

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ECOLOGÍA APLICADA



**“ETNOZOOTECNIA Y DIVERSIDAD GENÉTICA DEL CERDO
CRIOLLO (*Sus scrofa domestica*) DE LOS DEPARTAMENTOS DE
APURÍMAC Y AYACUCHO UTILIZANDO MARCADORES
MICROSATÉLITES”**

Presentada por:

ROSA GLADYS LUNA MUÑOZ

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN ECOLOGÍA APLICADA**

Lima –Perú

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ECOLOGÍA APLICADA

**“ETNOZOOTECNIA Y DIVERSIDAD GENÉTICA DEL CERDO
CRIOLLO (*Sus scrofa domestica*) DE LOS DEPARTAMENTOS DE
APURÍMAC Y AYACUCHO UTILIZANDO MARCADORES
MICROSATÉLITES”**

Presentada por:

ROSA GLADYS LUNA MUÑOZ

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

**Dra. Marta Williams León de Castro
PRESIDENTE**

**Ph.D. Gustavo Gutiérrez Reynoso
ASESOR**

**Ph.D. Juan Chávez Cossio
MIEMBRO**

**Dra. Rosa Espejo Joya
MIEMBRO**

**Mg.Sc. María del Rosario Castro Muñoz
CO - ASESOR**

RESUMEN

El cerdo criollo (*Sus scrofa domestica*) tiene características de rusticidad y probable resistencia a enfermedades, estas ventajas han hecho de este animal una buena alternativa de crianza en los sistemas de producción sustentable que sirve como sustento económico y alimentario. El objetivo del estudio fue caracterizar etnozootécnica y genéticamente al cerdo criollo (*Sus scrofa domestica*) de crianzas familiares en los departamentos de Ayacucho y Apurímac (Perú). Se entrevistaron a 81 criadores de cerdo criollo y se evaluaron a 75 y 120 animales fenotípicamente y genéticamente respectivamente. Para el análisis genético se amplificó el ADN utilizando 13 marcadores microsatélites fluoromarcados con cola M13. Como resultado de este trabajo se encontró que las familias criadoras de cerdo criollo están conformadas en promedio por no más de 5 integrantes, con edades de 42 años en promedio, grado de instrucción primario, siendo el único sistema de crianza el de traspatio, donde la mujer predomina como la principal encargada de la crianza. En ambos departamentos los cerdos son dolicocefalos con capa negra, mucosa oscura, orejas caídas, presencia de pelos. En Ayacucho predomina los longilíneos mientras que en Apurímac predominan los brevilíneos; la diversidad genética es ligeramente mayor en el departamento de Apurímac que en Ayacucho, encontrándose una estructuración de la población.

Palabras claves: SSR, cerdo criollo, cola M13, biometría, diversidad genética.

ABSTRACT

The Creole pig (*Sus scrofa domestica*) has characteristics of rusticity and probable resistance to diseases. These features have made this animal a good breeding alternative in sustainable production systems that serves as an economic basis for farmers' livelihood and food security. The objective of the study was to characterize ethnozootechnically and genetically the Creole pig (*Sus scrofa domestica*) from family farmers from the departments of Ayacucho and Apurímac (Perú). 81 Creole pig farmers were interviewed, and 75 and 120 animals were phenotypically and genetically evaluated from each department, respectively. For genetic analysis, DNA was amplified using 13 fluoro-labeled microsatellite markers with M13 tail. As a result of this work, it was found that the Creole pig family farmers are made up of no more than 5 members, with an average age of 42, where women are the main caregiver. In both departments, the pigs are dolichocephalic with a black coat, dark mucosa, floppy ears, and the presence of hairs. In Ayacucho the longilíneos type predominates while in Apurímac the brevilíneos one; The genetic diversity is slightly higher in the department of Apurímac than in Ayacucho, finding a structure in the population.

Keywords: STRs, Creole pig, M13 tail, biometrics, genetic structure.

DEDICATORIA

A mis hijos Sophia y Alexander,
motores de mi vida.

A Erickson, mi amado esposo y compañero,
por su gran apoyo emocional y por todo lo
compartido en nuestra gran aventura, la vida.

A mi hermana Juana,
por su amor incondicional,
y gran ejemplo de docente.

A mi madre María,
por su ejemplo de mujer,
solidaria, luchadora y perseverante;
y a la memoria de mi padre Julio,
por formarme con principios y valores.
A ambos por enseñarme a luchar por mis sueños.

A Pony,
por traer alegrías a nuestro hogar.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, que siempre me acompaña y reconforta en cada tropiezo de la vida, Padre celestial y creador supremo.
- A mi Alma Mater, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Al Ph.D. Gustavo Gutiérrez, asesor de este trabajo, por la oportunidad brindada.
- A la Mg.Sc. Rosario Castro, co- asesora, por su valioso apoyo, consejos, guía y gran amistad.
- Al Ing. Eudosio Veli, Blga. Wendy Acuña y Blga. Claudia Yalta, por su amistad, constante apoyo en la ejecución de la investigación, siempre con paciencia y mucha alegría.
- A mis compañeros del Laboratorio de Biología Molecular y Genética del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA: Cristian Bustamante, Henry Malqui, Lenin Chumbe, Eduardo Granados, Alan Ordoñez y Rolando Valladares, por su apoyo en las fases de laboratorio y campo. A Karla Chávez, Gabriel Delgado, Héctor Flores, Savina Gutiérrez, Carla Saldaña, Cecilia de la Cruz, Roger Torres, y a la Sra. Yris Tenazoa, por su amistad. A todos ellos por hacer un excelente ambiente de desarrollo profesional.
- A los maestros, Juan Chávez, Zulema Quinteros, Marta Williams, Rosa Espejo, por sus consejos, amistad y apoyo brindado.
- A María Elisa García y Carmen Álvarez, por su gran amistad, consejos y experiencia profesional compartida.
- A Mariluz Naveros, José López y a la profesora Nilda Varas, por ayudarme en las diferentes etapas de la investigación
- A todos los criadores del cerdo criollo, por seguir conservando y preservando la diversidad biológica.
- A todas las personas que me han permitido de una u otra manera, el desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE

	Página.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. EL CERDO CRIOLLO	3
2.1.1. Taxonomía	4
2.1.2. Origen	4
2.1.3. Los Cerdos criollos en América Latina	5
2.1.4. El Cerdo criollo en el Perú	6
2.1.5. Importancia	7
2.2. ETNOZOOTECNIA	8
2.2.1. Definición	8
2.2.2. Perfil Sociodemográfico	9
2.2.3. Sistema Productivo	9
2.2.4. Características morfométricas y faneropticas	10
2.2.5. Estudios realizados en Características morfométricas y faneropticas en cerdos criollos	12
2.3. DIVERSIDAD GENÉTICA A NIVEL MOLECULAR	15
2.3.1. Marcadores moleculares	15

2.3.2. Marcadores microsatélites	16
2.3.3. Cola M13	17
2.3.4. Estudios realizados en cerdos criollos	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 UBICACIÓN	20
3.2 ETNOZOOTECNIA	21
3.2.1 Perfil sociodemográfico y sistema productivo	21
3.2.2 Características morfométricas y faneropticas	22
3.2.3 Fase de Gabinete	27
3.2.4 Fase de Análisis Estadístico	27
3.3 Análisis Genético	27
3.3.1 Colecta de muestra	28
3.3.2 Fase de Laboratorio	30
3.3.3 Fase de Análisis Estadístico	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LOS CRIADORES	46
4.2 PRODUCCIÓN PECUARIA	49
4.3 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS	59
4.3.1 Índices Morfométricos	66
4.3.2 Características Faneropticas	69
4.4 ANÁLISIS GENÉTICO	80

4.4.1 Numero de Alelos	80
4.4.2 Variabilidad Genética	82
4.4.3 Diversidad Genética	93
4.4.4 Estructura Genética Inter-Poblacional	94
V.CONCLUSIONES	97
VI.RECOMENDACIONES	99
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
VIII.ANEXOS	109

ÍNDICE DE TABLAS

	Pagina
Tabla 1 Características morfométricas de cerdos criollos en Sudamérica.	14
Tabla 2. Comunidades de Ayacucho en que se tomaron medidas morfométricas y faneropticas.	22
Tabla 3. Comunidades de Apurímac en que se tomaron medidas morfométricas y faneropticas.	23
Tabla 4. Relación de muestras para análisis genético recolectadas en comunidades de Ayacucho.	28
Tabla 5. Relación de muestras para análisis genético recolectadas en comunidades de Apurímac.	28
Tabla 6. Secuencias de los 13 cebadores seleccionados para la amplificación de microsatélites en <i>Sus scrofa</i> .	35
Tabla 7. Combinaciones para reacciones en multiplex en PCR, rango (pb), marcaje Temperatura óptima en los microsatélites.	37
Tabla 8. Condiciones de mezcla de amplificación del grupo M1, M2, M3 y M4.	38
Tabla 9. Grupo asignado para el analizador genético según su fluorescencia y volumen usado en el analizador de cada reacción multiplex (M).	40
Tabla 10. Longitud de oreja del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	59
Tabla 11 Perímetro base de la oreja del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	60

Tabla 12 longitud de hocico del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	60
Tabla 13. Longitud de Cara del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	61
Tabla14. Ancho de Cabeza del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	62
Tabla 15. Alzada a la Cruz del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	62
Tabla16. Perímetro torácico del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	63
Tabla 17. Alzada a la grupa del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	64
Tabla 18. Diámetro longitudinal del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	64
Tabla 19. Anchura a la grupa del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	65
Tabla 20. Longitud de la grupa del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	66
Tabla 21. Índice cefálico del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	67
Tabla 22. Índice de proporcionalidad del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	67
Tabla 23. Índice corporal del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	68
Tabla 24. Índice pelviano del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	69

Tabla 25. Auto valores correspondientes a los Componentes Principales (CP), Proporción de variabilidad explicada por cada CP (Auto valor) y Proporción acumulada de la variabilidad total del modelo.	75
Tabla 26. Auto valores correspondientes a los Componentes Principales (CP), Proporción de variabilidad explicada por cada CP (Auto valor) y Proporción acumulada de la variabilidad total del modelo.	75
Tabla 27. Correlación fenotípica entre las características e índices Morfométricos de cerdo criollo de Ayacucho y Apurímac	79
Tabla 28. Número de alelos por locus encontrados del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	80
Tabla 29. Variabilidad genética estimada molecularmente de las poblaciones de cerdos criollos estudiados en Ayacucho y Apurímac	89
Tabla 30. Valores de variabilidad Genética Intrapoblacional en poblaciones de cerdos criollos de Ayacucho y Apurímac	91
Tabla 31. Prueba de Equilibrio Hardy-Weinberg para cada uno de los loci.	92
Tabla 32. Prueba de Equilibrio Hardy-Weinberg (Intra-poblacional) en poblaciones de cerdos criollos de Ayacucho y Apurímac.	93
Tabla 33. Diversidad Genética Inter-poblacional en poblaciones de cerdos criollos de Ayacucho y Apurímac.	94
Tabla 34. Análisis de varianza molecular (AMOVA) de las poblaciones de cerdo criollo en Ayacucho y Apurímac.	94
Tabla 35. Valores de los Índices de Fijación.	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Microsatélites. ejemplo de un dinucleótido A-C (n)	16
Figura 2. Procedimiento de amplificación y marcaje del cebador universal M13.	18
Figura 3. Ubicación geográfica de las poblaciones de cerdos criollos en estudio.	20
Figura 4. Encuesta realizada a los criadores de cerdos criollos de Ayacucho y Apurímac.	21
Figura 5. Procedimiento de toma de muestras biométricas.	25
Figura 6. Procedimiento de colecta de la muestra biológica.	29
Figura 7. Procedimiento de corte de muestra de oreja.	31
Figura 8. Procedimiento de corte de folículo piloso.	32
Figura 9. Evaluación de la extracción del ADN.	33
Figura 10. Conformación de las familias de los pobladores criadores del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	47
Figura 11. Nivel de instrucción (%) de los pobladores criadores del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	48
Figura 12. Actividad de subsistencia (%) de los pobladores criadores del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	49
Figura 13. Porcentaje promedio de animales por clase o categoría en las piaras de los productores de departamentos de Ayacucho y Apurímac.	50

Figura 14. Especies criadas conjuntamente con los cerdos (%) en los criadores de cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	51
Figura 15. Años de crianza (frecuencia) de los cerdos criollos por parte de los pobladores de los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	52
Figura 16. Participación de los integrantes de las familias en la crianza de los cerdos criollos (%) de los pobladores en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	53
Figura 17. Tipos de instalaciones y comederos.	54
Figura 18. Frecuencia de enfermedades reportadas (%) por los criadores de cerdos criollos de los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	55
Figura 19. Mortalidad de cerdos criollos (%) reportado por los pobladores en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	56
Figura 20. Categoría de animales comprados (%) de los criadores de cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	57
Figura 21. Lugar de procedencia (%) de los Criadores de cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	57
Figura 22. Destino final (%) del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	58
Figura 23. Modalidad de venta (%) del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	58
Figura 24. Color de capa del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	70

Figura 25. Color de mucosa del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	71
Figura 26. Color de pezuña del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	72
Figura 27. Presencia de pelo del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	72
Figura 28. Tipo y orientación de orejas del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	73
Figura 29. Presencia de mamellas del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	73
Figura 30. Perfil cefálico del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	74
Figura 31. Dendograma de los cerdos criollos de Ayacucho y Apurímac en función de sus características e índices morfométricos	77
Figura 32. Electroferogramas de microsatélites obtenidos a partir del DNA total, de cerdo criollo de Ayacucho y Apurímac, usando el programa GeneMapper.	81
Figura 33. Frecuencias alélicas del Marcador SO 005	82
Figura 34. Frecuencias alélicas del Marcador SO 007	83
Figura 35. Frecuencias alélicas del Marcador SO 090	83
Figura 36. Frecuencias alélicas del Marcador SO 101	84
Figura 37. Frecuencias alélicas del Marcador SO 178	84
Figura 38. Frecuencias alélicas del Marcador SO 225	85

Figura 39. Frecuencias alélicas del Marcador SO 226	85
Figura 40. Frecuencias alélicas del Marcador SO 227	86
Figura 41. Frecuencias alélicas del Marcador SO 355	86
Figura 42. Frecuencias alélicas del Marcador SW 122	87
Figura 43. Frecuencias alélicas del Marcador SW 240	87
Figura 44. Frecuencias alélicas del Marcador SW 72	88
Figura 45. Frecuencias alélicas del Marcador SW 857	88
Figura 46. Estimación del PIC en la población total de cerdos criollos (Ayacucho y Apurímac)	89
Figura 47. Porcentaje de variación molecular de los cerdos criollos de los departamentos de Ayacucho y Apurímac.	95
Figura 48. Gráfica del Structure con las poblaciones en estudio	96
Figura 49. Gráfica del Delta K de las poblaciones en estudio	96

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha para evaluaciones en etnozootecnia – Características Socioeconómicas.	109
Anexo 2. Ficha para evaluaciones en etnozootecnia – Producción pecuaria.	110
Anexo 3. Ficha para evaluaciones en etnozootecnia – Comercialización.	111
Anexo 4. Ficha para evaluaciones en etnozootecnia – Biometría.	112

I. INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con una gran riqueza de animales criollos (exóticos naturalizados), de diferentes especies pecuarias, completamente adaptados al medio ambiente de cada una de sus ocho regiones naturales, que tienen características geográficas, altitudinales y meteorológicas completamente diferentes. Una de ellas es el cerdo criollo, introducido por los primeros colonos de la península ibérica hace más de 4 siglos (Scarpa *et al.* 2003).

La población de cerdos criollos en el Perú constituye el 67%, de la población nacional que cuenta con 2 224 300 individuos (INEI 2012). La crianza casera constituye el 60% en nuestro país, aportando 35% de la producción de carne porcina Gómez (2004), siendo el sistema tradicional de crianza porcina (traspatio), una alternativa de sostenibilidad socio económica y cultural. Las características de rusticidad y probable resistencia a enfermedades, diversidad en la alimentación y poca exigencia de manejo hacen del cerdo criollo una alternativa de producción sustentable para la población rural (pequeño productor); la misma que ha perdurado a través de los siglos, a pesar de la constante introducción de razas mejoradas que conlleva a la disminución de la diversidad zoo genética (González 1993).

Siendo la etnozootecnia, el conocimiento local y cultural del manejo de las especies animales en cada localidad. La diversidad genética y las diferentes formas de crianza son la base de la etnozootecnia, por ello es necesario conocer sus componentes en este caso en las poblaciones de cerdo criollo, considerado uno de los recursos zoo genéticos naturalizados de importancia para la seguridad alimentaria de las familias de nuestro país.

Una de las formas de caracterizar genéticamente los animales es empleando el análisis de microsatélites, los cuales son marcadores genéticos altamente polimórficos, que contienen secuencias cortas de ADN, formadas por repeticiones en tándem de uno a seis nucleótidos (Goldstein y Schötterer 1999). Los mismos que se usan como herramienta en muchos campos de la biología; tales como evolución, ecología, bio-medicina, ciencias forenses y evaluación de diversidad (Hillis y Wiens 2000).

Los marcadores microsatélites permiten revelar sitios de variación a nivel de secuencias de ADN. A diferencia de los marcadores controlados por genes asociados a caracteres morfológicos, las variaciones en estos marcadores de ADN no muestran por sí mismas en el fenotipo, porque pueden ser diferencias en un solo nucleótido del gen o en una porción de ADN repetitivo (Velasco 2005).

Es por ello, este trabajo, se tiene como objetivo general: Caracterizar Etnozootecnica y genéticamente al cerdo criollo (*Sus scrofa domestica*) en crianzas familiares de los departamentos de Ayacucho y Apurímac. Y con los objetivos específicos siguientes:

- Describir la demografía de los criadores dedicados a la crianza de cerdos criollos;
- Describir los sistemas tradicionales de producción;
- Caracterizar faneróptica y morfométricamente al cerdo criollo;
- Determinar la diversidad genética intra e interpoblacional;
- Determinar la diferenciación genética entre las poblaciones.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL CERDO CRIOLLO

Amurrio (1996) y Espinosa (2015), mencionan que los cerdos criollos se caracterizan por su tamaño pequeño, piel pigmentada, pelaje largo y lacio, diversidad de colores, cuello corto, pecho angosto, jamón pequeño y aplanado, costillas poco arqueadas y aplanadas, pelvis larga y descendida, miembros cortos, disposición marcada a la acumulación de grasa, carácter nervioso y agresivo. Benítez (2001), menciona, además, que tienen un hocico largo y estrecho, que lo utilizan para escarbar la tierra en busca de alimentos, logrando al año, de tres a cinco lechones, los que son destetados o «apartados» luego de una larga lactancia que puede llegar hasta los cinco meses.

Los cerdos Criollos se han adaptado durante más de 500 años, a muy distintas condiciones del continente americano, desarrollando mecanismos de resistencia en los lugares que se fueron estableciendo (Lemus y Alonso 2005). Espinosa (2015), indica que las adaptaciones de los cerdos criollos han obedecido a las condiciones como: intemperie, cambio climático, consanguinidad y alimentación deficiente. Todo ello ha proporcionado al cerdo rusticidad, resistencia a enfermedades, instinto rebuscador, formas de aprovechamiento de toda clase de recursos alimentarios y mecanismos fisiológicos para la transformación de forraje.

Espino (2008), plantea que los animales adultos, en engorde, tienen una capa importante de grasa, resisten mejor las temperaturas nocturnas bajas, frecuentes en las regiones andinas. La grasa subcutánea predomina una capa aislante del frío; pero tiene poca resistencia al calor y a la insolación, motivo el cual es frecuente que los cerdos busquen los lugares sombreados y húmedos para así regular su temperatura corporal. Asimismo, menciona que los factores medio ambientales influyen en los

aspectos productivos. Los cerdos criollos tienen gran capacidad de adaptación a las condiciones adversas, permitiendo su sobrevivencia y la perpetuación de la especie.

2.1.1. Taxonomía

El cerdo criollo (*Sus scrofa domestica* L.1758) está clasificado dentro de las siguientes categorías taxonómicas:

- Phylum Cordados
- Subphylum Vertebrados
- Clase Mamíferos
- Subclase Terios
- Orden Artiodáctilos
- Familia Suidae
- Subfamilia Suinos
- Género Sus
- Especie *Sus scrofa*
- Subespecie *Sus scrofa* doméstica

2.1.2. Origen

El Cerdo Criollo tiene su origen en el cerdo introducido por los conquistadores españoles, a finales del siglo XV; cuando desembarcaron en América; específicamente, en las costas orientales venezolanas o haitianas. Proviene del cerdo Ibérico de aquella época, y de otros cerdos del tronco ibérico como el Negro Canario (Fuentes, 2003; Benítez y Sánchez, 2001). Los cuales procedían a su vez de *Sus scrofa mediterraneus*, que pobló la región de Grecia, Portugal, Italia y algunos países del Norte de África (Benítez y Sánchez 2001).

2.1.3. Los cerdos criollos en América Latina

Revidatti (2009), menciona que en América la evolución histórica de los recursos Zoogenéticos utilizados por el hombre tuvo características similares que pueden agruparse en tres etapas.

La primera, desde los años de la conquista entre 1493 y mediados del siglo XIX, de aproximadamente 350 años, caracterizada por la introducción, multiplicación y difusión de ejemplares de las diferentes especies (ovinos, caprinos, cerdos, bovinos, equinos, aves de corral). Desde su introducción durante la conquista española, y con posteriores aportes por la inclusión de otras razas exóticas, estos ejemplares se aparearon libremente, modelándose en función de la selección natural, adaptándose a diferentes ambientes; y, mediante la selección empírica dirigida, y prácticas culturales ejercidas por las sociedades que los criaron, arribaron a la formación de los denominados genéricamente “Criollos”.

La segunda etapa, que se extiende desde mediados del siglo XIX a mediados del siglo XX, de más de 100 años, en la cual sufren un proceso de desvalorización, con la introducción de otras razas exóticas “mejoradas”, para su mestización y absorción, con la consecuente disminución de la población original.

La tercera etapa iniciada hacia mediados del siglo XX hasta la actualidad, en que se ha comenzado la revalorización, planes de conservación y utilización productiva de los “Criollos”, con un mayor énfasis en la especie bovina, seguida de la caprina y con incipientes tareas en porcinos y ovinos (Martínez 2008).

Por su parte Fuentes (2003), menciona que los ejemplares traídos por los colonizadores y su descendencia han convivido en forma silvestre o como animal doméstico, adaptándose al medio tropical, consumiendo predominantemente frutos y hierbas; siendo utilizado por las comunidades indígenas y pobladores de las zonas bajas de los llanos como proveedor de proteína animal. Este mismo autor menciona los cerdos ibéricos gozan en la actualidad de gran prestigio internacional, por la exquisitez de sus carnes.

Según Benítez y Sánchez (2001), la raza que ha tenido más influencia en la formación del cerdo criollo han sido la Ibérica, y las razas que han dejado mayor descendencia en él, han sido la Negra Lampiña y Negra Entrepelada. Otras razas que también han

intervenido han sido la raza Canaria, y algunas razas asiáticas, estas últimas procedentes de colonias portuguesas, que se establecieron en Brasil. Los mismos autores mencionan que los cerdos criollos latinoamericanos presentan cercanía genética entre ellos, sobre todo los cerdos criollos cubanos, salvadoreños, argentinos y ecuatorianos, sin embargo, existen algunos animales cuyas particularidades genéticas son diferentes al resto como algunos cerdos criollos mexicanos y cerdos de Brasil.

A partir de la mitad del siglo pasado, las razas de capa blanca comenzaron a despertar mayor interés, por mostrar mayor producción de carnes y menor grasa, dejándose restringido la crianza del cerdo criollo exclusivamente en explotaciones pequeñas o familiares; donde se utiliza el pastoreo, y se aprovecha los residuos producidos por las explotaciones agrícolas, proceso que ha repercutido en que el cerdo criollo, el cual se está cruzando con distintas razas utilizadas en los modernos sistemas de producción intensiva, derivando a la formación de nuevos genotipos. Consecuentemente, se observa gran cantidad de fenotipos, con diversidad de capas, longitud, forma de pelo, y condición corporal, que han dejado a las razas criollas con muy escaso número de animales puros, e incluso algunas de ellas lamentablemente han desaparecido.

Equipos de investigadores iberoamericanos han realizado estudios que demuestran que las razas de origen ibérico en el continente Americano tienden a desaparecer, por la agresiva introducción de razas de otras procedencias. Este hecho supone un riesgo de pérdida de patrimonio genético digno de ser conservado con el fin de aprovechar la capacidad de adaptación, resistencia a enfermedades, rusticidad y capacidad transformadora de los más variados alimentos.

2.1.4. El Cerdo criollo en el Perú

De acuerdo al último censo agropecuario (INEI 2012), la población nacional de cerdos es de 2 224 300 individuos; de ellos 1 494 729 son criollos de los cuáles, 37.8%, 86.8% y 79.2%, se encuentran en la costa, sierra y selva, respectivamente. Por otra parte, el MINAGRI (2014), refiere que la distribución de la población, según tipo de crianza, está dividida: el 60% en crianza casera, el 20% en granjas

medianamente tecnificadas, y el 20% restante en granjas altamente tecnificadas. Es importante resaltar que la producción de la crianza casera representa el 35% de la producción total de carne porcina, mientras que la tecnificada el 65%; lo cual se explica por los altos rendimientos de producción y productividad los grados de crianza es manejada con tecnificación y alta genética, mientras que la gran mayoría de animales criollos son criados en condiciones no tecnificadas.

El ganado porcino introducido al Perú por los conquistadores españoles, se integró al sistema de producción, pero el consumo de su carne por la población local se centra a ocasiones especiales, siendo también una fuente de grasa para uso doméstico. Para las familias rurales, cuya principal actividad económica es la producción agropecuaria, el cerdo representa una fuente de ahorro que puede ser fácilmente convertida en dinero para enfrentar gastos de emergencia.

Según el INEI (2012), se estima que el 63 % de las unidades agropecuarias se dedican a la cría porcina y que el 85 % de estos porcicultores crían cerdos Criollos.

2.1.5. Importancia

Hurtado *et al.* (2004), menciona que el cerdo criollo es considerado un reservorio de variabilidad genética que puede enriquecer, en el futuro, el germoplasma comercial porcino y, posiblemente, se pueda utilizar su capacidad de aprovechar los recursos naturales disponibles y diversos subproductos agrícolas. También Tapia (2009), concluye que los cerdos criollos, como recurso genético de los países del Caribe y Latinoamérica, podrían ser una vía de sostenibilidad para la producción en la región; así mismo, menciona que estos han desarrollado un papel socioeconómico muy importante, principalmente en el medio rural. Sin embargo, el conocimiento científico respecto a estos animales es bajo; debiéndose concentrar esfuerzos que permitan su valoración y conservación. 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.

2.2. ETNOZOOTECNIA

2.2.1. Definición

Alves *et al.* (2010) definen la etnozootecnia (“etno”= nación, pueblo, raza y “zootecnia” = cría de animales) como el enfoque científico dedicado a la realización de estudios interdisciplinarios sobre los conocimientos, las prácticas y las creencias de las poblaciones humanas (principalmente las rurales) sobre la crianza y producción animal, considerando incluidas las convergencias y divergencias entre los conocimientos zootécnicos aceptados por la comunidad científica y aquellos manifestados por las poblaciones humanas implicadas en los estudios. Así mismo, se menciona que la etnozootecnia es el conocimiento local, cultural, de las técnicas existentes en cada localidad y sociedad, relacionadas con la diferenciación de razas de animales vinculadas a hábitos y hábitos de las personas, teniendo en cuenta el medio ambiente local y su participación en las estrategias de desarrollo y de valoración de soluciones técnicas, institucionales locales, incluyendo las habilidades locales; así como los esfuerzos para dar mayor visibilidad al aprovechamiento de los recursos naturales y articular los problemas vividos por grupos sociales minoritarios y marginados.

La etnozootecnia es la función de la ganadería en la historia de los pueblos, la integración de los animales en las costumbres populares y representaciones artísticas. Para la FAO (2010), los saberes locales representan información que las poblaciones, en una determinada comunidad, desarrollada a lo largo del tiempo. Se basa en la experiencia, adaptada a la cultura y el ambiente local, y está en constante desarrollo. Este conocimiento se utiliza como soporte a la comunidad, su cultura y los recursos genéticos necesarios para su supervivencia continua.

Barba *et al.* (2004), citados por Estupiñán *et al.* (2009), mencionan que se trata de la caracterización morfológica y faneróptica de un animal, y que además el producto su descripción es fundamental para el conocimiento su potencial productivo. Desde el punto de vista de la conservación de los recursos genéticos, la etnozootecnia es necesaria para la definición, descripción, tipificación y diferenciación de las poblaciones de animales.

2.2.2. Perfil Sociodemográfico

Las Comunidades Campesinas, realizan prácticas tradicionales o ancestrales, principalmente en la agricultura; en la ganadería y en el manejo y/o intercambio de semillas. Las comunidades que pertenecen al pueblo quechua utilizan las prácticas tradicionales o ancestrales en el desarrollo de sus actividades (INEI 2017).

El tamaño promedio de las familias rurales de Ayacucho y Apurímac es de 3.5 y 3.7 integrantes por familia respectivamente (INEI 2017).

2.2.3. Sistema Productivo

Zaragoza (2012) citado por Arredondo (2013), menciona que un sistema productivo puede definirse como un conjunto organizado de elementos y partes interactuantes e interdependientes, que se relacionan formando un todo unitario y complejo; con entradas y salidas propias de su interacción con el ambiente.

Los sistemas agropecuarios son complejos y difíciles de conceptualizar y comprender para tratar de entender como estos sistemas se formaron, se debe analizar un sinnúmero de factores biológicos, químicos, sociales, económicos, históricos, políticos y hasta éticos (FAO 1997).

Dependiendo del contexto agroecológico, tecnológico y socio-económico, los sistemas de producción pecuaria se clasifican en tecnificados, semi-tecnificados y tradicionales o de traspatio. A nivel mundial, la costumbre de criar animales en el terreno que rodea las viviendas, conocida como sub-sistema de producción animal de traspatio, patio o solar, está muy arraigada en muchos grupos étnicos (Gutiérrez *et al.* 2012).

La crianza rural, a pesar de ser predominante en el Perú, se constituye en una actividad secundaria, complementaria a otras actividades de carácter agropecuario, o de una crianza doméstica con fines de consumo. En nuestra serranía el cerdo pastorea conjuntamente con animales herbívoros, consumiendo materia vegetal y diversidad de productos biológicos que encuentra en el camino. Otra forma de crianza es su sujeción a una estaca, permitiéndole un radio de acción de acuerdo al tamaño de la cuerda. En la selva, también el animal permanece libre, alimentándose de raíces,

vegetales, y de residuos alimenticios y de cosecha que el dueño le brinda. MINAGRI (2015).

