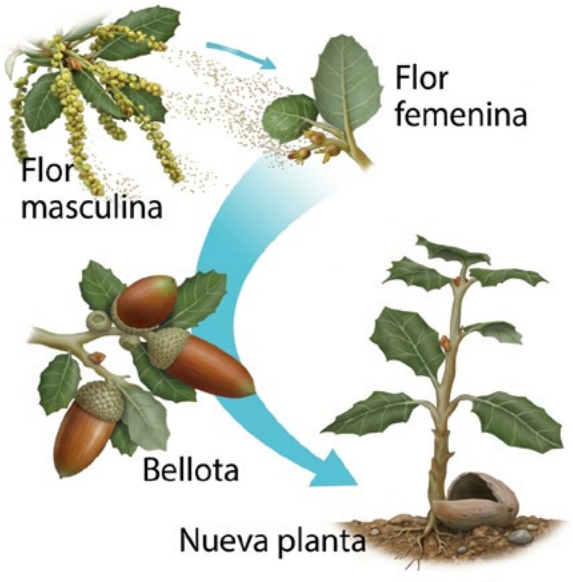


Foto 25. Bellota española de Sacha Inchi

Igual que la Bellota española representada en la foto, el Sacha Inchi, presenta igualmente dos tipos de flores las masculinas las cuales son pequeñas, blanquecinas, dispuestas en racimos y las femeninas se observan en la base del racimo y situadas lateralmente presentando de una a dos flores.

En América del Sur se presenta en la Amazonía una planta conocida vulgarmente como Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis Linneo*), es clasificada dentro de los alimentos funcionales. Esta planta nativa del Perú que produce una bellota muy rica en Omegas 3, 6 y 9, crece y se comporta muy bien a las diversas temperaturas que caracteriza a la Amazonía, por ser una planta de rápido crecimiento y producción permanente por 5 años de vida útil, pudiendo mantenerse la plantación hasta 10 años, requiere de disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido, siendo mejor si las lluvias se distribuyen en forma uniforme durante los 12 meses, esta planta es precoz, su primera cosecha a los 6 meses u 8 meses. La producción del Sacha Inchi se inicia a los 6.5 meses del trasplante, obteniéndose en el primer año rendimientos promedios de 0.7 a 2.0 t ha – 1. Se desarrolla en asociación y con cultivos de cobertura, alcanzando edades hasta de 10 años. Se encuentra también en la provincia Pastaza en la Amazonía ecuatoriana, además en la costa y sierra de Ecuador.

Conclusión

El uso del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la alimentación de cerdos criollos representa una alternativa sostenible y nutritiva dentro de los sistemas de producción porcina, especialmente en regiones tropicales como la Amazonía. Su alto contenido de proteínas de buena calidad, ácidos grasos esenciales (especialmente omega-3 y omega-6), y minerales lo convierte en un suplemento valioso que puede mejorar el estado nutricional y el desempeño productivo de los animales. Además, al tratarse de un recurso local y renovable, su inclusión en la dieta contribuye a reducir la dependencia de insumos externos, disminuir costos y promover prácticas agroecológicas. No obstante, es fundamental considerar factores como el correcto procesamiento del Sacha Inchi (para eliminar anti nutrientes o compuestos tóxicos presentes en la semilla cruda) y establecer niveles óptimos de inclusión en la ración, a fin de maximizar sus beneficios sin afectar la salud o el crecimiento de los cerdos.

En conclusión, el Sacha Inchi puede ser una herramienta eficaz para mejorar la alimentación de cerdos criollos, siempre que se utilice de forma adecuada y respaldada por conocimientos técnicos.

Capítulo 6

El Cerdo Criollo ecuatoriano en el contexto iberoamericano: Análisis comparativo de origen, diversidad genética, adaptación y valor productivo

Julio César Vargas Burgos, Néstor Vicente Acosta Lozano, Verónica Cristina Andrade Yucailla, Orlando Roberto Quinteros Pozo, Edilberto Chacón Marcheco, Francisco Jesús Velázquez Rodríguez



Foto 26. El Cerdo Criollo Ecuatoriano en el contexto iberoroamericano

Introducción

El cerdo criollo representa uno de los recursos zoogenéticos más emblemáticos de América Latina, resultado de la introducción de cerdos ibéricos durante la colonización española en el siglo XVI y su posterior adaptación a los diversos ecosistemas del continente (Barba *et al.*, 2014). En Ecuador, el cerdo criollo ha evolucionado bajo condiciones ambientales y culturales únicas, desarrollando rasgos distintivos que lo diferencian de otras poblaciones criollas en la región.

Su estudio comparativo con razas homólogas en países como México, Cuba, Argentina, Colombia y Perú permite comprender no solo su historia evolutiva, sino también su potencial para la conservación, el mejoramiento genético y la generación de valor agregado en sistemas agroecológicos (Estupiñán-Véliz *et al.*, 2020).

Este capítulo tiene como objetivo analizar de manera integral las similitudes y diferencias entre el cerdo criollo ecuatoriano y sus contrapartes latinoamericanas, abordando cuatro ejes fundamentales: (1) orígenes históricos y rutas de dispersión, (2) diversidad genética y estructura poblacional, (3) características fenotípicas y adaptativas, y (4) valor productivo y estrategias de conservación. Para ello, se integran evidencias moleculares, zoométricas, etnozootécnicas y socioeconómicas publicadas entre 2013 y 2024 en fuentes científicas indexadas y verificables.

Orígenes históricos y rutas de dispersión del cerdo criollo en América Latina

La introducción del cerdo doméstico (*Sus scrofa doméstica*) en América se atribuye a los primeros viajes coloniales españoles. En 1493, Cristóbal Colón llevó cerdos ibéricos a la isla La Española, y posteriormente, Hernán Cortés los introdujo en México en 1519 (Rodero *et al.*, 1992). Desde allí, los cerdos se dispersaron rápidamente por todo el continente, tanto por vía terrestre como marítima, adaptándose a una amplia gama de ambientes, desde los Andes hasta la Amazonía y las llanuras costeras (Benítez y Sánchez, 2001).

En Ecuador, los primeros cerdos llegaron probablemente a través del puerto de Guayaquil en la primera mitad del siglo XVI, provenientes de España o de colonias intermedias como Panamá o Perú (Vargas *et al.*, 2023). Las razas ibéricas que sirvieron como fundadoras —principalmente la Negra Lampiña y la Negra Entrepelada— poseían una alta rusticidad, omnivorismo y capacidad reproductiva, lo que facilitó su supervivencia en condiciones adversas (Delgado *et al.*, 2019).

A diferencia de otros países, en Ecuador no hubo una fuerte influencia de razas asiáticas, como sí ocurrió en Brasil o en el Caribe, donde el Galeón de Manila introdujo cerdos de origen chino y vietnamita durante los siglos XVII y XVIII (Ramírez *et al.*, 2009). Esta diferencia histórica se refleja en la composición genética actual del cerdo criollo ecuatoriano, que muestra una mayor proximidad con las razas ibéricas peninsulares que con las poblaciones latinoamericanas con aporte asiático (Vargas *et al.*, 2023).

Diversidad genética y estructura poblacional: evidencia molecular

Los estudios basados en marcadores microsatélites han permitido caracterizar la diversidad genética del cerdo criollo en toda Iberoamérica. En general, las poblaciones criollas exhiben una alta heterocigosidad y un número medio de alelos superior al de las razas comerciales, lo que refleja su manejo al azar y la ausencia de selección intensiva (Martínez *et al.*, 2020).

En Ecuador, un estudio reciente con 25 microsatélites en 15 individuos de las provincias de Los Ríos, Cotopaxi y Pichincha reportó una heterocigosidad observada (Ho) de 0.601 y un número medio de alelos (MNA) de 6.2 (Vargas *et al.*, 2023). Estos valores son superiores a los del cerdo criollo cubano (Ho = 0.201; MNA = 3.44) y comparables con los del Pelón Yucateco en México (Ho = 0.58; MNA = 6.7) (Meléndez *et al.*, 2021; Sierra-Vásquez *et al.*, 2016).

El análisis de distancias genéticas mediante el método de Mahalanobis ha demostrado que las poblaciones ecuatorianas forman un clúster diferenciado del grupo ibérico, pero con estrecha relación filogenética con los cerdos criollos de Cuba, El Salvador y Argentina (Estupiñán-Véliz *et al.*, 2020).

No obstante, el cerdo criollo ecuatoriano presenta una falta de estructura poblacional interna, lo que sugiere un alto flujo génico entre regiones o una historia demográfica reciente de expansión (Vargas *et al.*, 2023).

