



Universitat Autònoma de Barcelona

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA
FACULTAD DE VETERINARIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL Y DE LOS ALIMENTOS
UNIDAD DE CIENCIA ANIMAL

TESIS DOCTORAL

**CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL, MORFOLÓGICA Y
GENÉTICA DE LA POBLACIÓN DE CABRAS AUTÓCTONAS DE
LA REGIÓN APURÍMAC DEL PERÚ**

Presentada por

Nilton César Gómez Urviola

Bajo la dirección de los doctores

Jordi Jordana Vidal

María José Milán Sendra

Barcelona, 2013

El **Dr. Jordi Jordana Vidal** i la **Dra. María José Milán Sendra**, professors titulars del Departament de Ciència Animal i dels Aliments de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona,

CERTIFIQUEN:

Que el treball de recerca titulat “**Caracterización estructural, morfológica y genética de la población de cabras autóctonas de la región apurímac del Perú**”, i presentat per **Nilton César Gómez Urviola** per optar al títol de Doctor per la Universitat Autònoma de Barcelona, ha estat realitzat sota la nostra direcció i, donant-lo per acabat, autoritzen la seva presentació per a que sigui jutjat per la comissió corresponent.

Aquest treball s’ha dut a terme al Departament de Ciència Animal i dels Aliments de la Universitat Autònoma de Barcelona.

I per a que així consti als efectes oportuns, signen aquest certificat a Bellaterra, a 09 de juliol de 2013.

Dr. Jordi Jordana Vidal

Dra. María José Milán Sendra

PREFACIO

Esta tesis doctoral explora y analiza diferentes aspectos relacionados con la caracterización estructural, morfológica y genética de las cabras apurimeñas de Perú. Para lograr una mejor comprensión se ha dividido en cuatro capítulos, y a cada uno de ellos se le ha dado un tratamiento independiente con respecto al resto, por lo que podrían repetirse algunos conceptos y referencias bibliográficas ya mencionadas con anterioridad. El primer capítulo es una vista panorámica que intenta dar a conocer el origen de la cabra apurimeña y aportar razones para su conservación. En el segundo se aborda la estructura de las explotaciones caprinas en la región de Apurímac, mostrando las diferencias entre provincias y realizando una tipología de explotaciones. En el tercero se describe morfológicamente a la cabra apurimeña discriminándola por provincias. Finalmente, en el cuarto y último capítulo, se muestran los niveles de variabilidad genética, estructura poblacional y relaciones genéticas entre las subpoblaciones caprinas existentes en la región. A lo largo del desarrollo del trabajo de investigación, muchas personas e instituciones han contribuido a que se puedan cumplir los objetivos planteados, por lo que es justo y meritorio señalar a las siguientes:

A mis directores de tesis Jordi Jordana Vidal y María José Milán Sendra. A Jordi, por apoyarme y enseñarme con la cordialidad que a él le es propia, en todos los momentos en los que fue necesario. A María José, por su acertada dirección en la redacción del segundo capítulo, sugeriéndome nuevas e interesantes vías de trabajo, enriqueciendo de esta manera mi desarrollo profesional. Muchas gracias a ambos.

A Ainhoa Ferrando Lebraud, por su apoyo y dirección en el trabajo de investigación de fin de Máster.

A mis recordados amigos y compañeros de despacho John Infante González e Irene del Cerro Márquez. Muchas gracias por todo el apoyo, siempre los recordaré. No puedo olvidar a Renzo Hernán Bustinza Cárdenas, quien colaboró conmigo en la recolección de datos; con él tenemos muchas historias sobre los interminables viajes por la difícil geografía apurimeña.

Tengo que agradecer de manera especial a Amparo Martínez, María Norma Ribeiro, Angelika Stemmer, María Rosa Lanari y María Antonia Revidatti, por su contribución en el presente trabajo.

Agradezco también a la Fundación Internacional Ford y a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. A la primera por haberme otorgado la beca y a la segunda por la licencia laboral. Por último mi agradecimiento a todo el personal del área de Genética, Facultad de Veterinaria en la UAB y al Servicio Nacional de Sanidad Agraria, Andahuaylas, Perú.

RESUMEN

La estructura de las explotaciones caprinas ubicadas en 5 provincias de la región Apurímac: Abancay, Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes y Grau ha sido caracterizada mediante una encuesta realizada de forma directa y aleatoria a 75 propietarios, 15 por cada provincia, entre los meses de noviembre de 2011 y abril de 2012. La encuesta se estructuró en 8 apartados y 45 ítems con sus respectivas subpreguntas abiertas y/o cerradas de la siguiente manera: 1. Características y situación de la explotación (5); 2. Estructura de los rebaños (4); 3. Manejo reproductivo del rebaño (9); 4. Manejo productivo (11); 5. Instalaciones (2); 6. Sanidad (3); 7. Aspectos laborales (2); 8. Otros aspectos (9). Estadísticos descriptivos, análisis de varianza, análisis de Chi-cuadrado χ^2 y el análisis multivariante (análisis de correspondencia múltiple, análisis de componentes principales, análisis de conglomerados de K medias y análisis discriminante) fueron utilizados para examinar las relaciones entre variables y realizar la caracterización de las explotaciones caprinas.

Se encontró que la estructura de la totalidad de las explotaciones caprinas apurimeñas es característica de un sistema extensivo y de tipo familiar, donde prevalece el régimen de tenencia de tierra comunal (90,7%) y el minifundio [terrenos <10 ha (93,3%)]. Las distancias de las explotaciones al núcleo urbano son diferentes entre provincias ($P < 0,001$), oscilando mayormente entre 1 y 6 km (68%), siendo el acceso por caminos afirmados (56%). El tamaño medio de los rebaños es reducido (13,6 animales) y distinto entre provincias ($P < 0,05$), y se conforma en promedio por animales mayores de 1 año [1,03 machos (7,6%) y 6,25 hembras (45,8%)] y animales en crecimiento menores de 1 año [6,35 (46,6%)]. Estos animales descansan en corrales de madera, troncos y/o ramas (56%) y de piedra (16%), produciendo 1 litro de leche/día y al sacrificio 15,6 kg de carne. Además de cabras en las explotaciones se han encontrado otras especies, y predominan en cantidad promedio los cuyes (18,7 cabezas), aves (11,4 cabezas), ovinos (5,9 cabezas), vacunos (5,7 cabezas), equinos (2,1 cabezas), porcinos (1,7 cabezas) y en algún caso alpacas (en Grau) y asnos (en Abancay y Chincheros). La venta de cabras mediante intermediarios es realizada por el 65,3% de los propietarios que en promedio tienen 49 años, no tienen estudios (33,3%), ni pertenecen a ningún tipo de asociación; sin embargo, un 89,3% de ellos desean asociarse con el objetivo de conseguir apoyo técnico y económico del gobierno (85,3%), así como mejorar los canales y formas de comercialización (77,3%).

Excepcionalmente, en algunas explotaciones desparasitan interna (28%) y externamente (18,7%) a las cabras, y se hicieron inversiones en los últimos cinco años, principalmente en infraestructuras (37,3%). La media de mano de obra empleada por explotación es de 1,1 UTA (0,14 UTA por cabra).

Se definieron tres grupos de explotaciones, cada uno con características diferenciales promedio bien definidas: Grupo 1 (10,7%), está representado por las explotaciones de Andahuaylas, tienen los rebaños más grandes de 36 cabras, la productividad del trabajo es alta, presentan una elevada carga ganadera por hectárea y una alta predilección por la crianza de cabras; Grupo 2 (28%), caracteriza a las explotaciones de Grau y Aymaraes, el tamaño medio de sus rebaños es de 19 cabras, la productividad del trabajo, la predilección por la crianza de cabras y la carga ganadera por hectárea es media; Grupo 3 (61,3%), describe a las explotaciones de Chincheros y Abancay, tienen los rebaños más pequeños (7 cabras), la productividad del trabajo y predilección por la crianza de cabras es bajo, a la vez que la carga ganadera por hectárea es media. Estos grupos pueden servir de base para la planificación de intervenciones en ganadería y sanidad animal dentro del sector caprino de la región Apurímac.

La caracterización morfológica, morfoestructural y faneróptica de la cabra apurimeña se llevó a cabo a partir de un estudio en el que se utilizó un total de 209 cabras mayores de 2 años de edad (44 machos y 165 hembras libres de preñez), elegidas al azar de cinco provincias de la región Apurímac de Perú: Abancay (17 y 31), Andahuaylas (9 y 36), Chincheros (7 y 31), Aymaraes (5 y 33) y Grau (6 y 34), respectivamente, y fueron evaluadas para conocer el estado de su homogeneidad o heterogeneidad para poder describir así su morfotipo con respecto a sus caracteres morfológicos cualitativos (14), cuantitativos (10) e índices zoométricos (9). Los resultados indican que la cabra apurimeña se corresponde con un animal de formato eumétrico y tipo brevilineo con tendencia mediolínea. De perfil frontonasal recto (69,4%), cuernos arqueados (53,6%) y color de la capa mayoritariamente manchado (44,5%) —policromado en diferentes variedades—, pelo corto (86,6%), orejas medianas (57,4%) y horizontales (49,3%). Presenta perilla o barbilla (60,8%), piel y mucosas pigmentadas (82,3%) así como pezuñas (95,2%). Existe un marcado dimorfismo sexual para el perfil frontonasal y el tipo de cuernos ($P < 0,001$). Dimorfismo significativo también se observa en las variables cuantitativas: altura a la cruz, diámetros dorsoesternal y bicostal, anchura de grupa, y perímetros torácico y de caña. La longitud y anchura de cabeza, el perímetro de caña, el diámetro longitudinal y dorsoesternal, fueron las variables más discriminatorias, en orden de importancia, entre las diferentes subpoblaciones caprinas. Los valores de las distancias de Mahalanobis determinaron que las subpoblaciones más semejantes

morfológicamente fueron Andahuaylas y Chincheros ($P > 0,05$) y las más heterogéneas Abancay y Chincheros ($P < 0,001$).

Se evaluó la diversidad genética mediante el análisis de 29 marcadores de tipo microsatélite en 125 caprinos procedentes en igual número de 5 provincias (Abancay, Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes y Grau) de la región Apurímac de Perú. La variabilidad genética fue alta, con una heterocigosis esperada media de 0,70 a través de todos los *loci*, y un número medio de alelos por *locus* de 8,62. Las cinco subpoblaciones mostraron niveles similares de diversidad genética (diferencias no significativas) y la variabilidad genética explicada por las diferencias entre ellas fue pequeña ($F_{ST} = 0,03$). De manera individual ($F_{IS} = 0,11$) y en conjunto ($F_{IT} = 0,13$), las subpoblaciones se desviaron del equilibrio Hardy-Weinberg, debido a un déficit de heterocigotos, probablemente consecuente al tipo de manejo reproductivo propio de las zonas estudiadas, caracterizado por ser no planificado, practicar apareamientos indiscriminados, préstamo de machos entre explotaciones y mantener una ratio macho/hembra muy bajo. El análisis factorial de correspondencias y los dendrogramas obtenidos mediante los métodos UPGMA y NJ, señalan claramente que las subpoblaciones de Abancay, Andahuaylas y Chincheros están más relacionadas genéticamente, lo que está en perfecto acuerdo con la proximidad geográfica existente entre ellas. Asimismo, nos indican que las subpoblaciones de Grau y Aymaraes, muestran un cierto grado de separación con respecto a las otras subpoblaciones. En general las subpoblaciones constituyen un grupo genético homogéneo sugiriéndonos que existiría una única estructura genética poblacional.

SUMMARY

The structure of goat farms located in five provinces of the Apurímac region: Abancay, Andahuaylas, Chincheros Aymaraes and Grau have been characterized by means of a random and direct survey to 75 owners, 15 for each province, between the months of November 2011 and April 2012. The survey was structured into eight sections and 45 items with their respective open and/or closed sub-questions as follows: 1. Characteristics and status of the farm (5); 2. Structure of the flocks (4); 3. Reproductive management of the flock (9); 4. Productive management (11); 5. Facilities (2); 6. Health (3); 7. Labor issues (2); 8. Other aspects (9). Descriptive statistics, analysis of variance, analysis of Chi-square χ^2 and multivariate analysis (multiple correspondences analysis, principal component analysis, cluster analysis of *K*-means and discriminant analysis) were used to understand the relationships between variables and perform the characterization of the goat farms.

The structure of all Apurímac goat farms is characteristic of an extensive system and family type, where the regime of communal land possession (90.7%) and the smallholding [land <10 ha (93.3 %)] predominate. The distances from the farms to the urban center are different between provinces ($P<0.001$), oscillating between 1 and 6 km (68%), with access by dirt roads (56%). The average size of flocks is reduced (13.6 animals) and differs between provinces ($P<0.05$), and it is mainly made of animals older than 1 year [1.03 males (7.6%) and 6.25 females (45.8%)] and growing animals under 1 year [6.35 (46.6%)]. These animals rest in farmyards made of wood, trunks and/or branches (56%) and stone (16%), producing 1 liter of milk/day and 15.6 kg of meat. In addition to goats, there are also other livestock: guinea pigs (18.7 heads), poultry (11.4 heads), sheep (5.9 heads), cattle (5.7 heads), horses (2.1 heads), pigs (1.7 heads) and in some cases alpacas (in Grau) and donkeys (in Abancay and Chincheros). The goats are sold through intermediaries by 65.3% of the farm owners, who are on average 49 years old, have no education (33.3%), nor belong to any type of organization; however, 89.3% of them want to partner with the aim of obtaining technical and financial support from the government (85.3%), and also for improving marketing channels and means of marketing (77.3%). Exceptionally, in some farms, farmers worm the goats internally (28%) and externally (18.7%), and investments were made in the past five years mainly in infrastructure (37.3%). The average labor input per farm is 1.1 UTA (UTA 0.14 per goat).

Three groups of farms were defined, each with well-defined average differential characteristics: Group 1 (10.7%) is represented by Andahuaylas farms, which have the largest flock of 36 goats, labor productivity, stocking rate per hectare and predilection for raising goats are high; Group 2 (28%), characterizes to Grau and Aymaraes farms, the

size of their flock of 19 goats, labor productivity, the preference for goat rearing and stocking rate per hectare is medium; Group 3 (61.3%), describes to Chincheros and Abancay farms, which have smaller flocks of 7 goats, labor productivity and predilection for raising goats is low, while stocking rate per hectare is medium. These groups can provide a basis for planning interventions in livestock and animal health area within the goats of the Apurímac region.

The morphological, morphostructural and faneroptic characterization of the Apurímac goat was done using 209 goats older than 2 years (44 males and 165 non-pregnant females) which were randomly selected from five provinces in the Apurimac region of Peru: Abancay (17-31), Andahuaylas (9-36), Chincheros (7-31), Aymaraes (5-33) and Grau (6-34) respectively. All goats were evaluated to determine the state of homogeneity or heterogeneity in order to describe their morphotype in relation to their qualitative (14) and quantitative (10) morphological character, and to the zoometric indices (9). Results indicate that the Apurímac goat has a eumetric phenotype, with a brevilineous to mediolineous trend. Frontonasal profile is straight (69.4%), horns are arched (53.6%) and coat color is generally spotted in various patterns (44.5%). The hair is short (86.6%), ears have medium length (57.4%) and are horizontal (49.3%). Most have a beard (60.8%), skin and mucous membranes are usually pigmented (82.3%) as are hooves (95.2%). There is a marked sexual dimorphism for the frontonasal profile and the type of horns ($P < 0.001$). Significant sexual dimorphism is also seen in these quantitative variables: height at withers, chest height, chest width, rump width, chest girth and cannon bone circumference. The head length, head width, cannon bone circumference, chest height and body length, were the variables most discriminating in order of importance, among different goat subpopulations. The values of Mahalanobis distances determined that the Andahuaylas and Chincheros subpopulations were the most morphologically similar ($P > 0.05$) while Chincheros and Abancay were the most heterogenous ($P < 0.001$).