La producción de traspatio se considera una forma de hacer prevalecer la cultura y los modos de producción que se han utilizado desde el inicio mismo de la agricultura, permaneciendo como sistemas de producción tradicionales que tienden a desaparecer, incrementándose los sistemas tecnificados y a gran escala; los cuales, además de generar cantidades exageradas de desechos, utilizan grandes cantidades de insumos externos (antibióticos, anabólicos, insecticidas, alimento industrializado); dejando de lado la utilización de productos de desecho casero o de industrias alimenticias, lo cual agrava más el problema de contaminación ambiental (Vieyra *et al.* 2004)

La crianza casera o de traspatio es dedicada a la cría de cerdos “criollos” mayoritariamente, que no han sido cruzados con razas mejoradas, y tienen alto grado de consanguinidad (Camacho 2003). Esta crianza se hace atractiva a nivel doméstico, por ser el cerdo un eficiente cosechador de gran variedad de materiales vegetales, y consumidor de residuos domésticos que le sirven de alimento; representando en cierto modo, una forma de generación de proteínas que no implica mayores costos por el tipo de alimentación recibida, siendo considerado como “Alcancía del pobre” (MINAGRI 2015).

2.2.4. Características morfométricas y faneropticas

La zoometría, es la encargada de estudiar las características morfométricas y con ellas se obtienen los índices que llevan su nombre, constituyendo una herramienta típica en la descripción de las razas animales; siendo un elemento de trabajo importante para definir una población, al permitir enfoques para el estudio de una raza, como es la determinación de su dimorfismo sexual, y la comparación morfométrica entre razas. (Parés, 2007 citado por Marín 2016) Actualmente, las características morfométricas son consideradas variables morfoestructurales por ser susceptibles de un tratamiento estadístico (Herrera *et al.* 2009)

El índice cefálico permite clasificar los animales en los troncos étnicos: asiáticos y célticos son braquicéfalos; y el tronco ibérico como doliocéfalo (Sanson y Díaz Montilla, 1965 citados por Revidatti 2009). Los doliocéfalo (cabeza alargada, con un índice cefálico menor a 46 %), mesocéfalo (cabeza intermedia, con un índice entre 46 y 55%), y braquicéfalo (cabeza corta, con un índice mayor a 55 %) (Arredondo 2013).

Con el índice corporal se expresa las proporciones o relación entre las dimensiones de anchura y longitud en un individuo. Los valores numéricos para ambos índices fluctúan entre cifras menores que 83 y mayores que 90 (de 83 a 90 mesolíneos) y en zootecnia indican conformaciones brevilíneas o longilíneas, respectivamente (Aparicio, 1960, citado por Revidatti 2009). Los cerdos con índice menor a 86 se clasifican como brevilíneos, mesolíneos de 86 a 88 y longilíneos los que tienen más de 88 cm (Díaz Montilla, 1965 citado por Revidatti 2009).

La aplicación de criterios fanerópticos ha sido una de las formas más usadas en la caracterización racial, y al ser de tipo cualitativo no se traducen en valores numéricos, facilitan la clasificación de los grupos de animales de manera visual y su encuadramiento en determinado grupo racial, pero presentan una gran parte de subjetividad y variación de acuerdo al clasificador (Sanz *et al.* 2004, citado por Revidatti 2009).

Falconí *et al.* (2011) cita a Hurtado *et al.* (2004), indicando que las variables fanerópticas a considerar en un estudio racial de cerdos criollos debe ser las siguientes:

- Color de capa: coloradas (retintas), negras, blancas, color pizarra con manchas negras, manchadas, entre otros;
- Color de la mucosa: Mucosa clara, despigmentada, manchada y oscura;
- Color de las pezuñas: Pezuñas blancas, negras, veteadas y otras;
- Presencia o ausencia de pelo: abundante, escaso y ausencia (lampiños);
- Tipo y orientación de las orejas: Erectas, tejas y caídas;
- Presencia o ausencia de mamellas: Presencia o ausencia de mamellas;
- Perfil cefálico (frontonasal): Rectilíneo, cóncavo, subcóncavo.

Según Aparicio (1960), mencionado por Revidatti (2009), los caracteres étnicos más importantes en la especie porcina se deducen del perfil cefálico, inserción, posición, forma y tamaño de las orejas, línea dorsal, longitud total del tronco y altura de las extremidades.

Entre las características fanerópticas, la capa de los porcinos (coloración de la piel, pelos o cerdas y demás producciones epidérmicas) presenta poca variación en su tonalidad; por lo que desde antiguo se las considera un carácter importante para la diferenciación racial. En los porcinos salvajes la piel está constantemente pigmentada y el color característico de la capa lo forman una mezcla de pelos amarillos y negros, cuya proporción relativa determina la tonalidad de coloración de cada región del cuerpo. Estos animales presentan en las primeras edades de su vida rayas longitudinales más oscuras en todo el tronco, que le son características. En general la pérdida de pigmentación de las razas salvajes se juzga como una clara señal de domesticación, así también, el cerdo salvaje presenta pezuñas más pigmentadas.

En ciertas razas se observa, en la parte inferior del cuello, la presencia de dos apéndices carnosos llamados mamellas, y en las razas poco mejoradas se desarrollan en la parte superior del cuello cerdas muy fuertes que forman una especie de crinera, como la que presentan los animales salvajes.

Revidatti (2009) cita a Delgado *et al.* (1998), Castro *et al.* (2003), Macedo *et al.* (2008), que afirman que la mamella es una característica morfológica de carácter ancestral, en forma de apéndices pendulosos en la base del cuello, asociada a estirpes del cerdo mediterráneo, siendo raras en animales provenientes del tronco celta.

2.2.5. Estudios realizados en Características morfométricas y faneropticas en cerdos criollos

Marín (2016), en su estudio morfométrico en los cantones Celica, Macará y Pindal, de la provincia de Loja (Ecuador) con cerdos criollos mayores de 1 año, evalúa con 17 variables zoométricas, 9 índices zoométricos y 7 variables cualitativas concluyendo que son morfológicamente similares a los cerdos criollos estudiados por otros autores en el Ecuador, Colombia, Argentina y Guatemala.

Peralta (2016), evaluando cerdos criollos, mayores de 1 año en los cantones Paltas, Olmedo y Chaguarpampa de la provincia de Loja (Ecuador), en base a 17 variables zoométricas, 9 índices zoométricos y 7 variables cualitativas, concluyó que los cerdos criollos estudiados son longilíneos, (prevaleciendo la longitud sobre el ancho), además de dolicocefalos (predominio del perfil frontonasal rectilíneo).

Céspedes (2015), en las provincias de Abancay y Andahuaylas (Perú), evaluando cerdos criollos, entre 1 a 6 años, a través de 13 variables zoométricas, 10 índices zoométricos y 8 variables cualitativas, concluyó que en los cerdos criollos predomina el perfil frontonasal subcóncavo, orejas caídas y Morfoestructura armoniosa.

Arredondo (2013), evaluando cerdos criollos, mayores de 8 meses, en las provincias de Chocó, Cauca y Nariño en la Región Pacífica Colombiana, a través de 14 variables zoométricas, 5 índices zoométricos y 10 variables cualitativas, concluyó que estos se pueden dividir, según sus características morfológicas cuantitativas, en dos grupos diferenciados: del departamento de Chocó, pertenecientes a comunidades negras, con cuerpo brevilíneos, predominio de la altura sobre la longitud corporal y dolicocefalia; y, cerdos de los departamentos de Cauca y Nariño, pertenecientes a comunidades indígenas, con mayores dimensiones corporales, tendencia a la mesocefalia, cuerpo mesolíneos (Nariño) y longilíneos (Cauca), y predominio de la longitud corporal sobre la altura.

Escobar (2007), en un estudio con cerdos criollos en la provincia de Chimborazo-Cantón Chambo (Ecuador), a través de 12 variables zoométricas, 7 índices zoométricos y 5 variables cualitativas, concluyó que a medida que avanza la edad en la etapa de engorde, las medidas tienden a incrementarse; sin embargo, los índices zoométricos permanecen estadísticamente similares así mismo, menciona que las medidas e índices zoométricos no difieren en función al sexo, en las categorías de crecimiento, engorde y reproductores.

Tabla 1 Características morfométricas de cerdos criollos en Sudamérica

Medidas morfométricas	Colombia			Ecuador				Argentina			Perú	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
lorejas	18.58	20.53	22.45	16.21	17.42	-	-	-	-	-	-	-
Porejás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lhocico	15.29	12.42	12.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lcara	-	-	-	-	-	10.63	14.97	16.85	14.20	16.33	16.37	17.41
Acabeza	11.52	14.47	14.83	16.00	13.98	11.75	13.66	14.09	14.00	15.63	15.86	16.08
Acruz	58.17	60.40	61.60	58.87	53.85	32.07	55.58	62.86	50.10	60.11	68.86	71.80
Ptoraxico	87.93	88.73	95.89	78.90	77.15	50.14	94.82	103.16	86.40	97.22	102.76	111.04
Agrupa	63.08	66.32	67.54	61.67	58.22	35.71	60.71	66.85	59.20	67.11	73.96	77.73
Dlongitudinal	69.12	79.94	84.02	62.44	64.12		75.23	82.00	79.30	77.88	92.44	96.00
Angrupa	17.44	17.66	18.95	18.90	17.03	12.32	17.12	19.52	15.00	20.27	23.02	23.96
Lgrupa	22.54	25.00	26.52	20.54	20.96	19.55	23.51	25.97	19.90	25.66	27.02	28.00
ICE	38.01	49.90	52.17	72.72	60.26	66.96	51.91	47.80	63.20	51.98	50.07	50.79
IP	84.46	76.17	74.95	94.44	86.76	71.91	74.35	77.11	63.50	77.20	74.74	75.03
IC	79.12	90.34	87.43	81.58	84.32	90.04	79.63	79.82	92.14	80.71	90.15	86.85
IPE	78.14	70.73	71.52	91.59	87.64	64.63	73.65	75.80	75.69	78.90	74.74	75.03

Fuente: 1, 2, 3. Cantón Chocó, Cauca y Nariño Región pacífica Colombiana. (Arredondo 2013); 4. Cantones Paltas, Olmedo y Chaguarpampa de la provincia de Loja - Ecuador (Peralta, 2016); 5. Cantones Celica, Macará y Pindal, de la provincia de Loja - Ecuador (Marín 2016); 6. provincia de Chimborazo- Cantón Chambo - Ecuador (Escobar 2007); 8, 9,10. Provincia Corrientes, Chaco, Misiones y Formosa. Nor este argentino. (Revidatti 2009) y 11,12 provincias de Abancay y Andahuaylas - Perú (Céspedes 2015).

2.3. DIVERSIDAD GENÉTICA A NIVEL MOLECULAR

2.3.1. Marcadores moleculares

Actualmente, se considera como uno de los principales objetivos de los programas de conservación, el mantenimiento de la diversidad genética de la especie, protegiendo de esta forma sus procesos ecológicos y evolutivos (Moritz, 1999, citado por Moron 2013).

Las herramientas moleculares, permiten analizar las estructuras genéticas de las poblaciones debido a su fácil aplicación y rápida obtención de resultados; y es a partir de estas que la genética de poblaciones, empleando diferentes análisis matemáticos y estadísticos, logra examinar procesos y patrones evolutivos que pueden haber influido, o seguir influyendo, en la estructura y distribución poblacional de las especies; y por lo tanto, analiza cómo interactúan entre sí; con lo cual se puede dimensionar el estado en el cual se encuentran, y así conocer mejor la especie para su posterior manejo (Iannacone 2006).

Los marcadores moleculares son una herramienta que permite obtener información suficiente para llevar a cabo la diferenciación entre individuos en una raza o especie; determinar la filiación, genética y parental, entre individuos en un hato, evaluar susceptibilidad a enfermedades genéticas, establecer características cualitativas (presencia de cuernos o color de pelaje entre otros), para de esta manera, mejorar la precisión de la selección que se realice en un hato, direccionado hacia su mejoramiento genético (Salazar - Marroquín *et al* . 2004).

Los marcadores moleculares generan patrones polimórficos y monomórficos; los polimórficos, mayormente identifican diferencias intra poblacionales y los monomórficos diferencian especies o géneros, debido a que pertenecen a zonas altamente conservadas. Dentro de estos se consideran los marcadores microsátélites aplicando fórmulas que determinan la probabilidad de exclusión de paternidad y también aquellas que muestran el grado de heterocigosidad de la población, que representa su condición de reserva genética (Vallejo 2008).

2.3.2. Marcadores microsatélites

Los microsatélites, elementos repetitivos de di, tri y tetra nucleótidos, son marcadores que se encuentran distribuidos a lo largo del genoma y tienen la característica de ser altamente polimórficos (Peelman *et al.*, 1998 y Goldstein *et al.*, 1998 citados por Salazar- Marroquín *et al.* 2004 y FAO, 2010). Son segmentos cortos de ADN de 1 a 6 pares de bases (pb), que se repiten en tándem y de forma aleatoria (Figura 1). Algunas de las características formales de los microsatélites *versus* otros marcadores (mini satélites, RFLPs, RAPDs, etc. Arangure-Mendez *et al.* 2005.) son:

- Presentan un elevado grado de polimorfismo y su herencia es mendeliana simple;
- Son codominantes (pudiéndose diferenciar su condición homocigota de la heterocigota);
- Son fáciles de medir y analizar, tienen una confiabilidad del 100%, repetitivos y automatizables.

Debido a que presentan un tamaño relativamente pequeño, pueden amplificarse fácilmente por PCR usando ADN extraído de fuentes diversas, como la sangre, el pelo, la piel, e incluso las heces (FAO, 2010).

Su única limitación significativa puede ser la inversión inicial de recursos económicos, y la experiencia técnica, requerida para el clonamiento y secuenciamiento de los loci SSR. (Yañez 2002).



Figura 1. Microsatélites- ejemplo de un di nucleótido A-C (n) (Arangure-Mendez et al. 2005)

2.3.3. Cola M13

Para reducir este costo de genotipificación con microsatélites marcados fluorescentemente, (Oetting *et al.* 1995 citado por Paredes 2013) propusieron una estrategia de PCR llamada multiplex, la cual emplea un cebador *forward* con una extensión adicional de 18 pb en su extremo 5' idéntica a la secuencia del cebador M13 (TGTA AACGACGGCCAGT), un cebador regular *reverse* y un tercer cebador universal M13 marcado con fluorescencia.

El cebador universal M13 es una secuencia derivada de un vector bacterial (David *et al.* , 1993) que no presenta homología con alguna secuencia conocida en la base de datos de los genomas de mamíferos, por lo que reduce la cantidad de amplificaciones inespecíficas que pueden resultar en interpretaciones erróneas de los resultados (Arruda *et al.* 2010).

El cebador unido a la "cola" M13 provee una secuencia complementaria del cebador universal fluorescente (M13 unido a un fluorescente) desde el tercer ciclo de PCR, generando un producto que puede ser detectado en un secuenciador automático de ADN, el cuál separa las bandas de microsatélites con paneles compuestos de cuatro colores, un color cada uno; donde cada panel permite realizar reacciones de amplificación en múltiplex, ya que en él es posible combinar 4 cebadores o más de un mismo colorante fluorescente optimizando las temperaturas de alineamiento en PCR y los tamaños de los productos de PCR (figura 2 , modificada de Arruda *et al.* 2010). Todas estas combinaciones son evaluadas a través de un único capilar con una separación del tamaño estándar, permitiendo estimados del tamaño de la banda (Neilan 1997).

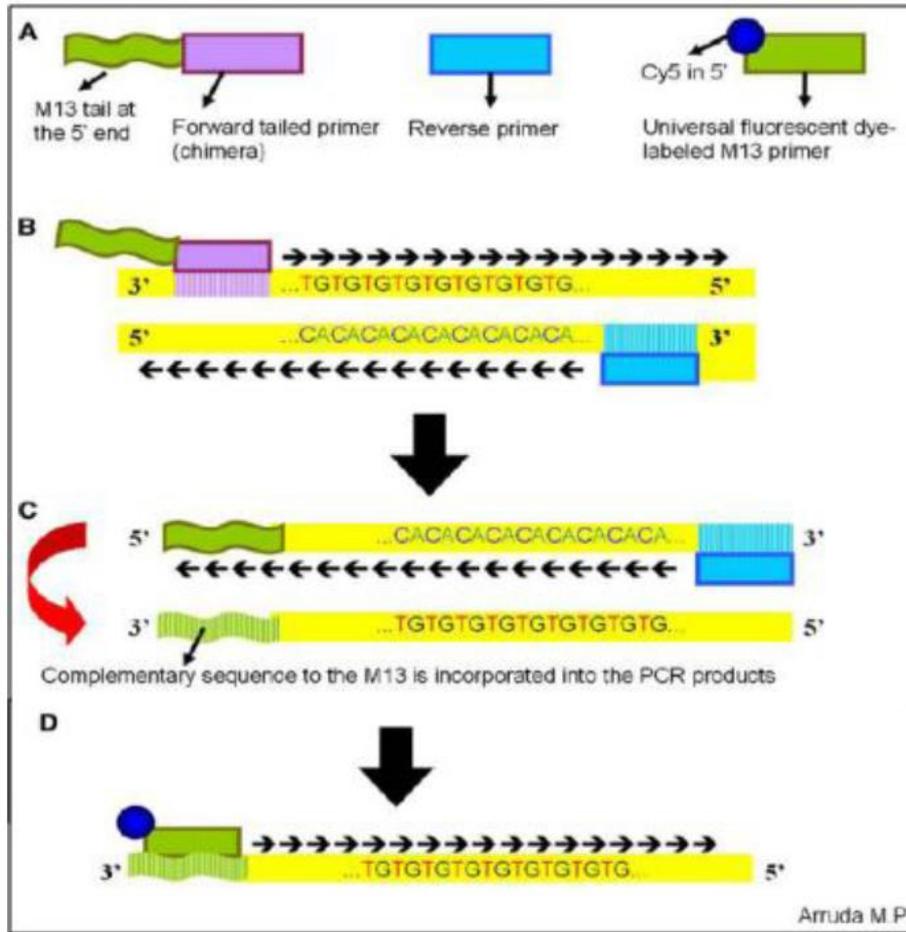


Figura 2. Procedimiento de amplificación y marcaje del cebador universal M13. Fuente: modificado de Arruda *et al.* (2010)

2.3.4. Estudios realizados en cerdos criollos

Galíndez *et al.* (2016), realizaron un estudio de variabilidad genética en seis poblaciones de cerdo criollo en Venezuela utilizando 13 microsatélites, concluyendo que existe variabilidad genética por lo que justifica aplicar planes de conservación, multiplicación y mejora genética.

Meléndez *et al.* (2013), ejecutaron un estudio de caracterización genética en Cereté.- Colombia; utilizando 20 microsatélites, concluyendo que los microsatélites estudiados revelaron un alto grado de polimorfismo y un alto grado de variabilidad genética.

Pérez *et al.* (2006), en un estudio de caracterización genética de cerdos criollos en Cuba utilizando 20 microsatélites, concluye que estos presentan elevada diversidad genética.

Arredondo (2013), evaluó la diversidad genética de cerdos criollos del pacífico colombiano, utilizando 15 microsatélites, concluye que los cerdos criollos de Chocó, Cauca y Nariño presentan altos niveles de diversidad genética, obteniendo un F_{st} de 0.119, F_{is} de 0.43 y un F_{it} de 0.495. Así mismo mediante el análisis de estructura poblacional por el método bayesiano de Pritchard, ratifica y fortalece la diferenciación clara de dichas subpoblaciones.

Revidatti (2009), reportó la diversidad genética de cerdos criollos al Nor este Argentino (NEA) utilizando 24 microsatélites y obtuvo un F_{st} de 0.044, F_{is} de 0.131 y un F_{it} de 0.169, concluyendo que existe subdivisión en la muestra de la población total de cerdos Criollos del NEA, consistente con la adaptación a las zonas agroecológicas Húmeda y Seca de la que provienen. Así mismo mediante el análisis de estructura poblacional por el método bayesiano de Pritchard, ratifica y fortalece la diferenciación claramente dichas subpoblaciones y revelando a la vez una nueva subdivisión de la población de cerdos de la Zona Seca definida en el NEA.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

Las muestras biológicas y los datos de las características morfométricas y faneropticas fueron colectadas en el departamento de Ayacucho (agosto del 2017), y en el departamento de Apurímac (abril del 2018). (Figura 3)

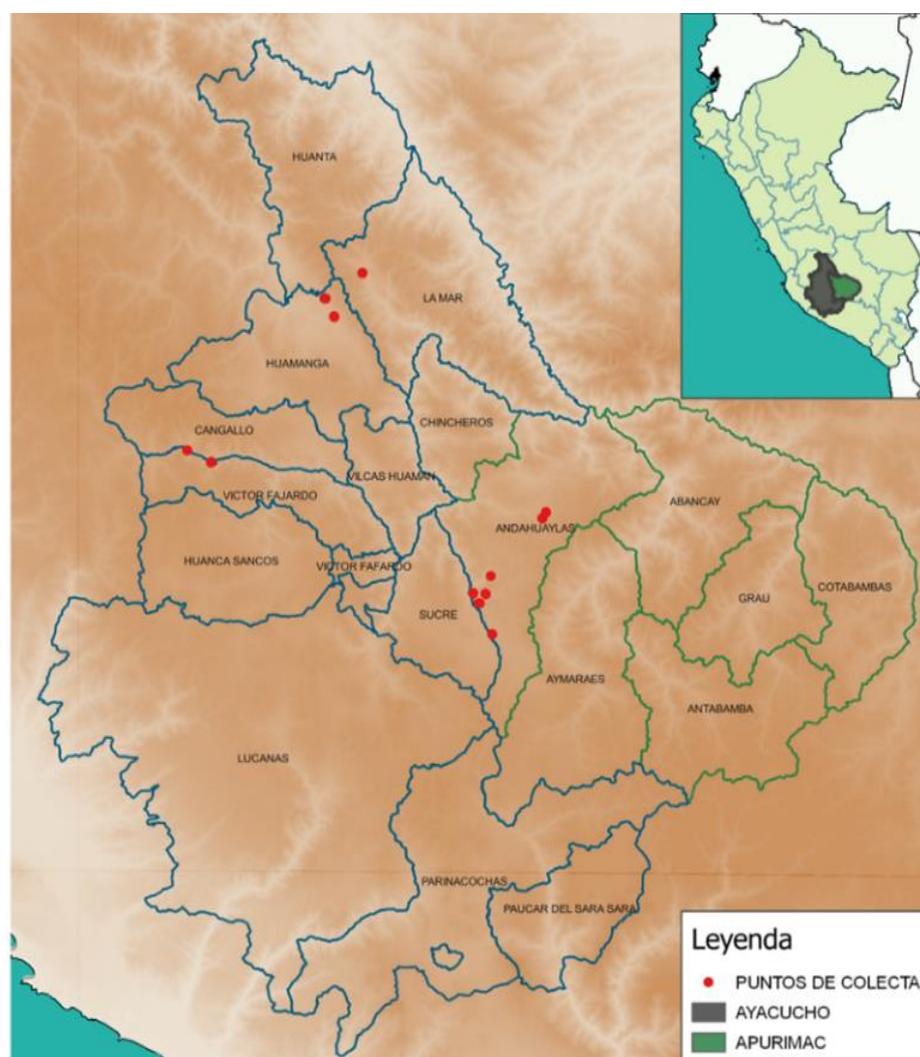


Figura 3. Ubicación geográfica de las poblaciones de cerdos criollos en estudio.

3.2 ETNOZOOTECNIA

3.2.1 Perfil sociodemográfico y sistema productivo

Con la ayuda de un traductor de lengua quechua se entrevistaron a 35 criadores en el departamento de Ayacucho y 46 criadores en el departamento de Apurímac; en las encuestas se registró información socioeconómica; a) datos generales del entrevistado; b) Características del núcleo familiar; c) edad promedio; d) conformación familiar y, e) grado de instrucción (Anexo 1) Figura 4.



Figura 4. a b y c) Encuesta realizada a los criadores de cerdos criollos de Ayacucho y Apurímac (Fuente propia)

Así mismo, se registró información productiva: a) inventario general y producción tradicional; b) especies criadas conjuntamente con los cerdos criollos; c) tipo de instalaciones; d) participación de las familias en la crianza, e) sistema de crianza; f) manejo de la alimentación; g) manejo sanitario; y, h) manejo de los desechos (Anexo 2)

En lo referente a la comercialización, se obtuvo información acerca de: a) lugar de procedencia y categoría de cerdos comprados; b) destino final de los cerdos criollos; c) Modalidad de venta; y, e) época de venta (Anexo 3).

3.2.2 Características morfométricas y faneropticas

Para la evaluación de las características morfométricas y faneropticas, en Ayacucho se identificaron 22 hembras y 14 machos, de las diferentes comunidades y en Apurímac 26 hembras y 13 machos; haciendo un total de 36 muestras para el departamento de Ayacucho y 39 para el departamento de Apurímac (Tabla 2 y 3); en ambos casos fueron sujetados, por una persona con la ayuda de una jáquima para evitar el movimiento de los mismos; mientras que una segunda persona prosiguió a tomar las medidas; con las cuales se llenó una ficha (Anexo 4), adaptada de la empleada por Escobar, (2007). La caracterización se realizó en animales (de 2 meses a 3 años) que cumplieron con el estándar racial, no gestantes.

Tabla 2. Comunidades de Ayacucho en que se tomaron medidas morfométricas y faneropticas

Nº Individuos	Altura	Comunidad	Distrito	provincia
14	3315	Quinoa	Quinoa	Huamanga
12	2986	Acos Vinchos	Acos Vinchos	Cangallo
1	3047	Llocllasqa	Totos	Cangallo
4	3009	Espite	Vilcanchos	Victor Fajardo
5	3081	Tambo	Tambo	La Mar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Comunidades de Apurímac en que se tomaron medidas morfométricas y faneropticas

Nº Individuos	Altura	Comunidad	Distrito	provincia
4	3419	Pampachiri	Pampachiri	Andahuaylas
8	3704	Pomacocha	Pomacocha	Andahuaylas
11	3480	Unamarca	Tumayhuaraca	Andahuaylas
7	3211	Huayana	Huayana	Andahuaylas
1	3841	San Juan de Patahuasi	Huayana	Andahuaylas
5	3801	Huaraccopata	Jose María Arguedas	Andahuaylas
3	3701	Checche	Jose María Arguedas	Andahuaylas

Fuente: Elaboración propia

Para la presente investigación se tomaron en cuenta tres formas de caracterización externa de los animales las que a continuación se exponen, con la explicación del procedimiento seguido para cada una de ellas.

- a) Las características morfométricas.- fueron evaluadas de acuerdo con la metodología propuesta por Escobar (2007) fueron 11 (Figura 5) (Anexo 4). Para su determinación se utilizó un bastón zoométrico y cinta métrica; primero, se procedió a inmovilizar al cerdo colocándole una soga en el maxilar superior, detrás de los colmillos, en forma de lazo; y llevándolo a un sitio lo más plano posible, para poder obtener las medidas con mayor exactitud y precisión. Estas fueron:
- Longitud de la oreja (LORE): desde la punta extrema de la oreja izquierda o derecha, hasta la base de inserción con la cabeza. Se utilizó la cinta métrica (precisión ± 1 cm);
 - Perímetro base de la oreja (PORE): resulta de medir el contorno basal de la oreja. Se utilizó una cinta métrica (precisión ± 1 cm);
 - Longitud del hocico (LHOC): desde la sutura frontonasal hasta la punta del hocico, con ayuda la cinta métrica;

- Longitud de cara (LCAR): desde la sutura frontonasal hasta la base del hocico, con ayuda la cinta métrica;
- Anchura de la cabeza (ACAB): distancia entre ambas apófisis zigomáticas del temporal;
- Alzada a la cruz (ACRUZ): Distancia vertical desde el suelo hasta el punto más culminante de la cruz. Se utilizó el bastón zoométrico;
- Perímetro torácico (PTOR): contorno del tórax, desde la parte más declive de la base de la cruz, pasando por la base ventral del esternón y volviendo a la base de la cruz, formando un círculo alrededor de los planos costales;
- Alzada a la grupa (AGRUP): desde el suelo hasta el punto de unión de la región de los lomos con la grupa (tuberosidad iliaca externa). Se utilizó el bastón zoométrico;
- Diámetro longitudinal (DLONG): Se registró con el bastón zoométrico, considerando la articulación escápula-humeral (región del encuentro) hasta la punta de la nalga;
- Anchura de la grupa (ANGRUP): distancia entre las tuberosidades iliacas externas. Se manipuló con el compás de broca;
- Longitud de la grupa (LGRUP): En correspondencia desde la tuberosidad iliaca externa (punta del anca) hasta la punta de la nalga. Se utilizó la cinta métrica.



Figura 5. Procedimiento de toma de muestras biométricas. a) Largo de oreja; b) Perímetro base de oreja; c) perímetro torácico; d) diámetro longitudinal; e) alzada a la cruz; f) Alzada a la grupa; g) Longitud de grupa; h) Ancho de grupa. (Fuente propia)

- b) Para determinar los índices zoométricos.- se consideraron relacionar entre las medidas registradas de cada una de las variables anteriores; calculándose los siguientes índices:
- **Índice cefálico (ICE):** cociente entre el ancho de la cabeza por 100, dividido por la longitud de la cabeza;
 - **Índice de proporcionalidad (IP):** cociente entre la alzada a la cruz por 100, dividido por el diámetro longitudinal;
 - **Índice corporal (IC):** cociente entre el diámetro longitudinal por 100, dividido por el perímetro torácico;
 - **Índice pelviano (IP):** cociente entre el ancho de la grupa por 100, dividido por la longitud de la grupa.
- c) Las características fanerópticas.- fueron determinadas mediante la observación directa de cada uno de los cerdos criollos, registrándolos conforme al Anexo 4.
- **Color de capa:** Se clasificó según las siguientes coloraciones: colorada, rubia, negra entera, moteado (negro manchas blancas, negro faja blanca, colorada faja blanca, negra manchas coloradas y colorado manchado);
 - **Color de la mucosa:** Se evaluó de acuerdo a las siguientes tonalidades: clara, despigmentada, manchada y oscura;
 - **Color de las pezuñas:** Se consideraron las siguientes opciones: blancas, negras, veteadas y otras;
 - **Presencia de pelo:** Se consideró la presencia de pelo ya sea abundante, escaso y ausente;
 - **Tipo y orientación de las orejas:** Se tomó como referencia a Revidatti (2009), dando como resultado a las siguientes opciones: erectas, tejas y caídas;
 - **Presencia de mamellas:** Se anotaron dos opciones: presencia o ausencia de mamellas;
 - **Perfil cefálico (frontonasal):** Se analizaron los perfiles de acuerdo a su forma: rectilíneo, cóncavo, subcóncavo.