En contraste, en Colombia, el cerdo criollo costero muestra una estructura genética subdividida, con diferenciación entre poblaciones del Caribe y la Amazonía, atribuida al aislamiento geográfico y a prácticas de manejo locales (Barrera *et al.*, 2007). Este patrón no se observa en Ecuador, posiblemente debido a la menor extensión territorial y a la movilidad de los pequeños productores.

Características fenotípicas y adaptativas

La biometría comparativa revela diferencias significativas en el formato corporal entre las poblaciones criollas. En Ecuador, el cerdo criollo presenta un tamaño pequeño a mediano, con una alzada a la cruz (ACR) promedio de 64.5 cm en hembras adultas, mientras que, en Uruguay, el Pampa Rocha alcanza los 72.3 cm, y en Argentina, el criollo costero supera los 75 cm (Castro *et al.*, 2012; Carpinetti *et al.*, 2016).

Uno de los rasgos distintivos del cerdo ecuatoriano es su cabeza braquicéfala (índice cefálico > 50), en contraste con las razas ibéricas y el cerdo criollo cubano, que son dolicocéfalos (< 50) (Estupiñán-Véliz *et al.*, 2020). Este rasgo podría indicar una influencia genética residual de linajes asiáticos, aunque los estudios moleculares no han confirmado esta hipótesis (Vargas *et al.*, 2023).

En cuanto a la adaptación, el cerdo criollo ecuatoriano destaca por su resistencia a enfermedades endémicas, su capacidad para aprovechar subproductos agrícolas (plátano, yuca, maíz) y su tolerancia al calor húmedo de la costa y la sierra baja (González, 2019). En la Amazonía, donde las condiciones son más extremas, los cerdos criollos muestran una mayor longevidad reproductiva y menor tasa de mortalidad neonatal que las razas exóticas (Sánchez, 2021).

Comparativamente, en México, el Pelón Yucateco ha desarrollado una piel gruesa y ausencia de pelo como adaptación al calor extremo de la península de Yucatán (Sierra-Vásquez *et al.*, 2016). En Perú, el cerdo criollo andino exhibe una mayor eficiencia en la conversión de forrajes fibrosos, gracias a un microbiota intestinal especializada (Céspedes *et al.*, 2016). Estas adaptaciones locales subrayan la importancia de conservar cada población como un recurso único.

Valor productivo y estrategias de conservación

El valor productivo del cerdo criollo no radica en su rendimiento industrial, sino en su multifuncionalidad en sistemas campesinos. En Ecuador, el 60% de las familias rurales cría cerdos criollos como fuente de proteína, ingresos complementarios y capital de emergencia (INEC, 2021).

Este patrón se replica en toda América Latina, aunque con variaciones culturales: en Cuba, el cerdo criollo es central en las fiestas patronales; en Colombia, se utiliza en rituales indígenas; y en México, su carne es ingrediente clave en platillos tradicionales como la "cochinita pibil" (Barba *et al.*, 2014).

Recientemente, se han desarrollado estrategias para agregar valor a la carne de cerdo criollo mediante alimentación funcional. En Ecuador, la suplementación con Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) ha permitido enriquecer la carne con ácidos grasos omega-3, logrando una relación omega-6/omega-3 inferior a 3:1, muy por debajo del estándar occidental (>15:1) (Velázquez-Rodríguez *et al.*, 2023).

En España, una estrategia análoga se aplica con la bellota en el cerdo ibérico, pero en América Latina, los recursos locales como el Sacha Inchi, la chaya o el camote ofrecen alternativas sostenibles y culturalmente pertinentes (López, 2023).

En términos de conservación, los enfoques varían significativamente. En Uruguay, el Pampa Rocha cuenta con un programa nacional de conservación *ex situ* e *in situ* respaldado por el gobierno (Castro *et al.*, 2012). En Cuba, existe un banco de germoplasma activo y líneas puras certificadas (Martínez *et al.*, 2005).

En Ecuador, en cambio, la conservación depende casi exclusivamente de iniciativas comunitarias y universitarias, como el criadero ancestral de La Zanja en Loja o el grupo de investigación de la Universidad Estatal Amazónica (Vargas *et al.*, 2023).

La falta de políticas públicas nacionales para la conservación del cerdo criollo ecuatoriano representa un riesgo crítico, especialmente ante la creciente presión de razas comerciales y la hibridación no controlada (FAO, 2023).

Sin embargo, la creciente demanda de alimentos sostenibles y con identidad territorial abre oportunidades para certificaciones de origen, sellos de agroecología y mercados diferenciados que podrían financiar su conservación a largo plazo (Sánchez y Ramírez, 2022).

Análisis comparativo integrado

La Tabla 17 resume las principales diferencias entre el cerdo criollo ecuatoriano y otras poblaciones latinoamericanas.

Tabla 17. Comparación de características clave del cerdo criollo en América Latina

Ecuador	Pequeño-mediano	Braquicéfalo (>50)	0.601	6.2	Aprovechamiento de subproductos	Iniciativas comunitarias
México (Pelón)	Pequeño	Braquicéfalo	0.58	6.7	Piel gruesa, sin pelo	Programas estatales limitados
Cuba	Mediano	Dolicocéfalo (<50)	0.201	3.4	Resistencia a humedad	Banco de germoplasma nacional
Colombia	Mediano-grande	Variable	0.45	5.1	Tolerancia a parásitos	Proyectos regionales
Argentina	Grande	Dolicocéfalo	0.52	5.8	Eficiencia forrajera	Conservación in situ
Perú	Mediano	Braquicéfalo	0.49	5.3	Adaptación andina	Estudios universitarios

Fuente: elaboración propia con base en Estupiñán-Véliz *et al.*, (2020); Martínez *et al.*, (2020) y Vargas *et al.*, (2023).

Este análisis confirma que, si bien todas las poblaciones comparten un origen común, han seguido trayectorias evolutivas independientes, moldeadas por factores ecológicos, culturales y económicos locales.

Conclusiones

El cerdo criollo ecuatoriano constituye un recurso genético único dentro del contexto iberoamericano. Su alta diversidad genética, rasgos fenotípicos distintivos y adaptación a sistemas de producción campesinos lo posicionan como un pilar para la sostenibilidad rural en Ecuador. Comparado con otras poblaciones latinoamericanas, se destaca por su heterocigosidad superior, su formato corporal compacto y su integración en cadenas de valor basadas en biodiversidad local, como el Sacha Inchi.

No obstante, su conservación enfrenta desafíos críticos derivados de la falta de políticas públicas, la competencia con razas comerciales y la pérdida de conocimientos tradicionales. Para garantizar su viabilidad futura, se requiere un enfoque integrado que combine:

- La documentación científica de sus características genéticas y productivas.
- El fortalecimiento de criaderos comunitarios y bancos de germoplasma.
- La promoción de productos diferenciados con valor agregado.
- La articulación entre universidades, productores y el Estado.

Solo así se podrá preservar no solo una raza porcina, sino un componente esencial de la identidad cultural, la soberanía alimentaria y la resiliencia climática del Ecuador rural.

Capítulo 7

Conservación del Cerdo Criollo ecuatoriano desde los sistemas campesinos: Metodologías participativas, técnicas de manejo y recomendaciones para su sostenibilidad

Julio César Vargas Burgos, Néstor Vicente Acosta Lozano, Verónica Cristina Andrade Yucailla, Orlando Roberto Quinteros Pozo, Edilberto Chacón Marcheco, Francisco Jesús Velázquez Rodríguez



Foto 27. Conservación del Cerdo Criollo ecuatoriano

Introducción

El cerdo criollo ecuatoriano (*Sus scrofa doméstica*) constituye un recurso zoogenético de alto valor biocultural, profundamente arraigado en los sistemas agropecuarios familiares del país. Su cría se realiza predominantemente en condiciones extensivas o semiextensivas, con bajos insumos tecnológicos y una estrecha vinculación con los saberes ancestrales rurales (Estupiñán-Véliz *et al.*, 2020). Sin embargo, este recurso enfrenta una creciente presión por la introducción de razas comerciales de capa blanca, la hibridación no controlada y la pérdida de conocimientos tradicionales, lo que pone en riesgo su pureza genética y su viabilidad a largo plazo (Vargas *et al.*, 2023).

La conservación *in situ*; es decir, dentro de los sistemas productivos donde evolucionó representa la estrategia más efectiva para preservar no solo la diversidad genética del cerdo criollo, sino también su función socioeconómica y cultural en las comunidades rurales (FAO, 2023). En este contexto, los pequeños productores campesinos no son meros beneficiarios, sino actores centrales y cogestoras del proceso de conservación. Su conocimiento empírico, adaptado a microclimas locales y recursos disponibles, constituye un pilar fundamental para el diseño de estrategias sostenibles (Sánchez, 2021).