Genetic diversity was assessed by analyzing 29 microsatellite markers in 125 goats of equal number from 5 provinces (Abancay, Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes and Grau) from Apurimac region of Peru, in equal number. Genetic variability was high, with a mean expected heterozygosity of 0.70 across all loci and a mean number of alleles per *locus* of 8.62. The five subpopulations showed similar levels of genetic diversity (no significant differences) and genetic variability explained by the small differences between them ($F_{ST} = 0.03$). Individually ($F_{IS} = 0.11$) and overall ($F_{IT} = 0.13$), the subpopulations deviated from the Hardy-Weinberg equilibrium due to a deficit of heterozygotes, probably because of the bad practices of the farmers in these studied areas, characterised by unplanned reproductive management, indiscriminate mating, males loan between farms and maintaining a very low ratio of male/female. The factorial correspondence analysis and

dendrograms obtained by UPGMA and NJ methods, clearly indicates that the subpopulations of Abancay, Andahuaylas and Chincheros are more related genetically, which is in perfect agreement with the geographical proximity between them. The analysis also indicates that the subpopulations Aymaraes and Grau show a degree of separation from the other subpopulations. Overall, the subpopulations are a homogeneous genetic group suggesting that there is a single genetic population structure.

ÍNDICE

	<i>Pág.</i>
CAPITULO I. LA POBLACIÓN DE CABRAS AUTÓCTONAS EN LA REGIÓN APURÍMAC DEL PERÚ.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Origen de la cabra peruana.....	3
1.1.1 Clasificación taxonómica.....	5
1.2 La región Apurímac.....	5
1.3 Conservación y utilización sostenible de la diversidad doméstica animal.....	8
1.3.1 El concepto de raza.....	10
1.3.2 Evaluación del estado de riesgo de las razas.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo general.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3. BIBLIOGRAFÍA.....	14
CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EXPLOTACIONES CAPRINAS APURIMEÑAS PERUANAS.....	19
1. INTRODUCCIÓN.....	21
1.1 Los sistemas de explotación agraria respecto a la crianza caprina.....	21
1.2 Importancia de la caracterización estructural de las explotaciones con cabra doméstica.....	22
1.3 Realización de encuestas para caracterizar estructuralmente explotaciones caprinas.....	24
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
2.1 Ámbito de estudio.....	26
2.2 Tamaño muestral y recogida de datos.....	26
2.3 Análisis estadístico.....	27
2.3.1 Análisis de correspondencia múltiple (ACM).....	27

	Pág.
2.3.2 Cálculo de indicadores bajo el protocolo FAO/CIHEAM.....	28
2.3.3 Evaluación y selección de variables cuantitativas para el análisis multivariante.....	30
2.3.4 Análisis de componentes principales (ACP).....	31
2.3.5 Análisis de conglomerados de <i>K</i> medias.....	31
2.3.6 Análisis discriminante.....	32
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
3.1 Características generales de las explotaciones por provincias.....	33
3.2 Estructura de los rebaños caprinos por provincias.....	35
3.3 Características productivas.....	39
3.4 Manejo reproductivo de caprinos por provincias.....	43
3.5 Instalaciones.....	44
3.6 Sanidad.....	46
3.7 Aspectos laborales.....	47
3.8 Otros aspectos.....	53
3.9 Resultados del análisis de correspondencia múltiple (ACM).....	55
3.10 Resultados del análisis de componentes principales (ACP).....	63
3.11 Resultados del análisis de conglomerados de <i>K</i> medias.....	64
3.12 Resultados del análisis discriminante.....	70
4. CONCLUSIONES.....	71
5. BIBLIOGRAFÍA.....	72
 CAPITULO III. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, MORFOESTRUCTURAL Y FANERÓPTICA DE LA CABRA APURIMEÑA PERUANA.....	 85
1. INTRODUCCIÓN.....	87
1.1 Importancia de la caracterización morfológica, morfoestructural y faneróptica de la cabra doméstica.....	87
1.2 Criterios de valoración morfológica, morfoestructural y faneróptica.....	88
1.3 Utilidades de la caracterización morfológica, morfoestructural y faneróptica en la etnología.....	89
1.3.1 Zoometría.....	90

	Pág.
1.3.2 Etnología.....	92
1.3.3 Armonía del modelo morfoestructural.....	94
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	96
2.1 Zonas de estudio y tamaño muestral	96
2.2 Recogida de datos.....	96
2.2.1 Nomenclatura anatómica exteriorista respecto a las variables cuantitativas en estudio.....	97
2.3 Cálculo de índices zoométricos.....	98
2.3.1 Nomenclatura respecto a los índices zoométricos en estudio.....	99
2.4 Análisis estadístico.....	100
2.4.1 Análisis del estadístico Chi-cuadrado (χ^2).....	100
2.4.2 Análisis de correspondencia múltiple (ACM).....	101
2.4.3 Análisis de la varianza (ANOVA).....	102
2.4.4 Análisis correlacional.....	102
2.4.5 Análisis de componentes principales (ACP).....	103
2.4.6 Análisis discriminante.....	103
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	105
3.1 Comparación morfológica y faneróptica entre machos y hembras.....	105
3.2 Resultados del análisis de correspondencia múltiple (ACM).....	107
3.3 Comparación morfoestructural entre machos y hembras y por subpoblaciones.....	114
3.4 Estudio de la armonicidad morfoestructural.....	117
3.5 Relación entre los caracteres morfoestructurales, morfológicos y fanerópticos de la cabra apurimeña peruana.....	121
3.6 Resultados del análisis de componentes principales (ACP).....	123
3.7 Resultados del análisis discriminante.....	128
3.8 Propuesta de un patrón racial para la agrupación caprina apurimeña.....	137
4. CONCLUSIONES.....	139
5. BIBLIOGRAFÍA.....	140

	<i>Pág.</i>
CAPITULO IV. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LA POBLACIÓN DE CABRAS AUTÓCTONAS DE LA REGIÓN APURÍMAC DE PERÚ.....	149
1. INTRODUCCIÓN.....	151
1.1 Importancia de la caracterización genética de la cabra doméstica.....	151
1.2 Marcadores moleculares.....	152
1.2.1 Microsatélites y análisis genéticos.....	152
1.2.1.1. Técnicas para obtener las frecuencias alélicas de los microsatélites.....	154
1.2.1.2 Inexactitudes en el genotipado de microsatélites.....	154
1.2.1.3 Aplicaciones de los microsatélites en los estudios de variabilidad genética y estructura poblacional.....	156
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	163
2.1 Zonas de estudio y obtención de muestras.....	163
2.2 Extracción del ADN.....	163
2.3. Marcadores de ADN utilizados.....	163
2.4 Genotipado de microsatélites.....	163
2.5 Análisis estadístico.....	164
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	166
3.1 Polimorfismo de los marcadores microsatélite analizados.....	166
3.2 Diversidad genética de toda la población.....	166
3.3 Diversidad genética subpoblacional.....	169
3.4 Estructura poblacional.....	170
3.5 Distancias genéticas entre subpoblaciones.....	171
4. CONCLUSIONES.....	179
5. BIBLIOGRAFÍA.....	180
CONSIDERACIONES FINALES.....	194
ANEXOS.....	197

	<i>Pág.</i>
ANEXOS DEL CAPÍTULO II.....	198
ANEXOS DEL CAPÍTULO III.....	222
ANEXOS DEL CAPÍTULO IV.....	248

A. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS DEL CAPITULO I

A.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de las provincias, productores agropecuarios y ganado caprino en la región Apurímac, Perú.....	7
--	---

A.2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplares de ganado caprino criollo apurimeño.....	5
Figura 2. Mapa de Perú y de la región Apurímac.....	7

B. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS DEL CAPITULO II

B.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores técnicos relativos a la estructura ganadera, superficie (ha), mano de obra (UTA) y aspectos productivos de las explotaciones caprinas apurimeñas.....	29
Tabla 2. Principales correlaciones entre variables cuantitativas.....	31
Tabla 3. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica general determinada.....	34
Tabla 4. Valores medios del número de cabras por edades comparadas mediante el ANOVA entre provincias.....	35
Tabla 5. Valores medios de algunas variables que afectan la estructura del rebaño comparadas mediante el ANOVA entre provincias.....	36
Tabla 6. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a la estructura de los rebaños.....	37
Tabla 7. Valores medios del censo ganadero de otras especies animales comparadas mediante el ANOVA entre provincias.....	38

	<i>Pág.</i>
Tabla 8. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto al manejo productivo.....	40
Tabla 9. Valores medios de las producciones de leche y carne comparadas mediante el ANOVA entre provincias.....	42
Tabla 10. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a las instalaciones.....	45
Tabla 11. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a las condiciones sanitarias.....	47
Tabla 12.1. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a los aspectos laborales.....	48
Tabla 12.2. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a los aspectos laborales.....	49
Tabla 12.3. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a los aspectos laborales.....	53
Tabla 13. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a otros aspectos.....	54
Tabla 14.1. Matriz de discriminación de 19 variables cualitativas respecto a las explotaciones caprinas apurimeñas (ACM).....	56
Tabla 14.2. Matriz de discriminación de 19 variables cualitativas respecto a las explotaciones caprinas apurimeñas (ACM).....	57
Tabla 15. Matriz de componentes principales rotados considerando las variables seleccionadas.....	63
Tabla 16. Centroides de los conglomerados finales de las variables seleccionadas.	64
Tabla 17. Número y porcentaje de explotaciones caprinas clasificadas en los grupos formados por el método de conglomeración de K medias.....	64
Tabla 18. Estadísticos descriptivos, análisis de varianza y clasificación de los grupos de explotaciones caprinas apurimeñas de acuerdo a los componentes principales.....	65
Tabla 19. Valores medios y análisis de varianza entre grupos para las variables de las explotaciones caprinas apurimeñas.....	66
Tabla 20. Valores medios y análisis de varianza entre grupos para los indicadores de las explotaciones caprinas apurimeñas.....	67
Tabla 21. Frecuencias relativas para las categorías más representativas de las variables cualitativas y significación a la prueba de χ^2 entre grupos.....	69
Tabla 22. Matriz de clasificación de pertenencias pronosticadas (%) por grupos.....	70

	Pág.
Tabla 23.1. Características de quienes laboran comúnmente y en forma diaria en la explotación.....	199
Tabla 23.2. Características de quienes laboran comúnmente y en forma diaria en la explotación.....	200
Tabla 24.1 Edad de los criadores en intervalos respecto a las provincias y sexo....	201
Tabla 24.2 Edad los criadores en intervalos respecto a las provincias y sexo.....	201
Tabla 25.1 Edad de los criadores en intervalos respecto al nivel de estudio alcanzado por provincias.....	202
Tabla 25.2 Edad de los criadores en intervalos respecto al nivel de estudio alcanzado por provincias.....	202
Tabla 26. Número de horas (hr) trabajadas por los caprinocultores por provincias..	203
Tabla 27.1. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre provincias.....	204
Tabla 27.2. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre provincias.....	205
Tabla 27.3. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre provincias.....	206
Tabla 28.1. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para las variables de las explotaciones caprinas apurimeñas.....	207
Tabla 28.2. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para las variables de las explotaciones caprinas apurimeñas.....	208
Tabla 29. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para los indicadores de las explotaciones caprinas apurimeñas.....	209
Tabla 30.1. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre grupos.....	210
Tabla 30.2. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre grupos.....	211
Tabla 30.3. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre grupos.....	212
Tabla 31.1. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre grupos para las variables de las explotaciones caprinas apurimeñas.....	213
Tabla 31.2. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre grupos para las variables de las explotaciones caprinas apurimeñas.....	214
Tabla 32. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre grupos para los indicadores de las explotaciones caprinas apurimeñas.....	215

	<i>Pág.</i>
Tabla 33. Matriz de correlación de las variables cuantitativas seleccionadas con coeficiente de variación superior a 50%.....	216

B.2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resumen de las principales actividades involucradas en la planeación e implementación de una encuesta.....	25
Figura 2. Localización de las cinco provincias estudiadas.....	26
Figura 3. Distribución porcentual de las explotaciones en función de su distancia promedio (km) al núcleo urbano más próximo.....	33
Figura 4. Distribución porcentual de la intención de venta por meses del año.....	38
Figura 5. Distribución porcentual de partos por meses del año.....	43
Figura 6. Distribución porcentual promedio del reporte de abortos por meses del año.....	44
Figura 7. Nivel de estudios de los criadores en términos porcentuales por sexo y entre sexos.....	50
Figura 8. Distribución porcentual por grupos etarios.....	50
Figura 9. Distribución porcentual por grupos etarios respecto a las provincias.....	51
Figura 10. Distribución porcentual de los trabajadores por nivel educativo considerando tres grupos etarios.....	52
Figura 11. Medidas de discriminación de variables cualitativas en las explotaciones caprinas apurimeñas.....	58
Figura 12. Relación entre las categorías de las variables cualitativas en las cinco provincias.....	58
Figura 13. Crianza caprina en la provincia de Abancay.....	59
Figura 14. Crianza caprina en la provincia de Andahuaylas.....	60
Figura 15. Crianza caprina en la provincia de Chincheros.....	61
Figura 16. Crianza caprina en la provincia de Aymaraes.....	62
Figura 17. Crianza caprina en la provincia de Grau.....	62
Figura 18. Componentes principales en espacio rotado referente a las variables seleccionadas.....	63
Figura 19. Tendencia de las explotaciones caprinas de las cinco provincias a ser agrupados en los Grupos 1,2 y 3.....	65
Figura 20. Diagrama de dispersión de las funciones discriminatorias.....	70

B.3 ÍNDICE DE FORMATOS

	<i>Pág.</i>
Formato 1. Encuesta para la caracterización estructural de la cabra apurimeña.....	218

C. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS DEL CAPITULO III

C.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de Baron.....	94
Tabla 2. Frecuencias absolutas y relativas para las variables morfológicas y fanerópticas en la cabra apurimeña peruana y significación a la prueba de χ^2 entre sexos.....	106
Tabla 3. Matriz de discriminación de todos los animales muestreados (ACM).....	107
Tabla 4. Matriz de discriminación de machos (ACM).....	110
Tabla 5. Matriz de discriminación de hembras (ACM).....	112
Tabla 6. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre sexos y provincias para las variables e índices morfoestructurales en hembras y machos de cabra apurimeña peruana.....	115
Tabla 7. Matriz de correlaciones entre descriptores morfológicos cuantitativos de machos cabríos (debajo de la diagonal) y cabras hembras (encima de la diagonal) de la región Apurímac.....	117
Tabla 8. Matriz de correlaciones entre índices morfométricos de machos cabríos (debajo de la diagonal) y cabras hembras (encima de la diagonal) de la región Apurímac.....	120
Tabla 9. Matriz de componentes principales rotados de toda la muestra.....	123
Tabla 10. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para los indicadores sintéticos correspondientes a los 3 componentes principales.....	124
Tabla 11. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre sexos para los indicadores sintéticos correspondientes a los 3 componentes principales.....	125
Tabla 12. Matriz de componentes principales rotados de machos.....	125
Tabla 13. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para los indicadores sintéticos correspondientes a los 3 componentes principales obtenidos al analizar los animales machos.....	126
Tabla 14. Matriz de componentes principales rotados de hembras.....	127

	Pág.
Tabla 15. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para los indicadores sintéticos correspondientes a los 3 componentes principales obtenidos al analizar los animales hembras.....	128
Tabla 16. Matriz de clasificación de pertenencias pronosticadas para toda la muestra (%) por provincias.....	129
Tabla 17. Coeficientes no tipificados de las funciones canónicas discriminantes en toda la muestra.....	130
Tabla 18. Matriz de clasificación de pertenencias pronosticadas para machos (%) por provincias.....	130
Tabla 19. Coeficientes no tipificados de las funciones canónicas discriminantes en machos.....	131
Tabla 20. Matriz de clasificación de pertenencias pronosticadas para hembras (%) por provincias.....	131
Tabla 21. Coeficientes no tipificados de las funciones canónicas discriminantes en hembras.....	132
Tabla 22. Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas apurimeñas considerando toda la muestra y las variables más discriminatorias.....	133
Tabla 23. Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas apurimeñas machos considerando las variables más discriminatorias poblacionales.....	134
Tabla 24. Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas apurimeñas machos considerando la variable morfoestructural más discriminatoria.....	134
Tabla 25. Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas apurimeñas hembras considerando las variables más discriminatorias poblacionales.....	135
Tabla 26. Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas apurimeñas hembras considerando las variables más discriminatorias.....	136
Tabla 27. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre subpoblaciones para los parámetros morfométricos de machos de cabra apurimeña.....	225
Tabla 28. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre subpoblaciones para los parámetros morfométricos de hembras de cabra apurimeña.....	226
Tabla 29.1. Frecuencias absolutas y relativas para las variables morfológicas cualitativas en las cabras de las diferentes provincias de la región Apurímac de Perú y significación a la prueba de χ^2	227