3.2.3 Fase de Gabinete

Los datos obtenidos de las encuestas fueron ordenados en hoja de cálculo, los cuales, de acuerdo a su naturaleza, fueron procesados mediante los paquetes estadísticos correspondientes.

3.2.4 Fase de Análisis Estadístico

a. Características Socioeconómicas

Fueron analizadas mediante distribución de frecuencias y gráficos por departamentos; así misma prueba de independencia de X^2 , con el paquete estadístico SPSS v.24. Además se compararon las frecuencias obtenidas por grupos muestreados.

b. Características morfométricas

Los datos de las variables cuantitativas y los índices zoométricos fueron procesados por medio del paquete estadístico SAS v.9.1. Se determinaron las variancias y la prueba de Tukey; así mismo, se utilizó el paquete estadístico Past V 3.23, y aplicaron técnicas de análisis multivariado, como son el análisis de componentes principales (ACP) y un análisis de clúster neighbour joining y mediante el programa R se determinó las correlaciones de los datos obtenidos en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.

c. Características fanerópticas

Los datos obtenidos en las encuestas fueron analizados mediante la distribución de frecuencias y gráficos por departamentos.

3.3 Análisis Genético

Las muestras biológicas fueron colectadas en el departamento de Ayacucho (57 muestras), y en el departamento de Apurímac (63 muestras) (Tabla 4 y 5)

Tabla 4. Relación de muestras para análisis genético recolectadas en comunidades de Ayacucho

Nº Individuos	Altura	Comunidad	Distrito	provincia
8	3318	Quinoa	Quinoa	Huamanga
20	2886	Acos Vinchos	Acos Vinchos	
3	3047	Llocllasqa	Totos	Cangallo
12	3689	Espite	Vilcanchos	Victor Fajardo
14	3083	Tambo	Tambo	La Mar

Tabla 5. Relación de muestras para análisis genético recolectadas en comunidades de Apurímac

Nº Individuos	Altura	Comunidad	Distrito	provincia
5	3419	Pampachiri	Pampachiri	Andahuaylas
12	3704	Pomacocha	Pomacocha	Andahuaylas
30	3430	Unamarca	Tumayhuaraca	Andahuaylas
14	3211	Huayana	Huayana	Andahuaylas
2	3801	Huaraccopata	Jose María Arguedas	Andahuaylas

3.3.1 Colecta de muestra

a. Muestra de folículo piloso

Para la colecta, a los cerdos muestreados se les colocó una jácquima para ser sujetados por una persona, evitando el movimiento del animal; mientras que una segunda persona retiró tres mechones de pelo de la parte dorsal, asegurándose de contener sus respectivos folículos pilosos (aproximadamente 50 pelos por

mechón). Posteriormente los mechones fueron guardados en bolsas herméticas para su transporte.

b. Muestra de oreja

Para la colecta, a los cerdos muestreados se les colocó una jácquima para ser sujetados por una persona, evitando el movimiento del animal; mientras que una segunda persona desinfectó la zona con alcohol yodado, y con un muesqueador se extrajo una pequeña parte del pabellón auricular. Finalmente, se aplicó nuevamente alcohol yodado para el sellado y la muestra se guardó en tubos de 2 ml con alcohol al 96°.

Cada muestra de pelos y de oreja fue etiquetada debidamente con los números de accesión. (Figura N° 6)



Figura 6. Procedimiento de colecta de la muestra biológica. a y b) Extracción de Muestra de oreja; c) Extracción de folículo piloso.

3.3.2 Fase de Laboratorio

a. Extracción de ADN a partir de muestras de orejas

El ADN fue extraído a partir de muestras las de orejas mediante el protocolo establecido por Sambrook y Russell (2001), modificado por el Laboratorio de Biología Molecular – INIA, como se detalla a continuación:

Una porción de entre 0.5 y 1 cm de las muestras de oreja se seca en papel toalla para quitar el alcohol excedente, luego se disgrega el tejido sobre una placa Petri utilizando bisturí y pinzas previamente esterilizados. Con la ayuda de las pinzas se introduce el tejido en un tubo de microcentrifuga (2.0 mL) junto con 750 μ L buffer TE20:5 (Tris EDTA proporción 20:5, pH 8), 75 μ L de SDS 10% y 15 μ L de Proteinasa K (20 mg/ μ L). La digestión fue llevada a cabo en un volumen final de 840 μ L e incubada sin agitación a 58 °C por 7 horas, en donde cada 30 minutos se realizó un leve agitado (finger vortex). Luego se separaron las impurezas agregando 500 μ L de acetato de potasio 3M. El ADN se precipitó con una solución de isopropanol y etanol absoluto y luego se resuspendió con TE20:5. Se realizó dos lavados con soluciones de cloroformo: alcohol isoamílico en proporción 24:1, para facilitar la separación de la fase acuosa de la orgánica (Bello *et al.* 2001); luego se lavó con acetato de potasio 3M y cloruro de sodio 5M para precipitar las impurezas presentes en el DNA. Así mismo, se agregó etanol absoluto para precipitar el DNA; de esta manera se aprovechó eficientemente el DNA de las pequeñas cantidades de tejido, como piel y sangre, que quedaron en las muestras de oreja (Sambrook y Russell, 2001). El precipitado de ADN se resuspendió en 40-300 μ L de TE10:1 (Tris EDTA proporción 10:1, pH: 8), dependiendo del tamaño de este. Finalmente, el ADN obtenido se almacenó a -20 °C hasta su análisis (Figura 7).

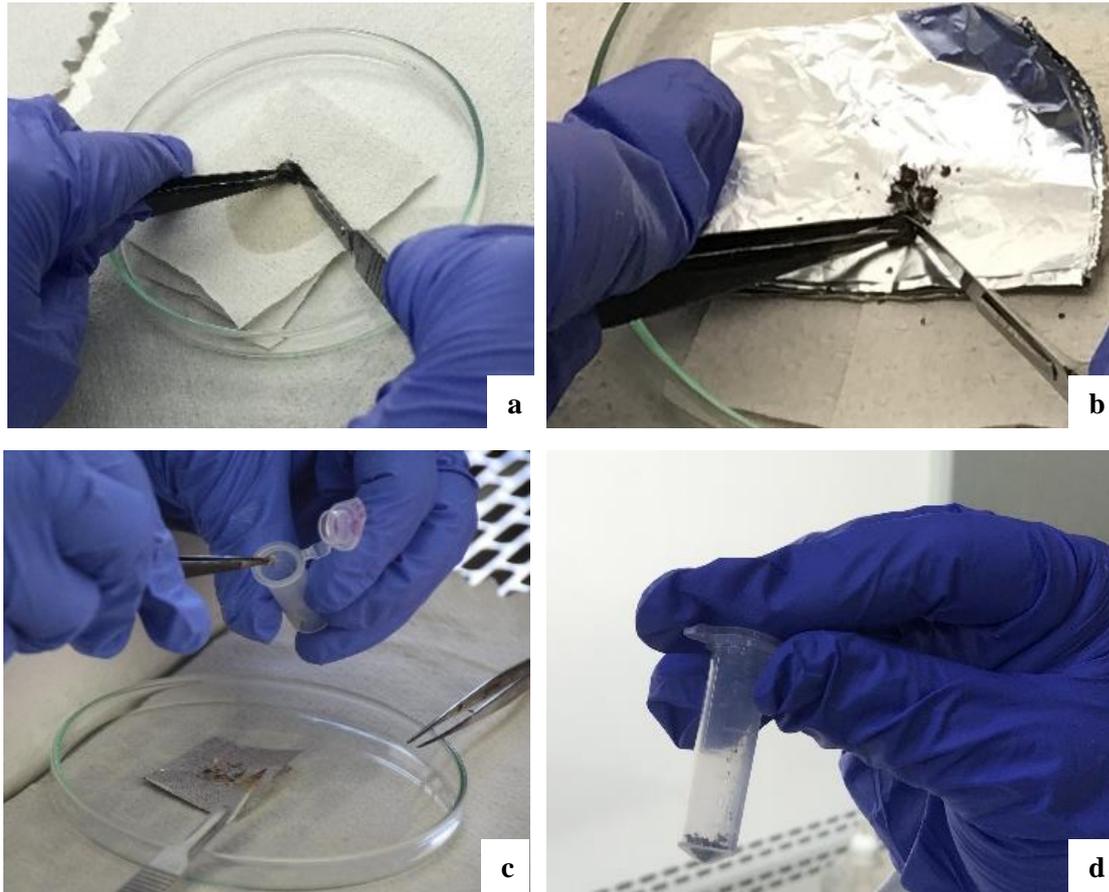


Figura 7. Procedimiento de corte de muestra de oreja. a) Secado de la Muestra en papel toalla sobre placa Petri; b) cortes de muestra con bisturí c) cortes de muestra de oreja colocadas en tubo de 2.0 mL. y d) tubo de 2.0 mL con los trozos de muestra.

b. Extracción de ADN a partir de folículo piloso

El ADN fue extraído a partir de folículo piloso mediante el protocolo establecido por Sambrook y Russell (2001), modificado por el Laboratorio de Biología Molecular – INIA, como se detalla a continuación:

Se seleccionaron aproximadamente 50 pelos de cada individuo, verificando la presencia de folículos pilosos. Se cortaron 2 mm de la base del pelo, utilizando pinzas y tijeras previamente esterilizadas, y se colocaron en tubos de 2,0 ml conteniendo una solución de lisis (Proteinasa K 20 mg/ml, buffer TE proporción 20:5 y SDS 10%) y 50 μ l de DTT. Se realizó el procedimiento descrito anteriormente, considerando una incubación de 7 horas, en donde cada 30 minutos se realizó un leve agitado (finger

vortex). Luego, se separaron las impurezas agregando 500 μL de acetato de potasio 3M. El DNA se precipitó con una solución de isopropanol y etanol absoluto y luego se resuspendió con TE20:5. Se realizó tres lavados con soluciones de cloroformo: alcohol isoamílico en proporción 24:1, para facilitar la separación de la fase acuosa de la orgánica (Bello *et al.* 2001); luego se lavó con acetato de potasio 3M y cloruro de sodio 5M, para precipitar las impurezas presentes en el DNA. Así mismo, se agregó etanol absoluto para precipitar el DNA; de esta manera se aprovechó eficientemente el DNA de las pequeñas cantidades de tejido, como piel y sangre, que quedaron en los folículos pilosos (Sambrook y Russell, 2001). El precipitado se resuspendió en 40-300 μL de TE10:1 (Tris EDTA, proporción 10:1, pH: 8) dependiendo del tamaño de este. Finalmente, el DNA obtenido se almacenó a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis (Figura 8).

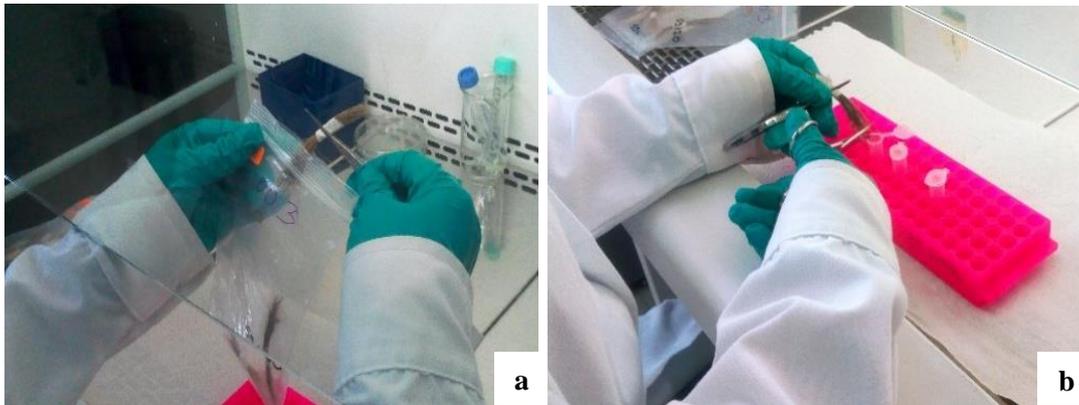


Figura 8. Procedimiento de corte de folículo piloso. a) Folículo piloso en bolsa ziploc; b) corte de folículo piloso en tubo de 2.0 mL.

c. Evaluación de la extracción del ADN

Para verificar la presencia y calidad del ADN, se realizó una electroforesis horizontal en geles de agarosa al 1%, preparados con buffer TBE 1X (Tris-HCl, ácido bórico, EDTA; pH 8). Se cargó 2 μL de DNA stock mezclado con 6 μL de Sal B 2X (azul de bromofenol, xilencianol, naranja G y sucrosa), el cual funciona como indicador de la migración del DNA. La electroforesis se corrió a un voltaje de 120 V por 20 minutos. Los geles fueron fotografiados en un Transiluminador UV Chemi XR y su edición se realizó con el programa Quantity One v. 4.6.3 (Biorad, Hercules, CA, USA).

La cuantificación del DNA se llevó a cabo mediante lecturas en un Espectrofotómetro Epoch (Biotek, Winooski, VT, USA). Se consideró una razón de absorbancia (260/280) mayor o igual a 1.8 para continuar con el proceso de amplificación de microsatélites.

Después de la evaluación cualitativa y cuantitativa, el ADN stock se llevó a una concentración final aproximada de 25 ng/uL, concentración en que se observó una amplificación óptima. Las diluciones finales de ADN se almacenaron a -20 °C hasta su procesamiento mientras que los DNA stock fueron almacenados a -70 °C. (Figura 9).

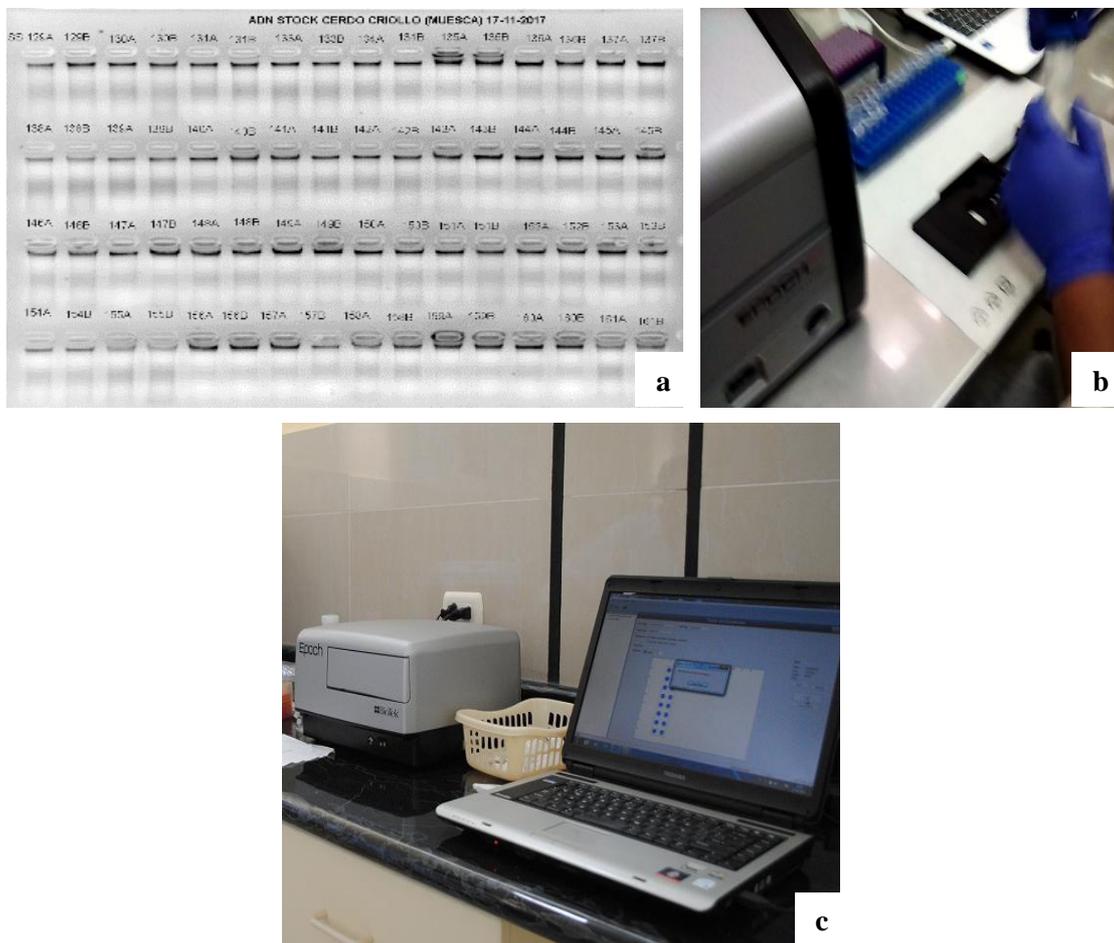


Figura 9. Evaluación de la extracción del ADN. a). Fotografía de gel de agarosa 1% b). Equipo Epoch para cuantificar ADN; c). Cargado de muestras para cuantificación.

d. Selección de microsatélites

Para el análisis de microsatélites se escogieron 13 cebadores SSRs, reportados en artículos internacionales, para poder obtener mayor información a la hora de realizar los análisis finales. Los cebadores originalmente diseñados para *S.scrofa* muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Secuencias de los 13 cebadores seleccionados para la amplificación de microsatélites en *Sus scrofa*.

MICROSATELITE	TAMAÑO	CEBADORES(3' - 5') FORWARD - REVERSE	FUENTE
SW72	68 - 135	ATCAGAACAGTGCGCCGT TTAAAATCAGTTACAGAAGACC	Pérez <i>et al</i> ,2005 y Roher,1993
SW857	138 - 180	TGAGAGGTCAGTTACAGAAGACC GATCCTCCTCCAAATCCCAT	Pérez <i>et al</i> ,2005 y Roher,1993
SO101	197 - 240	GAATGCAAAGAGTTCAGTGTAGG GTCTCCCTCACACTTACCGCAG	Pérez <i>et al</i> ,2005
SO090	244 - 280	CCAAGACTGCTTGTAGGTGAATA GCTATCAAGTATTGTACCATTAGG	Pérez <i>et al</i> ,2005
SO007	146 - 210	CACGACGTTGTAAAACGACTTACTTCTTGGATCATGTC GTCCCTCCTCATAATTTCTG	Roher <i>et al</i> ,1993
SO005	211 - 300	TCCTTCCCTCCTGGTAACTA GCACTTCCTGATTCTGGGTA	Roher <i>et al</i> ,1993
SO178	96 - 145	CACGACGTTGTAAAACGACTAGCCTGGGAACCTCCACACGCTG GGCACCAGGAATCTGCAATCCAGT	Ellegren <i>et al</i> ; 1993
SW122	100 - 150	CACGACGTTGTAAAACGACTTGTCTTTTTATTTTGCTTTTGG CAAAAAAAGGCAAAAGATTGACA	Roher <i>et al</i> ,1993
SO226	181 - 230	CACGACGTTGTAAAACGACGCACTTTTAACCTTCATGATACTCC GGTTAAACTTTTNCCTCAATACA	Pérez <i>et al</i> ,2005
SO355	246 - 290	CACGACGTTGTAAAACGACTCTGGCTCCTACACTCCTTCTTGATG TTGGGTGGGTGCTGAAAAATAGGA	Millan <i>et al</i> , 1996
SW240	94 150	CACGACGTTGTAAAACGACAGAAATTAGTGCCTCAAATTGG AAACCATTAAGTCCCTAGCAAA	Pérez <i>et al</i> ,2005
SO225	179 - 210	CACGACGTTGTAAAACGACGCTAATGCCAGAGAAATGCAGA CAGGTGGAAGAATGGAATGAA	Archival <i>et al</i> , 1996
SO227	220 - 280	CACGACGTTGTAAAACGACGATCCATTTATAATTTTAGCACAAAGT GCATGGTGTGATGCTATGTCAAGC	Pérez <i>et al</i> ,2005

e. Amplificación de Microsatélites

Los cebadores directos fueron construidos con una extensión de 18 pb, que es complementaria a la cola M13 (TGTAACGACGGCCAGT), la que a su vez fue marcada con fluoróforos, como: 6- FAM (azul), VIC (verde), NED (amarillo) y PET (rojo).

Para la optimización de la PCR se seleccionaron al azar 10 muestras de ADN de Muestras de oreja/pelo. Los microsatélites fueron primeramente amplificados por separado, y luego se analizó cuáles de ellos podrían ser amplificados en una sola reacción (multiplex PCR), de acuerdo a su tamaño (pb), su temperatura de hibridación, y su concentración de MgCl₂. La reacción de PCR se realizó en un Termociclador Eppendorf (modelo Mastercycler Pro S). Las combinaciones de los 13 microsatélites en reacciones en multiplex se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Combinaciones para reacciones en multiplex en PCR, rango (pb), marcaje temperatura óptima en los microsátélites.

MULTIPLEX (M)	MICROSATELITE	RANGO (PB)	FLUORESCENCIA	T° OPTIMA DE ALINEAMIENTO
M1	SW72	63 - 135	FAM	57 °C
	SW857	138 - 180		
	SO101	197 - 240		
	SO090	244 - 280		
M2	SO007	146 - 210	VIC	57 °C
	SO005	211 - 300		
	SO178	96 - 145		
M3	SW122	100 - 150	NED	57 °C
	SO226	181 - 230		
	SO355	246 - 290		
M4	SW240	94 - 150	PET	55 °C
	SO225	179 - 210		
	SO227	220 - 280		

Las amplificaciones por PCR fueron llevadas a cabo en reacciones de 10µL, que contenían 25 ng de ADN. La tabla 8 muestra las condiciones de la mezcla de amplificación de los cebadores. Las condiciones de PCR fueron: 94°C (5 min), luego 30 ciclos a 94°C (30s)/ 57°C o 55°C (1')/ 72°C (45s), continuando con 10 ciclos a 94°C (30s)/ 53°C (45s)/ 72°C (45 min), seguido por una extensión final a 72°C por 15 minutos y luego a 4°C (∞).

Tabla 8. Condiciones de mezcla de amplificación de los grupos M1, M2, M3 y M4

Multiplex 1 Cebadores: SW72,SW857,SO101, SO090					
REACTIVOS	[] Stock		[] Final		1 Rx.
H2O MQ					2.75
BUFFER	5	X	1	X	2
dNTPs	2.5	mM	0.2	mM	0.8
MgCl2	25	mM	2.5	mM	1
PRIMER F: SW72	5	μM	0.03	μM	0.06
PRIMER R: SW72	5	μM	0.06	μM	0.12
PRIMER F: SW857	5	μM	0.04	μM	0.08
PRIMER R: SW857	5	μM	0.12	μM	0.24
PRIMER F: SO101	5	μM	0.03	μM	0.05
PRIMER R: SO101	5	μM	0.05	μM	0.1
PRIMER F: SO090	5	μM	0.04	μM	0.08
PRIMER R: SO090	5	μM	0.12	μM	0.24
TAIL M13 FAM	20	μM	0.2	μM	0.4
TAQ	5	U	0.5	U	0.080
DNA	20	ng/μL			2
Volumen /mix					
Volumen total					10

Multiplex 2 Cebadores: SO007,SO005, SO178					
REACTIVOS	[] Stock		[] Final		1 Rx.
H2O MQ					2.27
BUFFER	5	X	1	X	2
dNTPs	2.5	mM	0.2	mM	0.8
MgCl2	25	mM	2	mM	0.8
PRIMER F: SO007	5	μM	0.08	μM	0.16
PRIMER R: SO007	5	μM	0.24	μM	0.48
PRIMER F: SO005	5	μM	0.08	μM	0.16
PRIMER R: SO005	5	μM	0.24	μM	0.48
PRIMER F: SO178	5	μM	0.04	μM	0.08
PRIMER R: SO178	5	μM	0.12	μM	0.24
TAIL M13 VIC	20	μM	0.3	μM	0.45
TAQ	5	U	0.5	U	0.08
DNA	20	ng/μL			2
Volumen /mix					
Volumen total					10

Continuación...

Multiplex 3 Cebadores: SW122,SO226,SO355					
REACTIVOS	[] Stock		[] Final		1 Rx.
H2O MQ					2.67
BUFFER	5	X	1	X	2
dNTPs	2.5	mM	0.2	mM	0.8
MgCl2	25	mM	2	mM	0.8
PRIMER F: SW122	5	µM	0.06	µM	0.12
PRIMER R: SW122	5	µM	0.18	µM	0.36
PRIMER F: SO226	5	µM	0.05	µM	0.1
PRIMER R: SO226	5	µM	0.15	µM	0.3
PRIMER F: SO355	5	µM	0.05	µM	0.1
PRIMER R: SO355	5	µM	0.15	µM	0.3
TAIL M13 NED	20	µM	0.25	µM	0.375
TAQ	5	U	0.5	U	0.08
DNA	20	ng/µL			2
Volumen /mix					
Volumen total					10

Multiplex 4 Cebadores: SW240,SO225,SO227					
REACTIVOS	[] Stock		[] Final		1 Rx.
H2O MQ					2.75
BUFFER	5	X	1	X	2
dNTPs	2.5	mM	0.2	mM	0.8
MgCl2	25	mM	2	mM	0.8
PRIMER F: SW240	5	µM	0.05	µM	0.1
PRIMER R: SW240	5	µM	0.15	µM	0.3
PRIMER F: SO225	5	µM	0.05	µM	0.1
PRIMER R: SO225	5	µM	0.15	µM	0.3
PRIMER F: SO227	5	µM	0.05	µM	0.1
PRIMER R: SO227	5	µM	0.15	µM	0.3
TAIL M13 PET	20	µM	0.25	µM	0.375
TAQ	5	U	0.5	U	0.08
DNA	20	ng/µL			2
Volumen /mix					
Volumen total					10

f. Uso del analizador genético para electroforesis capilar

Los productos de los PCR multiplex fueron separados en un analizador genético ABI 3130XL (Applied Biosystems, Foster, CA, USA) mediante electroforesis capilar, utilizando un gel polímero POP 7 (Performance Optimised Polymer), compuesto por dimetilacrilamida, urea 8M, 2-pirrolidinona al 5% y EDTA 1Mm; que establece un entorno altamente desnaturante para las muestras de ADN, a temperatura de 60°C a la que se llevó a cabo la electroforesis. Cada producto amplificado fue mezclado con un total de 10 µL de formamida Hi-Di y marcador alélico interno de 600 pb GeneScan LIZ™ en proporción (9.7: 0.3), según tabla 8. Luego las muestras se sometieron a 94 °C durante 3 min para desnaturación, e inmediatamente se indujo un choque térmico, colocando las muestras en hielo (-20 °C) por 3 minutos, antes de realizar la corrida en el analizador genético.

Tabla 9. Grupo asignado para el analizador genético según su fluorescencia y volumen usado en de cada reacción multiplex (M)

GRUPO ANALIZADOR GENETICO	MULTIPLEX (M)	MICROSATELITE	RANGO(PB)	FLUORESCENCIA	VOLUME N DE CARGA(µ L)
G1	M1	SW 72	68-135	FAM	0.8
		SW 857	138-180		
		SO 101	197-240		
		SO 090	244-280		
	M2	SO 007	146-210	VIC	1.0
		SO 005	211-300		
		SO 178	96-145		
	M3	SW 122	100-150	NED	1.0
		SO 226	181-230		
		SO 355	246-290		
	M4	SW 240	94-150	PET	1.2
		SO 225	179-210		
SO 227		220-280			

3.3.3 Fase de Análisis Estadístico

a. Análisis de diversidad alélica

La visualización de los picos obtenidos a partir de los marcadores microsatélites marcados con el cebador M13 fluorescente, el análisis de los fragmentos, y la obtención de la información del tamaño de los alelos estudiados en pares de bases, fue llevado a cabo mediante el software GeneMapper v 4.1 Applied Biosystems, el cuál muestra picos del color correspondiente a cada uno de los marcadores: azul (FAM), verde (VIC), amarillo (NED) y rojo (PET). Con el software GeneMapper se determinó el tamaño de los fragmentos generados en la PCR, comparando los picos de fluorescencia generados con el estándar de tamaño Liz 600. La altura de cada pico, proporcional a la cantidad de fluorescencia detectada, que refleja la cantidad del fragmento de ADN presente en la electroforesis. Para evitar errores de genotipado las muestras fueron repetidas.

Mediante el software GeneMapper se asignaron los pesos moleculares (pb) correspondientes a los alelos obtenidos. Los alelos, representados como picos en los electrofarograma, se miden en URF (unidades de fluorescencia); y para considerarlos un verdadero alelo, y no ruido, la medida debe superar los 100 URF. Finalmente, la base de datos, con los genotipos de cada muestra, fue exportada en una hoja de cálculo (programa EXCEL) para los correspondientes análisis estadísticos.

A partir de los datos obtenidos, de la genotipificación con el programa GeneMapper 4.0, se realizó el análisis de la diversidad alélica utilizando los programas estadísticos Cervus 3.0.7 (Marshall *et al.* 1998), Genepop 4.0.11 (Raymond y Rousset 1995) y Genetix 4.0.5 (Belkhir *et al.* 2003). Se calculó también los parámetros estadísticos más empleados para cuantificar la variabilidad genética para los 13 marcadores microsatélites: número de individuos analizados; número de alelos encontrados por locus y sus frecuencias alélicas; número medio de alelos por locus; heterocigosidad esperada (H_e); heterocigosidad observada (H_o); y, contenido de información polimórfica (PIC) (Aranguren *et al.* 2001).

a) Frecuencias alélicas

Para el cálculo de las frecuencias alélicas de cada locus se utilizó el programa Cervus 3.0.7; que mide la proporción de un determinado alelo en relación al total de alelos de la población. El cálculo de las frecuencias se hace por recuento directo de los alelos frecuentes, asumiendo que la observación de un solo alelo se corresponde con la condición de homocigosis (Estévez 2009).

b) Heterocigosidad esperada (He)

La heterocigosidad esperada mide la probabilidad de que dos alelos, tomados al azar de la población, sean diferentes (Crow y Kimura 1970), y es un indicador del nivel de información del locus. Por debajo de 0,5 se considera irrelevante (Fendri 2008). Se calculó a partir de la frecuencia de cada uno de los alelos, asumiendo equilibrio Hardy-Weinberg (Nei 1978); que establece que la composición genética de una población natural permanece en equilibrio mientras no actúen la selección natural, ni ningún otro factor como la mutación o la deriva, con la siguiente fórmula:

$$H_e = 1 - \sum_{i=1}^k x_i^2$$

Donde: i: frecuencia del alelo i-esimo; y, k= número de alelos

c) Heterocigosidad observada (Ho)

La heterocigosidad observada es la proporción de organismos heterocigotos, calculada a partir de los genotipos observados en una muestra de la población. Si se calcula a partir de los genotipos encontrados en la población, para todos los loci, se denomina heterocigosidad media observada (Cruz 2003).

d) Contenido de información polimórfica (PIC)

El Contenido de Información Polimórfica fue calculado a partir del número de alelos y las frecuencias alélicas mediante el programa Cervus 3.0.7, (Botstein *et al.* 1980). El

PIC representa las posibles combinaciones entre los distintos alelos obtenidos y un índice de la capacidad informativa de cada uno de los microsatélites (Fendri 2008). Los marcadores con valores de PIC superiores a 0.5 se consideran muy informativos, los que tienen valores entre 0.25 y 0.5 medianamente informativos y los que muestran valores inferiores a 0.25 poco informativos (Botstein *et al.* 1980).