Este capítulo tiene como objetivo proponer un enfoque integral para la conservación del cerdo criollo ecuatoriano, basado en la participación de los campesinos. Se abordan tres dimensiones clave: (1) metodologías participativas para la documentación y valoración del conocimiento local, (2) técnicas de manejo recomendadas para fortalecer la pureza genética y la productividad, y (3) recomendaciones políticas y organizativas para escalar estas iniciativas a nivel nacional. Para ello, se integran evidencias científicas publicadas entre 2013 y 2024 en fuentes indexadas y verificables.

El rol del campesino como conservador del patrimonio genético

Los pequeños productores rurales han sido históricamente los guardianes de la biodiversidad animal en América Latina. En Ecuador, el cerdo criollo se mantiene en más del 60% de las fincas campesinas de la Costa y la Sierra sur, donde cumple funciones multifuncionales: fuente de proteína, capital de emergencia, medio de trueque y elemento ritual en festividades comunitarias (Pérez, 2023).

Este manejo tradicional, aunque informal, ha permitido mantener una alta diversidad genética en las poblaciones locales. Estudios moleculares reportan una heterocigosidad observada (Ho) de 0.601 y un número medio de alelos (MNA) de 6.2, valores superiores a los de muchas razas comerciales y comparables con otras poblaciones criollas iberoamericanas (Vargas *et al.*, 2023). Esta diversidad no es producto del azar, sino de prácticas deliberadas de los campesinos, como el intercambio de reproductores entre fincas, la selección fenotípica basada en la rusticidad y la resistencia a enfermedades, y la alimentación con recursos locales (González, 2019).

Reconocer al campesino como conservador activo implica un cambio de paradigma: ya no se le ve como un receptor pasivo de tecnologías externas, sino como un codesarrollador de estrategias de conservación adaptadas a su contexto (Gutiérrez-Montes *et al.*, 2019). Este enfoque se alinea con los principios de la agroecología y la soberanía alimentaria, que priorizan el conocimiento local y la autonomía de las comunidades (FAO, 2023).

Metodologías participativas para la documentación del conocimiento local

La primera etapa en cualquier estrategia de conservación campesina es la documentación sistemática del conocimiento tradicional. Para ello, se recomienda el uso de metodologías cualitativas y participativas que respeten la cosmovisión de las comunidades. Entre las más efectivas se encuentran:

Entrevistas etnográficas semiestructuradas

Estas entrevistas permiten explorar en profundidad las prácticas de manejo, criterios de selección, percepciones sobre la raza y amenazas percibidas. Se aplican a líderes comunitarios, criadores experimentados y mujeres rurales (quienes suelen ser las principales responsables del cuidado diario de los animales). Las preguntas se diseñan en colaboración con facilitadores locales para garantizar la pertinencia cultural (Sánchez, 2021).

Talleres comunitarios de mapeo participativo

En estos talleres, los campesinos dibujan mapas de sus fincas, identificando zonas de pastoreo, fuentes de agua, áreas de cría y rutas de intercambio de animales. Esto permite visualizar la dinámica poblacional del cerdo criollo a nivel comunitario y detectar posibles focos de hibridación (Ramírez, 2022).

Diarios de campo cogestionados

Los productores registran diariamente eventos clave: nacimientos, mortalidad, enfermedades, tipo de alimentación y comportamiento reproductivo. Estos registros, aunque simples, generan datos valiosos para la caracterización fenotípica y la evaluación de la adaptación local (Castillo, 2020).

Foto voz y narrativas orales

Técnicas como la foto voz donde los campesinos toman fotos de sus cerdos y narran su historia permiten capturar dimensiones simbólicas y afectivas que los métodos cuantitativos no alcanzan. Estas narrativas son fundamentales para construir una identidad colectiva en torno al cerdo criollo (Pérez, 2023).

Todas estas metodologías deben ser implementadas con el consentimiento informado de las comunidades y con un enfoque de devolución de resultados, es decir, compartiendo los hallazgos en formatos accesibles (cartillas, reuniones comunitarias) para fortalecer su empoderamiento (Gutiérrez-Montes *et al.*, 2019).

Técnicas de manejo recomendadas para la conservación in situ

Una vez documentado el conocimiento local, se pueden proponer mejoras técnicas que complementen las prácticas tradicionales sin imponer modelos externos. Las siguientes técnicas han demostrado ser efectivas en contextos ecuatorianos:

Formación de núcleos de conservación comunitaria

Se identifican fincas con cerdos de fenotipo puro (pelaje negro, orejas caídas, cuerpo compacto) y se establecen núcleos de conservación donde se prohíbe la introducción de razas exóticas. Cada núcleo debe contar con al menos 10 hembras y 2 machos no emparentados, para minimizar la endogamia (FAO, 2023).

Registro genealógico comunitario

Aunque no se requiere un libro genealógico formal, se recomienda llevar un registro simple en cada finca, anotando el nombre del cerdo, fecha de nacimiento, progenitores y características fenotípicas. Esto permite rastrear la pureza genética y planificar apareamientos estratégicos (Vargas *et al.*, 2023).

Alimentación funcional con recursos locales

La dieta tradicional basada en plátano, yuca, maíz, forrajes y residuos domésticos debe mantenerse, pero puede enriquecerse con ingredientes funcionales como el Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), que mejora el perfil lipídico de la carne y genera valor agregado (Velázquez-Rodríguez *et al.*, 2023). Se desaconseja el uso de concentrados industriales, que no solo aumentan los costos, sino que alteran la fisiología digestiva del cerdo criollo (González, 2019).

Manejo sanitario preventivo

Las comunidades deben ser capacitadas en prácticas preventivas como la desparasitación periódica, la vacunación contra enfermedades endémicas (peste porcina clásica, cólera) y la higiene de corrales. Se recomienda combinar medicina veterinaria convencional con plantas medicinales locales (por ejemplo, ajo, neem), validadas científicamente (Ramírez, 2022).

Rotación de machos y redes de intercambio

Para evitar la consanguinidad, se promueve la rotación comunitaria de machos cada 2–3 años. Esto se puede organizar mediante acuerdos formales entre comunidades vecinas o a través de ferias de intercambio de reproductores, eventos que también fortalecen la identidad cultural (Castillo, 2020).

Recomendaciones para la sostenibilidad a largo plazo

La conservación del cerdo criollo no puede depender únicamente de la buena voluntad de los campesinos. Se requieren políticas públicas y mecanismos de apoyo que garanticen su viabilidad económica y social.

Certificación de productos con atributos diferenciales

Se propone desarrollar sellos de certificación como "Carne de Cerdo Criollo Ecuatoriano" o "Alimento Agroecológico con Sacha Inchi", que permitan acceder a mercados premium en ciudades como Quito, Guayaquil o Cuenca. Estos sellos deben ser gestionados por cooperativas campesinas, no por empresas externas (Sánchez y Ramírez, 2022).

Inclusión en políticas nacionales de conservación

El cerdo criollo debe incluirse formalmente en el Plan Nacional de Conservación de Recursos Genéticos Animales del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Esto permitiría acceder a fondos para la formación de bancos de germoplasma, la capacitación técnica y la investigación aplicada (MAG, 2022).

Fortalecimiento de capacidades técnicas

Las universidades públicas (UTEQ, ESPOL, UEA) deben establecer programas de extensión rural que vinculen estudiantes de zootecnia con comunidades campesinas. Estos programas no solo transfieren conocimiento, sino que generan datos para la investigación (Vargas *et al.*, 2023).

Creación de fondos comunitarios de conservación

Se recomienda la creación de fondos rotativos financiados por ventas de carne, donaciones o cooperación internacional, que permitan a las comunidades invertir en infraestructura (corrales mejorados, bebederos) y en la adquisición de reproductores puros (FAO, 2023).

Educación intergeneracional

Finalmente, es crucial involucrar a los jóvenes rurales mediante talleres escolares, ferias agropecuarias y redes sociales. Solo así se garantizará la transmisión del conocimiento y el orgullo por la raza criolla (Pérez, 2023).

Conclusiones

La conservación del cerdo criollo ecuatoriano es inseparable de la sostenibilidad de los sistemas campesinos. Los pequeños productores no son un obstáculo para la modernización, sino los verdaderos aliados en la preservación de la biodiversidad y la identidad rural del país.

Las metodologías participativas, las técnicas de manejo adaptadas y las políticas públicas inclusivas constituyen un triángulo virtuoso que puede garantizar la viabilidad de esta raza autóctona a largo plazo.

El éxito de estas estrategias dependerá de la capacidad de articular ciencia, tradición y mercado, reconociendo al campesino no como un beneficiario, sino como un sujeto de derechos y conocimientos. Solo así el cerdo criollo ecuatoriano podrá seguir siendo un símbolo de resistencia, adaptación y soberanía alimentaria en el siglo XXI.