	Pág.
Tabla 29.2. Frecuencias absolutas y relativas para las variables morfológicas cualitativas en las cabras de las diferentes provincias de la región Apurímac de Perú y significación a la prueba de χ^2	228
Tabla 30. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza del color de capa frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	229
Tabla 31. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza del perfil frontonasal frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	230
Tabla 32. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza del tamaño de orejas frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	231
Tabla 33. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la disposición de orejas frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	232
Tabla 34. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza del tipo de cuernos frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	233
Tabla 35. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la longitud de pelo frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	234
Tabla 36. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de perilla o barbilla frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	235
Tabla 37. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de raspil frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	236
Tabla 38. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de pelliza frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	237
Tabla 39. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de calzón frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	238
Tabla 40. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de arropo frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	239
Tabla 41. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de mamellas frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	240

	Pág.
Tabla 42. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de piel y mucosas pigmentadas frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	241
Tabla 43. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de pezuñas pigmentadas frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.....	242
Tabla 44.1. Resumen de los resultados agrupados por sexo del análisis de varianza de las variables morfométricas debido al factor morfológico de la cabra peruana apurimeña.....	243
Tabla 44.2. Resumen de los resultados agrupados por sexo del análisis de varianza de las variables morfométricas debido al factor morfológico de la cabra peruana apurimeña.....	244
Tabla 45. Valores medios de las variables morfoestructurales e índices zoométricos en machos (♂) y hembras (♀) de diferentes países.....	245

C.2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la región Apurímac de Perú.....	96
Figura 2. Variables zoométricas estudiadas y sus puntos de referencia.....	97
Figura 3. Medidas de discriminación referente a todos los animales muestreados..	108
Figura 4. Relación entre categorías de las variables cualitativas de la muestra.....	109
Figura 5. Medidas de discriminación referente a los machos.....	110
Figura 6. Relación entre categorías de las variables cualitativas de caprinos machos.....	111
Figura 7. Medidas de discriminación referente a las hembras.....	113
Figura 8. Relación entre categorías de las variables cualitativas de caprinos hembras.....	114
Figura 9. Comparación de promedios entre diferentes países respecto a las variables morfoestructurales de caprinos machos.....	116
Figura 10. Comparación de promedios entre diferentes países respecto a las variables morfoestructurales de caprinos hembras.....	117
Figura 11. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando los coeficientes de correlación de Pearson y el método de conglomeración jerárquica con agrupación de centroides de las variables morfoestructurales en machos.....	118

	<i>Pág.</i>
Figura 12. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando los coeficientes de correlación de Pearson y el método de conglomeración jerárquica con agrupación de centroides de las variables morfoestructurales en hembras.....	119
Figura 13. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando los coeficientes de correlación de Pearson y el método de conglomeración jerárquica con agrupación de centroides de los índices morfométricos en machos.....	120
Figura 14. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando los coeficientes de correlación de Pearson y el método de conglomeración jerárquica con agrupación de centroides de los índices morfométricos en hembras.....	121
Figura 15. Componentes principales en espacio rotado referente a toda la muestra	124
Figura 16. Componentes principales en espacio rotado referente a los machos.....	126
Figura 17. Componentes principales en espacio rotado referente a las hembras....	127
Figura 18. Funciones discriminantes canónicas para toda la muestra.....	129
Figura 19. Funciones discriminantes canónicas para hembras.....	132
Figura 20. Dendrograma de relación entre las cinco subpoblaciones considerando toda la muestra y las variables morfoestructurales más discriminatorias.....	133
Figura 21. Dendrograma de relación entre las cinco subpoblaciones caprinas machos considerando las variables morfoestructurales más discriminatorias poblacionales.....	134
Figura 22. Dendrograma de relación entre las cinco subpoblaciones caprinas machos considerando la variable morfoestructural más discriminatoria.....	135
Figura 23. Dendrograma de relación entre las cinco subpoblaciones caprinas hembras considerando las variables morfoestructurales discriminatorias poblacionales.....	135
Figura 24. Dendrograma de relación entre las cinco subpoblaciones caprinas hembras considerando las variables morfoestructurales discriminatorias.....	136
Figura 25. Mapa territorial discriminante de las cinco subpoblaciones caprinas considerando la muestra completa.....	223
Figura 26. Mapa territorial discriminante de las cinco subpoblaciones caprinas considerando solo a las hembras.....	224
Figura 27. Comparación entre diferentes países respecto a los índices zoométricos promedio de caprinos machos.....	246
Figura 28. Comparación entre diferentes países respecto a los índices zoométricos promedio de caprinos hembras.....	246

C.3 ÍNDICE DE FICHAS

Ficha para la caracterización morfológica de la cabra apurimeña..... 247

D. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS DEL CAPITULO IV

D.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de microsatélites respecto a su contenido de información polimórfica (PIC)..... 166

Tabla 2. Microsatélites analizados, rango alélico (pb), tamaño muestral (N), número de alelos por *locus* (Na), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (Ho) y esperada (He) y valores de $F \approx F_{IT}$ 168

Tabla 3. Parámetros de diversidad genética en las subpoblaciones caprinas de la región Apurímac de Perú: número medio de alelos por *locus* (Na), heterocigosis observada (Ho) y esperada (He), y valores de $f \approx F_{IS}$ 169

Tabla 4. Microsatélites que desviaron del equilibrio Hardy-Weinberg y los valores de $f \approx F_{IS}$ que indican el exceso (valor -) o déficit (valor +) de heterocigotos para las cinco subpoblaciones caprinas apurimeñas..... 170

Tabla 5. Estadísticos *F* de Wright (1969) modificados según Weir & Cockerham (1984) entre las cinco subpoblaciones caprinas analizadas..... 171

Tabla 6. Matriz de distancias F_{ST} (debajo de la diagonal) y distancia genética ponderada de Reynolds (encima de la diagonal), entre las subpoblaciones caprinas de la región Apurímac y la raza caprina española Blanca de Rasquera (outgroup)..... 172

Tabla 7. Rango alélico (pb) y número total de alelos observados en la población global y en las subpoblaciones caprinas de la región Apurímac de Perú..... 249

Tabla 8.1. Secuencias de los cebadores de los 29 marcadores microsatélites utilizados en el estudio..... 250

Tabla 8.2. Secuencias de los cebadores de los 29 marcadores microsatélites utilizados en el estudio..... 251

Tabla 9. Tamaños de alelos privados (AP) en pares de bases por *locus* y su respectiva frecuencia en cada provincia de la región Apurímac..... 252

	Pág.
Tabla 10.1. Parámetros de diversidad genética respecto a las cabras de la provincia de Abancay, para los distintos marcadores microsatélite analizados: riqueza alélica (RA), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e), y valores de $f \approx F_{IS}$	253
Tabla 10.2. Parámetros de diversidad genética respecto a las cabras de la provincia de Andahuaylas, para los distintos marcadores microsatélite analizados: riqueza alélica (RA), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e), y valores de $f \approx F_{IS}$	254
Tabla 10.3. Parámetros de diversidad genética respecto a las cabras de la provincia de Chincheros, para los distintos marcadores microsatélite analizados: riqueza alélica (RA), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e), y valores de $f \approx F_{IS}$	255
Tabla 10.4. Parámetros de diversidad genética respecto a las cabras de la provincia de Aymaraes, para los distintos marcadores microsatélite analizados: riqueza alélica (RA), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e), y valores de $f \approx F_{IS}$	256
Tabla 10.5. Parámetros de diversidad genética respecto a las cabras de la provincia de Grau, para los distintos marcadores microsatélite analizados: riqueza alélica (RA), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e), y valores de $f \approx F_{IS}$	257
Tabla 11. Valores de $f \approx F_{IS}$ que indican el exceso (valor -) o déficit (valor +) de heterocigotos por <i>locus</i> para las cinco subpoblaciones caprinas apurimeñas.....	258
Tabla 12. Distancias (km) entre las principales localidades de la región Apurímac...	259

D.2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Electroferograma obtenido mediante secuenciador automático donde se muestran 4 individuos portadores de uno o dos alelos de un <i>locus</i> SSR (tamaños 234 y 236 pb).....	155
Figura 2. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando la distancia genética ponderada de Reynolds y el método UPGMA.....	172
Figura 3. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando la distancia genética ponderada de Reynolds y el método Neighbor Joining.....	173

	Pág.
Figura 4. Representación espacial tridimensional del análisis factorial de correspondencias (AFC) respecto a la diferenciación genética entre las cinco subpoblaciones analizadas y la población outgroup.....	174
Figura 5. Dendrograma de relaciones de las poblaciones caprinas americanas, obtenido utilizando la distancia genética D_A y el método Neighbor Joining.....	175
Figura 6. Análisis factorial de correspondencias (AFC) para las razas criollas caprinas americanas.....	176
Figura 7. Dendrograma de relaciones entre poblaciones de cabras africanas, americanas, brasileñas, canarias e ibéricas, obtenido utilizando la distancia genética de Reynolds y el método Neighbour-Net.....	177
Figura 8. Análisis factorial de correspondencias (AFC) para las razas criollas caprinas africanas, americanas, brasileñas, canarias e ibéricas.....	178
Figura 9. Representación gráfica de las probabilidades de asignación de individuos (barras verticales) de las poblaciones caprinas africanas, americanas, brasileñas, canarias e ibéricas, a cada población considerada.....	178
Figura 10. Mapa de la región Apurímac.....	259
Figura 11.1. – 11.8. Histogramas de las frecuencias alélicas de los 29 microsatélites en la cabra apurimeña por subpoblaciones.....	260



**CAPITULO I. LA POBLACIÓN DE CABRAS AUTÓCTONAS EN LA
REGIÓN APURÍMAC DEL PERÚ**

CAPITULO I. LA POBLACIÓN DE CABRAS AUTÓCTONAS EN LA REGIÓN APURÍMAC DEL PERÚ

1. INTRODUCCIÓN

La cabra es la menos numerosa de las cinco grandes, y fundamentales, especies de ganado en el mundo (bovino, ovino, caprino, porcino y aviar). Aproximadamente el 70% de la población mundial de cabras se halla en Asia y el Cercano y Medio Oriente, especialmente en China, India y Pakistán. La mayor parte de la población mundial restante se encuentra en África, mientras que América Latina y el Caribe, así como Europa y el Cáucaso, sólo cuentan con un 5%. Se calcula que existen 800 millones de unidades de ganado caprino; uno por cada ocho personas (FAO, 2010a). El 79% de la población caprina mundial se encuentra ubicada en las zonas árido-cálidas que suelen ser inadecuadas para cualquier otro tipo de actividad ganadera y donde la cabra es el animal más valioso y eficiente para miles de criadores (Devendra & McLeroy, 1986; Arias & Alonso, 2002). La cabra, por lo general, es el último eslabón de utilización de áreas pre-degradadas, habiendo sido asociada desde siempre a la aridez, al sobrepastoreo y a la erosión (Boza, 1990). Sin embargo, es un animal destacable por su rusticidad, precocidad, docilidad y adaptación al medio, en el que produce carne, leche, pieles y fibras (French, 1970). La explotación de las cabras criollas de América Latina, por varios siglos bajo condiciones totalmente extensivas, ha producido animales que poseen rasgos únicos y valiosos como podrían ser: resistencia a ciertas enfermedades, elevada longevidad, buena adaptación a ambientes de extrema aridez, aceptable producción de leche en tipos de vegetación con escasas especies forrajeras, alta fertilidad, reducida estacionalidad reproductiva y buena habilidad materna (Mellado, 1997).

Shackleton (1997) pone de manifiesto que el 71% de los caprinos a nivel mundial tienen algún grado de amenaza. El 8% de los mismos se encuentran en situación crítica, el 23% se encuentran amenazadas, el 40% son vulnerables, el 28% se encuentran bajo riesgo de amenaza, mientras que de un 1% no se posee información suficiente.

1.1 Origen de la cabra peruana

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) tiene reconocidas la existencia de cinco especies silvestres dentro del género *Capra*: *C. cylindricornis*; *C. pyrenaica*; *C. Ibex*; *C. aegagrus*; *C. falconeri* (Shackleton, 1997). La cabra fue el primer rumiante en ser domesticado y se considera que la cabra salvaje Cretan o Bezoar, *C. aegagrus cretica*, es el ancestro de la cabra doméstica, *C. hircus* (Clutton-Brock, 1981;

Zeder & Hesse, 2000). Este origen ha sido confirmado mediante estudios genéticos de ADN mitocondrial (Takada *et al.*, 1997; Manceau *et al.*, 1999) y ADN nuclear (Pidancier *et al.*, 2006). La cabra se domesticó tempranamente, hace unos 10.000 años a.C. (Zeder & Hesse, 2000; Sañudo, 2008). Desde entonces, la cabra ha venido siendo una importante fuente de leche, carne, estiércol para combustible y materiales para la ropa y la construcción, tales como el pelo, los huesos y la piel, para las poblaciones humanas (MacHugh & Bradley, 2001).

Los estudios realizados con ADN mitocondrial han determinado la existencia de seis diferentes haplogrupos en las cabras domésticas. Dichos haplogrupos, denominados A, B, C, D, F y G, han mostrado, todos ellos, una elevada diversidad haplotípica (Naderi *et al.*, 2007). Basándose en los haplogrupos encontrados se ha propuesto que, probablemente, el proceso primario de domesticación se originó en dos zonas: la primera estaría representada por la meseta central de Irán y el sur del monte Zagros (se calcula que la contribución de este centro a la población actual de cabras domésticas sería más bien bajo, de 1,4%) y la segunda, considerada como la principal, abarcaría el este de Anatolia (Turquía) y el norte y centro del monte Zagros (Naderi *et al.*, 2008).

La cabra doméstica se halla distribuida en prácticamente todo el mundo, con excepción de las zonas polares y trópicos muy húmedos, habiéndose descrito más de un centenar de razas caprinas, aunque muchas de ellas poco conocidas, lo que muestra la gran variabilidad genética existente en esta especie (Achayra, 1992).

Se asume que fue durante el segundo viaje de Cristóbal Colón, en 1493, que llegaron las cabras a América por disposición de la Corona Española. Con el objetivo de colonizar nuevos territorios se introdujeron caballos, asnos, cerdos, ovejas, cabras, conejos, gallinas, etc. (Cordero, 2003). Existen evidencias de que los primeros caprinos y ovinos, con destino a América, fueron embarcados en las Islas Canarias por Colón y otros navegantes, que siguieron su ejemplo (Archivo de Sevilla, 1993). En Perú, los caprinos se han desarrollado preferentemente en la costa norte, y en las quebradas y valles interandinos. Según Laguna Sanz (1991), en Perú se introdujeron las razas Blanca Celtibérica y Castellana de Extremadura, razas españolas que los cronistas denominaron como Granada, Murcia y Málaga. Estas mismas, después de numerosas generaciones de adaptación al medio peruano, han dado lugar al caprino denominado "Criollo". Aproximadamente el 80% de los caprinos existentes actualmente en el Perú son "Criollos"; el resto derivan del cruce de estos animales "Criollos" con animales procedentes de razas "mejorantes", introducidas en Perú durante la segunda mitad del siglo XX; entre las principales razas se cuentan: Alpina, Toggenburg y, en especial, la Anglonubiana (Arroyo, 1998).



Figura 1. Ejemplares de ganado caprino criollo apurimeño

1.1.1 Clasificación taxonómica

Actualmente, la clasificación taxonómica de la cabra doméstica que se asume como válida es la siguiente (Clutton-Brock, 1989; Mayén, 1989): reino Animalia, tipo Chordata, subtipo Vertebrata, clase Mammalia, orden Artiodactila, suborden Ruminantia, infraorden Pecora, familia Bovidae, subfamilia Caprinae, tribu Caprini, género *Capra*, especie *Capra hircus*.