3.3.3.1 Equilibrio Hardy-Weinberg

En una población infinita donde los apareamientos se producen de manera aleatoria en ausencia de mutación, migración y selección, las frecuencias alélicas y genotípicas permanezcan constantes de generación en generación. Las poblaciones que encuentran en esta situación se dicen que están en equilibrio Hardy-Weinberg (Hardy 1908).

Se realizó un análisis de la desviación con respecto al equilibrio Hardy-Weinberg, ya sea por exceso o déficit de heterocigotos y homocigotos, en la población total y dentro de cada población. Para este análisis se obtuvieron dos estadísticos FIS, de Weir y Cockerham (1984) y de Robertson y Hill (1984); mediante el programa Genepop 4.0.11, sobre 5000 permutaciones para todos los loci utilizados en las poblaciones; si hay desviaciones significativas del equilibrio Hardy-Weinberg en los loci estudiados, puesto que, cualquier desviación significativa indicará que la población está subdividida, que existe consanguinidad significativa o flujo de genes de otra población. Las desviaciones del equilibrio HW pueden producirse debido a varios factores (Darío 2008):

- a. Los apareamientos no se producen al azar.
- b. Coancestros, antepasados comunes.
- c. Selección natural (ventaja de los heterocigotos).
- d. Migración o flujo de genes desde una población externa.
- e. Diferencias sexo-específicas en las frecuencias alélicas.
- f. Técnica de muestreo incorrecta.
- g. Presencia de alelos nulos no detectables experimentalmente.

b. Análisis de la estructura genética de las poblaciones

a) Estadísticos F de Wright

Los índices de fijación de Wright (1978): FIS, FST y FIT, permiten conocer la estructura poblacional tanto en situaciones en las que exista selección como en aquellas en que no haya, porque los términos se encuentran definidos por las frecuencias alélicas y genotípicas de la población en un momento concreto (Nei 1973). Los estadísticos de diferenciación poblacional fueron obtenidos mediante el programa Fstat v 2.9.3.2.

- FIS: Mide la desviación de las frecuencias genotípicas observadas en las subpoblaciones respecto a las esperadas considerando equilibrio HW.
- FST: Mide el grado de diferenciación genética entre subpoblaciones; su interpretación es sencilla: si es de 0, indica que las frecuencias alélicas son iguales en todas las poblaciones, no existiendo diferenciación. El máximo valor posible es de 1, cuando cada población está fija en alelos diferentes (Piñero 2008). Wright (1978) sugirió unas pautas generales para la interpretación del FST, de acuerdo a lo siguiente:

$0 \leq FST < 0.05$	indicaría poca diferenciación genética;
$0.05 \leq FST < 0.15$	indicaría diferenciación moderada;
$0.15 \leq FST < 0.25$	indicaría gran diferenciación;
$0.25 \leq FST$	indicaría una diferenciación muy grande.

FIT: Mide el déficit de heterocigosidad global (endogamia) y la desviación de las frecuencias genotípicas observadas en la población total, respecto a las esperadas, considerando el equilibrio HW. Análisis de varianza molecular

a) Análisis de varianza molecular

La variabilidad genética total se debe a la contribución de diferentes fuentes. El Análisis de Varianza Molecular (AMOVA) permite cuantificar de qué manera cada fuente contribuye a la variabilidad total (Cortes 2008). Se analizó la varianza molecular entre poblaciones y dentro de las poblaciones, utilizando el programa

Genalex (Excoffier *et al.* 2005). Los componentes de varianza (σ^2) son utilizados para calcular los índices de fijación; análogos a los estadísticos F definidos originalmente por Wright (1965), que reflejan la correlación de la diversidad a diferentes niveles jerárquicos de división (Slatkin 1995). La varianza molecular total (σ^2) es la suma de los componentes de varianza debido a: diferencias entre haplotipos dentro de una población (σ_c^2); diferencias entre haplotipos en diferentes poblaciones dentro de un grupo (σ_b^2); diferencias entre haplotipos en los diferentes grupos (σ_a^2) (Cortes 2008).

b) Análisis de la estructura de población

La estructura genética de las poblaciones de cerdo criollos, provenientes de los departamentos de Ayacucho y Apurímac, fue procesada mediante el programa STRUCTURE (Pritchard *et al.* 2000). Este permite el agrupamiento de los individuos estudiados en un diferente número de clusters (K), que representarían el número de poblaciones asumidas utilizando un modelo de mezcla, en el cual cada individuo podría contener en su genoma porcentajes variables de las poblaciones ancestrales de las que proviene (Estévez 2009).

Formalmente, el método consiste en utilizar la información molecular de los individuos analizados; esperando que individuos de una misma raza o población tengan una composición similar en su genoma, en cuanto a proporción de origen en los distintos clusters. El programa permite obtener una representación gráfica de estas composiciones, de forma que se puedan apreciar similitudes o diferencias entre individuos, dentro de una misma población o entre distintas poblaciones (Cortes 2008).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LOS CRIADORES

a. Edad promedio

En promedio, los criadores de Ayacucho tienen 43.31 años y los de Apurímac tienen 40.13 años; los productores de mayor y menor edad se encontraron en el Ayacucho, con 96 y 22 años, respectivamente.

b. Conformación de las familias

En promedio, las familias en Ayacucho están conformadas por 4.57 integrantes (2.62 niños) mientras que en Apurímac tienen 3.63 integrantes (1.70 niños) (Figura 10). Así mismo, en Apurímac se encontró un núcleo familiar de 12 integrantes (padres, niños abuelos, tíos que habitan la misma vivienda) y con 1 integrante (7 núcleos); mientras que en Ayacucho el núcleo familiar más grande fue de 9 integrantes y el más pequeño de 2 integrantes (3 núcleos); encontrando que solo para el caso de números de niños diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ambos departamentos. En ambos departamentos el número promedio de integrantes y de niños es menor al encontrado por Arredondo (2013), en la región pacífica de Colombia, de 5,25 integrantes y 3,77 hijos en promedio. Asimismo, los valores de integrantes de familia para Ayacucho son mayores que los reportados por el INEI (2017), mientras que para Apurímac son similares.

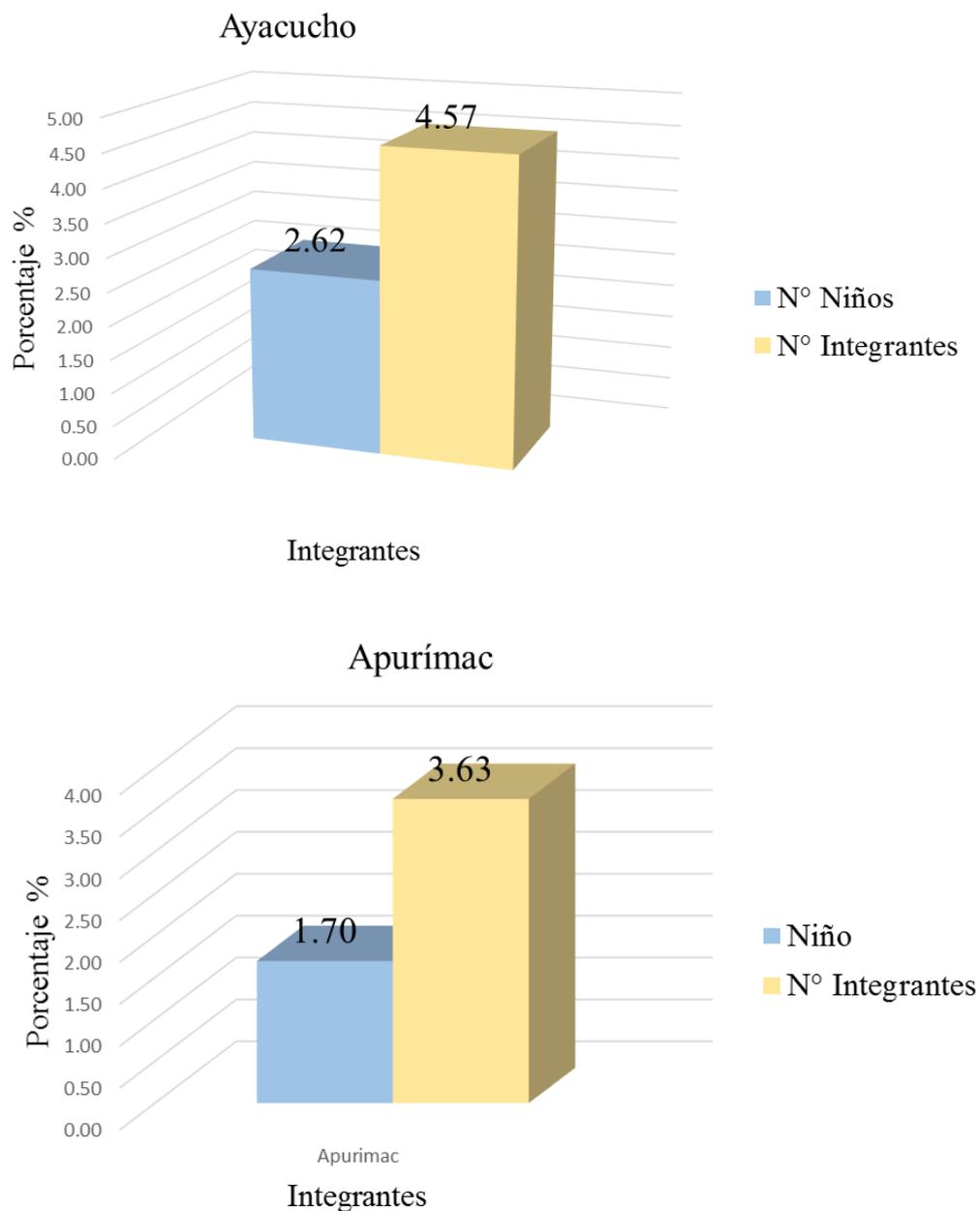


Figura 10. Conformación de las familias de los pobladores criadores del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

c. Grado de instrucción

La figura 11 muestra los valores del grado de instrucción de los criadores. Únicamente en el departamento de Ayacucho se encontró 2.85 % de criadores con educación superior. El 54.29 % cuenta con educación primaria en Ayacucho y

39.13% en Apurímac; y, a nivel secundario Ayacucho cuenta con 11.43% y Apurímac con 19.57% Solo a nivel secundario se halló diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ambos departamentos.

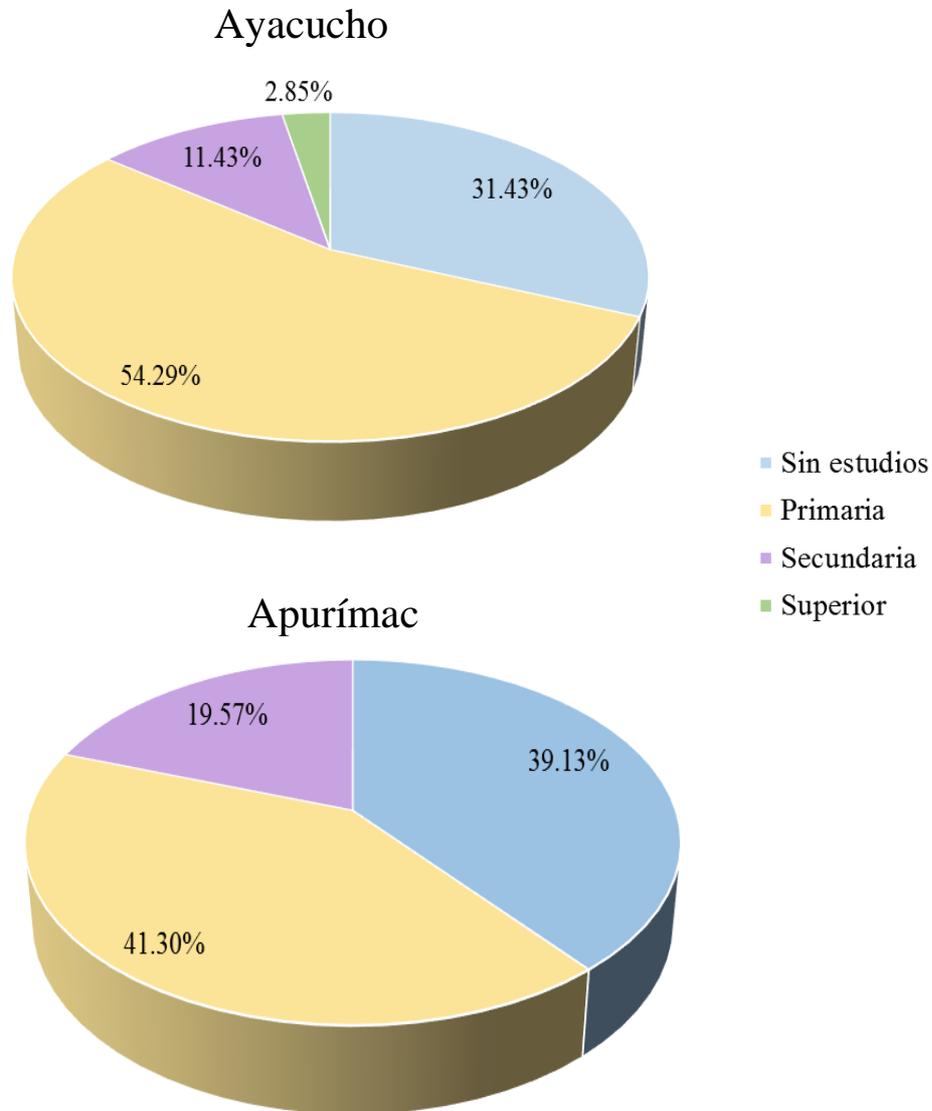


Figura 11. Nivel de instrucción (%) de los pobladores criadores del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

d. **Principal actividad de subsistencia de la familia**

Los criadores principalmente se dedican a la ganadería, agricultura, comercio, entre otras actividades; sin embargo, tienen actividades conjuntas como: ganadería - agricultura representando en Ayacucho un 57.14 % y 73.91 % en Apurímac; la otra

actividad conjunta es ganadería - comercio representando un 2.17 % en Apurímac (Figura 12). Hallándose diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) para ganadería-agricultura entre ambos departamentos.

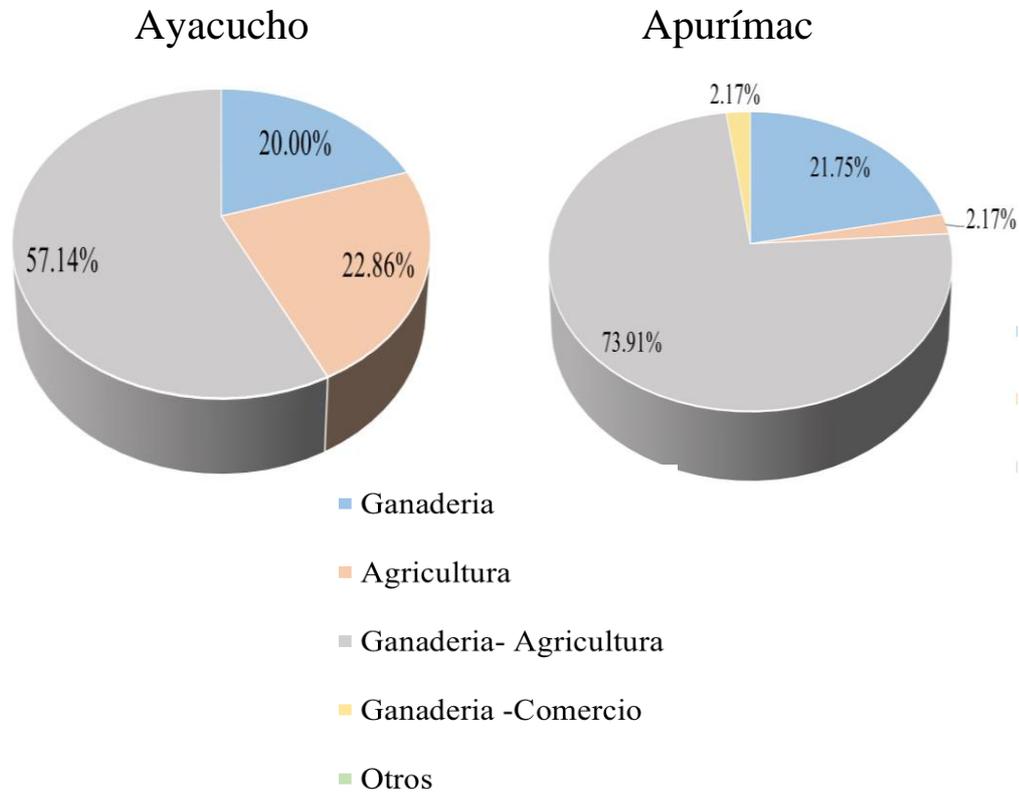


Figura 12. Actividad de subsistencia (%) de los pobladores criadores del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

4.2 PRODUCCIÓN PECUARIA

a. Inventario general y producción

La tenencia de lechones fue de 43.63% y 37.04% en Ayacucho y Apurímac, respectivamente; los verracos están en menor proporción 10% y 10.19%, respectivamente; no existiendo diferencia estadística significativa en todas las categorías evaluadas (Figura 13).

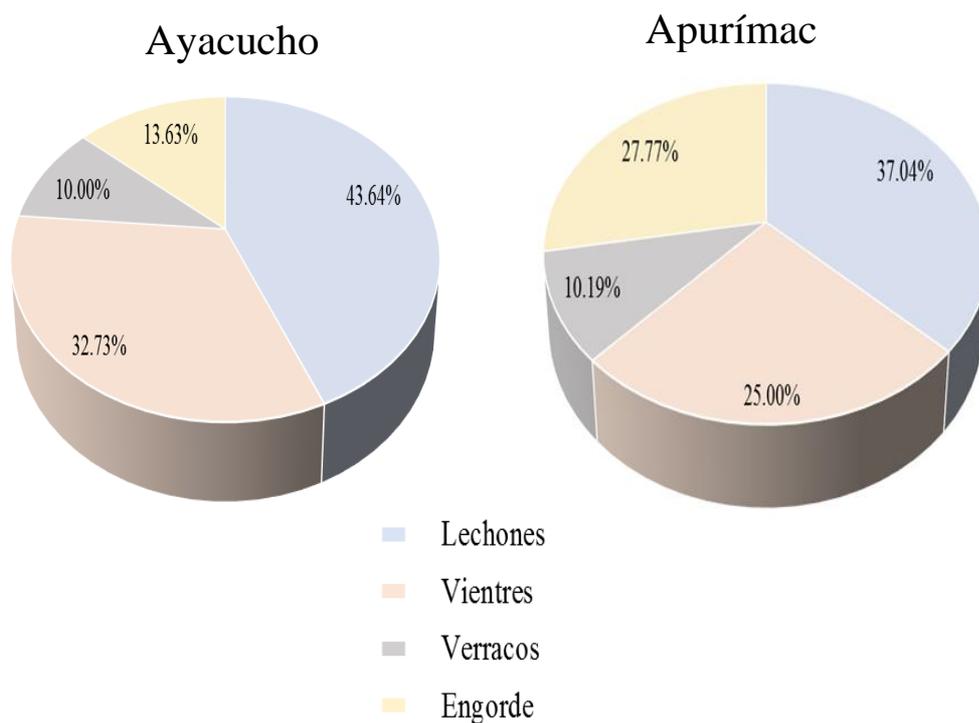
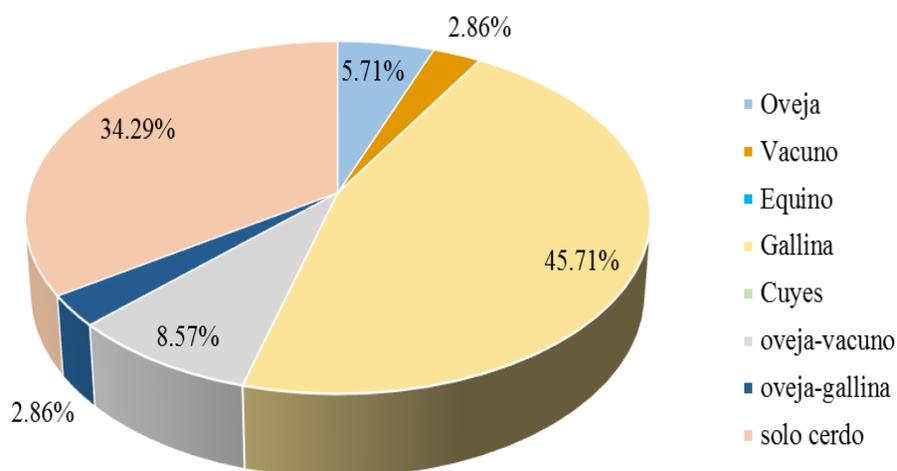


Figura 13. Porcentaje promedio de animales por clase o categoría en las piaras de los productores de departamentos de Ayacucho y Apurímac

b. Crianzas mixtas

Las gallinas en 45.71%, es la especie más criada conjuntamente con los cerdos en Ayacucho y en Apurímac con 6.52%, siendo altamente significativa la diferencia entre ambos departamentos ($p < 0.01$). Por otro lado, la crianza de cuyes se encontró en el departamento de Apurímac con un 10.87%. Un 50% de familias solamente cría cerdos en el departamento de Ayacucho mientras que el 31.43% en Apurímac (Figura 14).

Ayacucho



Apurímac

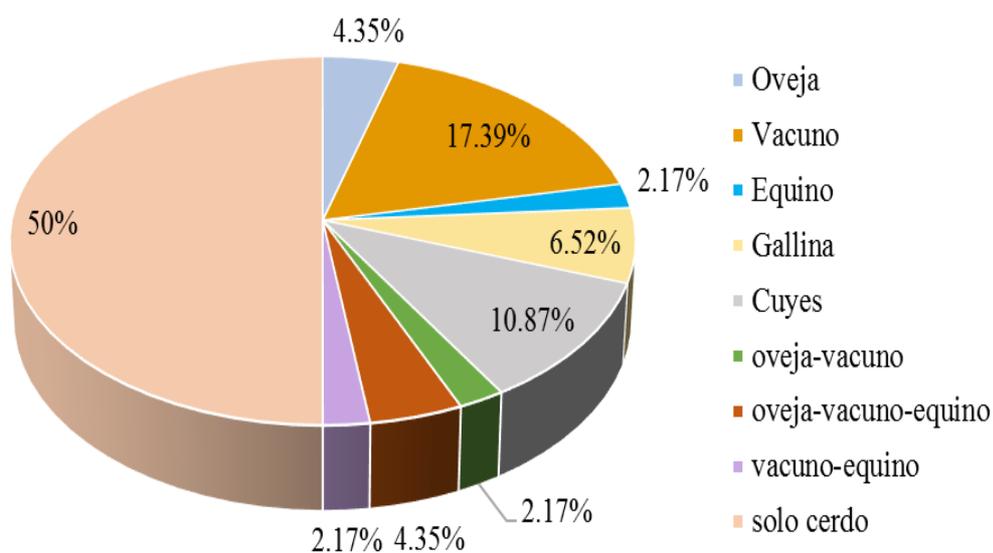


Figura 14. Especies criadas conjuntamente con los cerdos (%) en los criadores de cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

c. Años de crianza de los cerdos criollos

Según la encuesta, en Ayacucho, las familias crían cerdos criollos desde un año hasta 30 años; sin embargo 23 de los 35 entrevistados reportan que los crían desde hace 5 años; difiriendo con los datos proporcionados de los criadores de Apurímac, quienes indicaron que los crían desde hace un año hasta 60 años; de los cuales, 15 de los 46 entrevistados, reportan que lo hacen desde hace 25 años. La cantidad de años de

crianza resulto altamente significativo ($p < 0.01$) entre ambos departamentos (Figura 15).

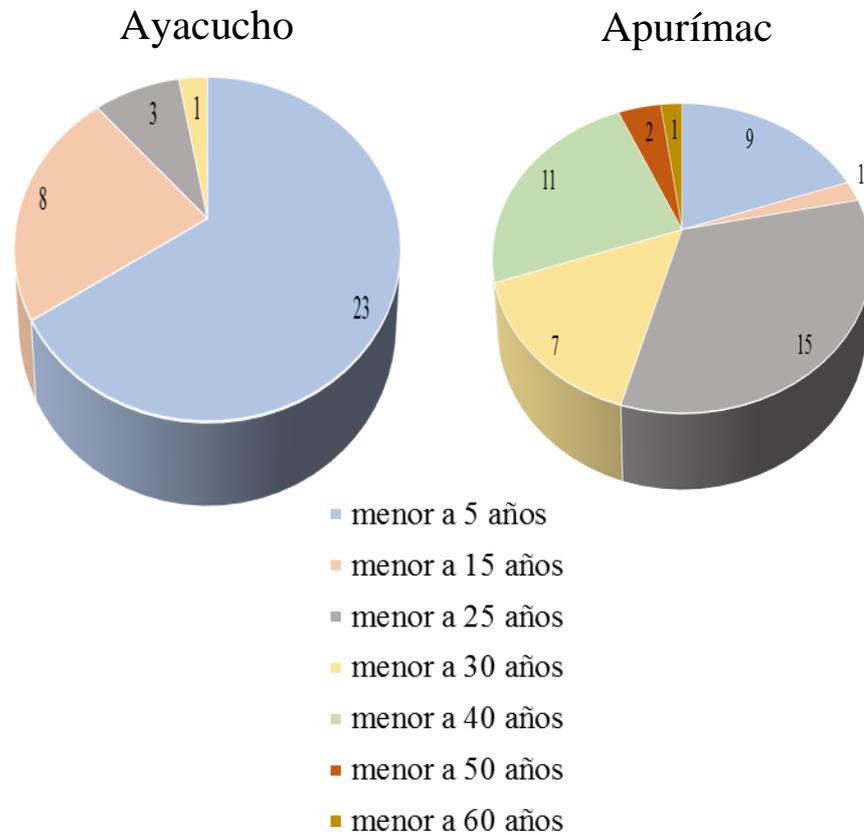


Figura 15. Años de crianza (frecuencia) de los cerdos criollos por parte de los pobladores de los departamentos de Ayacucho y Apurímac

d. **Participación de las familias en la crianza de cerdos**

En ambas localidades, las esposas son las encargadas del cuidado de los cerdos criollos representando un 62.86 % y 93.48% en Ayacucho y Apurímac, respectivamente; es muy probable que esto se deba a que las mujeres son las encargadas de las labores domésticas. Los esposos en ambas localidades no llegan al 20% (Figura 16).

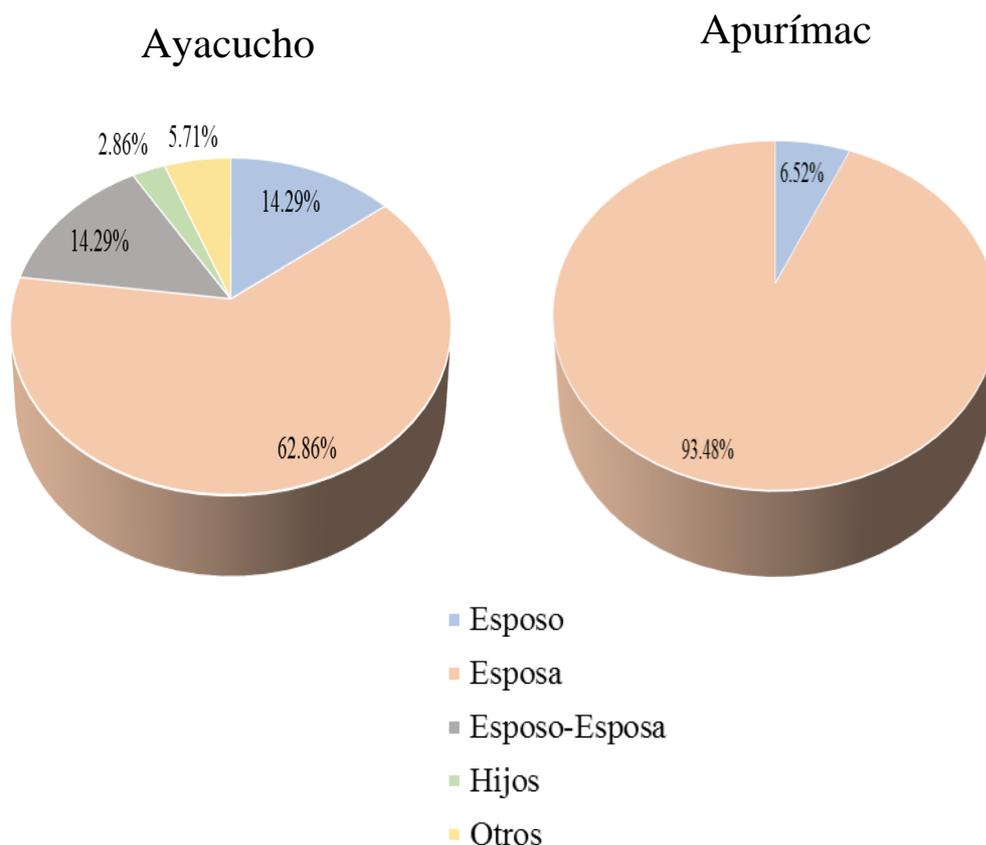


Figura 16. Participación de los integrantes de las familias que crían cerdos criollos (%) en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

e. **Sistema de cría**

En ambos lugares la producción es de traspatio. Los cerdos son criados en piso de tierra, utilizando diversos materiales en sus instalaciones (cercos de: madera, pircas de piedras, calamina, frazadas; entre otros) (Figura 17), aledañas a sus viviendas; en algunos casos están alejadas, pero dentro de la misma localidad. Los alimentan de dos a tres veces al día con alimentos caseros (residuos de comida de las diferentes viviendas; solo en un pueblo (La Mar) del departamento de Ayacucho, se les proporciona alimento suplementario (afrecho), todos los animales son alimentados ad libitum. Por las tardes, en algunos casos, son sacados a pastorear conjuntamente con sus demás animales (ovejas, vacunos, etc.).



Figura 17. a b c y d) Tipos de Instalaciones; e f g y h) Tipos de comederos (Fuente propia)

f. **Manejo sanitario, enfermedades y mortalidad**

Los criadores de cerdos criollos de la provincia La Mar, del departamento de Ayacucho, son los únicos que reciben asistencia técnica, los demás pobladores encuestados en ambos departamentos mencionaron que no recibieron asistencia técnica.