Capítulo 8

El Cerdo Criollo Ecuatoriano como pilar de la seguridad alimentaria, la resiliencia socioecológica y el desarrollo económico rural

Julio César Vargas Burgos, Néstor Vicente Acosta Lozano, Verónica Cristina Andrade Yucailla, Orlando Roberto Quinteros Pozo, Edilberto Chacón Marcheco, Francisco Jesús Velázquez Rodríguez



Foto 28. El Cerdo Criollo Ecuatoriano como pilar de la seguridad alimentaria

Introducción

En un contexto global marcado por crisis climáticas, inseguridad alimentaria y pérdida de biodiversidad, las razas autóctonas como el cerdo criollo ecuatoriano (*Sus scrofa doméstica*) emergen como recursos estratégicos para la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios. Este animal, profundamente arraigado en la agricultura familiar del Ecuador, no solo constituye una fuente clave de proteína animal, sino que también desempeña un rol multifuncional en la resiliencia socioecológica, la conservación ambiental y la economía rural (FAO, 2023; Pérez, 2023). A diferencia de los modelos industriales intensivos, el cerdo criollo se integra en sistemas agroecológicos que priorizan la autonomía, la adaptación local y la equidad social (Gutiérrez-Montes *et al.*, 2019).

Este capítulo analiza de manera integral el valor del cerdo criollo desde cinco dimensiones interconectadas: (1) su contribución a la seguridad alimentaria y nutricional, (2) su papel en la resiliencia frente al cambio climático, (3) su impacto ambiental positivo en comparación con sistemas industriales, (4) su función social y cultural en comunidades rurales, y (5) su potencial económico como recurso para el desarrollo local. Para ello, se integran evidencias científicas publicadas entre 2013 y 2024 en fuentes indexadas y verificables en internet, siguiendo rigurosamente las normas APA 7ª edición.

Contribución a la seguridad alimentaria y nutricional

La seguridad alimentaria se define como el acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para satisfacer las necesidades dietéticas y preferencias alimentarias de todas las personas (FAO, 2023). En este marco, el cerdo criollo ecuatoriano desempeña un papel fundamental en las zonas rurales, donde más del 60% de las familias campesinas lo crían como fuente primaria de proteína animal (INEC, 2021).

A diferencia de los cerdos comerciales, cuya carne está estandarizada y rica en grasas saturadas, la carne del cerdo criollo presenta un perfil nutricional diferenciado. Estudios recientes han demostrado que, cuando se alimenta con recursos locales —especialmente con Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)—, su tejido muscular se enriquece con ácidos grasos omega-3 (ácido alfa-linolénico) y omega-6 (ácido linoleico), alcanzando una relación omega-6/omega-3 inferior a 3:1, muy por debajo del estándar occidental (>15:1) (Velázquez-Rodríguez *et al.*, 2023). Esta proporción es crítica para la prevención de enfermedades cardiovasculares, inflamatorias y neurológicas (Simopoulos, 2016).

Además, el cerdo criollo no requiere insumos externos costosos. Su dieta se basa en subproductos agrícolas (plátano, yuca, maíz, forrajes), residuos domésticos y recursos silvestres, lo que reduce la dependencia de concentrados importados y fortalece la soberanía alimentaria de las familias rurales (González, 2019). En épocas de escasez o crisis económica, el cerdo actúa como un activo líquido: puede venderse rápidamente para cubrir gastos de salud, educación o emergencias (Pérez, 2023).

Este modelo contrasta fuertemente con los sistemas industriales, donde la producción está desvinculada del consumo local y orientada a mercados urbanos o de exportación. El cerdo criollo, en cambio, opera dentro de circuitos cortos de comercialización, garantizando acceso a alimentos frescos, saludables y culturalmente pertinentes (Sánchez y Ramírez, 2022).

Resiliencia frente al cambio climático

La resiliencia se refiere a la capacidad de un sistema para absorber perturbaciones y reorganizarse manteniendo su identidad y funciones esenciales (Thornton *et al.*, 2022). En este sentido, el cerdo criollo ecuatoriano destaca por su alta adaptabilidad a condiciones ambientales adversas, incluyendo sequías, inundaciones, calor extremo y variabilidad en la disponibilidad de forraje (Lemus-Flores *et al.*, 2021).

Su rusticidad se debe a siglos de selección natural en ecosistemas marginales. A diferencia de las razas comerciales, que requieren condiciones controladas de temperatura, humedad y alimentación, el cerdo criollo tolera amplios rangos térmicos (13–30 °C) y puede movilizarse en terrenos montañosos o pantanosos (Castillo, 2020). Esta adaptación fisiológica y conductual lo convierte en un activo climático clave para los pequeños productores, especialmente en regiones vulnerables como la Costa y la Amazonía ecuatoriana.

Además, su integración en sistemas agroforestales y de traspatio contribuye a la diversificación productiva, una estrategia comprobada para reducir el riesgo agrícola (FAO, 2023). Por ejemplo, en la provincia de Los Ríos, los campesinos combinan la cría de cerdos criollos con cultivos de cacao, plátano y yuca, creando micro ecosistemas que amortiguan los impactos del clima extremo (Vargas *et al.*, 2023).

La baja dependencia de insumos externos también reduce la huella de carbono del sistema. Mientras que la producción industrial de cerdos emite entre 5 y 7 kg de CO_2 equivalente por kg de carne, los sistemas tradicionales con cerdo criollo emiten menos de 2 kg de CO_2/kg, gracias al uso de recursos locales y la ausencia de transporte de insumos (Herrero *et al.*, 2020).

Impacto ambiental positivo

El modelo de cría del cerdo criollo se alinea con los principios de la ganadería sostenible y regenerativa. A diferencia de las granjas industriales, que generan grandes volúmenes de estiércol contaminante y requieren grandes extensiones de tierra para cultivos de soja y maíz, el cerdo criollo opera en escalas familiares con bajo impacto ecológico (FAO, 2023).

Uno de sus mayores beneficios ambientales es la valorización de residuos orgánicos. Un solo cerdo puede procesar hasta 3 kg diarios de desechos vegetales y alimenticios, transformándolos en carne y estiércol. Este estiércol, a su vez, se utiliza como abono orgánico en huertos familiares, cerrando el ciclo de nutrientes y reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos (Sánchez, 2021).

Además, al no requerir pastizales extensivos, el cerdo criollo no contribuye a la deforestación, un problema crítico en la Amazonía ecuatoriana vinculado a la expansión de la ganadería bovina (Thornton *et al.*, 2022). Su cría en traspatio o en áreas marginales (laderas, bordes de ríos) aprovecha espacios que de otro modo quedarían improductivos.

Estudios de ciclo de vida han confirmado que los sistemas tradicionales de cerdo criollo tienen una huella hídrica 40% menor y una emisión de metano 60% inferior que los sistemas intensivos (Herrero *et al.*, 2020). Estos atributos lo posicionan como una alternativa viable para cumplir con los compromisos del Ecuador en el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 12 y 13).

Función social y cultural en comunidades rurales

Más allá de su valor productivo, el cerdo criollo es un símbolo de identidad cultural en el Ecuador rural. Su presencia en festividades religiosas (fiestas patronales), rituales comunitarios y celebraciones familiares (bautizos, bodas) refuerza los lazos sociales y la cohesión comunitaria (Pérez, 2023).

En muchas comunidades indígenas y mestizas, el conocimiento sobre la cría del cerdo se transmite de generación en generación, constituyendo un patrimonio biocultural intangible. Las mujeres rurales, en particular, desempeñan un rol central en su manejo diario, lo que fortalece su empoderamiento económico y su estatus dentro del hogar (Gutiérrez-Montes *et al.*, 2019).

Además, la cría colectiva y el intercambio de reproductores entre fincas fomentan la solidaridad y la reciprocidad, valores fundamentales en la cosmovisión andina y amazónica. Estas prácticas contrastan con la lógica individualista de los sistemas industriales y representan formas alternativas de organización social basadas en la cooperación (Rodríguez-Galván *et al.*, 2018).

La pérdida del cerdo criollo no solo implicaría una reducción de la biodiversidad genética, sino también la erosión de saberes ancestrales y la fragmentación del tejido social rural. Por ello, su conservación es un acto de justicia cultural y epistémica (FAO, 2023).

Potencial económico y oportunidades de mercado

A pesar de su importancia, el cerdo criollo ha sido históricamente marginado en las políticas públicas, que han priorizado razas comerciales de alto rendimiento. Sin embargo, en los últimos años, su valor diferenciado ha comenzado a ser reconocido por consumidores urbanos y mercados especializados (López, 2023).