1.2 La región Apurímac

La región Apurímac se ubica en la parte sudoriental de la República de Perú. Su extensión territorial es de 20.895,8 km², que representa el 1,63% del territorio peruano. Sus límites geográficos respecto a otras regiones son: por el norte con Ayacucho y Cuzco; por el sur con Arequipa; por el este con Cuzco; y por el oeste con Ayacucho (Figura 2). La altitud promedio de la región es de 2.900 msnm. La capital de Apurímac es la ciudad de Abancay. Su territorio es accidentado, valles profundos y agrestes cumbres alternan con altas mesetas o punas y picos nevados (Mincetur, 2006). La población de Apurímac es de 404.190 habitantes, la cual es predominantemente rural (54,06%) y representa el 1,5% del censo nacional. La población se encuentra desigualmente distribuida en las 7

provincias (Abancay, Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes, Grau, Cotabamba y Antabamba), los 80 distritos y las algo más de 470 comunidades campesinas. El territorio apurimeño se estratifica en las siguientes tres zonas agroecológicas (GRA, 2010):

a) Zona agroecológica alta.- La de mayor extensión. Se despliega principalmente por el sur y el centro de la región, entre los 3.800 msnm a más, abarcando mayormente las provincias de Cotabambas, Antabamba, Aymaraes, Andahuaylas, Grau y solo algunos distritos de las provincias de Abancay y Chincheros. Aquí se ubican los suelos de rotación sectorial y temporal, siendo su principal cultivo la papa nativa o amarga, quinua y otros tubérculos andinos como oca, olluco, entre otros.

b) Zona agroecológica media.- Ubicada entre los 2.800 y 3.800 msnm, siendo la segunda de mayor extensión. Abarca predominantemente las provincias de Abancay, Chincheros, Grau; en menor proporción las provincias de Andahuaylas, Aymaraes, mientras que en forma muy reducida las provincias de Antabamba y Cotabambas. Esta zona presenta una geografía relativamente ondulada, con suelos y climas favorables para el desarrollo de diversas actividades agropecuarias. Predominan los cultivos de papa, maíz, cebada, trigo, habas, frejoles y anís, y algunos frutales nativos como el sauco.

c) Zona agroecológica baja.- Es la de menor extensión. Se ubica en la parte norte y centro entre los 1.000 y 2.800 msnm, en las terrazas y fondos de valle de los ríos principales de la región. Abarca parte de las provincias de Chincheros, Andahuaylas, Cotabambas y Abancay. Presenta variedad de pisos ecológicos y microclimas favorables para los cultivos permanentes. Contiene el mayor porcentaje de áreas bajo riego, predominan los cultivos permanentes como frutales exóticos, pastos mejorados y en menor porcentaje hortalizas, menestras y maíz.



Figura 2. Mapa de Perú y de la región Apurímac

Tabla 1. Características de las provincias, productores agropecuarios y ganado caprino en la región Apurímac, Perú.

Provincias	Altitud (msnm)	Superficie ² (km ²)	%	Productores agropecuarios ¹	%	Ganado caprino ¹ (cabezas)	%
Abancay	2.378	3.447,13	16,50	10.633	15,46	16.593	17,84
Andahuaylas	2.926	3.987,00	19,08	24.260	35,27	26.525	28,52
Chincheros	2.772	1.242,33	5,95	9.469	13,77	16.844	18,11
Aymaraes	2.888	4.213,07	20,16	7.373	10,72	11.045	11,88
Graú	3.320	2.174,52	10,41	5.596	8,14	11.172	12,01
Cotabamba	3.250	2.612,73	12,50	8.562	12,45	6.931	7,45
Antabamba	3.636	3.219,01	15,41	2.885	4,19	3.897	4,19
Total		20.895,79	100,00	68.778	100,00	93.007	100,00

¹ INEI-MINAG (1996); ² INEI (2010).

1.3 Conservación y utilización sostenible de la diversidad doméstica animal

La conservación de la biodiversidad, en una acepción general, la podemos considerar como la administración del uso humano de los recursos de la biosfera, de tal suerte que produzca el mayor provecho sustentable para las generaciones actuales, pero manteniendo siempre el potencial necesario para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras. La conservación toma así un sentido positivo, englobando la preservación, el mantenimiento, el uso sustentable, la restauración y el mejoramiento del ambiente natural (IUCN/UNEP/WWF/FAO/UNESCO, 1980).

El sector ganadero está sufriendo muchos cambios impulsados por factores económicos, sociales, demográficos y políticos. Entre las tendencias que afectan al conjunto del sector, tanto en las de tipo político como las metodológicas, cabe señalar los profundos cambios cuantitativos y cualitativos referidos a la demanda de productos y servicios ganaderos; los cambios acaecidos en la disponibilidad de los recursos naturales, los insumos externos y la mano de obra; los cambios que afectan al comercio ganadero, tanto en el ámbito nacional como internacional y los cambios del medio político que, directa o indirectamente, afectan las características de los sistemas de producción ganadera (FAO, 2010a). Inevitablemente, entonces, los factores mencionados afectan de manera similar a la diversidad genética animal. Sobre esta cuestión Rege & Gibson (2003) identifican como causas principales de la erosión genética la utilización de germoplasma exótico, los cambios en los sistemas de producción, los cambios en las preferencias de los productores debido a factores socioeconómicos y las diferentes catástrofes (sequías, hambrunas, epidemias de enfermedades, conflictos civiles y guerras). Además en Tisdell (2003) se mencionan las intervenciones de desarrollo, la especialización (la atención a un único rasgo productivo), la introgresión genética, el desarrollo de la tecnología y la biotecnología, la inestabilidad política y las catástrofes naturales como factores que están afectando a la erosión genética.

En los países en vías de desarrollo, el ganado, entendido como un bien multifuncional, suele ser un recurso importante para muchos aspectos de las estrategias de sustento de las personas pobres. Además de proporcionarles alimento, ingresos, combustibles y fertilizantes, les permite aprovechar recursos marginales que, de otro modo, sería difícil rentabilizar, como pueden ser los residuos agrícolas, los restos de alimentos o las tierras comunales de pastoreo (FAO, 2010a).

Los recursos genéticos animales para la alimentación y la agricultura son una parte esencial de la base biológica para la seguridad alimentaria a escala mundial. Centenares de millones de hogares rurales desfavorecidos en el mundo, mantienen ganado y, a menudo, dependen únicamente de sus animales para la provisión de productos y

servicios. En ambientes y medios difíciles para la agricultura, el ganado suele ser el único medio de subsistencia posible. La producción ganadera contribuye actualmente con el 30% aproximado del producto interno bruto (PIB) agropecuario en los países en desarrollo, previéndose un incremento que rondará el 40% hacia el 2030. El Banco Mundial calcula que será necesario incrementar la producción de carne en un 80% entre el año 2000 y el 2030. Esto requerirá sistemas de producción animal más eficientes, un manejo más cuidadoso y eficaz de los recursos y la implementación de medidas más exigentes para reducir los residuos y la contaminación ambiental (FAO, 2010b).

La FAO (2007a), respecto a la situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura, puntualiza que la gran mayoría de los países en desarrollo no han tenido éxito en el mejoramiento genético sustentable de sus poblaciones ganaderas y con mucha frecuencia, las razas y poblaciones locales se han ido diluyendo debido al cruce indiscriminado con ganado importado, y en muchos de los casos sin un aumento significativo en los niveles de producción u otras características deseables. Entre las razas consideradas en uso activo, el 77% se localizan en los países en desarrollo. Asimismo, la FAO afirma que, con toda seguridad, los ganaderos de estos países tienen sus propios objetivos de mejora y procuran explotar al máximo el conocimiento y las tecnologías locales para alcanzar dichos objetivos, pero sin embargo, el 94% de las razas no están sujetas a programas estructurados de mejoramiento genético.

Con el objetivo de mejorar dicha situación, en la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Zoogenéticos para la Agricultura y la Alimentación, que tuvo lugar en Interlaken (Suiza), en septiembre de 2007, se aprobó el Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Genéticos Animales, así como la Declaración de Interlaken, que determina como prioridad estratégica 1 establecer un inventario y una caracterización de dichos recursos, realizar un seguimiento de las tendencias y los riesgos asociados con los mismos y crear sistemas de alerta y respuesta tempranas con base nacional (FAO, 2007b).

El protocolo de Nagoya, Japón (ONU, 2010), reafirmó que la conservación de los recursos genéticos puede contribuir a la reducción de la pobreza y a mejorar la sostenibilidad ambiental; contribuyendo de esta manera a alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (NU, 2011). Asimismo, este protocolo menciona que es importante que se tenga acceso a los recursos genéticos y a la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de su utilización. También se reconoce la importancia de los recursos genéticos para la seguridad alimentaria, la salud pública, la conservación de la diversidad biológica y la mitigación y adaptación al cambio climático (ONU, 2010).

En Perú no existe un plan nacional de conservación de la biodiversidad de animales de granja. Sólo se realizan esfuerzos gubernamentales aislados para algunas especies, como por ejemplo, la conservación *in situ* que se realiza en el Anexo Quimsachata de la E.E. Illpa (Puno), para conservar rebaños de alpacas de las razas Huacaya y Suri, de diferentes colores y edades, y ecotipos de llamas. Con respecto a los caprinos no existen sistemas ni programas de mejora genética, sólo se realizan cruzamientos de cabras criollas con razas de especialidad lechera, como la Anglonubiana de manera experimental y focalizada. No se llevan controles ni registros de productividad y genealogía. La mayor parte de la población es cruzada o criolla (INIA, 2004). Según algunos estudios moleculares recientes, la diversidad genética actual de las poblaciones y razas de ganado autóctonas sobrepasa en mucho a la de sus equivalentes comerciales (FAO, 2010a). Sin embargo, los signos vitales de la diversidad biológica se están desplomando y los correspondientes servicios de los ecosistemas están siendo gravemente socavados. Los beneficios de la diversidad biológica se ven amenazados por opciones de desarrollo en las que se hace caso omiso del valor completo de estos servicios naturales para todos nosotros, y particularmente para los más desfavorecidos. Invertir esta tendencia negativa no solamente es posible, sino también esencial para el bienestar humano. El 70% de la población pobre del mundo vive en zonas rurales y depende directamente de la diversidad biológica para su supervivencia y bienestar. La diversidad biológica dentro de las especies, entre especies y de los ecosistemas es crucial para el bienestar humano, y para la mitigación de la pobreza (SCDB, 2009).

1.3.1 El concepto de raza

La conceptualización de raza ha devenido en estos últimos tiempos en grandes controversias y apertura de muchos foros de discusión. La FAO acepta y utiliza en sus textos la definición de Turton (1974), que menciona que: *“una raza es un grupo homogéneo, subespecífico, de animales domésticos que poseen características externas definidas e identificables que permiten distinguirlos a simple vista, de otros grupos definidos de la misma manera en la misma especie”*; también es un grupo homogéneo sobre el que, debido a la separación geográfica con otros grupos fenotípicamente similares, existe un acuerdo general sobre su identidad separada. Rodero & Herrera (2000), después de una revisión minuciosa de varias investigaciones, concluyen que: *“las razas son poblaciones que se distinguen por un conjunto de caracteres visibles exteriormente, que están determinados genéticamente y que se han diferenciado de otras de la misma especie a lo largo de un proceso histórico, teniendo en cuenta que se han originado y localizado en un área determinada con un ambiente común”*.

Existe otro tipo de conceptualizaciones, como la que explica que: *“una raza es un grupo de animales domésticos, así denominado por acuerdo consensuado entre los criadores, ... es un término que surgió entre los mejoradores de ganado, creado, por así decirlo, para su propio uso, y no se justifica que nadie asigne a este término una definición científica ni que se critique a los criadores cuando se desvían de la definición formulada. El término es suyo, y es el uso común de los ganaderos lo que debemos aceptar como la definición correcta”* (Lush, 1994).

De esta manera, se puede entender que las razas han sido desarrolladas en función de diferencias culturales o geográficas, y para satisfacer las necesidades humanas en materia de alimentación y agricultura. Y el término “raza” es aceptado en ese sentido más como un término cultural que técnico para poner el acento sobre la propiedad (Scherf, 1997). Pero como menciona Sierra (2001): *“si no se cree en el concepto serio de raza, o se le aplica una valoración meramente ambiental, cultural o incluso folclórica, difícilmente se podrá considerar la necesidad de su conservación, ni tampoco serían consecuentes los numerosos esquemas científicos de mejora desarrollados en la actualidad para cada raza”*. Igualmente, escribe que: *“si las razas en realidad no existieran como tales o sólo fueran colectivos de animales diferenciados únicamente por criterios de tipo histórico, cultural, etc., o bien estuviesen reconocidos como agradecimiento al apoyo que durante siglos ofrecieron al hombre (alimento, vestido, trabajo, etc.) o como antiguos monumentos biológicos que es preciso mantener, no tendría un sentido científico la moderna actividad conservacionista, pero sin embargo los esfuerzos que numerosas organizaciones y asociaciones tanto nacionales, como internacionales (Rare Breed International, EAAP, FAO, UE, etc.) están realizando en pro de la conservación de las razas, se deben fundamentalmente a la preservación de la biodiversidad doméstica, evitando la posible pérdida de genes valiosos como consecuencia de la desaparición de dichas razas. Estos genes suponen un caudal precioso per se (rusticidad, resistencia a determinadas enfermedades, fertilidad, calidad de carne, etc.)”*.

1.3.2 Evaluación del estado de riesgo de las razas

Evaluar el estado de riesgo de razas o poblaciones de ganado es un elemento importante en la planificación de la gestión de los recursos zoogenéticos. El estado de riesgo de una raza informa a todas las partes interesadas sobre si deben emprenderse actuaciones, y con qué urgencia. Gandini *et al.* (2004) definen el grado de peligrosidad como: *“la probabilidad de que, en las circunstancias y expectativas actuales, la raza se extinga”*. Para determinar el grado de peligrosidad o riesgo, se tienen que incorporar factores tanto genéticos como demográficos. El tamaño efectivo de la población actual es un factor

importante en la determinación del estado de riesgo. Una población pequeña corre mayor riesgo de ser eliminada por desastres naturales, enfermedades o un manejo incorrecto. No obstante, el mero recuento de cabezas de ganado, o incluso de animales en edad reproductiva, no proporciona una visión completa de su estado de riesgo (FAO, 2010a). El apareamiento entre individuos que comparten ancestros comunes tiende a reducir la tasa de variación alélica en la generación siguiente. De este modo se reduce la diversidad genética de la población. La acumulación de alelos recesivos deletéreos puede amenazar la aptitud biológica de la población y afectar negativamente las tasas reproductivas, aumentando por tanto el riesgo de extinción (Gandini *et al.*, 2004; Woolliams, 2004).

2. OBJETIVOS

Los objetivos que se plantearon para la presente investigación fueron los siguientes:

2.1 Objetivo general

Proporcionar las bases científicas para que se pueda implementar en el futuro un programa de conservación y mejora genética de la cabra apurimeña en el Perú.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar una caracterización estructural de las explotaciones caprinas, identificando los diferentes sistemas de producción que se practican, analizando las distintas estrategias de adaptación al entorno y evaluando algunas variables indicativas de su sostenibilidad.
- Caracterizar morfológicamente a la cabra apurimeña para favorecer su identificación y valoración zootécnica.
- Caracterizar genéticamente a la cabra apurimeña, para inferir sus niveles de variabilidad genética, determinar su posible estructuración poblacional y las relaciones genéticas entre las subpoblaciones caprinas existentes.

3. BIBLIOGRAFÍA

Achayra, R.M., 1992. Preface. Pre-conference. Porc. Invited Papers. Vol II. Part .I. V Int. Conf. Goats. New Delhi, India.

Archivo de Sevilla, 1993. Colección documentos inéditos. Tomo 42 "Secreta ystruccion para la navegacion desde España a la Isla de Santo Domingo y vyceversa". Citado por Eduardo Wernicke en: "El paso del ganado lanar del antiguo al nuevo mundo". Anales de la Sociedad Rural Argentina, julio de 1937.

Arias, M.; Alonso, A., 2002. Estudio sobre sistemas caprinos del norte de la provincia de Córdoba, Argentina. Arch. Zootec., 51: 341-349.