Los criadores de Ayacucho indicaron que las enfermedades más frecuentes son la gripe (11.43%) y la neumonía (2.86%), mientras que en Apurímac solo se da gripe (2.17%) (Figura 18). Cuando a los pobladores se preguntó ¿Cuántos animales se le murieron los últimos seis meses?; el 91.43% y 97.83% respondió que no tuvieron mortalidad en Ayacucho y Apurímac respectivamente (Figura 18).

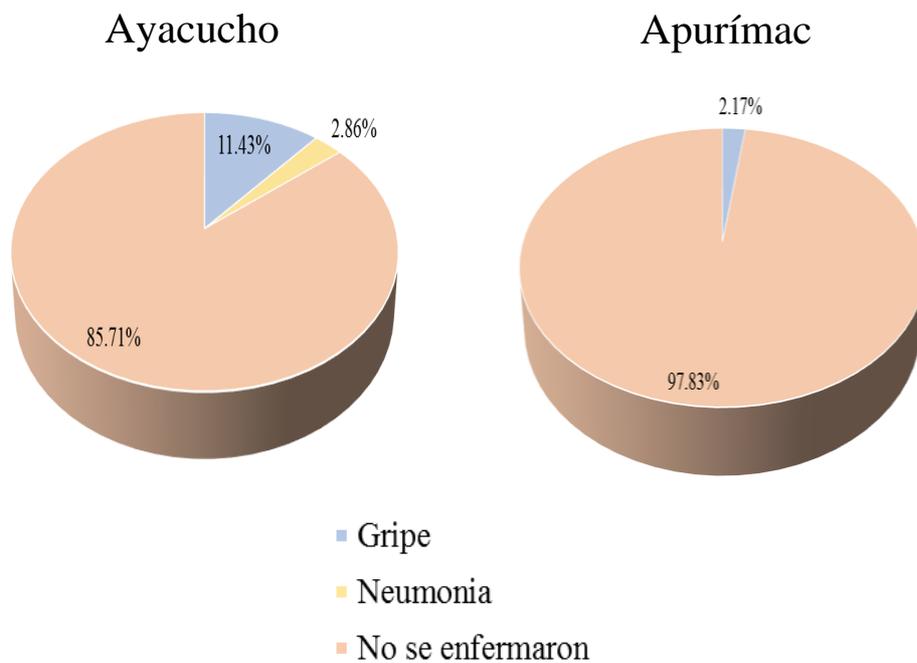


Figura 18. Frecuencia de enfermedades reportadas (%) por los criadores de cerdos criollos en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

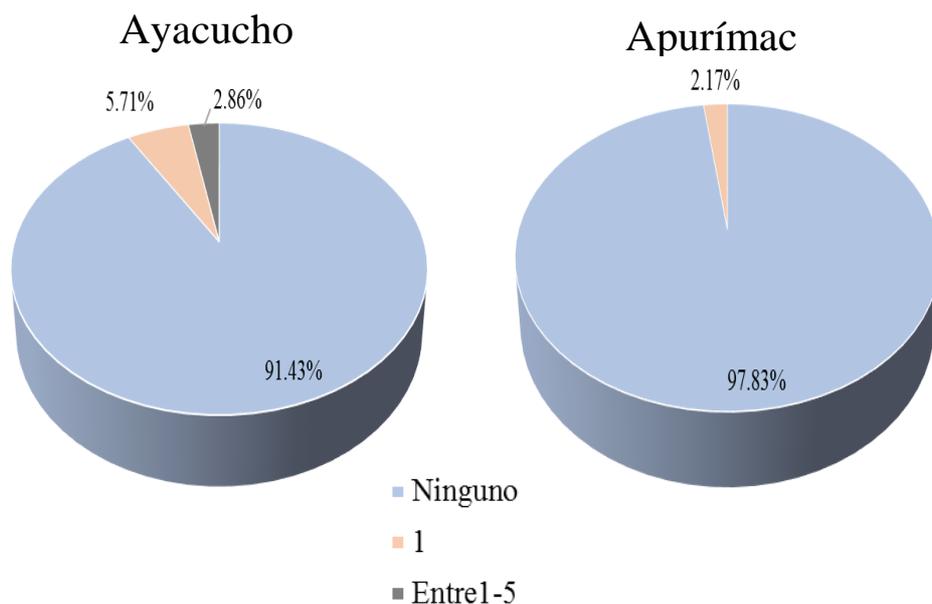


Figura 19. Mortalidad de cerdos criollos (%) reportado por los pobladores en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.

g. **Manejo de desechos**

Los criadores en ambos departamentos no realizan ningún tipo de manejo de los desechos usados como alimento.

h. **Lugar de procedencia**

Los criadores de Ayacucho y Apurímac, prefieren comprar lechones, 43.64% y 37.04 % respectivamente; tal como se muestra en la figura 20, preferentemente del mismo distrito, 71.43% y 65.22%, respectivamente (Figura 21).

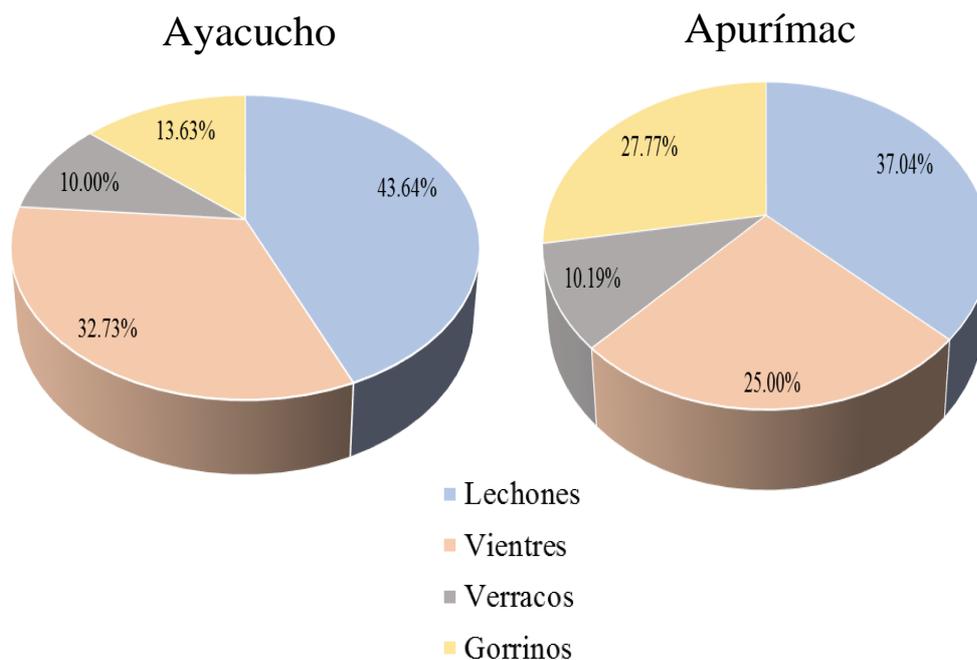


Figura 20. Categoría de animales comprados (%) por los criadores de cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

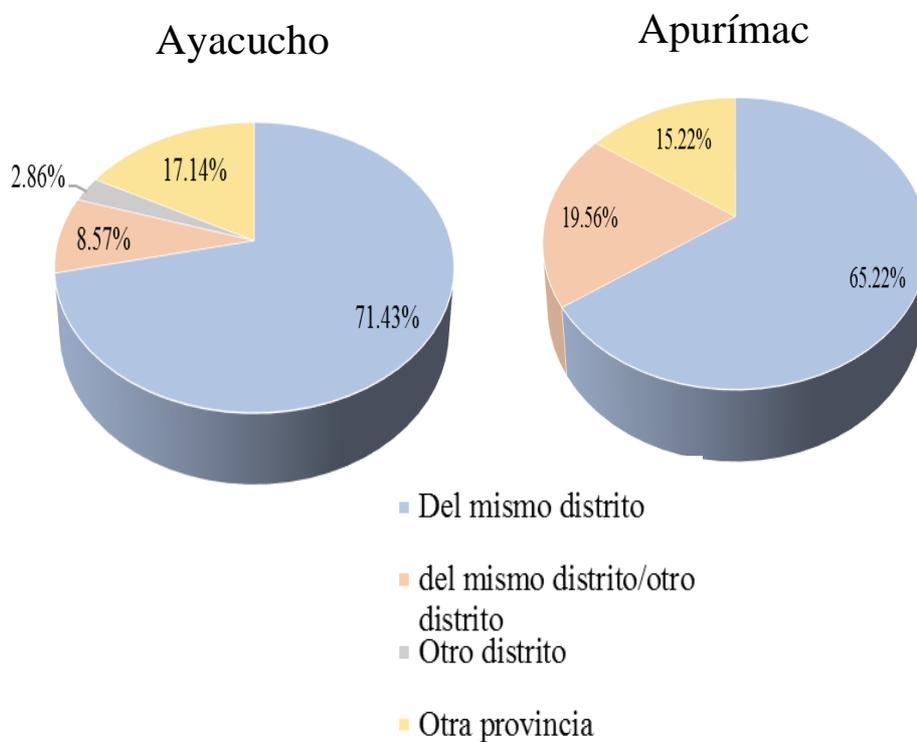


Figura 21. Lugar de procedencia (%) de los Criadores de cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

i. **Destino final y Modalidad de venta de los cerdos criollos**

En Ayacucho el 68.57% de los animales son para autoconsumo y venta, es decir mixto, mientras que en Apurímac este alcanzó el 71.74% para autoconsumo, tal como se muestra en la figura 22. En ambos departamentos la modalidad de venta es por conformación, solo en el departamento de Ayacucho se realiza también por el peso (5.71%), empleando una balanza (Figura 22).

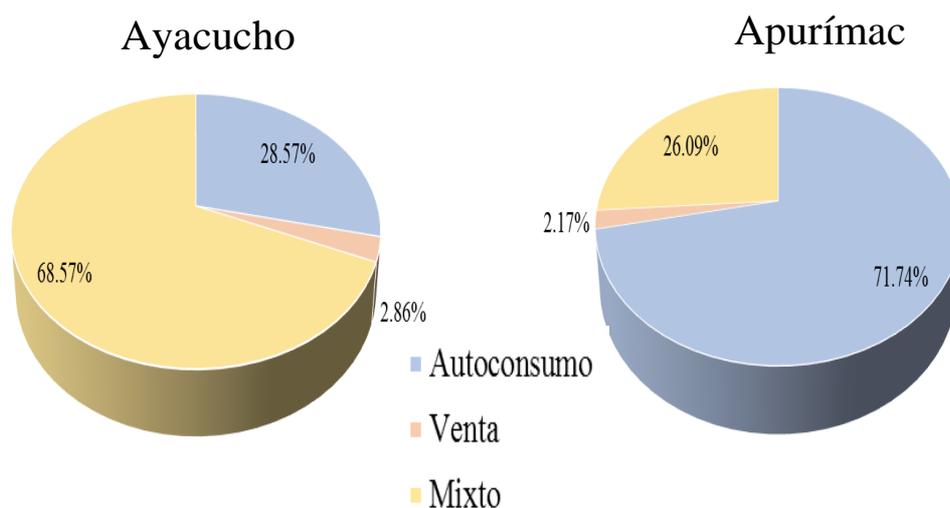


Figura 22. Destino final (%) del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

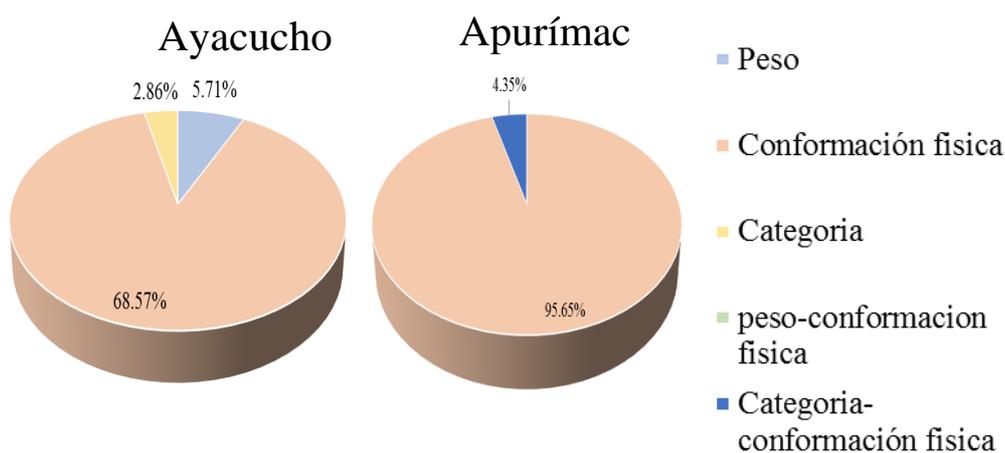


Figura 23. Modalidad de venta (%) del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac.

j. **Época de venta y autoconsumo**

Se realiza durante todo el año, sin dificultad; asimismo, el autoconsumo se asocia a una celebración, sea familiar o patronal, en la cual es beneficiado, y toda la comunidad participa en su consumo.

4.3 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS

a. **Longitud de la oreja**

La Tabla 10 muestra los valores de la longitud de la oreja, los cuales no muestran diferencia estadística significativa a un $p < 0.05$ dentro de categoría, pero si entre departamentos. La media obtenida en los cerdos del departamento de Ayacucho en los animales juveniles es mayor a la encontrada por Peralta (2016), quien reporta un promedio de 16.21 ± 3.05 ; sin embargo, en ambos departamentos, es menor a la obtenida por Marín (2016), quien refiere un promedio de 17.42 ± 2.29 .

Tabla 10. Longitud de oreja del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Departamento	Longitud de Oreja (cm)			
	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	16.31	18.98	13.82	16.76
Desviación estándar	3.40	4.02	3.56	2.78
Mínimo	11.50	13.00	8.50	11.00
Máximo	25.50	28.00	24.00	23.00
Coefficiente de Variación	20.82	21.19	25.75	16.59

b. **Perímetro base de la oreja**

La Tabla 11 muestra los valores de perímetro base de la oreja los cuales no presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) en lo referente a categoría y entre departamentos.

Tabla 11. Perímetro Base de la Oreja del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Perímetro Base de la Oreja (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	18.29	21.29	17.99	20.28
Desviación estándar	2.97	3.79	2.75	2.24
Mínimo	13.50	14.50	11.00	18.00
Máximo	24.50	28.00	24.00	25.50
Coefficiente de Variación	16.22	17.79	15.27	11.05

c. **Longitud del hocico**

La Tabla 12 muestra los valores de longitud de hocico, valores que no muestran diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) en lo referente a categoría, pero si entre departamentos, siendo mayor en Ayacucho.

Tabla 12. Longitud de hocico del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Longitud de Hocico (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	13.57	16.93	12.11	14.70
Desviación estándar	2.59	2.85	1.84	1.96
Mínimo	10.00	12.50	8.00	12.00
Máximo	19.00	24.00	15.50	18.50
Coefficiente de Variación	19.11	16.86	15.18	13.35

d. **Longitud de cara**

La Tabla 13 muestra los valores de longitud de cara valores que no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) en lo referente a categorías, pero si entre departamentos. La longitud de cara de los animales adultos es mayor a lo reportado por Céspedes (2015), quien encontró promedios de 16.37 y 16.71 para machos y hembras, respectivamente entre 1 a 6 años.

Tabla 13. Longitud de Cara del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Longitud de Cara (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	23.71	26.95	21.27	26.47
Desviación estándar	4.27	4.26	3.78	2.91
Mínimo	19.00	18.00	12.50	23.00
Máximo	36.00	37.00	26.00	31.00
Coefficiente de Variación	18.02	15.82	17.77	10.98

e. **Anchura de la cabeza**

La Tabla 14 muestra los valores de ancho de cabeza, valores que no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) tanto en lo referente a categorías como entre departamentos. El promedio obtenido, en los animales juveniles, es menor al encontrado por Peralta (2016), quien obtuvo como un valor promedio de 16.00 ± 3.00 ; así mismo, con el hallado por Marín (2016), de 13.98 centímetros.

Tabla 14. Ancho de Cabeza del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Ancho de Cabeza (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	10.82	12.23	9.98	11.93
Desviación estándar	1.95	2.37	1.63	2.79
Mínimo	8.50	9.00	6.00	9.00
Máximo	14.50	16.00	13.00	20.00
Coefficiente de Variación	18.00	19.38	16.28	23.42

f. **Alzada a la cruz**

La Tabla 15 muestra los valores de alzada a la cruz valores que no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) entre categorías, pero si entre departamentos. El promedio en los animales juveniles es menor al encontrado por Peralta (2016), de 58.87 ± 8.70 centímetros; así mismo, con lo obtenido por Marín (2016), de 53.85 ± 8.25 centímetros. Las alzadas de los adultos son menores a las reportadas por Céspedes (2015), 68.86 y 71.80 para machos y hembras, respectivamente en 1 a 6 años.

Tabla 15. Alzada a la Cruz del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Alzada a la Cruz (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	51.79	61.30	50.73	55.70
Desviación estándar	8.16	11.17	10.39	8.07
Mínimo	32.00	40.50	18.50	42.00
Máximo	64.00	83.00	74.00	73.00
Coefficiente de Variación	15.76	18.22	20.49	14.48

g. **Perímetro torácico**

La Tabla 16 muestra los valores de perímetro torácico valores que no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) entre categorías y entre departamentos. El promedio en los animales juveniles es menor al encontrado por Peralta (2016); de 78.90 ± 19.53 centímetros; e igualmente con lo obtenido por Marín (2016), de 77.15 ± 13.70 centímetros. El valor en adultos es menor al reportado por Céspedes (2015), quien encontró en promedio 102.76 y 111.04 para machos y hembras respectivamente entre 1 a 6 años.

Tabla 16. Perímetro Torácico del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Perímetro Torácico (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
Nº Animales	14	22	24	15
Promedio	72.21	64.50	73.88	85.71
Desviación estándar	11.01	12.37	9.76	11.61
Mínimo	52.00	38.00	54.00	69.00
Máximo	92.00	88.00	92.50	110.00
Coefficiente de Variación	15.25	19.18	13.21	13.55

h. **Alzada a la grupa**

La Tabla 17 muestra los valores de Alzada a la Grupa, los mismos que no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$), entre categorías entre departamentos. El promedio en los animales juveniles es menor al encontrado por Peralta (2016), quien obtuvo 61.67 ± 8.19 centímetros; así mismo, con el obtenido por Marín (2016), de 58.22 ± 8.42 centímetros. Asimismo, en los animales adultos el promedio es menor al reportado por Céspedes (2015), de 73.96 y 77.73 para machos y hembras respectivamente edades de 1 a 6 años.

Tabla 17. Alzada a la Grupa del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Alzada a la Grupa (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	52.71	64.50	52.43	58.53
Desviación estándar	10.52	12.37	10.12	8.83
Mínimo	35.50	38.00	21.00	44.50
Máximo	72.50	88.00	73.50	76.00
Coefficiente de Variación	19.95	19.18	19.30	15.09

i. **Diámetro longitudinal**

La Tabla 18 muestra los valores de Diámetro Longitudinal, los mismos que no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) en lo referente a categoría, pero sí entre departamentos. El promedio en los animales juveniles en el departamento de Ayacucho es mayor al encontrado por Peralta (2016), quien obtuvo 62.44 ± 7.94 centímetros; así mismo con el obtenido por Marín (2016), 64.12 ± 12.85 centímetros, siendo menores en el departamento de Apurímac. El promedio en los animales adultos es menor al reportado por Céspedes (2015), 92.44 centímetros en machos y 96.00 centímetros en hembras a edades de 1 a 6 años.

Tabla 18. Diámetro longitudinal del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Diámetro Longitudinal (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	69.79	80.70	60.48	70.53
Desviación estándar	13.01	15.53	11.10	11.59
Mínimo	45.50	47.50	31.50	55.50
Máximo	90.00	112.50	74.00	105.00
Coefficiente de Variación	18.64	19.25	18.35	16.43

j. **Anchura de la grupa**

En la Tabla 19 muestra los valores de Anchura de Grupa los cuales no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) respecto a categorías y departamentos. El promedio en los animales juveniles es menor al encontrado por Peralta (2016), de 18.90 ± 5.16 centímetros; igualmente al obtenido por Marín (2016), de 17.03 ± 4.50 centímetros. El promedio en los animales adultos es menor al reportado por Céspedes (2015), de 23.02 centímetros en machos y 23.96 centímetros en hembras, a edades de 1 a 6 años.

Tabla 19. Anchura a la Grupa del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Anchura de Grupa (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	16.43	19.82	16.38	18.43
Desviación estándar	3.09	3.71	2.54	2.17
Mínimo	12.00	13.50	11.00	15.50
Máximo	24.50	28.00	21.00	22.50
Coefficiente de Variación	18.79	18.71	15.51	11.77

k. **Longitud de grupa**

En la Tabla 20 muestra los valores de Longitud de la Grupa; los mismos que no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) entre categorías, pero si entre departamentos. El promedio en los animales juveniles es menor al encontrado por Peralta (2016), de 20.54 ± 4.77 centímetros; así mismo, con lo obtenido por Marín (2016), de 20.96 ± 4.99 centímetros.

Tabla 20. Longitud de Grupa del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Longitud de Grupa (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	20.11	21.89	16.21	19.70
Desviación estándar	6.98	6.14	4.36	4.41
Mínimo	10.50	10.50	10.00	10.00
Máximo	34.00	31.50	25.00	29.00
Coefficiente de Variación	34.71	28.04	26.92	22.37

4.3.1 Índices Morfométricos

a. Índice cefálico

La Tabla 21 muestra los valores de índice cefálico los cuales no presentan diferencia estadística ($p < 0.05$) entre categorías ni entre departamentos. El promedio en los animales juveniles es menor al encontrado por Peralta (2016), de 72.72 ± 10.06 centímetros; al igual que el obtenido por Marín (2016), de 60.26 ± 11.24 centímetros. Así mismo, el promedio en los animales adultos es menor al reportado por Céspedes (2015), de 50.07 centímetros en machos y 50.79 en hembras a edades de 1 a 6 años. Estos valores indican que los cerdos de Ayacucho y Apurímac se considerarían dollicocéfalos ($ICE < 46\%$), o animales de cabeza alargada.

Tabla 21. Índice Cefálico del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Departamento	Índice Cefálico (cm)			
	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	46.05	45.74	47.44	45.39
Desviación estándar	6.87	7.68	6.22	11.26
Mínimo	36.00	31.75	36.00	33.55
Máximo	58.00	64.00	60.00	80.00
Coefficiente de Variación	14.92	16.79	13.11	24.80

b. **Índice de proporcionalidad**

La Tabla 22 muestra los valores de índice de proporcionalidad; los mismos que muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) entre departamentos, pero no entre categorías. El promedio de los animales juveniles es menor al encontrado por Peralta (2016), de 94.44 ± 8.88 centímetros al igual que lo obtenido por Marín (2016), de 86.76 ± 20.84 centímetros. Por otro lado, el promedio en los animales adultos es mayor al reportado por Céspedes (2015), de 74.74 y 75.03 centímetros en machos y hembras en animales entre 1 a 6 años, respectivamente.

Tabla 22. Índice de Proporcionalidad del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Departamento	Índice de Proporcionalidad (cm)			
	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	74.77	76.97	83.71	79.43
Desviación estándar	7.24	8.09	8.79	7.83
Mínimo	65.56	63.56	58.73	67.65
Máximo	89.47	86.63	100.00	97.30
Coefficiente de Variación	9.68	10.51	10.50	9.86

c. **Índice corporal**

En la Tabla 23 muestra los valores de Índice Corporal; los cuales no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) entre categorías, pero sí entre departamentos. El promedio obtenido en los animales juveniles del departamento de Ayacucho es mayor a lo encontrado por Peralta (2016), de 81.58 ± 12.82 centímetros; al igual que al obtenido por Marín (2016), de 84.32 ± 16.39 centímetros siendo menores en el departamento de Apurímac. Así mismo, el promedio en los animales adultos del departamento de Ayacucho es mayor al reportado por Céspedes (2015), de 90.15 y 86.85 centímetros en machos y hembras, respectivamente en edades de 1 a 6 años, siendo en el departamento de Apurímac. El análisis indica que los animales de Ayacucho resultan ser longilíneos ($IC > 88$) a diferencia de los de Apurímac que resultan ser brevilineos ($IC < 86$).

Tabla 23. Índice Corporal del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Índice Corporal (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	96.46	100.74	81.40	82.29
Desviación estándar	8.47	39.88	7.50	6.61
Mínimo	86.11	73.14	58.33	70.70
Máximo	114.10	274.55	94.87	95.45
Coefficiente de Variación	8.78	39.58	9.22	8.03

d. **Índice pelviano**

La Tabla 24 muestra los valores de Índice Pelviano los mismos que no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) entre categorías ni entre departamentos. El promedio de los animales juveniles del departamento de Apurímac es mayor al encontrado por Peralta (2016), de 91.59 ± 7.70 centímetros; así mismo con lo obtenido por Marín (2016), de 87.64 ± 41.78 centímetros. Siendo menores en el departamento de Ayacucho. Así mismo, el promedio obtenido en los animales adultos es mayor a lo reportado por Céspedes (2015), quien encontró un promedio de 74.74 en machos y 75.03 en hembras, a edades entre 1 a 6 años.

Tabla 24. Índice Pelviano del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Índice Pelviano (cm)				
Departamento	Ayacucho		Apurímac	
Categoría/medidas de dispersión	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
N° Animales	14	22	24	15
Promedio	90.10	96.91	104.97	97.65
Desviación estándar	32.16	28.40	18.44	23.36
Mínimo	52.94	64.44	72.00	75.86
Máximo	148.48	163.64	134.48	155.00
Coefficiente de Variación	35.69	29.31	17.56	23.92

4.3.2 Características Faneroópticas

a. Color de capa

El color de la capa negro predominó en ambos departamentos, con un 55.56% y 61.54 % para Ayacucho y Apurímac, respectivamente. En Ayacucho también se encontraron diferentes colores de capa colorada, blanca, moteada y rubia, en 16.66%, 13.89%, 11.11% y 2.78 %, respectivamente; y en Apurímac las capas moteada, colorada, blanca y rubia se presentaron en porcentajes de 25.64%, 5.13%, 5.13% y 2.56% respectivamente (Figura 24).

Los colores encontrados en Ayacucho coinciden con los reportados por Espinoza (2016) en los cantones de Zapotillo y Puyango en la provincia de Loja - Ecuador; quien encontró capas negra y colorada en mayor proporción, con 37% y 21%, respectivamente. En el caso de Apurímac, coincide con lo encontrado por Arredondo *et al.*, (2011) en el departamento del Chocó-Colombia, en el que las capa negra y manchada se hallaron en mayor proporción, con 28.92% y 18.07%, respectivamente. Asimismo, Hurtado (2004), indica que de capa y pezuñas negras tiene una alta frecuencia en el Cerdo Ibérico.

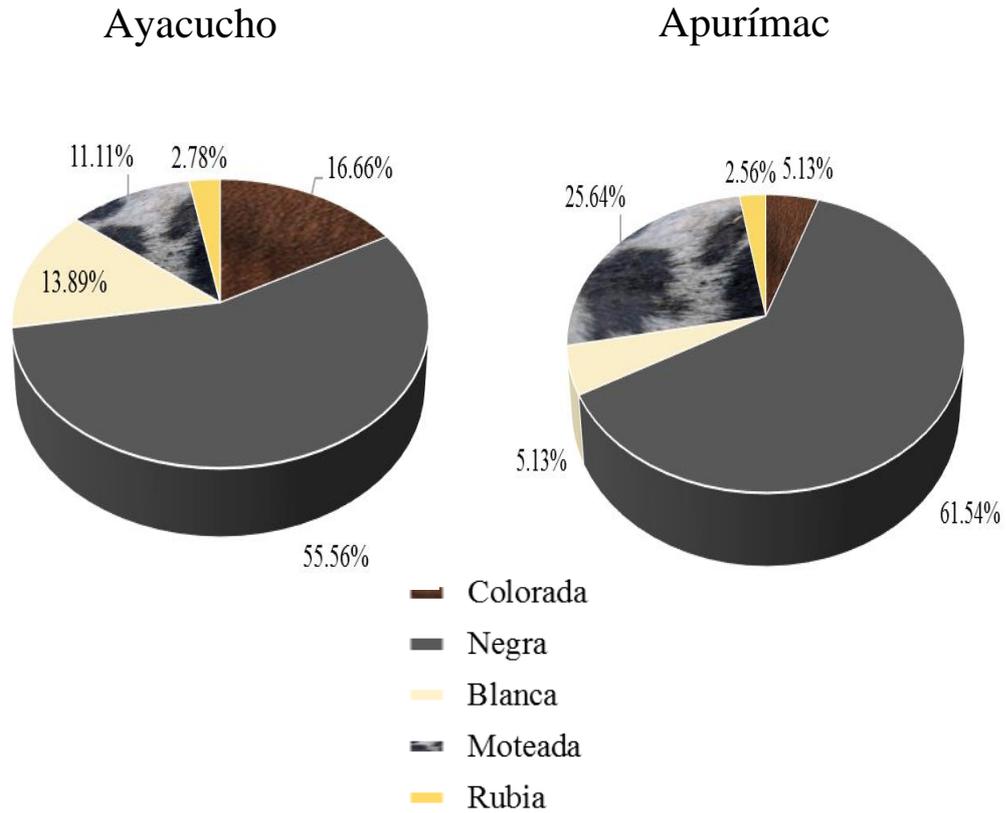


Figura 24 Color de capa del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

b. Color de la mucosa

El color de la mucosa fue en mayor porcentaje de color oscura para los departamentos de Ayacucho y Apurímac, 38.89% y 43.59 %, respectivamente; seguido de la mucosa clara, con un 27.78% para Ayacucho; y mucosa despigmentada, con un 30.77% para Apurímac. Así mismo, se encontró en Ayacucho un 8.33% de animales con mucosa despigmentada y 25.64% de animales con mucosa clara en Apurímac. La mucosa manchada se encontró 25.00% en Ayacucho, pero no se halló en Apurímac (Figura 25).

La presencia de mucosa oscura coincide con lo reportado con Marín (2016) y Escobar (2007), quienes obtuvieron 91 % y 100 %, respectivamente, el último autor menciona que la presencia de mucosa negra es una característica de los animales criollos, adaptados a las diversas condiciones ambientales.