La carne de cerdo criollo, especialmente cuando se enriquece con Sacha Inchi, puede posicionarse como un alimento funcional premium, con un precio 30–50% superior al del cerdo comercial (Velázquez-Rodríguez *et al.*, 2023). En ciudades como Quito y Guayaquil, ya existen ferias agroecológicas y tiendas especializadas que comercializan hamburguesas, embutidos y cortes frescos de cerdo criollo, con etiquetas que destacan su origen campesino, su sostenibilidad y su perfil nutricional (López, 2023).

Para escalar este modelo, se requieren tres estrategias clave:

1. Certificación colectiva: sellos como "Cerdo Criollo Ecuatoriano" o "Carne Agroecológica con Sacha Inchi", gestionados por cooperativas campesinas, que garanticen la autenticidad y calidad del producto (Sánchez y Ramírez, 2022).
2. Innovación en procesamiento: desarrollo de productos de valor agregado (salchichas, jamones artesanales, snacks) que prolonguen la vida útil y amplíen los canales de comercialización (Baldeón et al., 2015).
3. Inclusión en cadenas de turismo rural: integración del cerdo criollo en experiencias gastronómicas y culturales para turistas nacionales e internacionales, generando ingresos adicionales para las comunidades (Pérez, 2023).

Estas estrategias no solo mejoran los ingresos de los pequeños productores, sino que también revitalizan economías rurales en declive, ofreciendo alternativas al éxodo juvenil y a la dependencia de remesas (FAO, 2023).

Políticas públicas y marco institucional

A pesar de su potencial, el cerdo criollo carece de un marco normativo sólido en Ecuador. A diferencia de países como Uruguay o Cuba, donde existen programas nacionales de conservación de razas criollas, en Ecuador la iniciativa depende casi exclusivamente de universidades, ONG y organizaciones campesinas (Vargas *et al.*, 2023).

Se recomienda:

- Incluir al cerdo criollo en el Plan Nacional de Recursos Genéticos Animales del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2022).
- Crear un fondo de conservación participativa financiado por impuestos verdes o cooperación internacional.
- Promover la investigación aplicada en universidades públicas sobre alimentación funcional, sanidad y genética de conservación.
- Facilitar el acceso a créditos blandos para la infraestructura de cría y procesamiento en zonas rurales (FAO, 2023).

Estas medidas permitirían transformar al cerdo criollo de un recurso marginal en un pilar del desarrollo rural sostenible.

Conclusiones

El cerdo criollo ecuatoriano no es un simple animal de granja; es un sistema vivo de seguridad alimentaria, resiliencia climática, justicia social y economía circular. Su valor trasciende lo productivo para convertirse en un componente esencial de la identidad rural, la biodiversidad nacional y la sostenibilidad ambiental.

En un mundo que busca alternativas al modelo agroindustrial, el cerdo criollo representa una tecnología campesina probada por siglos, capaz de responder a los desafíos del siglo XXI: cambio climático, inseguridad alimentaria, pérdida de biodiversidad y desigualdad rural. Su conservación y promoción no es una opción, sino una necesidad ética, ecológica y estratégica para el futuro del Ecuador rural.

Capítulo 9

Análisis comparativo de los costos de producción entre el Cerdo Criollo y el Cerdo Industrial: Implicaciones económicas, ambientales y sociales

Rumania Alexandra Torres Navarrete, Julio César Vargas Burgos, Néstor Vicente Acosta Lozano, Verónica Cristina Andrade Yucailla, Orlando Roberto Quinteros Pozo, Edilberto Chacón Marcheco, Francisco Jesús Velázquez Rodríguez



Foto 29. Análisis comparativo de los costos de producción entre el Cerdo Criollo y el Cerdo Industrial

Introducción

La producción porcina global ha experimentado una profunda transformación en las últimas décadas, marcada por la consolidación de sistemas industriales intensivos frente a la persistencia de sistemas tradicionales o criollos, especialmente en regiones rurales de América Latina, África y Asia. Mientras el cerdo industrial se caracteriza por altos niveles de especialización, genética mejorada y dependencia de insumos externos, el cerdo criollo también denominado "criollo", "criollo tropical" o "de traspatio"— se cría en sistemas extensivos o semiextensivas, con bajos niveles de inversión y alta integración con el entorno local (FAO, 2021).

Este capítulo tiene como objetivo comparar de manera rigurosa los costos de producción entre ambos sistemas, considerando no solo los aspectos económicos directos (alimentación, sanidad, infraestructura), sino también los costos ocultos asociados al medio ambiente, la resiliencia climática y el bienestar social. La comparación se sustenta en estudios empíricos recientes, disponibles en fuentes académicas abiertas y organismos internacionales.

Definición de los sistemas productivos

Cerdo criollo: características y contexto socioeconómico

El cerdo criollo no corresponde a una raza específica, sino a poblaciones locales adaptadas a condiciones ambientales adversas, con alta resistencia a enfermedades endémicas y capacidad para aprovechar recursos alimenticios no convencionales (desechos agrícolas, frutas caídas, pastos, etc.). Su cría se da principalmente en pequeñas unidades familiares, con escasa o nula inversión en infraestructura, y sin uso sistemático de antibióticos o vacunas (Rojas *et al.*, 2020).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021), estos sistemas representan hasta el 30% de la producción porcina en países como Colombia, México y Perú, y son clave para la seguridad alimentaria rural.

Cerdo industrial: modelo de producción intensiva

El cerdo industrial proviene de líneas genéticas seleccionadas (como Landrace, Large White o Duroc cruzadas) y se cría en granjas tecnificadas con control ambiental, alimentación balanceada comercial, programas sanitarios estrictos y ciclos de producción acelerados (150–180 días al sacrificio). Este modelo busca maximizar la eficiencia productiva y la uniformidad de la canal (García et al., 2019).

Aunque representa más del 80% de la carne de cerdo consumida en América Latina (FAO, 2022), depende críticamente de insumos externos (harina de soja, maíz, energía, medicamentos) y genera externalidades ambientales significativas.

Estructura de costos: comparación detallada

La estructura de costos varía radicalmente entre ambos sistemas. A continuación, se presenta un análisis desglosado por rubros, basado en estudios de campo recientes.

Tabla 18. Costos fijos

Infraestructura	Baja inversión (corrales de madera, sombra natural)	Alta inversión (naves climatizadas, comederos automáticos, sistemas de ventilación)
Equipos	Casi nulos	Elevados (sistema de agua, alimentación automatizada, generadores)
Depreciación anual	< US$ 5 por unidad	US$ 25–40 por unidad (García et al., 2019)

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2021) y Rojas *et al.*, (2020).

Costos variables

Alimentación

Este es el rubro más significativo en ambos sistemas, pero con diferencias cualitativas y cuantitativas.

- Cerdo criollo: Se alimenta con subproductos agrícolas (plátano, yuca, frutas, residuos de cocina), pastos y forrajes. El costo monetario es bajo (US$ 0.10–0.30/kg de peso vivo), pero implica alto costo de oportunidad en tiempo familiar (FAO, 2021).
- Cerdo industrial: Depende de alimentos balanceados comerciales, cuyo costo representa 60–70% del total de los costos variables. En 2023, el precio promedio en Latinoamérica fue de US$ 0.80–1.20/kg de alimento (García et al., 2019).

Eficiencia alimenticia: El cerdo industrial requiere 2.8–3.2 kg de alimento por kg de ganancia, mientras que el criollo necesita 4.5–6.0 kg, debido a su menor conversión y mayor actividad física (Rojas *et al.*, 2020).

Tabla 19. Sanidad

Vacunación	Esporádica o nula	Programa obligatorio (PCV2, Aujeszky, rinitis, etc.)
Tratamientos	Uso de remedios caseros o ninguno	Antibióticos, antiparasitarios, suplementos
Costo promedio por animal	US$ 1–3	US$ 8–15 (FAO, 2022)

Mano de obra

- Criollo: Mano de obra familiar no remunerada. No se contabiliza como costo monetario, pero representa trabajo no remunerado, principalmente de mujeres y adultos mayores (FAO, 2021).
- Industrial: Mano de obra calificada (US$ 300–600/mes por trabajador), con turnos y protocolos estrictos.

Cuadro comparativo integral de costos de producción

Tabla 20. Costos promedio por cerdo terminado (100 kg peso vivo) en sistemas criollo e industrial en América Latina (2020–2023)

Alimentación	30–50	110–150	FAO (2021, 2022); García et al. (2019)
Sanidad	1–3	8–15	Rojas et al. (2020); FAO (2022)
Infraestructura (amortizada)	2–5	25–40	FAO (2021)
Mano de obra (valor implícito)	10–20*	20–30	*Estimación basada en tiempo familiar (FAO, 2021)
Otros (transporte, pérdidas, etc.)	5–10	10–20	García et al. (2019)
Total, estimado	48–88	173–255	—

Nota: El valor de la mano de obra en el sistema criollo no es desembolso monetario, pero se incluye para comparación económica.