Arroyo, O., 1998. Producción de caprinos. Ediciones PROCABRA. Lima, Perú.

Boza, J., 1990. Sistemas de producción caprina en zonas áridas de la península Ibérica. Simposio Internacional de Explotación Caprina en Zonas Áridas. Terra Árida N° 10. Universidad de Chile.

Clutton-Brock, J., 1981. Domesticated animals from early times. Heinemann, London.

Clutton-Brock, J., 1989. A natural history of domesticated animals. Cambridge University Press British Museum (Natural History), Stockbridge, Hampshire. 208 pp.

Cordero, M., 2003. Historia de las relaciones veterinarias entre el viejo y el nuevo mundo. Texto de la conferencia inaugural del XXXIV Congreso Internacional de Historia de la Medicina Veterinaria, pronunciado en inglés en México, en setiembre de 2003 y en castellano en la Biblioteca Dr. Camino de Donostia – San Sebastián, el 23 de octubre de 2003 en un acto organizado por la Real Sociedad Vascongada de los Amigos del País. pp. 4-7.

Devendra, C.; Mc LeRoy, G.B., 1986. Producción de cabras y ovejas en los trópicos. Editorial El Mundo Moderno, México.

FAO, 2007a. La Situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura – resumen, editado por Dafydd Pilling y Barbara Rischkowsky. Roma.

FAO, 2007b. Plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos y la declaración de Interlaken, editado por la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma.

FAO, 2010a. La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura, editado por Barbara Rischkowsky y Dafydd Pilling. Roma. En: <http://www.fao.org/docrep/012/a1250s/a1250s00.htm> (Consulta: 03 de mayo de 2011).

FAO, 2010b. Estrategias de mejora genética para la gestión sostenible de los recursos zoogenéticos. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. N° 3. Roma.

French, M., 1970. Observaciones sobre las cabras. 2° impresión. FAO, Estudios Agropecuarios, N° 80, Roma.

Gandini, G.C.; Ollivier, L.; Danell, B.; Distl, O.; Georgoudis, A.; Groeneveld, E.; Martyniuk, E.; Van Arendonk, J.A.M.; Woolliams, J.A., 2004. Criteria to assess the degree of endangerment of livestock breeds in Europe. *Livest. Prod. Sci.*, 91(1-2): 173–182.

GRA, 2010. Plan de desarrollo regional concertado: Apurímac al 2021. Documento del equipo técnico regional del proceso de actualización del plan de desarrollo regional concertado. Apurímac.

En: <http://www.ceplan.gob.pe/documents/10157/6fa5c9cf-61fd-48c6-84f3-b34e3fc79713> (Consulta: 12 de febrero de 2013).

INEI-MINAG, 1996. III Censo nacional agropecuario. Lima, Perú.

INEI, 2010. Perú, compendio estadístico 2010. Tomo 1. Lima, Perú.

INIA, 2004. Perú: Primer informe nacional sobre la situación de los recursos zoogenéticos. Lima.

En: <http://www.inia.gob.pe/genetica/informes/PINRZ%20Peru%20mayo%202004b.pdf> (Consulta: 15 de marzo de 2011).

IUCN/UNEP/WWF/FAO/UNESCO, 1980. World conservation strategy. Living resources conservation for sustainable development. IUCN, Switzerland.

Laguna Sanz, E., 1991. El ganado español, un descubrimiento para América. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. Secretaría General Técnica. Madrid, España.

Lush, J.L., 1994. The genetics of populations. Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station. Special Report 94. Ames, Iowa, EE.UU. Iowa State University.

MacHugh, D.; Bradley, D., 2001. Livestock genetic origins: goats buck the trend. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 98: 5382–5384.

Manceau, V.; Després, L.; Bouvet, J.; Taberlet, P., 1999. Systematics of the *Capra* genus inferred from mitochondrial DNA sequence data. Mol. Phylogenet. Evol., 13:504-510.

Mayén J., 1989. Explotación caprina. Editorial Trillas, México. 124 pp.

Mellado, M., 1997. La cabra criolla en América Latina. Estudios recapitulativos. Veterinaria México, Oct.-Dic, 28 (4): 333-43.

En: <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDREVISTA=39&IDARTICULO=21065&IDPUBLICACION=2069> (Consulta: 14 de setiembre de 2012).

Mincetur, 2006. Plan estratégico regional de exportación Región Apurímac. Equipo Consultor del Consorcio SASE-KIPU.

En: http://www.mincetur.gob.pe/comercio/otros/Perx/perx_apurimac/pdfs/PERX_APURIMAC.pdf (Consulta: 15 de marzo de 2011).

Naderi, S.; Rezaei, H-R.; Taberlet, P.; Zundel, S.; Rafat, S-A., *et al.*, 2007. Large scale mitochondrial DNA analysis of the domestic goat reveals six haplogroups with high diversity. PLoS ONE, 2(10): e1012, 1-12.

Naderi, S.; Rezaei, H-R.; Pompanon, F.; Blum, M.G.; Negrini, R.; Naghash, H.R., *et al.*, 2008. The goat domestication process inferred from large-scale mitochondrial DNA analysis of wild and domestic individuals. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 105(46): 17659-64.

NU, 2011. Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe 2011. Nueva York.

En: http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG_Report_2011_SP (Consulta: 08 de julio de 2011).

ONU, 2010. Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos zoogenéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al convenio sobre la diversidad biológica. Nueva York. EEUU. En: <http://treaties.un.org/doc/source/signature/2010/Ch-XXVII-8-b.pdf> (Consulta: 15 de marzo de 2011).

Pidancier, N.; Jordan, S.; Luikart, G.; Taberlet, P., 2006. Evolutionary history of the genus *Capra* (Mammalia, Artiodactyla): discordance between mitochondrial DNA and Y-chromosome phylogenies. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 40: 739–749.

Rege, J.E.O.; Gibson, J.P., 2003. Animal genetic resources and economic development: issues in relation to economic valuation. *Ecol. Economics*, 45(3): 319–330.

Rodero, E.; Herrera M., 2000. El concepto de raza. Un enfoque epistemológico. *Arch. Zootec.*, vol. 49, N° 185-186: 5-16.

Sañudo, C., 2008. Manual de diferenciación racial. La Moderna. Industrias gráficas. Zaragoza.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB), 2009. Biodiversidad, desarrollo y alivio de la pobreza: Reconociendo el papel de la biodiversidad para el bienestar humano. Montreal. 52 pp.

Shackleton, D., 1997. Wild sheep and goats and their relatives. Status survey and conservation action plan for Caprinae. IUCN/SSC Caprinae Specialist Group, Gland. 390 pp.

Scherf, B., 1997. Lista mundial de vigilancia para la diversidad de los animales domésticos, 2da Edición. Roma.

En: <http://www.fao.org/docrep/v8300s/v8300s00.htm#Contents> (Consulta: 15 de marzo de 2011).

Sierra, A., 2001. El concepto de raza: evolución y realidad. *Arch. Zootec.*, 50: 547-564.

Takada, T.; Kikkawa, Y.; Yonekawa, H.; Kawakami, S.; Amano, T., 1997. Bezoar (*C. aegagrus*) is a matriarchal candidate for ancestor of domestic goat (*C. hircus*): evidence from the mitochondrial DNA diversity. *Biochem. Genet.*, 35: 315–326.

Tisdell, C., 2003. Socioeconomic causes of loss of animal genetic diversity: analysis and assessment. *Ecol. Economics*, 45(3): 365–376.

Turton, J.D., 1974. The collection, storage and dissemination of information on breeds of livestock. *Proceedings of 1st World Congress On Genetics Applied To Livestock Production*, Madrid, 7-11 Oct., pp. 61-74.

Woolliams, J.A., 2004. Managing populations at risk. En G. Simm, B. Villanueva, K.D. Sinclair y S. Townsend, eds. *Farm animal genetic resources*, pp. 85–106. British Society for Animal Science, Publication 30. Nottingham, Reino Unido. Nottingham University Press.

Zeder, M.A.; Hesse, B., 2000. The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the Zagros mountains 10,000 years ago. *Science*, 287(5461): 2254–2257.



CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EXPLORACIONES CAPRINAS APURIMEÑAS PERUANAS

CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EXPLOTACIONES CAPRINAS APURIMEÑAS PERUANAS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Los sistemas de explotación agraria respecto a la crianza caprina

La explotación agrícola es el nivel fundamental o unidad básica de gestión del espacio agrario (Ruiz & Oregui, 2001) en el que se reflejan las distintas presiones procedentes de la colectividad que la rodea y de la economía en general (Osty, 1978; Gibon, 1981). En la actualidad las explotaciones agrarias son consideradas como sistemas abiertos (Duru, 1980), es decir, sometidos a la influencia de un entorno o ambiente, y que, gestionado por el agricultor, persigue unas determinadas finalidades. Los factores que inciden en las explotaciones agrarias son de índole biofísica, sociológica, económica, ecológica y política (Jones *et al.*, 1997; Serrano & Ruiz, 2003; Kebede *et al.*, 2012).

En el contexto del sistema familia-explotación agraria y a nivel individual, la actividad ganadera constituye un subsistema dentro del mismo. Engloba al conjunto de instalaciones y técnicas que permiten la obtención de productos de origen animal en condiciones compatibles con el objetivo del ganadero y en el marco de las restricciones y limitaciones propias de cada explotación (Menjon & D'orgeval, 1983). En este sentido, Gibon (1981) define el sistema de manejo ganadero como un subsistema dentro del sistema de explotación agraria, que engloba a los elementos que intervienen en la producción animal: efectivo total de animales, recursos forrajeros, instalaciones, mano de obra disponible, y recursos financieros.

Los sistemas extensivos de ganado caprino se caracterizan por su baja utilización del factor capital y su alta dependencia del entorno y del ambiente, fundamentalmente en relación a la alimentación de los animales, ya que está regida por la estacionalidad de los recursos pastorales, existiendo periodos con sobreabundancia de nutrientes y otros en los que su escasez no permite cubrir las necesidades de mantenimiento, por lo que surge con frecuencia la trashumancia y trastermitancia para suplir en parte estas deficiencias (Herrera & Luque, 2009). Como ventajas de este tipo de sistemas se pueden señalar la mejora de la fertilidad del suelo por las deyecciones de los animales, el control de las malas hierbas, la conservación de determinados paisajes y de la biodiversidad y la fijación de población a determinados espacios rurales (Zari & Scappini, 1996) además de permitir que puedan mantener sus tradiciones (Calatrava & Sayadi, 2003). Inclusive a pesar de que los caprinos criados en sistemas de subsistencia no gravitan en las economías nacionales, cumplen el rol de satisfacer

necesidades esenciales de alimentación y la de formación del espíritu productivo en los capricultores (Maubecín, 1983). Se logra también mediante la integración de los caprinos en estos sistemas, una revalorización de terrenos infrautilizados o que por sus adversas condiciones ambientales no pueden ser aprovechadas por otras especies animales (Baró, 1984; El Aich, 1995) y asimismo se posibilita la utilización de residuos de cosechas y subproductos de industrias agrarias (Baró, 1984). Los rebaños caprinos criados a un nivel familiar son considerados como ahorro de capital, además de proporcionar alimentos a la familia: carne y leche (Charlet & Le Jaouen, 1977; Okoruwa, 1994; Galai, 1995). La producción de alimentos a partir de los caprinos en zonas rurales marginales es muy importante en la nutrición de niños, mujeres embarazadas o en lactancia y ancianos, a razón de que la carne y la leche contienen proteínas de alto valor biológico (Lacerca, 1978). Por ejemplo la leche de cabra se utiliza en casos de intolerancia a la lactosa (Brenneman, 1978; Park, 1991), problemas de acidez, úlcera de estómago, colitis, desordenes digestivos, de hígado y vesícula biliar, asma, migraña, eczemas, postración y debilidad nerviosa general (French, 1970; Babayan, 1981; Dostalova, 1994).

Existen algunas desventajas en torno a los sistemas extensivos de ganado caprino, como la compactación del suelo debido al pisoteo, los riesgos de consumo de plantas tóxicas, el posible daño de las cabras a las plantaciones establecidas (Zari & Scappini, 1996) y en casos de sobrepastoreo, el uso en común de los pastizales ha contribuido a su degradación (El Aich & Waterhouse, 1999).

Los productores de caprinos, sobre todo cuando practican sistemas extensivos y en economías de subsistencia, no suelen estar especializados en una sola actividad productiva, si no que combinan varias actividades para cubrir sus necesidades de alimentación e ingresos, disminuyendo así su vulnerabilidad ante los posibles riesgos vinculados a una única producción. Como actividades complementarias más frecuentes se pueden mencionar: las actividades agrícolas (Mateos, 1990; Pulido *et al.*, 1995a), la explotación de productos forestales, el comercio y la venta de fuerza de trabajo (Ruiz *et al.*, 1992; Hernández & Sierra, 1992; Martínez, 1992; García *et al.*, 1992) y la cría de vacunos-ovinos en los rebaños (Tejón *et al.*, 1995a; Pulido *et al.*, 1995a,b).

1.2 Importancia de la caracterización estructural de las explotaciones con cabra doméstica

El concepto de sistema de producción ganadero ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas. Se ha pasado de considerar la explotación agrícola como una

unidad económica aislada, en la que el agricultor practica un sistema de producción, siendo éste la combinación de productos obtenidos y de factores de producción utilizados en el proceso productivo, y cuyo objetivo fundamental es la obtención de beneficio económico (Chombart de Lauwe *et al.*, 1963) a una definición más amplia en la que se incorporan nuevos elementos, tales como la dimensión “social” del sistema de producción (Aubert *et al.*, 1985), la importancia que la relación con el entorno físico y socio-económico (Sebillote, 1986; Manrique *et al.*, 1992) tiene en la determinación del sistema de explotación y la consideración de que el sistema de producción está muy condicionado por el “proyecto familiar”, incluyendo este concepto aspectos tales como los objetivos y estrategias de los agricultores y la edad y el tamaño de las familias (Osty, 1978; Sebillote, 1986; Gibon *et al.*, 1996), generalizándose el término de “sistema familia-explotación”.

En el trabajo de Serrano & Ruiz (2003), se hace una revisión de los diferentes trabajos en los que se ha abordado la caracterización de los sistemas ganaderos a través de un enfoque sistémico, lo que implica el estudio y análisis de cada una de las partes o subsistemas que lo integran así como las interrelaciones existentes entre ellas. Los subsistemas más utilizados en el análisis del “sistema familia-explotación” son el “subsistema de producción”, el “subsistema de decisión” y el “subsistema de información” (Bonneviale *et al.*, 1989). A su vez, Gibon *et al.* (1987) dividen el “subsistema de producción” en otros tres subsistemas: “sistema de manejo del rebaño”, “sistema de valoración del rebaño” y “sistema forrajero”. Este enfoque permite relacionar las técnicas utilizadas en la producción y las condiciones económicas de las mismas, profundizando en los condicionantes y determinantes de las elecciones productivas (Aubert *et al.*, 1985). Desde otra perspectiva, Jones *et al.* (1997) hacen la consideración de que una explotación agraria puede constituir un subsistema incluido en un sistema de industrias alimentarias, un sistema ecológico y un sistema sociopolítico. Se incorpora así a partir de la década de los noventa, el medio ambiente, como un componente importante del “sistema familia-explotación” (Dent *et al.*, 1995) y se generaliza el análisis de los sistemas de explotación ganaderos en términos de sostenibilidad (Park & Seaton, 1996; Hansen, 1996; Yiridoe & Weersink, 1997; Gibon *et al.*, 1999; Landais, 1999; Atance & Tió, 2000).