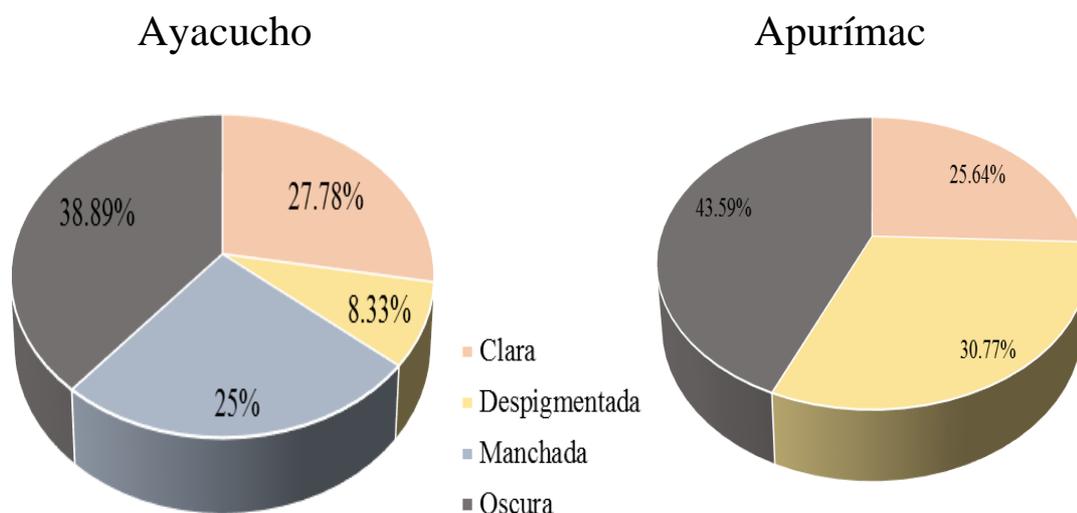


Figura 25 Color de mucosa del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

c. **Color de las pezuñas**

Las pezuñas blancas se presentaron con mayor frecuencia en el departamento de Ayacucho un 44.44%, similar a lo hallado por Estupiñán (2009), quien reporta un 50,82 %, de estas, seguidas de las veteadas 29,51 %, en el cantón Valencia; hallándose 19,67 % pezuñas negras en el cantón La Maná. Mientras que las pezuñas negras prevalecen en un 53.85% en el departamento de Apurímac; coincidiendo con lo reportado por Peralta (2016) trabajo realizado en los cantones Paltas, Olmedo y Chaguarpamba, Ecuador, en donde el color de las pezuñas que se mostró con mayor frecuencia fueron las negras en 67%. Así mismo coincide con lo reportado por Marín (2016), quien reporta pezuñas negras en un 80 %, donde sugiere que la característica de tener pezuñas negras es común en los animales adaptados a diversas condiciones ambientales (Figura 26).

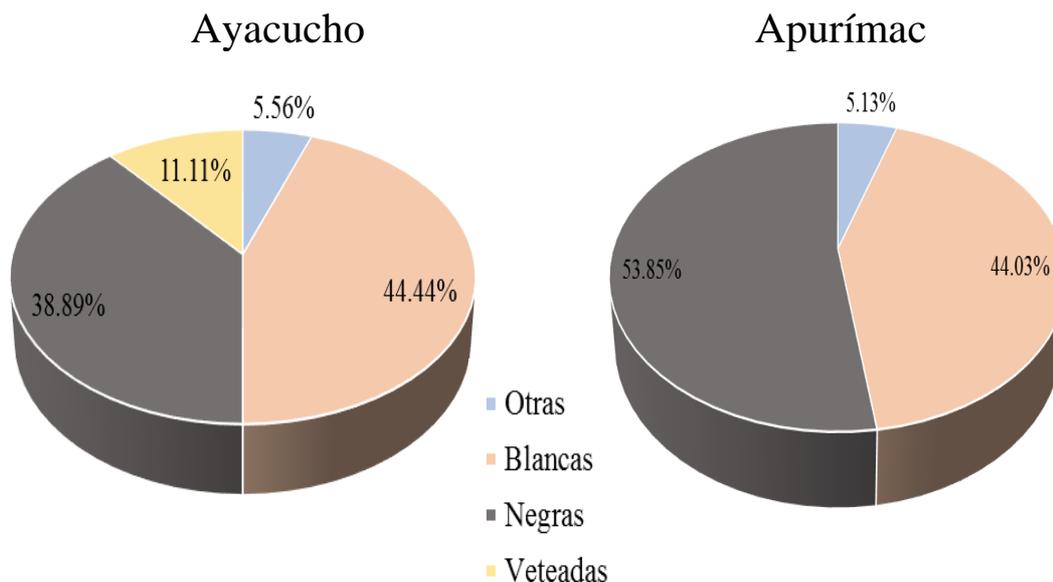


Figura 26 Color de pezuña del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

d. **Presencia de pelo**

La presencia de pelo es más presente que su ausencia, siendo estas de 94.44 y 100%; para el departamento de Ayacucho y Apurímac, respectivamente; coincidiendo con lo reportado por Peralta (2016), en cerdos criollos de los cantones Paltas, Olmedo y Chaguarpamba, Ecuador de 98% (abundante pelo); mientras que Marín (2016), reporta solamente 56 % de animales con presencia de pelo (Figura 27).

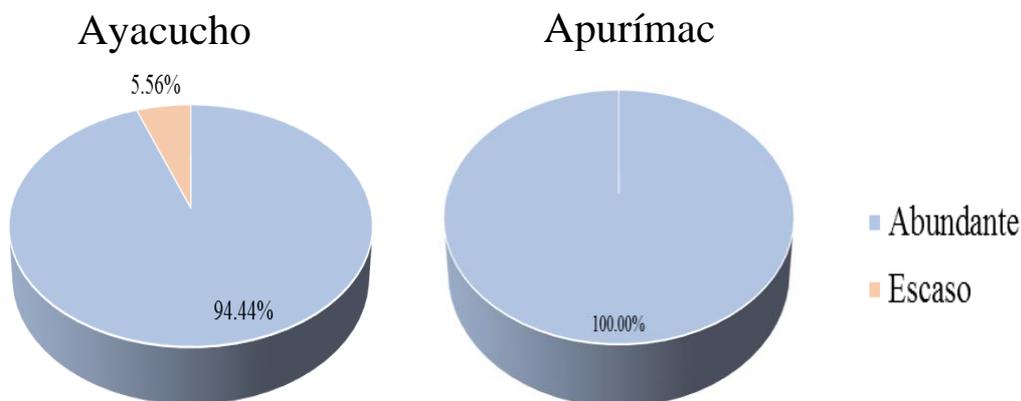


Figura 27. Presencia de pelo del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

e. **Tipo y orientación de las orejas**

En ambos departamentos predomina las orejas caídas, con un 47.22% y 76.92%, para los departamentos de Ayacucho y Apurímac, respectivamente; coincidiendo con Céspedes (2015), quien reporta en Andahuaylas 74 y 73% de oreja caídas para machos y hembras, respectivamente (Figura 28).

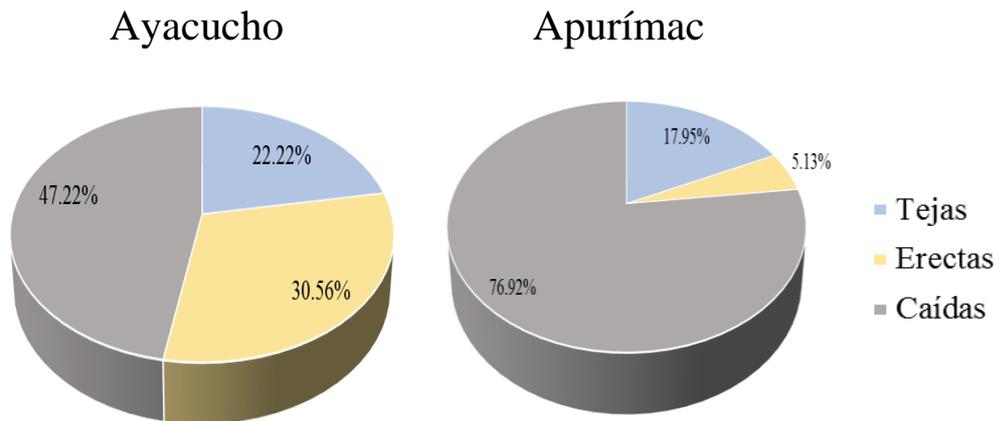


Figura 28. Tipo y orientación de orejas del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

f. **Presencia de mamellas**

La Figura 29 muestra ausencia de mamellas en el 100% de los cerdos criollos evaluados; coincidiendo con Céspedes (2015), quien reporta en Andahuaylas 96 y 100% de ausencia de mamellas, para machos y hembras respectivamente.

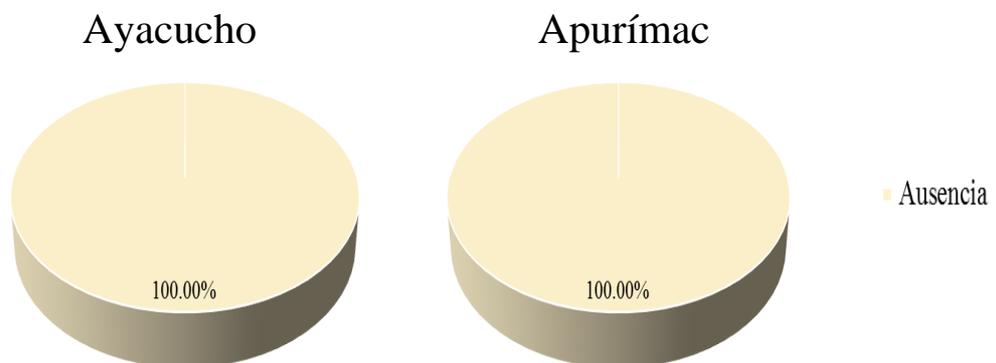


Figura 29. Presencia de mamellas del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

g. **Perfil cefálico**

En el departamento de Ayacucho predomina el perfil recto en 50%; coincidiendo con lo reportado con Peralta (2016) en cerdos criollos de los cantones Paltas Olmedo y Chaguarpamba, Ecuador encontró 78,13 % con perfil frontonasal rectilíneo. Mientras que en Apurímac presentan perfil subcóncavo en 61.54%; menor a lo reportado en Andahuaylas por Céspedes (2015), de 40 y 44 % de perfil subcóncavo, para machos y hembras respectivamente. El perfil tipo cóncavo no se observó en los cerdos evaluados en el departamento de Apurímac (Figura 30).

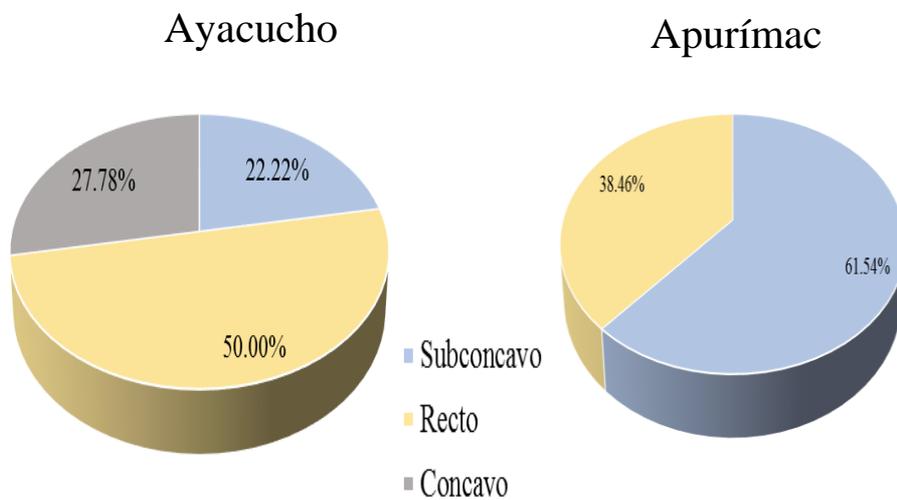


Figura 30. Perfil Cefálico del cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

4.3.3 Análisis de Componentes Principales

Los 3 componentes explicaron el 77.71% de la variación total de los datos. La Tabla 25 se presenta los resultados del ACP de caracteres zoométricos cuantitativos en cerdos criollos.

Tabla 25. Auto valores correspondientes a los Componentes Principales (CP), Proporción de variabilidad explicada por cada CP (Auto valor) y Proporción acumulada de la variabilidad total del modelo.

Componentes	Autovalor	Proporción	Proporción acumulada
1	7.94	52.96	52.96
2	2.12	14.15	67.11
3	1.58	10.6	77.71

Las variables que más incidieron en el CP 1 fueron cinco: Diámetro longitudinal, Alzada a la grupa, Alzada a la cruz, perímetro torácico y ancho de grupa; en el CP 2 intervinieron principalmente cuatro: índice pelviano, Índice de proporcionalidad, Longitud de grupa e índice corporal; en el CP 3 intervinieron tres: índice cefálico, ancho de cabeza y longitud de hocico (Tabla 26). Con base a estos resultados se puede determinar que las características mencionadas explican en mayor grado la diversidad de los 75 individuos.

Tabla 26. Auto valores correspondientes a los Componentes Principales (CP), Proporción de variabilidad explicada por cada CP (Auto valor) y Proporción acumulada de la variabilidad total del modelo

	PC1	PC2	PC3
lorejas	0.74	0.29	-0.04
porejás	0.81	0.36	0.07
lhocico	0.77	0.11	-0.40
lcara	0.85	-0.16	-0.20
acabeza	0.67	-0.09	0.65
acruz	0.91	0.21	0.02
ptoraxico	0.90	0.16	0.06
agrupa	0.92	0.21	0.01
dlongitudinal	0.94	-0.16	0.02
angrupa	0.90	0.19	0.03
lgrupa	0.70	-0.60	0.02
ice	-0.10	0.05	0.97
ip	-0.19	0.68	0.00
ic	0.45	-0.50	-0.06
ipe	-0.22	0.79	-0.04

4.3.4 Análisis de Clúster

La Figura 31 muestra tres subgrupos. El primer subgrupo incluye 15 individuos de Ayacucho y 28 de Apurímac; son individuos con un ICE: 47.84; IP: 81.61; IC: 84.53 e IPE: 115.17, en promedio; mesocéfalos ($ICE > 46$) y brevilíneos ($IC < 86$). El segundo subgrupo incluye 7 individuos de Ayacucho y 9 de Apurímac; son individuos con un ICE: 42.61; IP: 78.86; IC: 85.53 e IPE: 76.37, en promedio; dolicocefalos ($ICE < 46$) y brevilíneos ($IC < 86$). Y el tercer subgrupo incluye 13 individuos de Ayacucho y 2 de Apurímac, con un ICE: 45.63; IP: 72.42; IC: 109.46 e IPE: 75.19 en promedio; dolicocefalos ($ICE < 46$) y longilíneos ($IC > 88$).

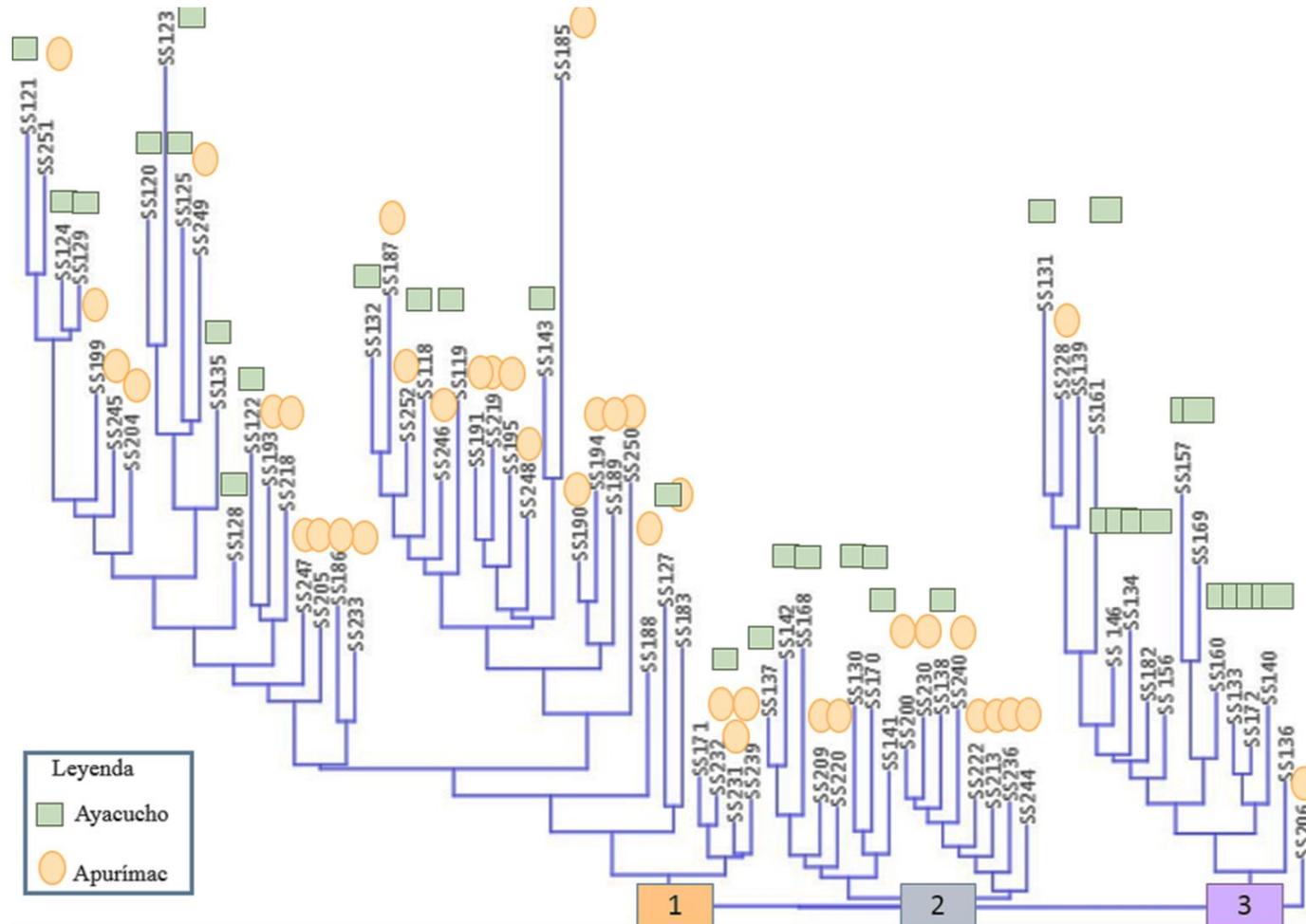


Figura 31. Dendrograma de los cerdos criollos de Ayacucho y Apurímac en función de sus características e índices morfométricos

4.3.5 Correlaciones

Las variables y/o índices que están más altamente correlacionados son: alzada a la grupa con alzada a la cruz (+0.95), y el índice pelviano con la longitud de grupa (-0.80); y las variables y/o índices menos correlacionados son: índice proporcionalidad con índice cefálico (+0.03) y el índice proporcionalidad con perímetro de oreja (+0.03), y el índice corporal con longitud de oreja (+0.03); señalándose que el perímetro de la oreja no está correlacionado con el índice cefálico (0.00) (Tabla 27).

Tabla 27. Correlación fenotípica entre las características e índices Morfométricos de cerdo criollo de Ayacucho y Apurímac

	EDA	LORE	PORE	LHOC	LCAR	ACAB	ACRUZ	PTOR	AGRUP	DLONG	ANGRUP	LGRUP	ICE	IP	IC	IPE
EDA	1.00	0.36	0.41	0.54	0.64	0.46	0.44	0.43	0.46	0.42	0.41	0.36	-0.10	-0.06	0.10	-0.16
LORE	0.36	1.00	0.78	0.60	0.61	0.47	0.62	0.62	0.66	0.61	0.66	0.27	-0.10	-0.12	0.02	0.10
PORE	0.41	0.78	1.00	0.62	0.62	0.56	0.75	0.75	0.76	0.69	0.75	0.32	0.00	0.03	-0.06	0.11
LHOC	0.54	0.60	0.62	1.00	0.71	0.30	0.68	0.57	0.68	0.68	0.69	0.43	-0.39	-0.09	0.16	-0.03
LCAR	0.64	0.61	0.62	0.71	1.00	0.59	0.68	0.65	0.71	0.75	0.69	0.67	-0.34	-0.25	0.17	-0.32
ACAB	0.46	0.47	0.56	0.30	0.59	1.00	0.55	0.45	0.57	0.61	0.58	0.50	0.54	-0.20	0.32	-0.22
ACRUZ	0.44	0.62	0.75	0.68	0.68	0.55	1.00	0.79	0.95	0.86	0.84	0.56	-0.06	0.15	0.17	-0.10
PTOR	0.43	0.62	0.75	0.57	0.65	0.45	0.79	1.00	0.82	0.75	0.82	0.51	-0.15	-0.04	-0.32	-0.08
AGRUP	0.46	0.66	0.76	0.68	0.71	0.57	0.95	0.82	1.00	0.84	0.85	0.56	-0.08	0.08	0.11	-0.10
DLONG	0.42	0.61	0.69	0.68	0.75	0.61	0.86	0.75	0.84	1.00	0.84	0.71	-0.07	-0.35	0.30	-0.24
ANGRUP	0.41	0.66	0.75	0.69	0.69	0.58	0.84	0.82	0.85	0.84	1.00	0.53	-0.04	-0.11	0.11	0.02
LGRUP	0.36	0.27	0.32	0.43	0.67	0.50	0.56	0.51	0.56	0.71	0.53	1.00	-0.10	-0.34	0.25	-0.80
ICE	-0.10	-0.10	0.00	-0.39	-0.34	0.54	-0.06	-0.15	-0.08	-0.07	-0.04	-0.10	1.00	0.03	0.20	0.05
IP	-0.06	-0.12	0.03	-0.09	-0.25	-0.20	0.15	-0.04	0.08	-0.35	-0.11	-0.34	0.03	1.00	-0.27	0.26
IC	0.10	0.02	-0.06	0.16	0.17	0.32	0.17	-0.32	0.11	0.30	0.11	0.25	0.20	-0.27	1.00	-0.18

EDA: edad, LORE: Longitud de oreja; PORE: perímetro de oreja; LHOC: longitud de hocico; LCAR: longitud de cara; ACAB: ancho de cabeza; ACRUZ: alzada a la cruz; PTOR: perímetro torácico; AGRUP: alzada a la grupa; DLONG: diámetro longitudinal; ANGRUP: ancho de grupa; LGRUP: longitud de grupa; ICE: índice cefálico; IP: índice de proporcionalidad; IC: índice corporal; IPE: índice pelviano

4.4 ANÁLISIS GENÉTICO

4.4.1 Numero de Alelos

Los alelos expresados en la población total a través de los 13 marcadores microsatélites, fueron identificados mediante electroferogramas empleando el programa GeneMapper (Figura 32).

En los 120 individuos analizados, el número total de alelos (A) fue de 137, con una media de 10.54 por locus. La mayor diversidad alélica se halló en el locus SO 005, con 20 alelos; y las más bajas en el SO 227, con 3 alelos (Tabla 28). Las poblaciones de Ayacucho y Apurímac tuvieron similar diversidad alélica; con medias de 8.77 (83.2%), y 8.92 (84.6%), respectivamente.

Los alelos comunes para ambas poblaciones fueron 94; mientras que los exclusivos fueron 21 para la población de Ayacucho y 22 para Apurímac (Tabla 28).

Tabla 28. Número de alelos por locus de microsatélites encontrados en el cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Locus	Poblaciones		A
	Ayacucho	Apurímac	
SO 005	18	20	24
SO 007	16	14	16
SO 090	6	6	6
SO 101	7	6	8
SO 178	10	10	10
SO 225	5	6	7
SO 226	10	7	12
SO 227	4	3	5
SO 355	6	8	9
SW 122	9	11	13
SW 240	9	10	11
SW 72	7	7	8
SW 857	7	8	8
Total	114	116	137
Promedio	8.77	8.92	10.54
SD	2.12	12.02	13.44
Alelos Exclusivos	23	22	–

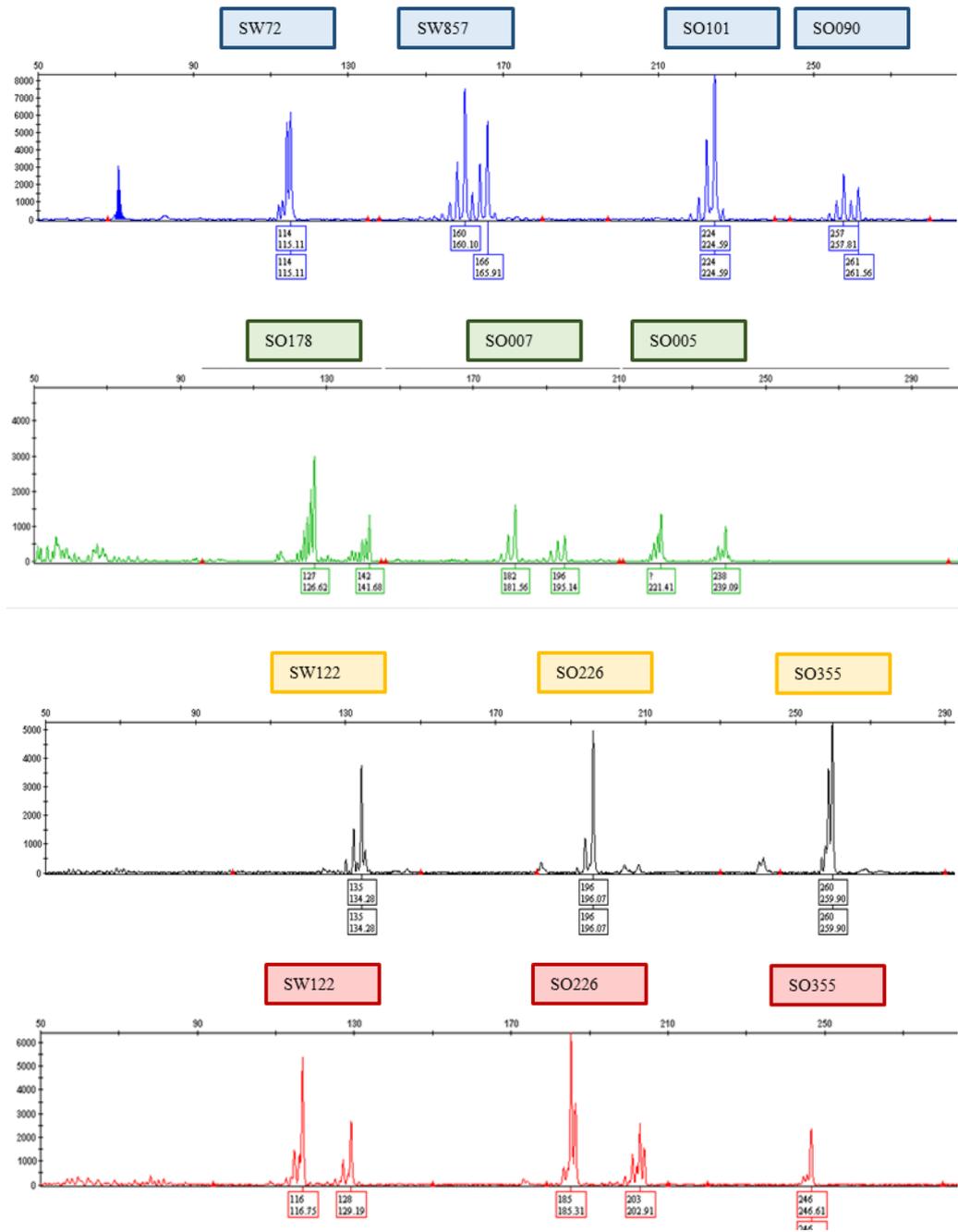


Figura 32. Electroferogramas de microsatélites obtenidos a partir del DNA total de cerdo criollo de Ayacucho y Apurímac, usando el programa GeneMapper. A) 6-FAM, B) VIC, C) PET y D) NED.

4.4.2 Variabilidad Genética

a. Frecuencias alélicas

En el marcador SO 005 se encontró alelos con un rango de 212 a 300 pares de bases (pb). En la población de Ayacucho, el alelo con mayor frecuencia tuvo un tamaño de 261 pb; teniendo los segmentos más frecuentes tamaños de 259 pb, y 239 pb; en el departamento de Apurímac estos fueron de 261 pb, 257 pb, 259 pb y 225 pb. En la población de Ayacucho se encontró cuatro Alelos exclusivos de 237 pb, 253 pb, 287 pb y 291 pb; y en la de Apurímac cinco alelos exclusivos de 213 pb, 221 pb, 233 pb, 243 pb y 267 pb (Figura 33). El 22.45% y 50.82% de las muestras son homocigotas para las poblaciones de Ayacucho y Apurímac, respectivamente. Al respecto, Revidatti, (2009) encontró 13 alelos; mientras que en el presente estudio realizado se han encontrado 11 alelos más (24 alelos).

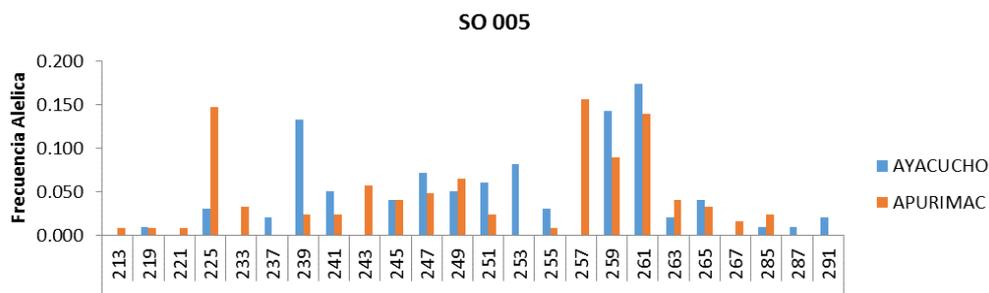


Figura 33. Frecuencias alélicas del Marcador SO 005

En el marcador SO 007 se encontró alelos con un rango de 146 a 210 pares de bases (pb). Teniendo en Ayacucho los segmentos más frecuentes, tamaños de 189 pb, 197 pb, 199 pb, 201 pb y 205 pb, y en el departamento de Apurímac de 171 pb, 193 pb, 197 pb, 205 pb y 207 pb. Ayacucho presentó 2 alelos exclusivos, de 175 pb y 201 pb; y en el caso de Apurímac no se halló alelos exclusivos. (Figura 34). El 15.09% y 24.59% de las muestras son homocigotas para los departamentos de Ayacucho y de Apurímac, respectivamente.

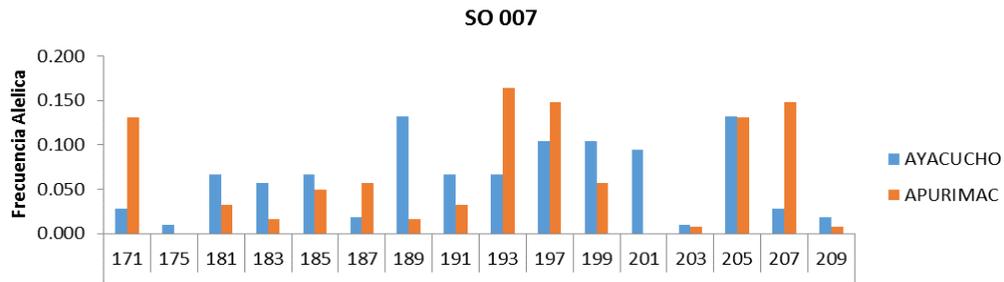


Figura 34. Frecuencias alélicas del Marcador SO 007

El marcador SO 090 presentó rango entre 244 a 280 pares de bases (pb); con alelos más frecuentes de 257 pb y 261 pb para ambos departamentos. Ambos departamentos sin presencia de alelos exclusivos. (Figura 35). Asimismo, el 56.25% y 33.33% de las muestras son homocigotos en Ayacucho y Apurímac respectivamente.