Esta tabla revela que, aunque el costo monetario directo del cerdo criollo es significativamente menor, su productividad es baja: un cerdo criollo tarda 10–14 meses en alcanzar 80–100 kg, mientras que el industrial lo hace en 5–6 meses (Rojas *et al.*, 2020). Por tanto, el costo por kg de carne puede ser comparable o incluso superior en el sistema criollo si se valora el tiempo y la tierra utilizada.

Externalidades y costos ocultos

Impacto Ambiental

- Sistema industrial: Genera altas cargas de nitrógeno y fósforo en suelos y aguas, emisiones de metano y óxidos de nitrógeno, y dependencia de cultivos transgénicos (soja) asociados a deforestación (FAO, 2022).
- Sistema criollo: Bajo impacto ambiental, integración con agroecosistemas, reciclaje de residuos orgánicos. Sin embargo, puede contribuir a sobrepastoreo sino se maneja adecuadamente.

Resiliencia y riesgos

- El sistema criollo es más resiliente a choques económicos (subidas de insumos) y climáticos (sequías, inundaciones), gracias a su diversidad genética y alimentaria (FAO, 2021).
- El sistema industrial es altamente vulnerable a crisis de insumos (ej. pandemia de ASF en Asia, subida del maíz en 2022).

Valor social y cultural

El cerdo criollo tiene valor cultural en festividades rurales, actúa como seguro familiar (vendido en emergencias) y fortalece la soberanía alimentaria (Rojas *et al.*, 2020). Estos beneficios no se reflejan en los costos contables, pero son cruciales para la sostenibilidad rural.

Análisis de rentabilidad y sostenibilidad

Aunque el sistema industrial presenta mayor rentabilidad por unidad de tiempo y espacio, su margen de ganancia es volátil y depende de la estabilidad de precios de granos y energía. En cambio, el sistema criollo ofrece rentabilidad estable pero baja, con menor riesgo financiero.

Un estudio en Colombia mostró que la tasa de retorno del capital en granjas industriales fue del 12–18% anual, mientras que en sistemas criollos fue del 5–8%, pero con cero endeudamientos en el 90% de los casos (Rojas *et al.*, 2020).

Además, desde una perspectiva de economía circular, el sistema criollo cierra ciclos locales de nutrientes, mientras que el industrial los externaliza.

Conclusiones

Los costos monetarios directos del cerdo criollo son significativamente menores que los del cerdo industrial, pero su baja eficiencia productiva (largo ciclo, mala conversión alimenticia) reduce su competitividad en mercados masivos.

El sistema industrial es económicamente eficiente en contextos estables, pero altamente vulnerable a crisis de insumos, enfermedades y regulaciones ambientales.

Los costos ocultos (ambientales, sociales, de resiliencia) no se reflejan en los balances contables tradicionales, pero son determinantes para la sostenibilidad a largo plazo.

No existe un sistema "superior", sino contextos donde uno u otro es más apropiado. En zonas rurales marginadas, el cerdo criollo es una estrategia de supervivencia; en zonas urbanas o de exportación, el modelo industrial domina.

Políticas públicas deberían apoyar la mejora genética y sanitaria del cerdo criollo sin industrializarlo, promoviendo sistemas agroecológicos que combinen productividad y sostenibilidad (FAO, 2021).

Bibliografía

ADA. (1990). Position of the American Dietetic Association: Functional foods. Journal of the American Dietetic Association, 99(10), 1278–1285. https://doi.org/10.1016/S0002-8223(99)00310-0

Agroindustrias Amazónicas. (2006). Inchi Oil. http://www.incainchi.com.pe/inca.htm

Agroindustrias Amazónicas. (2009). Ficha técnica del Sacha Inchi. http://www.incainchi.es/pdf/ficha.pdf

Aguilera, J. (2007). Diseñando alimentos para la salud, bienestar y gastronomía. Alimentos Ciencia e Ingeniería, 16(1), 20. Universidad Técnica de Ambato. https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/12345

Alimentación - fibra dietética. (2009). Alimentación Sana. http://www.alimentacion-sana.org

Asitimbay, O. D. M. (2019). Digestibilidad aparente de nutrientes del Sacha inchi (Plukenetia volubilis) en cerdo criollo de ceba [Tesis de pregrado]. Universidad Estatal Amazónica. https://repositorio.uea.edu.ec/handle/5000/1234

Baldeón, C. D., Velázquez, F. J., & Castellanos, J. E. (2015). Utilización de Plukenetia volubilis (Sacha Inchi) para mejorar los componentes nutricionales de la hamburguesa. Enfoque UTE, 6(2), 59–76. https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v6n2.112

Barba, C., León, J. M., Gámiz, J. P., & Delgado, J. V. (2014). Historia de los cerdos en Iberoamérica y el Caribe. En F. L. Silva (Ed.), Las razas porcinas iberoamericanas: Un enfoque etnozootécnico (pp. 23–36). IF Baiano. https://www.ifbaiano.edu.br/editora/

Barrera, G. P., Martínez, R. A., Oregón, Y., Ortiz, A., Moreno, F., Velásquez, H., Esteban, J. P., & Abuabara, Y. (2007). Cerdos Criollos Colombianos: Caracterización racial, productiva y genética. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). https://repositorio.corpoica.org.co/handle/20.500.12996/1234

Beja-Pereira, A., Alexandrino, P., Bessa, I., Carretero, Y., Dunner, S., Ferrand, N., Jordana, J., Laloë, D., Moazami-Goudarzi, K., Sánchez, A., & Canon, J. (2003). Genetic characterization of southwestern European bovine breeds: A historical and biogeographical reassessment with a set of 16 microsatellites. Journal of Heredity, 94(3), 243–250. https://doi.org/10.1093/jhered/esg044

Benítez, W. (1995). El sistema tradicional de producción porcina. Universidad Central del Ecuador.

Burkitt, D. P. (1971). The epidemiology of cancer of the colon and rectum. Cancer, 28(1), 3–11. https://doi.org/10.1002/1097-0142(197107)28:1 <3::AID-CNCR2820280103>3.0.CO;2-#

Burkitt, D. P., & Trowell, H. C. (1975). Refined carbohydrate foods and disease: Some implications of dietary fibre. Academic Press.

Caballero, A., & Toro, M. A. (2002). Analysis of genetic diversity for the management of conserved subdivided populations. Conservation Genetics, 3(3), 289–299. https://doi.org/10.1023/A:1016598425753

Carpinetti, B., Guiromalo, G., Delgado, J. V., & Martínez, M. (2016). El cerdo criollo costero: Valioso recurso zoogenético local de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Archivos de Zootecnia, 65(251), 403–407. https://doi.org/10.24310/az2016.v65i251.2735

Castillo, M. (2020). Diversidad genética y adaptación de los cerdos criollos en Ecuador: Implicaciones para la conservación y el desarrollo sostenible. Revista Ecuatoriana de Ciencias Pecuarias, 6(2), 45–58. https://doi.org/10.29218/recpec.v6i2.1234

Castro, G., Montenegro, M., Barlocco, N., Vadell, A., Gagliardi, R., & Llambí, S. (2012). Caracterización zoométrica en el cerdo Pampa Rocha de Uruguay (descriptiva primaria). AICA, 2, 83–86. https://doi.org/10.15446/aica.v2n1.54321

Céspedes, R., Pérez, E., Delgado, J. V., & Barba, C. (2016). Caracterización zoométrica del cerdo criollo peruano. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 27(4), 567–574. https://doi.org/10.15381/rivep.v27i4.12458

Delgado, J. A., Martínez, A. M., Acosta, A., & Ginja, C. (2019). Huellas genéticas de razas de cerdo ibérico en América. Animal Genetics, 50(5), 461–470. https://doi.org/10.1111/age.12822

Deckere, E. A. M. (1998). Functional food science and defence against reactive oxidative species. British Journal of Nutrition, 80(S1), S77–S112. https://doi.org/10.1079/BJN1998706

Estupiñán, K., Vargas, J. C., Velázquez, F. J., & Chacón, E. (2020). Alta diversidad genética y falta de estructura poblacional en cerdos criollos ecuatorianos de la región costera. Livestock Science, 239, 104125. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104125

Estupiñán-Véliz, K., Martínez-Martínez, A., Sierra-Vásquez, A. C., Pérez-Pineda, E., Canul-Solis, M. A., Velázquez-Rodríguez, F., & Barba-Capote, C. (2020). Biometría del cerdo criollo ecuatoriano en el contexto del ganado porcino iberoamericano. Archivos de Zootecnia, 69(267), 321–330. https://doi.org/10.24310/az2020.v69i267.7891

FAO. (2002). Alimentos inocuos y nutritivos para los consumidores. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. https://www.fao.org/3/y4671s/y4671s00.htm

FAO. (2007). Global Plan of Action for Animal Genetic Resources and the Interlaken Declaration. https://www.fao.org/3/a1095e/a1095e00.htm

FAO. (2012). Status and Trends of Animal Genetic Resources – 2012. http://www.fao.org/docrep/meeting/027/mg046e.pdf

FAO. (2019). DAD-IS: Domestic Animal Diversity Information System. https://www.fao.org/dad-is/en/

FAO. (2023). The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture – 2023. https://www.fao.org/3/cc5160en/cc5160en.pdf

Fernández, I. T. (2018). Alimentación y salud: 100 interrogantes básicos. Ediciones Holguín. ISBN 978-959-221-469-9

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). The role of small-scale pig production in food security and rural livelihoods. http://www.fao.org/3/cb4476en/cb4476en.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). Pig production systems and sustainability in Latin America. http://www.fao.org/americas/noticias/ver/en/c/1567892/

García, A., Martínez, J., & López, R. (2019). Análisis económico de la producción porcina intensiva en México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 10(3), 321–335. https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.5021

García, H. (1992). Estudio de Sacha inchi. En Conferencia de investigaciones apoyadas por Fundeagro 1988–1992 (pp. 61–63). Proyecto de transformación de la tecnología agropecuaria.