Para desarrollar sistemas ganaderos sostenibles y evitar el deterioro ambiental y social de las zonas rurales y la generación de excedentes productivos, es necesario disponer de información y de herramientas de trabajo que, simultáneamente, permitan actuar sobre los sistemas de explotación, considerándolos como partes de un único sistema, y proponer mejoras, coherentes y técnicamente razonadas, a las explotaciones consideradas como sistemas individualmente (Serrano & Ruiz, 2003). En ese sentido

los estudios de caracterización y tipificación pueden ser de mucha utilidad en la planificación y distribución eficiente de los recursos en los diferentes sistemas productivos (Byerlee *et al.*, 1980; Valerio *et al.*, 2004), posibilitando también que se pueda determinar el nivel tecnológico empleado en lo que respecta a infraestructuras, manejo reproductivo, alimentación y sanidad del rebaño, entre otros (Valerio *et al.*, 2010). El conocimiento de los factores endógenos y exógenos que inciden en las explotaciones caprinas es obligatorio si se quiere plantear alternativas de gestión (Castaldo *et al.*, 2003) que mejoren su eficiencia y sustentabilidad económica, ambiental y social, fomentando de esta forma el arraigo de los productores a las áreas rurales en los países desarrollados y puede ser un medio de vida en los países en desarrollo, como en el caso boliviano donde los caprinos aportan en la provisión de abono para los cultivos, alimentos para la familia, ingresos monetarios por la venta de productos y múltiples roles culturales (Stemmer & Valle, 2005). Desde esta perspectiva, la producción de caprinos deja de ser una actividad productivista para convertirse en una herramienta de manejo de recursos naturales, conservación y recuperación de recursos genéticos, generadora de ingresos y de bienestar para la familia (Sansoucy, 1995; Sánchez & Sánchez, 1995).

1.3 Realización de encuestas para caracterizar estructuralmente explotaciones caprinas.

A la hora de abordar el análisis de las explotaciones agropecuarias presentes en un determinado entorno, la encuesta o entrevista es una herramienta imprescindible (Capillon, 1985), siempre que no haya información estadística oficial disponible, como suele ocurrir la mayoría de las veces. A través de encuestas se puede recoger datos referentes a las características de un gran número de explotaciones en cuanto a situación, disponibilidad de recursos, limitaciones y prácticas (Viviani-Rossi *et al.*, 1992; Theau & Gibon, 1993), una de las grandes ventajas de esta práctica es que permite obtener la información precisa en función de los objetivos del estudio. La encuesta se puede definir como una búsqueda metódica de información por medio de preguntas y testimonios (Olaizola & Gibon, 1997). Para su planeación e implementación se tienen que considerar algunas actividades principales que podemos observar en la Figura 1, cuyo coste económico es normalmente alto, lo que explica que en ocasiones la muestra de explotaciones estudiada sea reducida.



Figura 1. Resumen de las principales actividades involucradas en la planeación e implementación de una encuesta (FAO, 2012).

La necesidad de realizar encuestas y dar seguimiento a los recursos zoogenéticos queda explícita en la frase “tú no puedes gestionar lo que no mides”, es decir su utilidad está relacionada con el logro de la gestión efectiva de los recursos zoogenéticos para alcanzar los objetivos de desarrollo (seguridad alimentaria y de sustento, uso sostenible de los recursos naturales, etc.) y para atender las relaciones siempre cambiantes entre el ganado, las comunidades humanas y los ambientes productivos (FAO, 2012).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ámbito de estudio

Los datos se obtuvieron a través de encuestas directas a propietarios de explotaciones caprinas ubicadas en 5 provincias de la región Apurímac: Abancay, Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes y Grau (Figura 2). La selección del ámbito de estudio se realizó en función del censo caprino y la accesibilidad geográfica (Bolaños, 1999).

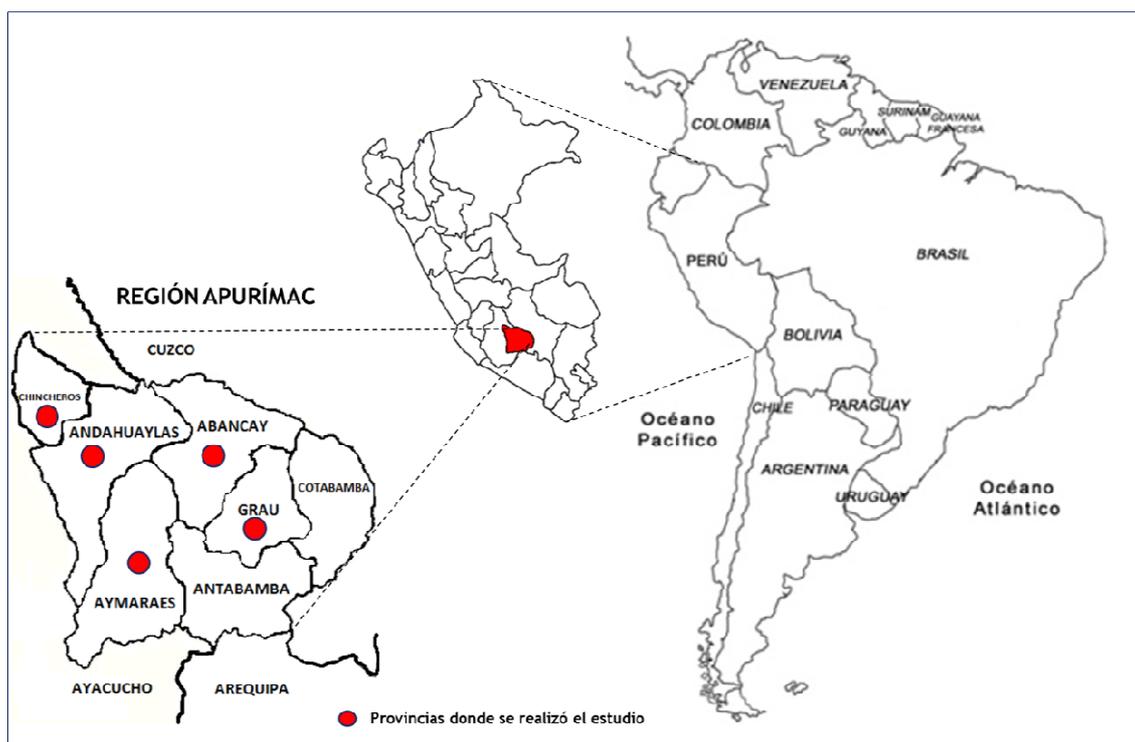


Figura 2. Localización de las cinco provincias estudiadas.

2.2 Tamaño muestral y recogida de datos

En los meses previos al trabajo de campo se diseñó el cuestionario de la encuesta (Formulario 1, anexos), considerando en lo posible que las preguntas fueran precisas y que el ganadero tuviera conocimiento de las mismas. La encuesta se estructuró en 8 apartados y 45 ítems con sus respectivas subpreguntas abiertas y/o cerradas de la siguiente manera: 1. Características y situación de la explotación (5); 2. Estructura de los rebaños (4); 3. Manejo reproductivo del rebaño (9); 4. Manejo productivo (11); 5. Instalaciones (2); 6. Sanidad (3); 7. Aspectos laborales (2); 8. Otros aspectos (9). Para la realización del cuestionario se tuvieron en cuenta las recomendaciones propuestas

por FAO (2012), así como otros trabajos previos con objetivos parecidos (Milán & Caja, 1999; Vargas, 2003; Milán *et al.*, 2006, Usai *et al.*, 2006; Parés, 2008; Serrano, 2010; Infante, 2011). El cuestionario elaborado se validó inicialmente en un reducido número de criadores y posteriormente, tras realizar los ajustes necesarios, fue aplicado entre los meses de noviembre de 2011 y abril de 2012 en 75 explotaciones seleccionadas aleatoriamente, 15 en cada una de las provincias mencionadas. El tiempo de duración fue de dos a tres horas por explotación.

2.3 Análisis estadístico

Los datos acopiados durante la encuesta fueron acumulados, verificados e ingresados debidamente en una base de datos. El análisis estadístico se dividió en dos partes, en la primera parte se calcularon para las variables cuantitativas estadísticos descriptivos; en tanto que para las variables cualitativas se obtuvo la distribución de frecuencias (Carné *et al.*, 2007). En algunos casos y debido al grado de dispersión de algunas variables, se calcularon intervalos de clase de acuerdo a la fórmula de Sturges, $k = 1 + 3.322 (\log_{10}n)$, donde k es el número de intervalos de clase y n el número de valores en el conjunto de datos en observación. Tras obtener el número de intervalos de clase, se establecieron los límites de cada intervalo de acuerdo a la fórmula $w = R/k$, donde w es la dimensión de los intervalos de clase, y R es la amplitud o diferencia entre la observación más pequeña y la más grande dentro de cada conjunto de datos (Sturges, 1926).

En la segunda parte para la clasificación y descripción de las explotaciones caprinas apurimeñas considerando experiencias previas de Berdegué *et al.* (1990), Valerio *et al.* (2004), Ruiz *et al.* (2008), Toussaint *et al.* (2009) y Ruiz, *et al.* (2009), se realizaron los siguientes procedimientos:

2.3.1 Análisis de correspondencia múltiple (ACM)

Las diferencias entre provincias se contrastaron con la prueba estadística de Chi-cuadrado (χ^2) para las siguientes 30 variables cualitativas: explotaciones que desean asociarse; acceso a la explotación; uso de energía eléctrica; disposición de excretas; procedencia del agua; tendencia poblacional caprina en los últimos 5 años; forma de venta de caprinos; venta permanente de caprinos durante el año; intercambio de reproductores entre explotaciones; tipo de tenencia de tierra; uso de abonos y productos fitosanitarios en cultivos; suplementación estratégica alimentaria a caprinos; forma de reposición de machos; forma de reposición de hembras; problemas para

conseguir reproductores; uso de corrales de madera, troncos y/o ramas; uso de corrales de piedra; inversiones durante los últimos 5 años; realizan desparasitación externa; realizan desparasitación interna; enfermedad que tiene más repercusiones económicas en la explotación; persona que gestiona la explotación; sexo del propietario; escolaridad del propietario; continuidad de la explotación; relevo generacional en la explotación; tiempo dedicado a criar cabras; problema más importante en la crianza de cabras; orientación productiva del ganado caprino; ordeña de cabras. De las 30 variables cualitativas contrastadas, se seleccionaron las 19 que presentaban diferencias significativas entre provincias. Estas 19 variables fueron estructuradas según sus categorías y analizadas mediante el análisis de correspondencia múltiple (ACM), determinando las relaciones de dependencia y describiendo sus proximidades con la finalidad de facilitar y mejorar su interpretación. Las variables seleccionadas fueron: acceso a la explotación (ACC); uso de energía eléctrica (EEL); disposición de excretas (DES); procedencia del agua (PRA); tendencia poblacional caprina en los últimos 5 años (TPO); forma de venta de caprinos (FOV); intercambio de reproductores entre explotaciones (IRE); tipo de tenencia de tierra (TTT); suplementación estratégica alimentaria a caprinos (SEA); uso de corrales de piedra (ECP); inversiones durante los últimos 5 años (IUA); realizan desparasitación externa (DEX); enfermedad que tiene más repercusiones económicas en la explotación (ERE); sexo del propietario (SPR); escolaridad del propietario (EPR); relevo generacional en la explotación (EEX); problema más importante en la crianza de cabras (PIC); orientación productiva del ganado caprino (OPR); ordeña de cabras (ORC). Finalmente se estimó el estadístico Alfa de Cronbach para determinar la fiabilidad del modelo.

2.3.2 Cálculo de indicadores bajo el protocolo FAO/CIHEAM

Se exploraron las 34 variables cuantitativas que siguen a continuación: distancia al núcleo urbano (km); número de caprinos por explotación; machos mayores de 1 año; hembras mayores de 1 año; animales menores de 1 año; hembras que se incorporan al ciclo productivo anual; machos que se incorporan al ciclo productivo anual; número de animales muertos/año; número nacimientos/año; cabras vendidas/año; cabritos autoconsumidos/año; cabras autoconsumidas/año; edad desvieje reproductoras (años); edad desvieje reproductores (años); número de vacunos; número de porcinos; número de ovinos; número de equinos; número de cuyes; número de aves; primer parto (meses); superficie en propiedad (ha); superficie de uso comunal (ha); corrales de madera, troncos y/o ramas (m²); área techada corrales de madera, troncos y/o

ramas (m²); corrales de piedra en propiedad (m²); número de trabajadores por explotación; edad del propietario (años); horas dedicadas por propietario/día; horas dedicadas por los trabajadores/explotación/día; unidades de trabajo-año (UTA); litros de leche/cabra/día; kilogramos de carne/cabra; edad de la cabra al sacrificio (años). A partir de estas variables se calcularon 13 indicadores para cada explotación (Tabla 1) referidos a la estructura ganadera (7), superficie de terreno utilizado (3), mano de obra (1) y aspectos productivos (2) de las explotaciones; se han considerado las propuestas del protocolo FAO/CIHEAM (Toussaint, 2002) y las recomendaciones planteadas por Castel *et al.* (2006), Nahed *et al.*, (2006), Mena *et al.* (2006), Ruiz *et al.* (2008), Ruiz, *et al.* (2009). Las unidades trabajo año (UTA) y las unidades ganaderas (UG) se cuantificaron con las equivalencias que indica el Instituto Nacional de Estadística de España (INE, 2003).

Tabla 1. Indicadores técnicos relativos a la estructura ganadera, superficie (ha), mano de obra (UTA) y aspectos productivos de las explotaciones caprinas apurimeñas.

Indicador	Explicación	Unidad de medida
1. Indicadores relativos a la estructura ganadera de la explotación.		
· Unidades ganaderas (UG)	Los datos de ganadería se expresan en unidades ganaderas (UG), para agregar en una unidad común diferentes especies.	· UG
· Vacunos por cabra	Los coeficientes empleados son: vacunos (0,8); ovinos (0,1); caprinos (0,1); alpacas (0,1); porcinos (0,5); equinos (0,8); asnos (0,8); aves (0,03); cuyes (0,02).	· N°
· Porcinos por cabra		· N°
· Ovinos por cabra		· N°
· Equinos por cabra		· N°
· Cuyes por cabra	Especie animal/cabra	· N°
· Aves por cabra		· N°
2. Indicadores relativos a la superficie de terreno utilizado.		
· Superficie agrícola utilizada (SAU).	SAU = (en propiedad + arrendamiento + comunal)	· ha
· Superficie agrícola utilizada por cabra.	SAU/cabra	· ha
· Superficie agrícola utilizada por UG.	SAU/UG	· ha
3. Indicadores relativos a la mano de obra de la explotación.		
· Unidad de trabajo año (UTA) por cabra.	1 UTA equivale al trabajo que realiza una persona a tiempo completo a lo largo de un año (8 horas por día o más).	· UTA
4. Indicadores relativos a los aspectos productivos de la actividad.		
· Tasa de reposición.	N° de hembras de reposición / N° de hembras adultas presentes	· %
· Tasa de mortalidad total.	N° de animales muertos en un año / N° total de animales presentes	· %

2.3.3 Evaluación y selección de variables cuantitativas para el análisis multivariante

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y la comparación *post hoc* de medias entre provincias con la prueba *F* múltiple de *Ryan-Einot-Gabriel-Welsch* (REGWF) (Rafter *et al.*, 2002), tomando las provincias como factor y cada una de las 47 variables cuantitativas [variables originales (34) e indicadores (13)] como variables dependientes.

Para mejorar la clasificación y descripción de los diferentes sistemas de explotación ganadera bajo un criterio multivariante, se redujo el número de variables del análisis inicial para evitar errores de cuantificación y mejorar la calidad e interpretación de los resultados. Las variables seleccionadas cumplieron los siguientes requerimientos:

- a. Coeficiente de variación (CV) superior al 50%.
- b. Débil correlación con otras variables.
- c. Relevancia en términos de descripción de las explotaciones caprinas.

Por mostrar un $CV < 50\%$ no fueron consideradas 8 variables: edad desvieje reproductoras (años); primer parto (meses); número de trabajadores por explotación; edad del propietario (años); horas dedicadas por propietario/día; horas dedicadas por los trabajadores/explotación/día; unidades de trabajo año (UTA); kilogramos de carne/cabra.

El resto de variables (39) fueron sometidas al análisis de correlación de Pearson, (Tabla 33, anexos), seleccionando de la matriz de correlación 1 variable original (número de caprinos por explotación) y 4 indicadores (superficie agrícola utilizada, unidades ganaderas, unidad de trabajo por cabra y porcinos por cabra), consideradas importantes y representativas en términos de clasificación (Tabla 2).

Tabla 2. Principales correlaciones entre variables cuantitativas.