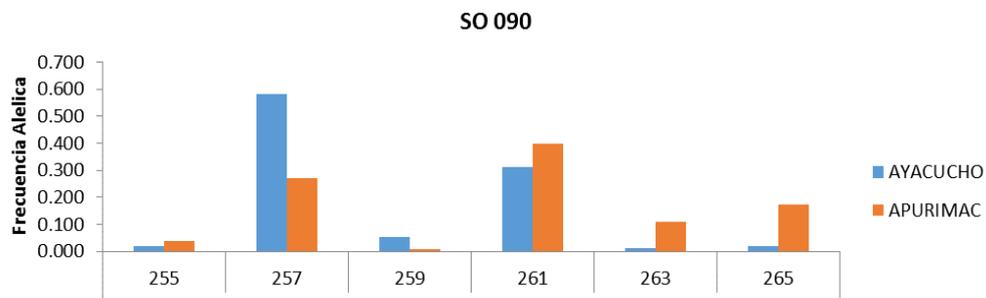


Figura 35. Frecuencias alélicas del Marcador SO 090

El marcador SO 101 presentó rango entre 197 a 240 pares de bases (pb). Con alelos más frecuentes, para el departamento de Ayacucho en 224 pb, 226 pb, y 228 pb; y, para el departamento de Apurímac de 220 pb y 222 pb. La población de Ayacucho presentó 2 alelos exclusivos de 210 pb y 230 pb; y la de Apurímac solo uno de 220 pb. (Figura 36). El 31.58% y 25.40% de las muestras son homocigotos para los departamentos de Ayacucho y Apurímac, respectivamente. En total se encontraron 8 alelos, a diferencia de Según Pérez *et al.* (2006) y Revidatti, (2009) que en cerdos criollos de Cuba y en Argentina encontraron solamente 7 alelos mientras que en el presente estudio realizado se han encontrado 8 alelos.

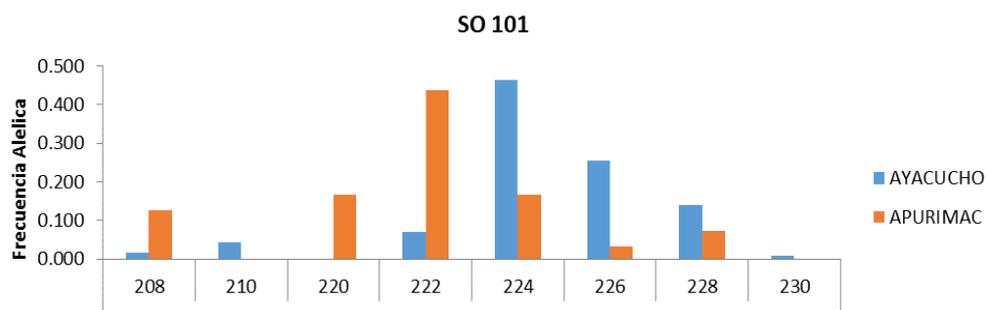


Figura 36. Frecuencias alélicas del Marcador SO 101

El marcador SO 178 presentó rango entre 96 a 145 pares de bases (pb); con Los alelos más frecuentes, para el departamento de Ayacucho de 126 pb, 130 pb, y 140 pb; y, para Apurímac de 138 pb y 140 pb: sin presentar alelos exclusivos. (Figura 37). Asimismo, el 11.76% y 50% de las muestras son homocigotas para Ayacucho y Apurímac, respectivamente.

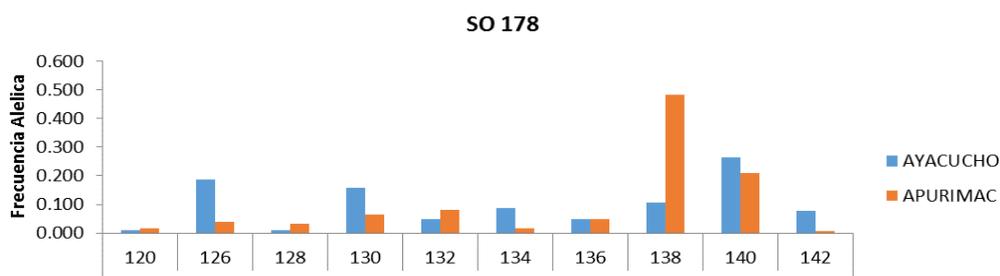


Figura 37. Frecuencias alélicas del Marcador SO 178

El marcador SO 225 presentó rango entre 179 a 210 pares de bases (pb); con un alelo con mayor frecuencia de 203 pb en ambas poblaciones. Los alelos más frecuentes en Ayacucho fueron de 185 pb, y 203 pb; y en Apurímac, de 185 pb, 201 pb, y 203 pb. La población de Ayacucho presentó 1 alelos exclusivos de 205 pb y la de Apurímac 2 Alelos exclusivos de 197 pb, y 201 pb. (Figura 38). Asimismo, 67.27% y 44.44% de las muestras son homocigotas para Ayacucho y Apurímac, respectivamente. En total se encontraron 10 alelos, a diferencia de lo hallado por Revidatti (2009), en cerdos criollos en Argentina de solo 9 alelos.

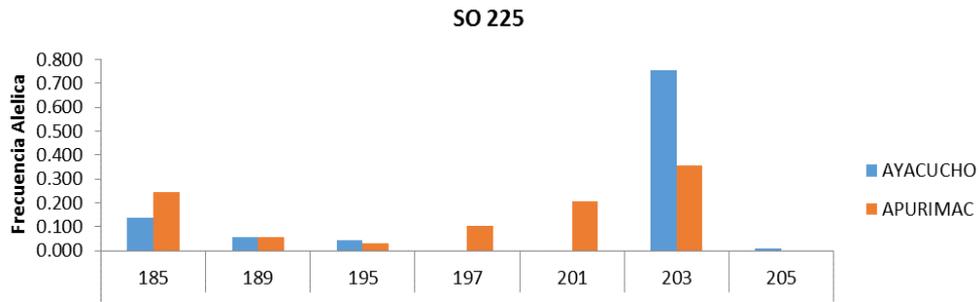


Figura 38. Frecuencias alélicas del Marcador SO 225

El marcador SO 226 presentó rango entre 181 a 230 pares de bases (pb); los alelo con mayor frecuencia de 196 pb y 198 pb en ambas poblaciones. La población de Ayacucho presentó 5 alelos exclusivos de 184 pb, 192 pb, 212 pb, 218 pb y 228 pb y la de Apurímac 2 Alelos exclusivos de 201 pb y 202 pb. (Figura 39). Asimismo, 26.53% y 29.51% de las muestras son homocigotas para Ayacucho y Apurímac, respectivamente. En total se encontraron 12 alelos, a diferencia de lo hallado por Revidatti (2009), en cerdos criollos en Argentina de solo 10 alelos.

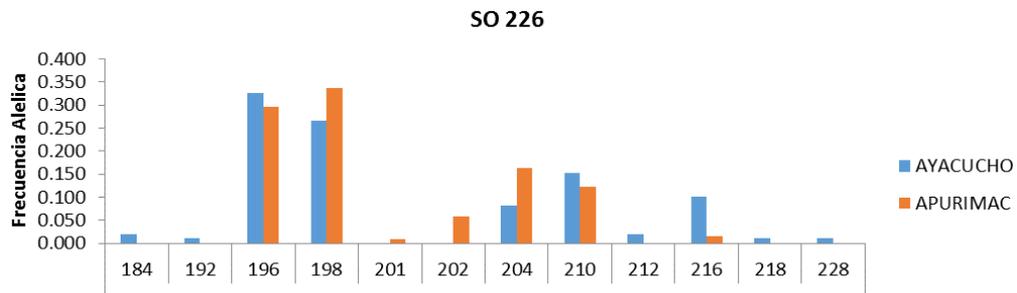


Figura 39. Frecuencias alélicas del Marcador SO 226

El marcador SO 227 presentó rango entre 220 a 280 pares de bases (pb); el alelo con mayor frecuencia de 246 pb en ambas poblaciones. La población de Ayacucho presentó 2 alelos exclusivos de 258 pb y 266 pb y la de Apurímac 1 Alelo exclusivo de 268 pb. (Figura 40). Asimismo, 74.55% y 98.41% de las muestras son homocigotas para Ayacucho y Apurímac, respectivamente.

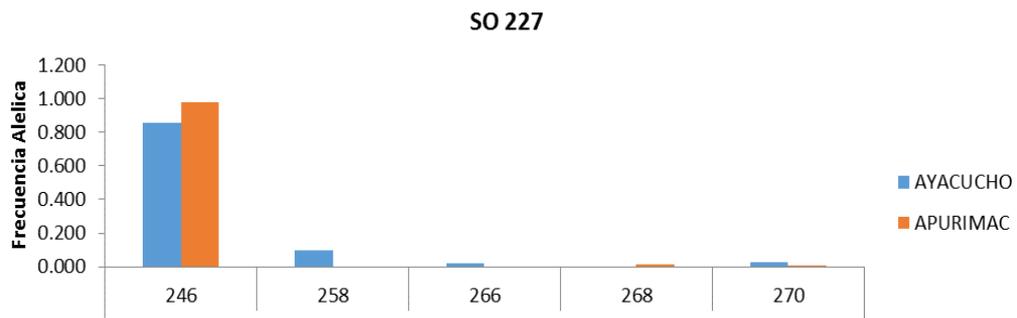


Figura 40. Frecuencias alélicas del Marcador SO 227

El marcador SO 355 presentó rango entre 246 a 290 pares de bases (pb); el alelo con mayor frecuencia de 246 pb en ambas poblaciones. La población de Ayacucho presentó 1 alelos exclusivos de 282 pb y la de Apurímac 3 Alelos exclusivos de 264 pb, 266 pb y 268 pb. (Figura 41). Asimismo, 75% y 74.6% de las muestras son homocigotas para Ayacucho y Apurímac, respectivamente. En total se encontraron 9 alelos, a diferencia de lo hallado por Revidatti (2009), en cerdos criollos en Argentina de solo 5 alelos.

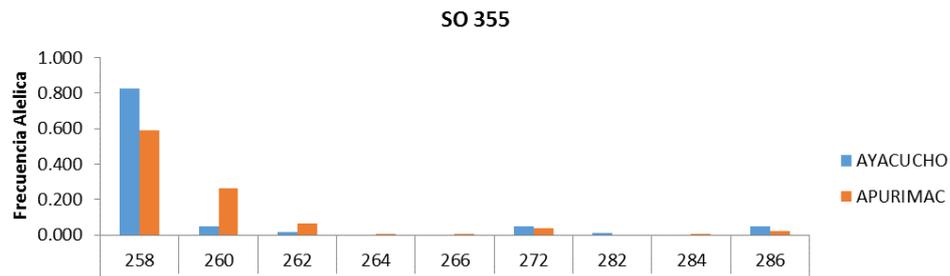


Figura 41. Frecuencias alélicas del Marcador SO 355

El marcador SW 122 presentó rango entre 100 a 150 pares de bases (pb); el alelo con mayor frecuencia de 134 pb en ambas poblaciones. La población de Ayacucho presentó 2 alelos exclusivos de 132 pb y 146 pb y la de Apurímac 4 Alelos exclusivos de 114 pb, 12 pb, 122 pb y 126 pb. (Figura 42). Asimismo, 30.91% y 27.87% de las muestras son homocigotas para Ayacucho y Apurímac, respectivamente.



Figura 42. Frecuencias alélicas del Marcador SW 122

El marcador SW 240 presentó rango entre 94 a 150 pares de bases (pb); El alelo con mayor frecuencia son de tamaño 115 pb y 117 pb en las poblaciones de Ayacucho y en las poblaciones de Apurímac son de tamaño 117 pb y 131 pb. La población de Ayacucho presentó 1 alelos exclusivos de 143 pb y la de Apurímac 2 Alelos exclusivos de 107 pb y 125 pb. (Figura 43). Asimismo, 44.23% y 38.1% de las muestras son homocigotas para Ayacucho y Apurímac, respectivamente. En total se encontraron 11 alelos, a diferencia de lo hallado por Pérez *et al.* (2006), en cerdos criollos en cuba de solo 9 alelos.



Figura 43. Frecuencias alélicas del Marcador SW 240

El marcador SW 72 presentó rango entre 38 a 135 pares de bases (pb); El alelo con mayor frecuencia son de tamaño 115 pb y 117 pb en las poblaciones de Ayacucho y en las poblaciones de Apurímac son de tamaño 117 pb y 131 pb. Ambas poblaciones presentaron 1 alelo exclusivo de 120 pb y 110 pb para Ayacucho y Apurímac, respectivamente (Figura 44). Asimismo, 37.04% y 31.15% de las muestras son homocigotas para Ayacucho y Apurímac, respectivamente.

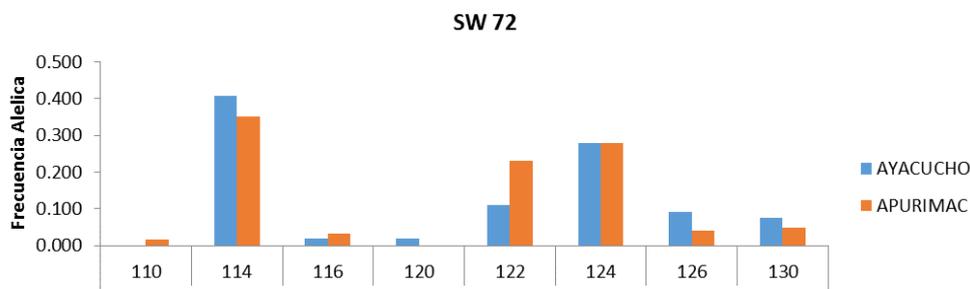


Figura 44. Frecuencias alélicas del Marcador SW 72

El marcador SW 857 presentó rango entre 138 a 180 pares de bases (pb); El alelo con mayor frecuencia de tamaño 164 pb de Ayacucho y en la población de Apurímac de tamaño 166 pb. La población de Ayacucho no presentó alelo exclusivo y la de Apurímac 1 Alelo exclusivo de 162 pb. (Figura 45). Asimismo, El 37.04% y 31.15% de las muestras son homocigotas para Ayacucho y Apurímac, respectivamente.

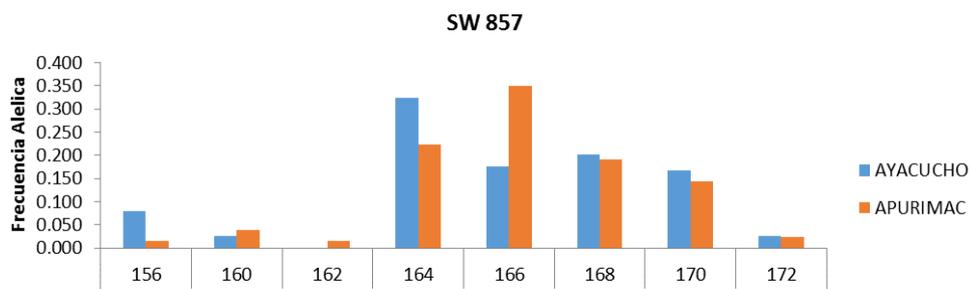


Figura 45. Frecuencias alélicas del Marcador SW 857

b. Heterocigosidad y Contenido de Información Polimórfica

b.1 Inter-Poblacional

En general, la HE fue mayor que la HO, indicando que las poblaciones de animales estudiadas son genéticamente estables; y presentan una elevada variabilidad genética. Por su parte, los valores de PIC muestran que, en la mayoría de los marcadores descritos, los cerdos criollos estudiados fueron altamente polimórficos, ya que su valor se mantuvo siempre >0.6 , excepto para los marcadores SO 355 y SO 227 (Tabla 29 y Figura 46).

Tabla 29. Variabilidad genética estimada molecularmente de las poblaciones de cerdos criollos estudiados en Ayacucho y Apurímac

Locus	K	H _E	H _O	PIC
SO 005	24	0.928	0.627	0.919
SO 007	16	0.917	0.781	0.906
SW 240	11	0.823	0.565	0.797
SO 178	10	0.816	0.646	0.790
SO 101	8	0.796	0.717	0.764
SW 857	8	0.793	0.8	0.758
SO 226	12	0.776	0.7	0.739
SW 122	13	0.762	0.69	0.733
SW 72	8	0.744	0.643	0.701
SO 090	6	0.691	0.559	0.634
SO 225	7	0.651	0.449	0.613
SO 355	9	0.486	0.261	0.452
SO 227	5	0.153	0.127	0.148
Promedio	10.538	0.718	0.582	0.689

K: número de alelos. H_O: heterocigosidad observada. H_E: heterocigosidad esperada. PIC: contenido de información polimórfica.

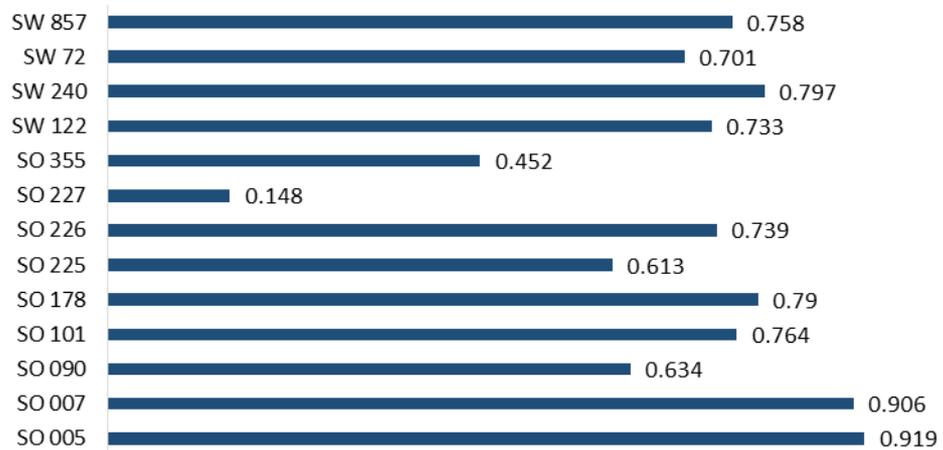


Figura 46. Estimación del PIC en la población total de cerdos criollos (Ayacucho y Apurímac)

b.2 Intra - Poblacional

En la población de Ayacucho once marcadores presentan mayor HE que HO; en la de Apurímac doce marcadores de ellos; La tabla 30, muestra en general (13 marcadores) que la HE (0.718) es mayor a HO (0.582). Indicando que los cerdos criollos de ambos departamentos presentan elevada variabilidad y son genéticamente estable.

Asimismo, se aprecia que el marcador SO 005 es altamente polimórfico en cada población (>0.9); y, para el marcador SO 007. En ambos departamentos, el marcador menos polimórfico es el SO 227 (<0.25); esta información permitirá conocer los marcadores más relevantes para la caracterización genómica de los cerdos criollos, en estudios futuros.

El reducido polimorfismo encontrado en algunos marcadores podría deberse a que la variabilidad genética en los microsatélites no sea pura; es decir, que no solo sea el resultado del tamaño de los microsatélites, sino que pueda contener “islas intermedias” que estén dividiendo la zona de las repeticiones en tándem que los comparan. Esto sería de esperar, ya que es casi imposible que todos los microsatélites estén comportándose de manera similar, y que de igualmente se vean afectados por los mismos fenómenos evolutivos (Vallejo 2008).

En este caso, al comparar cada una de las poblaciones, por marcador, todos los valores de probabilidad mostraron ser altamente significativos ($p<0.01$), es decir, que estos loci son muy buenos para diferenciar genéticamente las poblaciones entre sí; sin embargo, en muy pocos casos se vieron valores que no eran significativos para la diferenciación genética, lo cual podría deberse a un sesgo en los resultados para aquellas poblaciones que no presentaron alto número de amplificaciones para los loci estudiados.

Tabla 30. Valores de variabilidad Genética Intrapoblacional en poblaciones de cerdos criollos de Ayacucho y Apurímac

Locus / Departamento	Ayacucho				Apurímac			
	K	H _E	H _O	PIC	K	H _E	H _O	PIC
SO 007	16	0.92	0.849	0.905	14	0.891	0.721	0.872
SO 005	18	0.914	0.776	0.897	20	0.915	0.508	0.901
SO 178	10	0.848	0.882	0.821	10	0.711	0.452	0.676
SW 240	9	0.78	0.5	0.74	10	0.823	0.619	0.792
SW 857	7	0.795	0.825	0.757	8	0.775	0.778	0.735
SO 226	10	0.789	0.735	0.751	7	0.761	0.672	0.715
SW 122	9	0.776	0.691	0.743	11	0.747	0.689	0.711
SW 72	7	0.737	0.63	0.691	7	0.746	0.656	0.697
SO 101	7	0.698	0.684	0.649	6	0.738	0.746	0.698
SO 090	6	0.564	0.458	0.489	6	0.731	0.635	0.681
SO 225	5	0.411	0.327	0.38	6	0.761	0.556	0.716
SO 355	6	0.312	0.269	0.299	8	0.585	0.254	0.528
SO 227	4	0.261	0.255	0.242	3	0.047	0.016	0.046
Promedio		0.677	0.606	0.643		0.710	0.562	0.674

K: número de alelos. Ho: heterocigosidad observada. HE: heterocigosidad esperada.
PIC: contenido de información polimórfica.

c. Equilibrio Hardy-Weinberg

c.1 Inter Poblacional

La Tabla 31, muestra los resultados obtenidos en los test de equilibrio H-W, para cada locus por separado. Se observa que diez de los marcadores no cumplen con el equilibrio Hardy-Weinberg (H-W) en las poblaciones de Ayacucho y Apurímac, mostrando en siete de ellos un déficit de heterocigotos; esto debido a que, como animales domésticos, el hombre ha influenciado en su composición genética.

Analizando ambas poblaciones como una sola, en la tabla 31 se muestra el equilibrio Hardy-Weinberg (HW), de los 13 marcadores microsatélites. Solo el marcador SW 857 se encontró en equilibrio HW ($P > 0.05$), los demás mostraron desvíos significativos de este ($P < 0,05$). El test multi-locus de HW, realizado para la población global de cerdos criollos, también sugirió que la población de cerdos criollos estudiados estaba en desequilibrio Hardy-Weinberg.

De acuerdo al programa Genepop 4.0.11, todas las desviaciones del equilibrio HW estuvieron explicadas por deficiencia de heterocigosidad, apareamientos, lo cual puede evidenciar el efecto de selección artificial practicada y el manejo reproductivo.

Tabla 31. Prueba de Equilibrio Hardy-Weinberg para cada uno de los loci.

Locus	Déficit de heterocigotos (P- value)	Exceso de heterocigotos (P- value)	Test exacto (P- value)
SO 005	0.0000	1.0000	0.0000
SO 007	0.0003	1.0000	0.0000
SO 178	0.0001	1.0000	0.0000
SO 225	0.0000	1.0000	0.0000
SO 355	0.0000	1.0000	0.0000
SW 240	0.0000	1.0000	0.0000
SW 72	0.0000	1.0000	0.0000
SO 101	0.0427	0.9614	0.0000
SW 122	0.0000	1.0000	0.0004
SO 090	0.0000	1.0000	0.0025
SO 226	0.0148	0.9876	0.0073
SO 227	0.0021	0.9990	0.0184
SW 857	0.8000	0.1998	0.6665

c.2 Intra poblacional

La Tabla 32, muestra que siete marcadores, en la población Ayacucho, no están en equilibrio Hardy-Weinberg, por déficit de heterocigotas (P-value es menor a 0.05); esto, como consecuencia del manejo de los cerdos, sometidos a procesos de selección y apareamientos dirigidos; lo cual implica, pérdida de heterocigotos.

En la población de Apurímac once de los marcadores no están en equilibrio, a causa de un déficit de heterocigotas, (P-value menor a 0.05), existiendo un mayor número de marcadores en desequilibrio, en comparación con Ayacucho.

De todos los microsatélites que no están en equilibrio Hardy-Weinberg, SO 005 y SW 240, aparecen en ambas poblaciones.

Tabla 32. Prueba de Equilibrio Hardy-Weinberg (Intra-poblacional) en poblaciones de cerdos criollos de Ayacucho y Apurímac

Locus	Déficit de heterocigotos (P-value)		Exceso de heterocigotos (P-value)		Test exacto (P-value)	
	Ayacucho	Apurímac	Ayacuch o	Apurímac	Ayacucho	Apurímac
SO 005	0.0013	0.0000	0.9998	1.0000	0.0018	0.0000
SO 007	0.0293	0.0009	0.9737	0.9993	0.0000	0.0003
SO 090	0.0376	0.0030	0.9709	0.9974	0.1899	0.1688
SO 101	0.0785	0.4071	0.9226	0.5986	0.1456	0.0455
SO 178	0.6693	0.0000	0.3436	0.9999	0.2217	0.0000
SO 225	0.0728	0.0045	0.0827	0.9960	0.0900	0.0000
SO 226	0.1433	0.0010	0.8700	0.9992	0.0134	0.0249
SO 227	0.4459	0.0080	0.7461	1.0000	0.7207	0.0080
SO 355	0.0428	0.0022	0.9741	0.9983	0.0918	0.0000
SW 122	0.0453	0.0000	0.9548	1.0000	0.1248	0.0046
SW 240	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
SW 72	0.0006	0.0000	0.9993	1.0000	0.0011	0.0042
SW 857	0.7832	0.5964	0.2164	0.3913	0.6277	0.5029

4.4.3 Diversidad Genética

El 76.92% de los marcadores en la población de Ayacucho, y el 92.31% en la población de Apurímac, presentan alta diversidad genética (mayor a 0.5). La Tabla 33, muestra que los marcadores SO 227, SO 355 y SO 225, para el departamento de Ayacucho; y, el marcador SO 227, para el departamento de Apurímac, presentan valores no tan altos ($P < 0.5$); debido a que, como se mencionó anteriormente, se han fijado en las poblaciones. Es decir, el alelo que se presenta se conoce como Alelo fijo, probablemente debido a deriva génica de los demás alelos para este marcador. No todos los loci estudiados amplificaron para cada una de éstas, por eso no se pudo analizar la contribución de todos los microsatélites.

Tabla 33. Diversidad Genética Inter-poblacional en poblaciones de cerdos criollos de Ayacucho y Apurímac

Locus	Ayacucho	Apurímac
SO 005	0.915	0.919
SO 007	0.921	0.891
SO 178	0.848	0.714
SW 857	0.794	0.775
SO 226	0.790	0.761
SW 122	0.777	0.747
SW 240	0.738	0.825
SW 72	0.738	0.747
SO 101	0.698	0.737
SO 090	0.565	0.732
SO 225	0.411	0.762
SO 355	0.312	0.587
SO 227	0.261	0.047
Promedio	0.674	0.711

4.4.4 Estructura Genética Inter-Poblacional

a. Análisis de Varianza Molecular e Índice de Fijación

En la prueba de AMOVA se encontró que la variación genética, dentro de cada una de estas poblaciones, es elevada (91%); mientras que la variación entre las dos poblaciones es baja, (9%). (Tabla 34 y Figura 47). Mediante esta prueba también se obtuvo los valores de índices de fijación (Tabla 35).

Tabla 34. Análisis de varianza molecular (AMOVA) de las poblaciones de cerdo criollo en Ayacucho y Apurímac

AMOVA					
Fuente de Variación	GL	SS	MS	Est.Var.	Porcentaje de Variación (%)
Entre Poblaciones	1	78.157	78.157	1.117	9
Dentro de las poblaciones	118	1337.476	11.35	11.335	91
Total	119	1415.633		12.451	100

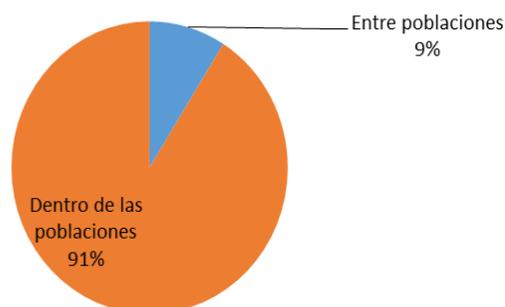


Figura 47. Porcentaje de variación molecular de los cerdos criollos de los departamentos de Ayacucho y Apurímac

Tabla 35. Valores de los Índices de Fijación

Locus	Fis	Fst	Fit
SO 005	0.3162	0.0253	0.3335
SO 007	0.1378	0.0260	0.1602
SO 090	0.1536	0.0880	0.2281
SO 101	0.0032	0.1760	0.1786
SO 178	0.1656	0.0988	0.2481
SO 225	0.2500	0.1495	0.3622
SO 226	0.0957	0.0063	0.1015
SO 227	0.1349	0.0723	0.1975
SO 355	0.4368	0.0924	0.4889
SW 122	0.0941	0.0039	0.0976
SW 240	0.2985	0.0446	0.3299
SW 72	0.1333	0.0043	0.1371
SW 857	0.0197	0.0206	0.0012
Total	0.1626	0.0609	0.2136

En lo relacionado a la estructura genética, se obtuvo una moderada diferenciación; el color celeste representa que en su mayoría los cerdos criollos procedentes del departamento de Ayacucho; y el color anaranjado, los cerdos criollos procedentes del departamento de Apurímac (Figura 48). El Delta de K, es igual a cuatro, mostrando cuatro clústeres representados por el color celeste, morado, verde y anaranjado; por lo que se observa una introgresión de alelos procedentes de ambos departamentos (representado por el color verde en Ayacucho y por el color celeste en Apurímac) (Figura 49).