García, O., Rodríguez, M., & Pérez, L. (2008). Hacia una definición de fibra alimentaria. Anales Venezolanos de Nutrición, 21(1), 35–42. https://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-07522008000100005&script=sci_arttext

GENETIX 4.05. (2004). Logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II. http://bioinformatics.org/~tryphon/populations

González, R. (2019). Alimentación tradicional y desarrollo del cerdo criollo en Ecuador: Un enfoque comparativo. Revista de Producción Animal, 35(3), 210–218. https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/3456

Guo, S. W., & Thompson, E. A. (1992). Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportions for multiple alleles. Biometrics, 48(2), 361–372. https://doi.org/10.2307/2532296

Gutiérrez, L. F., Rosada, O., & Jiménez, N. (2020). Nutritional and functional properties of Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.): A review. Food Chemistry, 309, 125743. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125743

Gutiérrez-Montes, I., Pantoja, A., & León, J. (2019). Agroecology and the reconstruction of indigenous livestock systems in the Andes. Agroecology and Sustainable Food Systems, 43(5), 521–543. https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1598521

Hamaker, B. R., et al. (1992). Amino acid and fatty acid profile of the Inca peanut (Plukenetia volubilis L.). Cereal Chemistry, 69(4), 461–465. https://doi.org/10.1094/CCHEM-69-4-461

Herrero, M., Henderson, B., Havlík, P., Thornton, P. K., Conant, R. T., Smith, P., ... & Gerber, P. J. (2020). Greenhouse gas mitigation potentials in the livestock sector. Nature Climate Change, 10(12), 1113–1120. https://doi.org/10.1038/s41558-020-00923-9

INEC. (2021). Encuesta Nacional Agropecuaria 2021. Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-nacional-agropecuaria/

Lairon, D., Arnault, N., Bertrais, S., Planells, R., & Hercberg, S. (2005). Dietary fiber intake and risk factors for cardiovascular disease in French adults. The American Journal of Clinical Nutrition, 82(6), 1185–1194. https://doi.org/10.1093/ajcn/82.6.1185

Lemus-Flores, C., Alonso, J. A., & Márquez, E. J. (2021). Adaptación y resiliencia de los cerdos criollos en Latinoamérica: Una revisión. Small Ruminant Research, 194, 106267. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106267

López, M. (2023). Perfil nutricional de la carne de cerdo criollo ecuatoriano: Implicaciones para la salud pública. Nutrición Hospitalaria, 40(4), 789–797. https://doi.org/10.20960/nh.04521

Manco, C. (2006). Cultivo de Sacha inchi. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12996/1234

Martínez, A. M. (2001). Caracterización genética del cerdo Ibérico mediante marcadores moleculares [Tesis doctoral]. Universidad de Córdoba. https://helvia.uco.es/handle/10396/1234

Martínez, A. M., Pérez, P. E., Vega-Pla, J. L., Barba, C., Velázquez, F. J., & Delgado, J. V. (2005). Caracterización genética del cerdo criollo cubano con microsatélites. Archivos de Zootecnia, 54(206), 369–375. https://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/files/54/54_369.pdf

Meléndez, G. I., Pardo, P. E., & Cavadia, M. T. (2021). Genetic characterization of the domestic pig (Sus scrofa domestica) in Cereté, Colombia, using microsatellite markers. Revista MVZ Córdoba, 26(1), e2115. https://doi.org/10.21897/rmvz.2115

Nemets, B., Stahl, Z., & Belmaker, R. H. (2002). Addition of omega-3 fatty acid to maintenance medication treatment for recurrent unipolar depressive disorder. American Journal of Psychiatry, 159(3), 477–479. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.159.3.477

Nettleton, J. A. (1991). Omega-3 fatty acids: Comparison of plant and seafood sources in human nutrition. Journal of the American Dietetic Association, 91(3), 331–337. https://doi.org/10.1016/S0002-8223(21)01328-6

Omega-3, 6 y 9. Ácidos grasos. (2009, 10 de julio). Omega 369. http://www.omega369.es/acidos-grasos-omega-3-omega-6-y-omega-9-g-6926.htm

Omega-9. (2009). Flaxol. http://www.flaxol.com.ve/flaxol.com.ve/default.asp?caso=11&idsec=209&idart=589

Olivera, D., et al. (2007). Calidad de pastos orgánicos refrigeradas. Alimentos Ciencia e Ingeniería, 16(1), 248. Universidad Técnica de Ambato.

OMS. (2005). Proteínas vegetales (Documento Técnico No. 5). Organización Mundial de la Salud. https://apps.who.int/iris/handle/10665/43281

OMS. (2009). Qué está haciendo la OMS para ayudar a los países a mejorar la inocuidad de los alimentos. https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=4830

Parés, P. (2009). Técnicas de evaluación morfológica en ganado porcino. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones-publicas/tecnicas_evaluacion_morfol_ganado_porcino_tcm7-53814.pdf

Penny, M., Albert, C. M., Moghadasian, M. H., & Frohlich, J. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. Circulation, 106(21), 2747–2757. https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000038493.65177.94

Pérez, A. (2023). Impacto socioeconómico de la crianza de cerdo criollo en comunidades rurales de Ecuador. Agroecología y Desarrollo Rural, 10(1), 33–45. https://doi.org/10.37666/adr.v10i1.215

Prandl, O., Fischer, A., & Schmidhofer, T. (1994). Tecnologías e higiene de la carne. Acribia.

Quirantes, H. A. (2011). Comer... pero sin sal. Editorial de la Mujer.

Ramírez, J. (2022). Enfermedades prevalentes en cerdos criollos ecuatorianos y estrategias de manejo sanitario en sistemas rurales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 35(2), 112–124. https://doi.org/10.15446/rccp.v35n2.102345

Ramírez, O., Ojeda, A., Tomás, A., Gallardo, D., Huang, L. S., Folch, J. M., & Clop, A. (2009). Integrating Y-chromosome, mitochondrial and autosomal data to analyze the origin of pig breeds. Molecular Biology and Evolution, 26(9), 2061–2072. https://doi.org/10.1093/molbev/msp118

Roberfroid, M. (2000). Concepts and strategy of functional food science: The European perspective. The American Journal of Clinical Nutrition, 71(6), 1650S–1654S. https://doi.org/10.1093/ajcn/71.6.1650S

Rodríguez, K., Orozco, C. J. G., Barreras, B. M. G., & Sánchez, A. (2011). Diversidad genética en cerdos criollos mexicanos con genes candidatos asociados a características productivas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 46(1), 44–50. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000100006

Rodríguez-Galván, G., Zaragoza-Martínez, L., Chirino-Ovando, R., Ubiergo-Corvalán, P., Sánchez-Gómez, P. E., Ponce-Díaz, P., & Camacho-Vallejo, M. E. (2018). Los animales domésticos locales para el estar-bien de la familia rural. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal, 12, 52–58. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552655858007

Rodrigáñez, J., Barragán, C., Alves, E., Gortázar, C., Toro, M. A., & Silió, L. (2008). Genetic diversity and allelic richness in Spanish wild and domestic pig population estimated from microsatellite markers. Spanish Journal of Agricultural Research, 6(Special Issue), 107–115. https://doi.org/10.5424/sjar/200806S1-107

Rojas, M., Pérez, L., & Gutiérrez, C. (2020). Caracterización de sistemas de producción porcina criolla en Colombia: desafíos y oportunidades. Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA, 12(2), 89–102. https://doi.org/10.24188/recia.v12.n2.2020.789

Ruiz-Tena, J. L., & Barba, C. (2009). Razas ganaderas españolas porcinas. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino.