Variables seleccionadas	Variables no seleccionadas correlacionadas	r	P
Nº de caprinos por explotación	Machos mayores de 1 año	0,44	***
	Hembras mayores de 1 año	0,81	***
	Animales menores de 1 año	0,86	***
	Hembras que se incorporan al ciclo productivo anual	0,81	***
	Machos que se incorporan al ciclo productivo anual	0,62	***
	Nº de animales muertos/año	0,61	***
	Nº nacimientos/año	0,79	***
	Edad desvieje reproductores (años)	0,29	*
	Cabritos autoconsumidos/año	0,39	**
	Cabras autoconsumidas/año	0,32	**
Superficie agrícola utilizada (SAU)	Distancia al núcleo urbano (km)	-0,24	*
	Nº de vacunos	0,67	***
	Nº de equinos	0,41	***
	Superficie agrícola utilizada/UG	0,36	**
	Superficie agrícola utilizada por cabra	0,56	***
Unidades ganaderas (UG)	Vacunos por cabra	0,45	***
	Nº de ovinos	0,53	***
	Equinos por cabra	0,42	***
Unidad de trabajo año por cabra	Aves por cabra	0,61	***
	Cuyes por cabra	0,52	***
Porcinos por cabra	Nº de porcinos	0,69	***
	Ovinos por cabra	0,37	**
	Tasa de reposición	0,45	***

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

2.3.4 Análisis de componentes principales (ACP)

Las 5 variables cuantitativas seleccionadas fueron relacionadas y agrupadas mediante un análisis de los componentes principales, buscando obtener el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos. Las cargas factoriales fueron rotadas con el método Varimax, para minimizar el número de variables que tuvieran saturaciones altas en cada componente. Se calculó el estadístico de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) y la esfericidad de Barlett, para determinar la adecuación muestral de los datos para el análisis factorial.

2.3.5 Análisis de conglomerados de *K* medias

Para clasificar y poder describir las explotaciones caprinas, se aplicó el método de conglomerados de *K* medias para obtener un número óptimo de grupos con base a su similitud respecto a las 5 variables seleccionadas (Tabla 2). Las 34 variables y 13

indicadores se reordenaron en los grupos formados y se realizó el ANOVA tomando los grupos definidos por los conglomerados como factor y cada una de las variables incluidas en el análisis como variables dependientes, la comparación *post hoc* de medias se hizo también con la prueba *F* múltiple de *Ryan-Einot-Gabriel-Welsch* (REGWF) (Rafter *et al.*, 2002). Para determinar en forma gráfica la tendencia de las explotaciones a ser agrupadas en alguno de los grupos formados se realizó el análisis de correspondencia simple (ACS) corroborando previamente la bondad de ajuste de los datos al modelo con la prueba de Chi-cuadrado (χ^2).

2.3.6 Análisis discriminante

Para construir un modelo predictivo, que nos permitiera pronosticar a qué grupo puede pertenecer una explotación a partir de 3 componentes principales determinados y verificar la independencia de los grupos formados, se procedió a realizar un análisis discriminante. Se realizó la prueba *M* de Box para determinar si las matrices de varianzas-covarianzas poblacionales correspondientes a cada grupo eran iguales entre sí.

La base de datos y los análisis estadísticos fueron realizados con la hoja de cálculo EXCEL y el programa SPSS v. 20 (SPSS inc, Chicago, Illinois, USA).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Características generales de las explotaciones por provincias

Los caprinocultores de las cinco provincias apurimeñas encuestadas (Abancay, Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes, Grau) no han conformado ningún tipo de asociación que les permita mejorar su competitividad y desarrollo organizacional a diferencia de lo que se observa en los caprinocultores de la Región Mexicana de Libres, quienes en un 49% pertenecen a una organización (Serrano, 2010). Sin embargo, es alentador conocer que en promedio un 89,3% de los caprinocultores encuestados desearían conformar una asociación, este interés varía entre el 100% de los productores de Grau y el 73,3% de los de Abancay (Tabla 3). En un 85,3% lo harían por conseguir apoyo técnico y económico del gobierno, un 77,3% para mejorar los canales y formas de comercialización y un 4,0% para gestionar de mejor forma las explotaciones. No se observa deseo de asociarse con el objetivo de hacer compras de inputs de manera conjunta.

Como se ve en la Figura 3 las explotaciones caprinas suelen estar próximas a los núcleos urbanos, situándose la mayoría entre 1 a 6 km (68,0%).

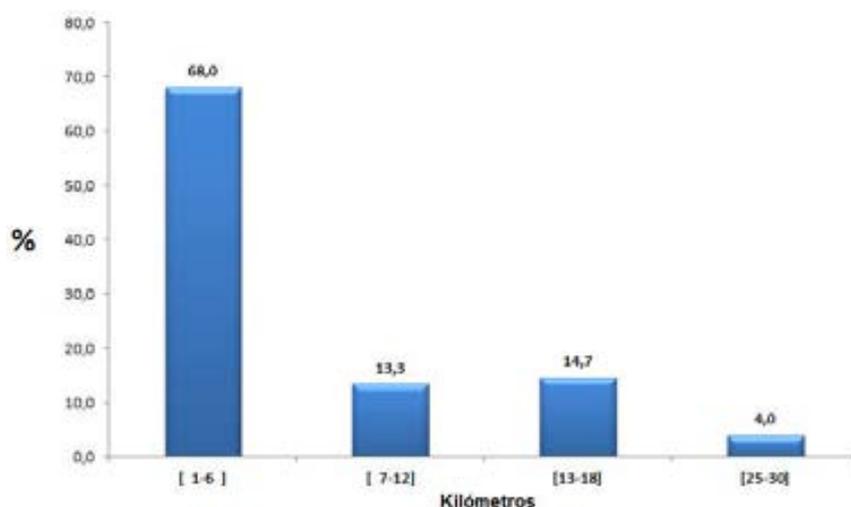


Figura 3. Distribución porcentual de las explotaciones en función de su distancia promedio (km) al núcleo urbano más próximo.

En la Tabla 3 se observa que el acceso a las explotaciones caprinas estudiadas fundamentalmente es por caminos afirmados (56,0%) o por camino de herradura (34,7%), predominando este último en Chincheros y Grau (dónde representa el 53,3% de las explotaciones de cada provincia), únicamente en Abancay hay explotaciones a las que se accede por carretera asfaltada (46,7%). El uso de energía eléctrica no está

generalizado, sólo se observa en el 60% de las explotaciones y esta se realiza básicamente a través de la red pública (58,7%). Respecto al uso de este tipo de energía se observan muchas diferencias entre provincias, destaca la situación de Grau donde no la usan en un 86,7% de explotaciones, debido posiblemente a que un 53,3% de sus explotaciones se localizan a una distancia de entre 7 y 18 km del núcleo urbano y son de difícil acceso. En Grau los manantiales tienen un rol relevante como fuentes de agua, sin embargo en el resto predomina el acceso a la red pública de agua (68,0%).

Tabla 3. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica general determinada.

Características generales de las explotaciones	Provincias					
	Abancay n=15	Andahuaylas n=15	Chincheros n=15	Aymaraes n=15	Grau n=15	Total n=75
Explotaciones que desean asociarse	73,3	93,3	93,3	86,7	100,0	89,3
Para mejorar los canales y formas de comercialización	53,3	80,0	73,3	80,0	100,0	77,3
Conseguir apoyo técnico y económico del gobierno	73,3	86,7	86,7	80,0	100,0	85,3
Gestionar mejor la explotación	6,7	0,0	0,0	13,3	0,0	4,0
Acceso a la explotación						
Camino de herradura	40,0	0,0	53,3	26,7	53,3	34,7
Camino afirmado	13,3	100,0	46,7	73,3	46,7	56,0
Carretera asfaltada	46,7	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3
Uso de energía eléctrica						
Red pública	53,3	100,0	73,3	53,3	13,3	58,7
Grupo electrógeno	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
Disposición de excretas						
Letrinas	53,3	100,0	73,3	60,0	20,0	61,3
Campo abierto	40,0	0,0	26,7	40,0	80,0	37,3
Red pública	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
Procedencia del agua						
Rio	0,0	0,0	0,0	20,0	20,0	8,0
Acequia	26,7	0,0	20,0	0,0	26,7	14,7
Red pública	73,3	100,0	73,3	80,0	13,3	68,0
Manantial	0,0	0,0	6,7	0,0	40,0	9,3
Distancia (km) al núcleo urbano						
[1-6]	40,0	66,7	100,0	86,7	46,7	68,0
[7-12]	0,0	33,3	0,0	13,3	20,0	13,3
[13-18]	40,0	0,0	0,0	0,0	33,3	14,7
[25-30]	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0

Además en toda la región la implementación del servicio público de desagüe es incipiente (1,3%), lo que es preocupante, ya que los caprinocultores estarían expuestos a sufrir enfermedades gastrointestinales de origen infeccioso y parasitario (Guerrero, *et al.*, 2006).

3.2 Estructura de los rebaños caprinos por provincias

El tamaño promedio de los rebaños (Tabla 4) en las cinco provincias estudiadas es reducido (13,6 animales), compuesto en promedio por 1,03 machos (7,6%) y 6,25 hembras (45,8%), mayores de 1 año y 6,35 (46,6%) animales en crecimiento menores de 1 año. En las explotaciones caprinas la estructura de los rebaños depende de la orientación productiva, diferenciando considerablemente los valores observados en el presente trabajo de los reportados por Vargas (2003) en Puebla, México, donde en las explotaciones que venden cabras adultas la composición del rebaño es de 3,7% sementales, 60,4% hembras y 35,9% animales en crecimiento. Asimismo en explotaciones españolas productoras de cabrito el 95% de los animales son hembras (Frías, 1998).

Se observan diferencias significativas entre provincias en relación al número total de caprinos ($P<0,05$), número de machos ($P<0,01$) y de hembras ($P<0,05$) mayores de 1 año presentes en cada explotación. Los rebaños más grandes se sitúan en Andahuaylas y los más pequeños en Chincheros (Tabla 4).

Estas diferencias podrían deberse a factores ligados al tipo de sistema de producción, la combinación de actividades productivas, la tenencia y extensión de tierra, el acceso a áreas de pastoreo, la tradición en la cría de caprinos, la disponibilidad de mano de obra y la especialización de la producción (Taferrant *et al.*, 1995; Tuncel & Rehber, 1995; Ruiz *et al.*, 1992; Bedotti, 2000).

Tabla 4. Valores medios del número de cabras por edades comparadas mediante el ANOVA entre provincias.

Variables	Provincias					Total n=75	Sig.
	Abancay n=15	Andahuaylas n= 15	Chincheros n=15	Aymaraes n=15	Grau n=15		
Caprinos por explotación	11,9 ^{a,b}	20,8 ^a	7,7 ^b	12,9 ^{a,b}	14,9 ^{a,b}	13,6	*
Machos mayores de 1 año	0,7 ^a	2,1 ^b	1,0 ^a	1,1 ^a	0,3 ^a	1,0	**
Hembras mayores de 1 año	5,7 ^{a,b}	8,5 ^a	3,2 ^b	5,1 ^{a,b}	8,8 ^a	6,3	*
Animales menores de 1 año	5,5	10,2	3,5	6,7	5,9	6,4	n.s.

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa ($P<0,05$).

El intervalo que se observó en relación al tamaño del rebaño en todas las provincias investigadas fue de 2 a 59 cabras por explotación, intervalo similar al reportado en Argentina (20 a 30 cabras; Lucifero *et al.*, 1996) pero muy inferior a los valores señalados en México (246 a 415 cabras; Ruiz *et al.*, 1992) y en Turquía (600 a 1000 cabras; Tuncel & Rehber, 1995).

En la Tabla 5 se muestran algunas variables que afectan a la estructura del rebaño caprino apurimeño. En ninguna explotación se practica el destete.

Tabla 5. Valores medios de algunas variables que afectan la estructura del rebaño comparadas mediante el ANOVA entre provincias.

Variables	Provincias					Total n=75	Sig.
	Abancay n=15	Andahuaylas n= 15	Chincheros n=15	Aymaraes n=15	Graú n=15		
Hembras que se incorporan al ciclo productivo anual	1,7 ^{a,b}	2,7 ^a	1,2 ^b	1,5 ^{a,b}	2,4 ^{a,b}	1,9	*
Machos que se incorporan al ciclo productivo anual	0,4 ^{a,b}	0,6 ^{a,b}	0,3 ^a	0,8 ^b	0,7 ^b	0,6	*
Animales muertos/año	2,1 ^{a,b}	2,5 ^{a,b}	1,0 ^a	3,4 ^{a,b}	3,7 ^b	2,6	*
Cabritos nacidos/año	8,5	11,2	4,6	7,5	11,8	8,7	n.s.
Cabras vendidas/año	2,9 ^{a,b,c}	3,1 ^{b,c}	4,9 ^c	1,6 ^{a,b}	0,2 ^a	2,5	***
Cabritos autoconsumidos/año	0,4 ^{a,b}	0,5 ^{a,b}	0,0 ^a	0,4 ^{a,b}	0,9 ^b	0,4	**
Cabras autoconsumidas/año	1,5	2,1	1,2	0,7	2,2	1,6	n.s.
Edad desvieje reproductoras (años)	3,6	3,9	4,0	3,7	4,4	3,9	n.s.
Edad desvieje reproductores (años)	2,2 ^b	3,3 ^c	1,1 ^a	1,9 ^{a,b}	1,0 ^a	1,9	***

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

La percepción de la mayoría de los productores (68,0%) de las zonas encuestadas respecto a la tendencia poblacional caprina, durante los últimos cinco años, es negativa. En Abancay capital de la región Apurímac, los productores afirman en un 100% que se ha producido un descenso, únicamente en Andahuaylas más de la mitad de los capricultores encuestados mencionan que el censo se ha mantenido (Tabla 6). El descenso de la población de ganado caprino estaría ocurriendo en el Perú desde el año 2000 (MINAG, 2012) y esto se produciría específicamente en la región Apurímac debido a que los criadores creen que la cabra produce deterioro en los cultivos, tal como se muestra más adelante. Pero habría que considerar como menciona la

Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla que el problema no radica en el animal sino que deriva del continuo y descontrolado pastoreo (SDR-Puebla, 2007).

Tabla 6. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a la estructura de los rebaños.

Variables respecto a la estructura de los rebaños	Provincias					Total n=75
	Abancay n=15	Andahuaylas n=15	Chincheros n=15	Aymaraes n=15	Grau n=15	
Tendencia poblacional caprina en los últimos 5 años						
Sube	0,0	20,0	26,7	6,7	26,7	16,0
Baja	100,0	26,7	73,3	80,0	60,0	68,0
Se mantiene	0,0	53,3	0,0	13,3	13,3	16,0
Forma de venta de caprinos						
Directamente	26,7	26,7	0,0	6,7	0,0	12,0
Intermediario	60,0	53,3	80,0	93,3	40,0	65,3
No vende	13,3	20,0	20,0	0,0	60,0	22,7
Venta permanente de caprinos durante el año						
	26,7	26,7	73,3	40,0	40,0	41,3

En relación a la comercialización de los productos obtenidos del rebaño caprino, la mayoría lo hace a través de intermediarios. Grau es donde un alto porcentaje de propietarios (60,0%) no venden caprinos, debido posiblemente a que tienen otras alternativas de ingreso económico relacionadas con la minería, por lo que el destino de los animales que no se venden sería el autoconsumo (Tabla 6). Varios autores refieren que la venta de caprinos en la mayoría de los países en desarrollo está determinada por los requerimientos y necesidades de dinero en las actividades que se realizan en la unidad de producción, en tanto que los bovinos y los ovinos se comercializan para financiar actividades no básicas como son labores agrícolas, traslados, construcciones y pagos de créditos (Ruiz *et al.*, 1992; El Aich, 1995; Taferrant *et al.*, 1995; Mrema & Rannobe, 1996; Panin, 1996). Sobre este punto precisan Zari & Scappini (1996) que el propósito de la crianza caprina es ser un ahorro en la unidad de producción con la que se financian actividades agrícolas.

De acuerdo a la Tabla 6, la venta de animales se distribuye durante todo el año en un 41,3% de las explotaciones, específicamente en Chincheros este porcentaje es superior (73,3%). El resto de propietarios (58,7%) programa sus ventas en función de las necesidades de ingresos para la familia (Figura 4), observándose una concentración de las ventas en los meses de julio a septiembre (temporada previa a la siembra) y abril (inicio del curso escolar).