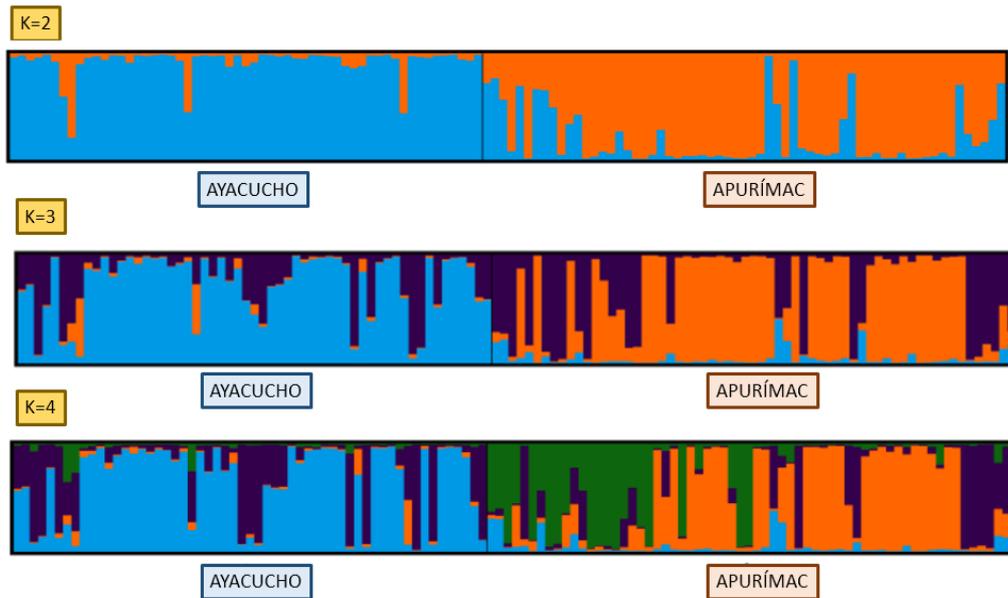


Figura 48. Gráfica del Structure con las poblaciones en estudio

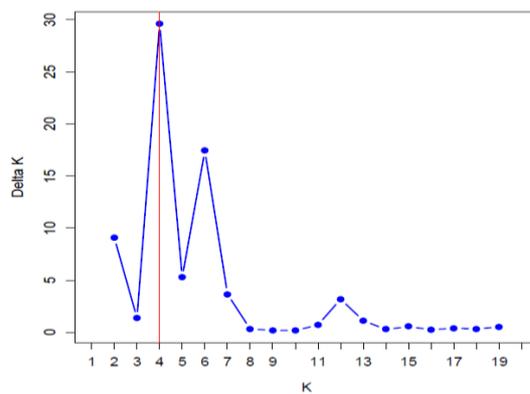


Figura 49. Gráfica del Delta K de las poblaciones en estudio

V. CONCLUSIONES

- Las familias criadoras de cerdo criollo en los departamentos de Ayacucho y Apurímac están conformadas, en promedio, por no más de 5 integrantes; predominando el grado de instrucción nivel primario. En ambas poblaciones las mujeres se encargan del cuidado de los cerdos; existiendo crianzas de hasta 30 años en Ayacucho y de más de 60 años de crianza en Apurímac.
- El sistema de crianza tradicional del cerdo criollo practicado en Ayacucho y Apurímac es de traspatio. La cual se desarrolla en piso de tierra, utilizando diversos materiales en sus instalaciones; la alimentación es casera y los animales, en su gran mayoría, son comprados en el mismo distrito. La finalidad de la crianza es principalmente el autoconsumo y quienes venden a sus cerdos, en su gran mayoría, lo hacen en relación de su conformación física, sin tomar en cuenta el peso vivo.
- Morfométricamente, los cerdos criollos, son predominantemente, dolicocefalos ($ICE < 46$), y en referencia a su cuerpo, son longilíneos ($IC > 88$), en Ayacucho, y brevilíneos ($IC < 86$), en Apurímac.
- Fanerópticamente, en ambos departamentos predominantemente los de: capa negra, mucosa oscura, orejas caídas, sin mamellas, y presencia de pelos. Sin embargo, en referencia al perfil cefálico, en Ayacucho predomina el recto, mientras que en los de Apurímac, el subcóncavo.
- En ambos departamentos, en el 70% de los marcadores microsatélites utilizados se encontró alta diversidad genética (> 0.5). Siendo esta, en promedio en Apurímac de 0.711 ligeramente mayor a la de Ayacucho de 0.674.

- El análisis de la estructura genética inter-poblacional indicó una moderada diferenciación entre ambas poblaciones ($F_{st}=0.0609$); corroborado mediante el programa structure, el cual también muestra una diferenciación entre las poblaciones estudiadas de cerdos criollos.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de caracterización faneróptica y morfométrica al cerdo criollo (*Sus scrofa domestica*) en crianzas familiares de otros departamentos del país.
- Realizar estudios de diversidad genética del cerdo criollo (*Sus scrofa domestica*) en crianzas familiares de los diferentes departamentos del país.
- Identificar ecotipos locales con potencial productivo, con la finalidad de generar futuras cepas, a partir del cerdo criollo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarracin, M. 2014. La conservación del cerdo criollo Congo Santander (*Sus scrofa domestica*), recurso alimentario de Sistemas tradicionales de producción campesina en Santander. Alternativas planteadas con actores locales, regionales y nacionales. Tesis para optar el título de Mg. Sc. en desarrollo rural. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Bogotá. Colombia. 163p.
- Alves, A.G.C.1, Pires, D.A.F. E Ribeiro, M.N. 2010. Conhecimento local e produção animal: uma perspectiva basada na etnozootecnia Arch. Zootec. 59 (R): 45-56.
- Amurrio, M. 1996. Caracterización del cerdo criollo del valle de Tipajara en la provincia de Mizque. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, BO, Universidad Mayor de San Simón. 236 p.
- Aranguren-Mendez, J.A; Roman, W; ISEA Y; Jordana J. 2005. Los microsatélites (STR's), marcadores moleculares de ADN por excelencia para programas de conservación: una revisión. Asociación Latinoamericana de Producción Animal., vol.13, n° 1, p. 30-42.
- Arif, I.A; Khan, H.A.2009. "Molecular markers for biodiversity analysis of wildlife animals: a brief review". Animal Biodiversity and Conservation., vol.32, n° 1, p. 9-17.
- Arredondo, J. 2013. Caracterización de los sistemas de producción tradicional, morfología y diversidad genética del cerdo criollo de la Región Pacífica colombiana. Tesis para optar el título de Doctora en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Bogotá. Colombia. 176p.
- Arruda, M; Gonçalves, E; Schneider, M; Da-silva, A; Y M. Versute. 2010. An alternative genotyping method using dye- labeled universal primer to reduce unspecific amplifications. Mol Biol Rep. 37: 2031-2036.

- Belkhir, K; Borsa, L; Chikhi, N; y Bonhomme, F. 2003. Genetix: 4.05 logiciel sous windowstm pour la genetique des populations. Laboratoire Genoma Populations, Interactions, Adaptations, Montpellier, France.
- Bello N., O. Francino & A. Sánchez. 2001. Isolation of genomic DNA from feathers. *Journal of veterinary diagnostic investigation* 13(2): 162–164.
- Benitez, W; Sánchez, M. D. 2001. Los cerdos locales en los sistemas tradicionales de producción (Spanish); En: Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal (FAO), / FAO, Rome (Italy). Dirección de Producción y Sanidad Animal, 2001, 211 p.; Acceso No: 410305; Document type: HANDBOOK, Job No: Y2292, ISBN 92-5-304654-6, Call No: S238 35 SP.ED (LIB).
- Botstein, D; White M; Skolnick, M. & Davis, R. 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment polymorphism. *The American Journal of Human Genetics* 32. Pp. 314-331.
- Cadillo, J. 2016. Ha llegado el momento de revalorar al cerdo criollo en *Revista Agronoticias* Ed. 427 Pp. 72- 75. Lima – Perú.
- Camacho, C. 2003. Cerdos peruanos conquistan nuevos mercados. *Mundo Veterinario*. Volumen 1. N° 3.
- Céspedes, R. 2015. Caracterización morfológica, morfoestructural y faneróptica del porcino criollo (*Sus scrofa*) en las provincias de Abancay y Andahuaylas. Tesis para optar el título de médico veterinario zootecnista. Universidad Nacional Micaela Bastidas. Abancay- Perú.
- Crow, J. & Kimura, M. 1970. *An introduction to population genetics theory*. Harper and Row, New York.
- Cruz, H. 2003. Identificación, Caracterización y Herencia de Microsatélites y su Aplicación como Marcadores Moleculares en un Programa de Mejoramiento de Camarón Blanco *Litopenaeus vannamei*. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, Bolivia.
- CONABIO. 1998. *La diversidad biológica de México: estudio de país*. México.

- Darío, R. 2008. Caracterización genética y morfológica del ovino criollo Argentino de origen patagónico. Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad Politécnica de Valencia.
- David, L; Scott, L; Y C. Stephen. 1993. An alternate universal forward primer for improved automated DNA sequencing of M13. *BioTechniques*, 15: 580-582
- Dunner, S. y Cañon, J. 2001. Aplicaciones de Genómica en Laboratorios de Producción Animal. Laboratorio de Genética. Facultad de Veterinaria de la UCM. Madrid - España.
- Escobar, J. 2007. Caracterización y sistemas de producción de los cerdos criollos del Canton Chambo. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Escuela Politecnica de Chimborazo.Ecuador.
- Espino, R. 2008. Caracterización de los subsistemas de producción de cerdos de traspatio en los municipios de la Union, Gualán, Ríohondo, Estanzuela y Teculután del departamento de Zacapa. Tesis Lic. Zootecnia. Universidad de San carlos de Guatemala. 58p.
- Espinosa, C. 2006. El cerdo criollo colombiano presente y futuro. *Mundo Ganadero*, 186, 60-64.
- Estevez, C. 2009. Estudio sobre la caracterización genética de las razas caprinas Mallorquina e Ibicenca. Tesis para optar el título de Magister en Zootecnia y Gestión Sostenible. Universidad de Córdoba.
- Estupiñán, K; Vasco, D; Barreto, S; y Zambrano, K. 2009. Estudio morfoestructural de una población de cerdos naturalizados en los cantones valencia y la mana, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología* 2(2): 15-20. Ecuador.
- Falconi, C.2011. Levantamiento poblacional, caracterización fenotípica y de los sistemas de producción de los cerdos criollos en los cantones de mejía (pichincha) y colta (Chimborazo). Informe de proyecto de investigación para optar el título de ingeniero Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejército. Salgolquí Ecuador
- FAO/PNUMA. 1991. Conservación in situ de recursos genéticos. Proyecto sobre Manejo de Áreas Silvestres, Áreas Protegidas y Vida Silvestre en América Latina y el Caribe.
- FAO. 1997. Análisis de sistemas de producción animal Tomo 1: Las bases conceptuales.

- FAO.2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Animal genetic resources a safety net for the future.
- FAO. 2016. Los cerdos Locales en los sistemas tradicionales de producción.
- Fuentes, A. 2003. El cerdo criollo como potencial alimenticio y económico.
- Fendri, M. 2008. Uso de Marcadores Microsatélites (SSRs) para el análisis de la variabilidad molecular y la identificación de las variedades de olivo del banco de germoplasma de “boughrara” (Sfax, Túnez). Tesis para optar al título de Master en Olivicultura y Elaiotecnia. Universidad de Córdoba. Córdoba, España.
- Frankham, R; Ballau, J; Briscoe, D. 2003. Introduction to conservation genetics, Cambridge, pp 45- 70.
- Freeland, J. 2005. The evolution of population biology: past, present and future. *Journal of Biogeography*,. 32: 2039–2040.
- Galindez, R; Ramis, C; Martínez, G; Ángulo, L; Bedoya, A; Y De Farías, Y. 2016. Variabilidad genética de seis poblaciones del cerdo criollo venezolano usando marcadores microsatélites. *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 42 (2): 91-100.
- González, A. E. 1993. Perspectivas y prioridades de la investigación en Cisticercosis.
- Gómez, M. 2004. Situación Actual y Descripción del Porcino Criollo Peruano. Biodiversidad Porcina Iberoamérica: Caracterización y uso sustentable. Universidad de Córdoba. 1º Ed. 334 pp.
- Goldstein, D. B. & Schlotterer, C. 1999. *Microsatellites: evolution and applications*. Oxford University Press. New York, USA.
- Griffiths, A.J; Wessler, S.R; Lewontin, R.C; Carroll, S.B, 2008. *Genética*. 9 na Edición. Mc Graw-Hill. España.
- Gutiérrez-Ruiz, EJ, Aranda-Cirerol FJ, Rodríguez-Vivas RI, Boliogonzález ME, Ramírez González S Y Estrella-TEC J.2012. Factores sociales de la crianza de animales de traspatio en Yucatán, México. *Bioagrobiencias*. Vol. 5 No 1. Enero- Junio de 2012.

- Hardy, G. 1908. Mendelian proportions in a mixed population. *Science*. 28: 49-50.
- Herrera, M; Luque, M. 2009. Morfoestructura y sistemas para el futuro en la valoración morfológica en Valoración morfológica de los animales domésticos. Ministerio del medio ambiente y medio rural. España.
- Hick, M. 2015. Caracterización etnozootecnica de poblaciones primarias (criollas) de ovinos, caprinos y camélidos domésticos productores de fibra. Tesis para optar el título de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Universidad Católica de Córdoba. Argentina.
- Hillis, D.M. & Wiens, J.J. 2000. Molecules versus morphology in systematics. Phylogenetic analysis of morphological data. Smithsonian Institution Press. Washington.
- Hurtado, E; Gonzalez, C; LY, J. 2004. Estudio morfológico del cerdo criollo del estado de Apure, Venezuela. *Rev. Computarizada de producción porcina*. Vol. 11. N° 3.
- Iannacone, G. 2006. Uso de marcadores microsatélites en la determinación de la paternidad en alpacas de raza Huacaya. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae. UNALM. Especialidad en Producción Animal. Escuela de Post Grado.
- INEI. 2012. IV censo Agropecuario.
- INEI. 2017. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas
- INIA. 1999. Uso de la técnica de electroforesis en la identificación de marcadores bioquímicos en animales y vegetales. Informe técnico 2. Mayo. Perú.
- Innis, M. & Gelfand, D. 1990. A Guide to Methods and Applications: Optimization of PCRs. Academic Press. San Diego, USA.
- INEI-MINAG. 2012. IV CENAGRO (Censo Nacional Agropecuario). Lima, Perú.

- Kainz, P. 2000. The PCR plateau phase—towards an understanding of its limitations. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Gene Structure and Expression* 1494(1). Pp. 23-27.
- Lemus, C., Y Alonso, M. (2005). El cerdo Pelón Mexicano y otros Cerdos Criollos (primera edición). Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp 251
- Linares, V; Linares, L; y Mendoza, G. 2011. Caracterización etnozootécnica y potencial carnicero de *Sus scrofa* “cerdo criollo” en Latinoamérica. *Revista Scientiae Agropecuaria* 2(2011) p 97-110. Perú.
- Marshall, T; Slate, J; Krukk, L; y Pemberton, J. 1998. Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. *Molecular Ecology*. 7: 639-655
- Marín, M. 2016. Caracterización fenotípica del cerdo criollo en los cantones Celica, Macará y Pandal de la provincia de Loja. Tesis para optar el título de médica veterinaria zootecnista. Universidad Nacional de Loja. Ecuador.
- Martínez, R.D. (2008). “Caracterización genética y morfológica del bovino Criollo argentino de origen patagónico”. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- Melendez, I; Pardo, E; Cavadia, T., 2013. Caracterización genética del cerdo doméstico (*Sus scrofa domestica*) en Cereté - Colombia, usando marcadores microsatélites. *Rev. MVZ Córdoba* 19(2):4150-4157.
- MINAGRI. 2014. Ministerio de Agricultura y Riego.
- MINAGRI. 2015. Ministerio de Agricultura y Riego.
- Milan, D., Woloszyn, N. 1996. Accurate Mapping of the acid meatRN gene on genetic and physical maps of pig chromosome 15. *Mamm. Genome* 7:
- Moron, J. 2013. Caracterización Molecular en ovinos (*Ovis aries*) Assaf, Blacbelly y asBlack utilizando Marcadores Microsatelites. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Mullis, K. B; Erlich, H. A; Arnheim, N; Horn G. T; Saiki R. K. & Scharf S. J. 1989. Process for amplifying, detecting, and/or cloning nucleic acid sequences using a thermostable enzyme. U.S. Patent N° 4,965,188.

- Nei, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 70: 3321-3323.
- Neilan, B; Wilton, A; Y D. Jacobs. 1997. A universal procedure for primer labeling of amplicons. Nucleic Acids Research. 25: 2938-2939.
- Núñez, E. 2015. Análisis de Variabilidad Genética de las ocas Cultivadas (*Oxalis tuberosa Mol.*) de la region Cajamarca. Tesis para optar el título de biólogo. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Paredes, G. 2013. Caracterización molecular de las llamas (*Lama Glama*) ch'aku y ccara del banco de germoplasma de alpacas de color y llamas del centro experimental ILLPA –INIA anexo Quimbachata, usando marcadores microsatélites.
- Peralta, R 2016. Caracterización fenotípica del cerdo criollo en los cantones Paltas, Olmedo y Chaguarpampa de la provincia de Loja. Tesis para optar el título de médico veterinario zootecnista. Universidad Nacional de Loja. Ecuador.
- Pérez, E; Velázquez, F; Segura, D; Aguilar, L. 2005. Caracterización genética del cerdo Criollo Cubano utilizando microsatélites, una contribución a la conservación de la diversidad genética de la raza. Universidad de Granma.
- Pérez, E; Velázquez, F; Segura, D; Aguilar, L. 2006. Caracterización genética del cerdo Criollo Cubano utilizando microsatélites, una contribución a la conservación de la diversidad genética de la raza. Universidad de Granma.
- Pineda, J. 2010. Evaluación zoométrica de la base materna de la raza ovina Chilota comparada con dos razas ovinas predominantes en las regiones de Los Lagos y Los Ríos. Tesis Lic. Agr. Valdivia, CL, Universidad Austral de Chile. 82 p.
- Piñero, D; Caballero, J. & Cabrera, D. 2008. La diversidad genética como instrumento para la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad: estudios en especies mexicanas. En: Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento Actual de la Biodiversidad. CONABIO, México. Pp. 437-494.
- Preston, R. 2005. Ventajas de los animales pequeños. Revista de agro ecología - Asociación ecológica, Tecnología y cultura de los Andes. Vol. 21 N°3, Lima, Perú.

- Rajeev, K; Atar, R; Vijn, M; Tandia, S. and Behl, R. 2001. Evaluation of the genetic variability of 13 microsatellite markers in native Indian pigs. En native Indian pigs. *J. Genet.* 80, 149–153.
- Ramos, D. 2008. Caracterización de la canal y la carne del cerdo criollo y de los productos cárnicos en el departamento de tumbes- Perú. Memoria para optar el título de Doctor en Ciencias y Tecnología de los alimentos. Universidad de León .España.
- Raymond, M; y Rousset, F. 1995. GENEPOP (Version 1.2): Population genetics software for exact tests and ecumenicism. *Journal of Heredity.* 86: 248-249.
- Revidatti, M. 2009. Caracterización de cerdos criollos del noreste argentino. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. España.
- Roca, L. 2015. Análisis de la diversidad genética de papas nativas en la zona suroeste del departamento de Junín mediante el uso de marcadores moleculares microsatélites. Tesis para optar el título de biólogo. Universidad nacional Agraria la Molina.
- Rochambeau, H; Fournet, F y VU Tien, J 2000. Measuring and managing genetic variability in small populations. *Ann. Zootech.* 49: 77-93.
- Rohrer, G; Leeson, A, Keele, J; Smith, T; Beattie, C. 1993. A Microsatellite Linkage Map of the Porcine Genome.
- Salas. 2012. Características, Distribución y perspectivas del cerdo criollo en América Latina. Monografía para ingeniero agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de producción animal. México.
- Salazar-Marroquín, E.L.; González, P.M.; Del Bosque, G.A.; Rezéndez-Pérez, D.; Barrera, S.H.; Sifuentes, R.A.M. 2004. Evaluación de marcadores microsatélites para la verificación de parentesco en ganado Beefmaster y Charolais en el noreste de México. *Técnica Pecuaria de México* 42: 429-435.
- Scarpa, R; Drucker, A. G; Anderson, S; Ferres, N., Gómez González, V; Risopatrón, C; Rubio-Leonel, O. 2003 Valuing genetic resources in peasant economies: the case of 'hairless' creole pigs in Yucatan. *Ecological economics*, 45, 427-443.
- Sambrook, J; y Russell, W. 2001. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 3Erd Edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press

- Tapia, E. 2009. El Cerdo Criollo en el Caribe y Latinoamérica. SIRIVS. Facultad de medicina veterinaria. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- Tóth, G; Gáspariz, J.2000. Microsatelites in different eukaryotic genomes: survey and analysis. *Genome Research* 10: 967 – 981.
- Vallejo, A. 2008. Impacto de diferentes sistemas de manejo en la estructura genético poblacional de Vicugna. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae. UNALM. Especialidad en Producción Animal. Escuela de Post Grado. p. 60 - 120.
- Velasco, R. 2005. Marcadores Moleculares y la extracción de ADN. *Revista Biotecnología en el sector Agropecuario y agroindustrial. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cauca, Colombia* 3(1): 14-18.
- Vieyra, J, Castillo, A, Losada, H, Cortés, J, Alonso, G, Ruiz, T, Hernández, P, Zamudio, A, Acevedo, A. La participación de la mujer en la producción traspatio y sus beneficios tangibles e intangibles. *Cuadernos de desarrollo rural* (53), 2004 pp. 9-23.
- Weir B. & C. Cockerham. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38: 1358-1370.
- Wright, S. 1978. *Evolution and the Genetics of Populations vol. 4, Variability Within and Among Natural Populations.* University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Yañez, V. 2002. Aislamiento y Caracterización de Marcadores Moleculares Microsatélites a partir de la construcción de Librerías Genómicas Enriquecidas de Camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). Tesis presentada para optar el título de Biólogo. UNMSM. Lima, Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de evaluaciones en etnozootecnia – Características Socioeconómicas.

			
Ficha de campo evaluación etnozootecnica			
DATOS GENERALES			
PROPIETARIO	<input type="text"/>	FECHA	<input type="text"/>
EDAD	<input type="text"/>	SEXO	
DEPARTAMENTO	<input type="text"/>	F	<input type="checkbox"/>
PROVINCIA	<input type="text"/>	M	<input type="checkbox"/>
DISTRITO	<input type="text"/>		
LOCALIDAD	<input type="text"/>		
INFORMACIÓN SOCIAL			
GRADO DE INSTRUCCIÓN			
PRIMARIA	<input type="checkbox"/>	SECUNDARIA	<input type="checkbox"/>
SUPERIOR	<input type="checkbox"/>	SIN ESTUDIOS	<input type="checkbox"/>
OCUPACIÓN PRINCIPAL			
GANADERÍA	<input type="checkbox"/>	AGRICULTURA	<input type="checkbox"/>
COMERCIO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>
FAMILIA			
NIÑOS	<input type="text"/>	ADULTOS	<input type="text"/>

Fuente: Propia adaptado de Arredondo (2013)

Anexo 2. Ficha de evaluaciones en etnozootecnia – Producción pecuaria.

		Ficha de campo evaluación etnozootecnica			
INFORMACIÓN DE LA ACTIVIDAD					
ANIMALES CRIADOS CONJUNTAMENTE CON LOS CERDOS					
OVEJAS	<input type="checkbox"/>	VACUNO	<input type="checkbox"/>	EQUINOS	<input type="checkbox"/>
				OTROS	<input type="checkbox"/>
N° DE CERDOS QUE INICIO LA CRIANZA					
FECHA DE INICIO DE LA ACTIVIDAD (APROX.)					
			<input type="text"/>	H	<input type="checkbox"/>
				M	<input type="checkbox"/>
POBLACION ACTUAL DE CERDOS					
LECHONES	<input type="text"/>	VIENTRES	<input type="text"/>	VERRACOS	<input type="text"/>
				ENGORDE	<input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN DE LOS ANIMALES					
				SI	<input type="checkbox"/>
				NO	<input type="checkbox"/>
INSTALACIONES	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	COMEDEROS
				SI	<input type="checkbox"/>
				NO	<input type="checkbox"/>
BEBEDEROS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	
TIPO DE ALIMENTACIÓN					
		CASERA	<input type="checkbox"/>	CONCENTRADO	<input type="checkbox"/>
				MIXTA	<input type="checkbox"/>
CANTIDAD DE ALIMENTO					
		SEGÚN PESO	<input type="checkbox"/>	SEGÚN CATEGORIA	<input type="checkbox"/>
FRECUENCIA					
		1 VEZ AL DÍA	<input type="checkbox"/>	2 VECES AL DÍA	<input type="checkbox"/>
				ADLIBITUM	<input type="checkbox"/>
EDAD QUE INICIA LA ALIMENTACION DE LECHONES					
		1 SEMANA	<input type="checkbox"/>	1 MES	<input type="checkbox"/>
TIPO DE ALIMENTO					
		CASERO	<input type="checkbox"/>	CONCENTRADO	<input type="checkbox"/>
PERSONA QUE CUIDA LOS CERDOS					
ESOSO	<input type="checkbox"/>	ESPOSA	<input type="checkbox"/>	HIJOS	<input type="checkbox"/>
				OTRO	<input type="checkbox"/>
ENFERMEDADES COMUNES EN LOS CERDOS LOS ULTIMOS 6 MESES					
GRIPE	<input type="checkbox"/>	COLERA	<input type="checkbox"/>	DIARREA	<input type="checkbox"/>
				OTRO	<input type="checkbox"/>
				NEUMONIA	<input type="checkbox"/>
N° DE CERDOS MUERTOS LOS ULTIMOS 6 MESES					
NINGUNO	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	ENTRE 1 - 5	<input type="checkbox"/>
				ENTRE 5 - 10	<input type="checkbox"/>
MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS					
¿UTILIZAN LOS DESECHOS SÓLIDOS DE LOS CERDOS?					
		SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
FORMA					
					<input type="text"/>
ASISTENCIA TECNICA					
¿PERTENECE A ALGUNA ORGANIZACIÓN?					
		SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
¿CUÁL?					
					<input type="text"/>
¿RECIBE ASISTENCIA TÉCNICA?					
		SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
¿CON QUÉ FRECUENCIA?					
					<input type="text"/>
¿QUÉ CONOCIMIENTOS TIENE PARA EL MANEJO DE LOS CERDOS?					
CONSEJOS TÉCNICOS	<input type="checkbox"/>	MANEJO	<input type="checkbox"/>	SANIDAD	<input type="checkbox"/>
				NINGUNO	<input type="checkbox"/>
¿QUIÉN LE HA BRINDADO ESTOS SERVICIOS?					
					<input type="text"/>

Fuente: Propia adaptado de Escobar (2007)

Anexo 3. Ficha de evaluaciones en etnozootecnia – Comercialización.

		Ficha de campo evaluación etnozootecnica			
COMERCIALIZACIÓN					
PROCEDENCIA	DEL MISMO LUGAR	<input type="checkbox"/>	OTRA PROVINCIA	<input type="checkbox"/>	
CATEGORÍA DE CERDOS COMPRADOS POR EL PROPIETARIO					
LECHONES	<input type="checkbox"/>	VIENTRES	<input type="checkbox"/>	VERRACOS	<input type="checkbox"/>
				ENGORDE	<input type="checkbox"/>
¿CUÁL ES EL DESTINO FINAL DEL CERDO?					
AUTOCONSUMO	<input type="checkbox"/>	VENTA	<input type="checkbox"/>	MIXTO	<input type="checkbox"/>
PRECIO DE VENTA					
PESO	<input type="checkbox"/>	CONFORMACIÓN FISICA	<input type="checkbox"/>	CATEGORIA	<input type="checkbox"/>
				OTRO	<input type="checkbox"/>
¿EN QUE EPOCA HAY MAYOR VENTA DE CERDOS?					
ENE-MAR	<input type="checkbox"/>	ABR-JUL	<input type="checkbox"/>	JUL-SET	<input type="checkbox"/>
				OCT-DIC	<input type="checkbox"/>
MOTIVO	<input type="text"/>				
¿ CUÁL ES EL PRINCIPAL PROBLEMA PARA LA VENTA?					
FALTA DE CAMAL	<input type="checkbox"/>	COMPRADORES	<input type="checkbox"/>	COMPETENCIA	<input type="checkbox"/>

Fuente: Propia adaptado de Escobar (2007)

Anexo 4. Ficha de evaluaciones en etnozootecnia – Biometría.

	Ficha de campo evaluación etnozootecnia				
DESCRIPCIÓN GENERAL					
PROPIETARIO	<input style="width: 100%;" type="text"/>	ALTURA	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
DEPARTAMENTO	<input style="width: 100%;" type="text"/>	LONGITUD	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
PROVINCIA	<input style="width: 100%;" type="text"/>	LATITUD	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
DISTRITO	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
COMUNIDAD	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
DE LOS ANIMALES					
CODIGO	<input style="width: 100%;" type="text"/>	FOTO	<input style="width: 100%;" type="text"/> H <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>		
CATEGORIA	LECHON <input type="checkbox"/>	GORRINO <input type="checkbox"/>	MARRANA <input type="checkbox"/> VERRACO <input type="checkbox"/>		
PERFIL CEFALICO	CONCAVO <input type="checkbox"/>	RECTO <input type="checkbox"/>	SUBCONCAVO <input type="checkbox"/>		
ORIENTACION DE LAS OREJAS	ERECTAS <input type="checkbox"/>	TEJAS	<input type="checkbox"/> CAÍDAS <input type="checkbox"/>		
COLOR DE LA CAPA		DENOMINACION LOCAL			
NEGRA	<input type="checkbox"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
BLANCA	<input type="checkbox"/>				
RUBIO	<input type="checkbox"/>				
COLORADA	<input type="checkbox"/>				
MOTEADA *	<input type="checkbox"/>				
		CLARO	<input type="checkbox"/>	OSCURO	<input type="checkbox"/>
		MOTA 1	<input type="checkbox"/>	MOTA 2	<input type="checkbox"/>
COLOR DE PELO		PRESENCIA DE PELO			
NEGRO	<input type="checkbox"/>	ABUNDANTE	<input type="checkbox"/>		
BLANCO	<input type="checkbox"/>	ESCASO	<input type="checkbox"/>		
RUBIO	<input type="checkbox"/>	LAMPIÑO	<input type="checkbox"/>		
ROJIZO	<input type="checkbox"/>				
COLOR DE MUCOSA		PEZUÑAS			
CLARA	<input type="checkbox"/>	MANCHADA	<input type="checkbox"/>		
OSCURA	<input type="checkbox"/>	DESPIGMENTADA	<input type="checkbox"/>		
BLANCAS	<input type="checkbox"/>	NEGRAS	<input type="checkbox"/>		
VETEADAS	<input type="checkbox"/>	OTRAS	<input type="checkbox"/>		
VARIABLES ZOMETRICAS		LARGO DE HOCICO	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
		LONGITUD DE CARA	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
		ANCHURA DE LA CABEZA	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
		ALZADA A LA CRUZ	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
		PERIMETRO TORAXICO	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
		ALZADA A LA GRUPA	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
		DIAMETRO LONGITUDINAL	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
		ANCHURA DE LA GRUPA	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
LONGITUD DE LA GRUPA	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
* mota1 manchas pequeñas mota2 manchas grandes					

Fuente: Propia adaptado de Escobar (2007)