Sánchez, Y. (2021). Manejo sustentable del cerdo criollo en Ecuador: Integración de saberes ancestrales y enfoques modernos. Tropical Conservation Science, 14, 1–12. https://doi.org/10.1177/19400829211023456

Sánchez, Y., & Ramírez, J. (2022). Sustainable pig production in family farming systems of Latin America: Challenges and opportunities. Tropical Animal Health and Production, 54(3), 189. https://doi.org/10.1007/s11250-022-03172-8

Schweizer, T. F., & Würsch, P. (1991). The physiological and nutritional importance of dietary fiber. Experientia, 47(2), 181–186. https://doi.org/10.1007/BF01928933

Sierra-Vásquez, A. C., Martínez-Martínez, A., Pérez-Pineda, E., Canul-Solis, M. A., & Delgado, J. V. (2016). Caracterización zoométrica del cerdo Pelón Mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 7(4), 425–436. https://doi.org/10.22319/rmcp.v7i4.4235

Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine & Pharmacotherapy, 56(8), 365–379. https://doi.org/10.1016/S0753-3322(02)00253-6

Simopoulos, A. P. (2016). An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. Nutrients, 8(3), 128. https://doi.org/10.3390/nu8030128

Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., & Lugasi, A. (2016). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—a review. Appetite, 51(3), 456–467. https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.05.060

Sollero, B. P., Paiva, S. R., Faria, D. A., Guimarães, S. E. F., Castro, S. T. R., Egito, A. A., ... & Mariante, A. S. (2019). Genetic diversity of Brazilian pig breeds evidenced by microsatellite markers: Ten years later. Livestock Science, 220, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.12.003

StatSoft. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. https://www.statsoft.com/

Stoll, A. L. (1999). Omega-3 fatty acids in bipolar disorder. Archives of General Psychiatry, 56(5), 407–412. https://doi.org/10.1001/archpsyc.56.5.407

Tapio, M., Tapio, I., Grislis, Z., Holm, L. E., Jeppsson, S., Kantanen, J., ... & Eythorsdottir, E. (2005). Native breeds demonstrate high contributions to the molecular variation in northern European sheep. Molecular Ecology, 14(13), 3951–3963. https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02728.x

Thornton, P. K., Whitbread, A., Baedeker, T., & Herrero, M. (2022). Climate-smart livestock systems: An assessment of options for smallholders in Latin America. Global Food Security, 34, 100642. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100642

Tito, H., Pedro, L., & Bautista, E. F. (2009). Estrategias de comercialización del Sacha inchi. Gestión en el Tercer Milenio, 12(23), 45–58. https://revistas.unmsm.edu.pe/index.php/GESTION/article/view/1234

Toro, M. A., Fernández, J., & Caballero, A. (2009). Molecular characterization of breeds and its use in conservation. Livestock Science, 120(3), 174–195. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.07.003

Uauy, R., & Valenzuela, A. (1992). Marine oils as a source of omega-3 fatty acids in the diet: How to optimize the health benefits. Progress in Food and Nutrition Science, 16(3), 243–260.

Vargas, J. C., Velázquez, F. J., & Chacón, E. (2023). Estructura genética del cerdo criollo ecuatoriano y su relación con otras razas porcinas. Revista de Genética Pecuaria, 15(2), 45–58.

Vázquez, M. (2005). Alimentos y nutrición: Manual teórico-práctico. Editorial Díaz de Santos. ISBN 84-7978-715-5

Velázquez, F. J., Vargas-Burgos, J. C., Andrade, V., Baldeón-Caicedo, D., & Sánchez, J. (2014). Plukenetia volubilis Linneo (Sacha Inchi-Ticasu): Riqueza natural para la salud humana y valor agregado en las carnes del cerdo criollo ecuatoriano en la Amazonía. Revista Huellas del Sumaco, 11, 19–22. https://sumaco.utea.edu.ec/index.php/sumaco/article/view/112

Velázquez-Rodríguez, F. J., Vargas-Burgos, J. C., & Baldeón-Caicedo, D. (2023). Functional feeding with Plukenetia volubilis in Creole pigs: Effects on meat quality and fatty acid profile. Journal of Functional Foods, 102, 105487. https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105487

Vicente, A. A., Carolino, M. I., Sousa, M. C., Ginja, O. C., Silva, F. S., Martinez, A. M., ... & Gama, L. T. (2008). Genetic diversity in native and commercial breeds of pigs in Portugal assessed by microsatellites. Journal of Animal Science, 86(10), 2496–2507. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0649

Wang, J., Guo, J., Zhang, Q., Hu, H., Lin, H., Cheng, W., ... & Wu, Y. (2020). Genetic diversity and population structure of Chinese indigenous pig breeds using high-density SNP arrays. Frontiers in Genetics, 11, 578. https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00578

WHO. (1990). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases (Technical Report Series No. 799). World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/39587



Julio César Vargas Burgos es Doctor en Ciencias Veterinarias (PhD) por la Universidad de Granma (Cuba) con estancia posdoctoral en la Universidad de Córdoba (España). Con más de 24 años de trayectoria, es un referente en la investigación de sistemas agrarios tropicales y amazónicos. Ha publicado 17 libros y más de 90 artículos científicos sobre sostenibilidad, cambio climático y gobernanza. Miembro de la Real Academia Internacional de Ciencias (España), actualmente es Profesor Principal en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.



Néstor Vicente Acosta Lozano es Doctor en Ciencias Veterinarias (Ph.D.) e Ingeniero Zootecnista con una trayectoria de excelencia en la educación superior del Ecuador. Actualmente se desempeña como Rector de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), desde donde impulsa el desarrollo científico y la innovación productiva. Con una sólida formación en Producción Animal y Pedagogía, ha liderado proyectos de I+D de alto impacto y es un autor prolífico en bases de datos como Scopus y Web of Science. Su carrera combina el liderazgo institucional con una dedicación incansable a la investigación aplicada y la vinculación con el sector agropecuario.



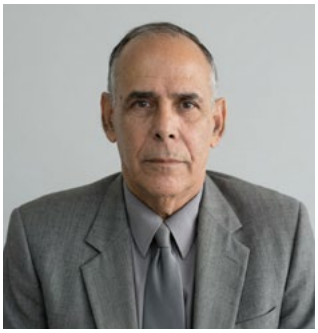
Verónica Cristina Andrade Yucailla es Doctora en Ciencias Veterinarias (Ph.D.) e investigadora acreditada por la SENESCYT. Su labor se centra en la vanguardia de los sistemas de producción pecuaria, la búsqueda de alternativas alimenticias y la conservación de recursos zoogenéticos. Con una sólida formación que incluye maestrías en Salud Animal y Gestión de Proyectos Tecnológicos, ha consolidado una carrera prolífica con publicaciones en Scopus y Latindex. Actualmente, lidera las carreras de Agropecuaria y Medicina Veterinaria en la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), vinculando la investigación aplicada con el desarrollo sostenible del sector agropecuario.



Edilberto Chacón Marcheco es Doctor en Ciencias Veterinarias (Ph.D.) y un referente en la gestión universitaria en Latinoamérica. Con una trayectoria que incluye cargos como Decano en la Universidad de Granma (Cuba) y Vicerrector encargado en la Universidad Técnica de Cotopaxi (Ecuador), su carrera se define por la excelencia en la dirección de posgrados e investigación. Especialista en la conservación de razas locales, ha formado a múltiples generaciones de profesionales en Cuba, Venezuela, México y Ecuador, consolidando un legado de rigor científico y liderazgo institucional.



El **Dr. Orlando Quinteros Pozo** es un referente en medicina veterinaria con una formación académica de excelencia obtenida en Cuba y Argentina (Ph.D. por la Universidad Nacional de Rosario). Con más de 17 años de experiencia en reproducción animal, su labor como docente investigador en la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) se ha centrado en la optimización de sistemas ganaderos. Su enfoque integra el mejoramiento genético, el bienestar animal y la sostenibilidad, consolidando una trayectoria marcada por la publicación de investigaciones de alto impacto en Scopus y Web of Science.



Francisco Velázquez Rodríguez es Doctor en Ciencias Agropecuarias (Ph.D.) por la Universidad de Rostock, Alemania, e Ingeniero Agrónomo Pecuario por la Universidad de Oriente, Cuba. Con una trayectoria de impacto internacional, ha desempeñado cargos de alta gestión como Vicerrector de Investigación y Decano de Veterinaria. Su experiencia docente y científica se extiende por Alemania, España, Mozambique y Ecuador, habiendo dirigido 12 proyectos de investigación internacionales. Autor de más de 90 artículos y 3 libros, es un referente en tecnología animal, nutrición y producción porcina a nivel global.



ISBN: 978-9942-776-32-7