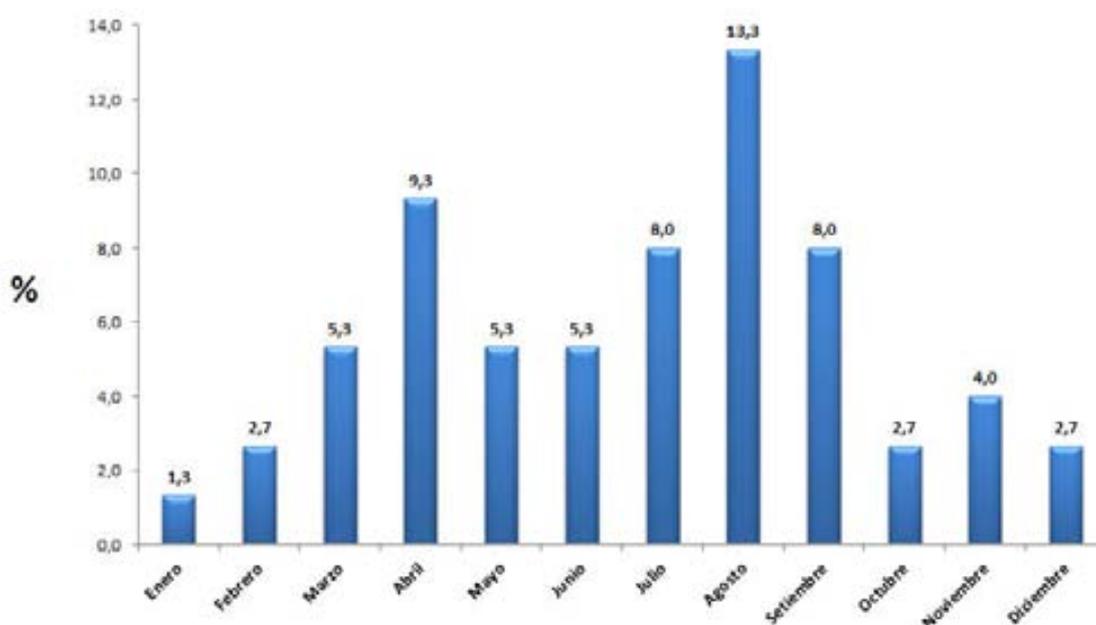


Figura 4. Distribución porcentual de la intención de venta por meses del año.

La totalidad de explotaciones son de tipo familiar y se caracterizan por un limitado número de cabezas de ganado de diferentes especies que conviven en el poco espacio del que se dispone para su crianza, se crían en mayor cantidad promedio cuyes y aves, observándose diferencias significativas entre provincias (Tabla 7). La presencia de alpacas y asnos fue anecdótica por lo que no fueron consideradas en el análisis.

Tabla 7. Valores medios del censo ganadero de otras especies animales comparadas mediante el ANOVA entre provincias.

Variables	Provincias					Total n=75	Sig.
	Abancay n=15	Andahuaylas n= 15	Chincheros n=15	Aymaraes n=15	Graú n=15		
Nº de vacunos	5,4	4,6	6,7	4,9	6,9	5,7	n.s.
Nº de porcinos	1,8 ^{a,b}	2,1 ^{a,b}	3,1 ^b	1,2 ^{a,b}	0,3 ^a	1,7	*
Nº de ovinos	3,9 ^a	8,8 ^{a,b}	2,3 ^a	0,8 ^a	13,5 ^b	5,9	**
Nº de equinos	1,5	1,8	2,7	1,4	2,9	2,1	n.s.
Nº de cuyes	17,2 ^{a,b}	21,7 ^{a,b}	23,6 ^b	24,6 ^b	5,9 ^a	18,6	*
Nº de aves	13,7 ^b	9,7 ^{a,b}	12,5 ^{a,b}	16,5 ^b	4,7 ^a	11,4	**
Total de UG	8,9	9,8	11,1	8,0	11,2	9,8	n.s.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$). UG (unidad ganadera).

3.3 Características productivas

El sistema productivo utilizado por todas las explotaciones estudiadas es el extensivo (sin estabular), las cabras pastorean en forma continua en áreas de menor importancia agrícola, recorriendo caminos, pastizales y laderas de cerros, alimentándose de arbustos y pastos naturales que se encuentran de manera dispersa en el territorio. El conocimiento de la calidad de las plantas y la superficie que ocupan es limitado en la región Apurímac para este tipo de sistemas; lo mismo sucede en Argentina por lo que se ha estimado para analizar la soportabilidad una carga ganadera adecuada de 1 a 3 cabras/ha (Rossanigo *et al.*, 1995). Los capricultores mencionan que no cultivan alfalfa u otro tipo de planta forrajera con la finalidad de alimentar a las cabras, aunque sí aprovechan rastrojos de las cosechas de cultivos transitorios (maíz, papa, trigo, cebada, haba, frejol, olluco) y permanentes (paltos y frutales). Sólo se usan abonos y/o productos fitosanitarios en estos cultivos en un 4,0% (Tabla 8). En el 16,0% de las explotaciones se suplementa estratégicamente alimentos a las cabras; esta práctica es más frecuente durante la lactación, y ocurre únicamente en las provincias de Abancay y Grau en la gestación (Tabla 8). Esta realidad reafirma lo descrito por otros investigadores respecto a que la crianza de caprinos en el Perú es una actividad de subsistencia, poco tecnificada y desarrollada en un entorno tradicional con poca producción y bajos ingresos económicos (Cofré, 2001; Arroyo, 2007). El régimen de tenencia de tierra que prevalece en todas las explotaciones es el de tipo comunal representando la totalidad en Abancay y Grau (Tabla 8). La superficie de los terrenos bajo este régimen fluctúan entre 0,5 a 4,4 ha (70,7%) y 4,5 a 8,4 ha (13,3%), principalmente. Solo Chincheros (20%) y Abancay (6,7%) poseen superficies con pastos permanentes de uso comunal de entre 0,25 a 2 ha. Esta situación, contrasta con los sistemas de producción caprina de España. Por ejemplo, Melian (1993) y Falagan (1988) han observado que alrededor de un 87% de ganaderos son propietarios de terrenos en Fuerteventura y Murcia, respectivamente. En el presente estudio se evidenció que un pequeño número de productores son propietarios de los terrenos que ocupan, ubicados en Andahuaylas, Chincheros y Aymaraes (Tabla 8). Las dimensiones de los terrenos oscilan entre 0,1 a 5 ha, donde la disponibilidad de pastos permanentes es escaso. No se reporta ningún caso en arrendamiento. La información descrita en torno a la superficie de terreno ocupado por cada una de las explotaciones demuestra el predominio del minifundio [terrenos <10 ha (93,3%)] que impide a los agricultores obtener una producción suficiente para ser comercializada, obligándolos al autoconsumo y llevar una economía de subsistencia (Huggins & Reganold, 2008).

Tabla 8. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto al manejo productivo.

Variables respecto al manejo productivo	Provincias					Total n=75
	Abancay n=15	Andahuaylas n=15	Chincheros n=15	Aymaraes n=15	Graú n=15	
Tipo de tenencia de tierra						
Propiedad	0,0	33,3	6,7	6,7	0,0	9,3
Comunal	100,0	66,7	93,3	93,3	100,0	90,7
Se usa abonos y productos fitosanitarios en cultivos						
	6,7	0,0	6,7	6,7	0,0	4,0
Se proporciona suplemento de alimentos a caprinos						
	20,0	0,0	6,7	13,3	40,0	16,0
En la gestación	6,7	0,0	0,0	0,0	20,0	5,3
En la lactación	20,0	0,0	6,7	13,3	20,0	12,0
Procedencia de los machos de reposición						
De criadores especializados	20,0	6,7	6,7	13,3	0,0	9,3
De la misma explotación	80,0	93,3	93,3	86,7	100,0	90,7
Características tenidas en cuenta para la reposición de machos						
Color de pelo	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
Tamaño del animal	80,0	66,7	93,3	100,0	66,7	81,3
Conformación del animal	46,7	53,3	66,7	53,3	33,3	50,7
Edad del animal	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	1,3
Longitud de la oreja	26,7	46,7	33,3	33,3	93,3	46,7
Tamaño del testículo	0,0	0,0	13,3	13,3	33,3	12,0
Procedencia de las hembras de reposición						
De criadores especializados	13,3	0,0	6,7	13,3	0,0	6,7
De la misma explotación	86,7	100,0	93,3	86,7	100,0	93,3
Características tenidas en cuenta para la reposición de hembras						
Color de pelo	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
Tamaño del animal	66,7	60,0	80,0	73,3	53,3	66,7
Conformación del animal	33,3	33,3	80,0	46,7	26,7	44,0
Longitud de la oreja	20,0	26,7	20,0	0,0	60,0	25,3
Tamaño de ubre	13,3	33,3	26,7	73,3	53,3	40,0
Tienen problemas para conseguir reproductores						
	73,3	86,7	80,0	100,0	100,0	88,0
Interés por hembras de parto doble						
	100,0	86,7	93,3	86,7	93,3	92,0
Identifican a sus cabras						
	0,0	20,0	6,7	26,7	0,0	10,7
Incisión auricular	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	2,7
Con hilos de colores en las orejas	0,0	20,0	6,7	13,3	0,0	8,0
Orientación productiva						
Carne	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7
Leche	20,0	0,0	0,0	26,7	0,0	9,3
Ambos	46,7	100,0	100,0	73,3	100,0	84,0
Ordeña de cabras						
	73,3	86,7	100,0	100,0	100,0	92,0

Para la reposición de los reproductores machos los criadores tienen en cuenta, en orden de importancia porcentual, los siguientes criterios: tamaño del animal, conformación, longitud de oreja, tamaño del testículo, color de pelo y edad, no obstante no se tienen en cuenta como factores de elección el largo del pelo ni la presencia de cuernos (Tabla 8). Esta forma de selección subjetiva es frecuente cuando no se usan los registros productivos (Serrano, 2010), como en Puebla, México, donde los futuros sementales son seleccionados por el tamaño y la corpulencia del animal (Vargas, 2003). De la misma manera para reponer las hembras reproductoras, el ganadero considera los siguientes criterios: tamaño del animal, conformación, tamaño de ubre, longitud de oreja, color de pelo, no se tienen en cuenta caracteres como el largo del pelo, la aptitud materna y la edad (Tabla 8). Además habría que considerar que al 92% de los criadores apurimeños les interesan las hembras de partos dobles (Tabla 8). La selección de animales de reposición bajo criterios fenotípicos es común en los sistemas tradicionales (Rabasco *et al.*, 1992; Galai, 1995), como también sucede en Puebla, México, donde las cabras hembras de reposición son seleccionadas por su altura (100%) y el color de la capa (15,7%) (Vargas, 2003), pero ciertamente es más conveniente implementar registros productivos para seleccionar cabras de reposición, ya sea por el peso al nacimiento y/o destete u otros parámetros de interés económico (Arias & Alonso, 2002; Morlán *et al.*, 2006; Torres, 2008).

Los machos y hembras de reposición en general provienen de la misma explotación (90,7% ♂; 93,3% ♀) y en menos cantidad de criadores especializados (9,3% ♂; 6,7% ♀). Según lo manifestado por los productores, la dificultad para conseguir reproductores (88%) se debe a la poca disponibilidad y su alto precio, esta problemática es más preocupante en Aymaraes y Grau, donde el porcentaje llega al 100% (Tabla 8). La identificación de los animales no es una práctica habitual de las explotaciones, un escaso porcentaje prefieren hacerlo con una incisión (2,7%) o con hilos de colores (8%) en el pabellón auricular.

La orientación de la producción caprina apurimeña es para leche y carne (doble propósito) en un 84% de las explotaciones. Las cabras son ordeñadas en un 92% de las explotaciones bajo condiciones inadecuadas, sin control de la duración del periodo de lactación, que estaría entre 3 a 5 meses (Tabla 8).

La producción promedio de leche cabra/día, según lo manifestado por los capricultores, es de 1 litro (Tabla 9), superior a lo que evidencia la cabra sanluiseña de Argentina (0,3 a 0,4 litros/día; Rossanigo *et al.*, 1995) y la cabra criolla de Cochabamba, Bolivia (0,24 litros/día; Stemmer *et al.*, 2004). Nuestros resultados son superiores debido probablemente a la época en la que fueron recabados los datos (entre noviembre y abril) que coincide con una alta disponibilidad de pastos o también

a que se haya sobrestimado la cantidad de leche recolectada por día. Sin embargo, en cabras de la Provincia Oriental del Cabo, Sudáfrica se observó una producción entre 0,13 y 2,01 litros/día (Masika & Mafu, 2004) y entre 1,05 a 1,71 litros/día en las cabras de la región de Libres, Puebla, México (Serrano, 2010).

La baja producción de leche/cabra/día lograda en las cabras apurimeñas, no es ajena a la realidad de América del Sur que produce el 8% de la leche que produce Europa, a pesar de tener un número de cabras relativamente parecido (Cofré, 2001). Aunque con relación a lo anterior es necesario mencionar que la leche producida en sistemas de pastoreo a diferencia de otros sistemas más complejos, es rica en microcomponentes (ácidos grasos y vitaminas) y compuestos volátiles (aromas y terpenos) que favorecen la nutrición y la salud (Morand-Fehr *et al.*, 2007); ya que los pequeños rumiantes tienen la capacidad de convertir forraje de baja calidad en productos de un alto valor nutritivo (Lombardi, 2005).

Los animales son beneficiados a los 2,1 años y producen 15,6 kg de carne en promedio (Tabla 9). En ningún caso, las explotaciones reciben ayuda del gobierno, sin embargo el Ministerio de Agricultura informa que se tiene proyectado en el futuro mejorar el acceso a la asistencia técnica e implementación tecnológica para afianzar la competitividad de las comunidades campesinas y sus familias (MINAG, 2010).

Tabla 9. Valores medios de las producciones de leche y carne comparadas mediante el ANOVA entre provincias.

Variables	Provincias												Sig.
	Abancay		Andahuaylas		Chincheros		Aymaraes		Grau		Total		
	n	Media	n	Media	N	Media	n	Media	n	Media	n	Media	
Litros de leche ordeñada de una cabra en un día [✱] .	11	1,1	13	0,9	15	0,9	15	1,1	15	1,0	69	1,0	n.s.
Kilogramos carne producida por animal adulto.	15	15,3	15	16,4	15	15,5	15	15,9	15	14,7	75	15,6	n.s.
Edad de sacrificio de animal adulto (años).	15	2,1 ^{a,b}	15	3,0 ^b	15	2,7 ^b	15	1,4 ^a	15	1,4 ^a	75	2,1	***

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa ($P<0,05$). ✱ Solo se considera los datos de los 69 productores que ordeñan.

3.4 Manejo reproductivo de caprinos por provincias

En ningún caso en las explotaciones se lleva a cabo un control de producciones exhaustivo, muy parecido a lo que ocurre en la Región Noroeste de la República Dominicana (Valerio *et al.*, 2010) y en la región norte de México, donde por las condiciones extensivas es prácticamente imposible identificar las cabras y llevar registros de los animales, si no se tiene asistencia técnica permanente (Mellado, 2008). La reproducción en todos los rebaños se desarrolla mediante monta libre sin sincronizar cubriciones ni realizar inseminación artificial. Estos hechos hacen que no se pueda monitorear, ni tomar medidas para mejorar la eficiencia productiva o reproductiva de los reproductores. El intercambio de reproductores machos en épocas de cubrición se realiza en el 42,7% de las explotaciones observándose diferencias significativas entre provincias ($P < 0,001$). En Grau (93,3%), Chincheros (60%), Andahuaylas (46,7%) y Aymaraes (13,3%) se efectúa este tipo de actividad y solamente en Abancay no se realiza (Tabla 27.1, anexos). La primera cubrición es natural no restringida y se produce el primer parto entre los 12 y 18 meses de edad. Las hembras paren en prácticamente cualquier época del año, pero lo hacen más según orden de importancia en los meses de agosto, octubre, mayo, julio, noviembre (Figura 5). Esto ocurre sin la utilización de hormonas o manipulación del fotoperíodo, igual que en el norte de México (Mellado, 2008).

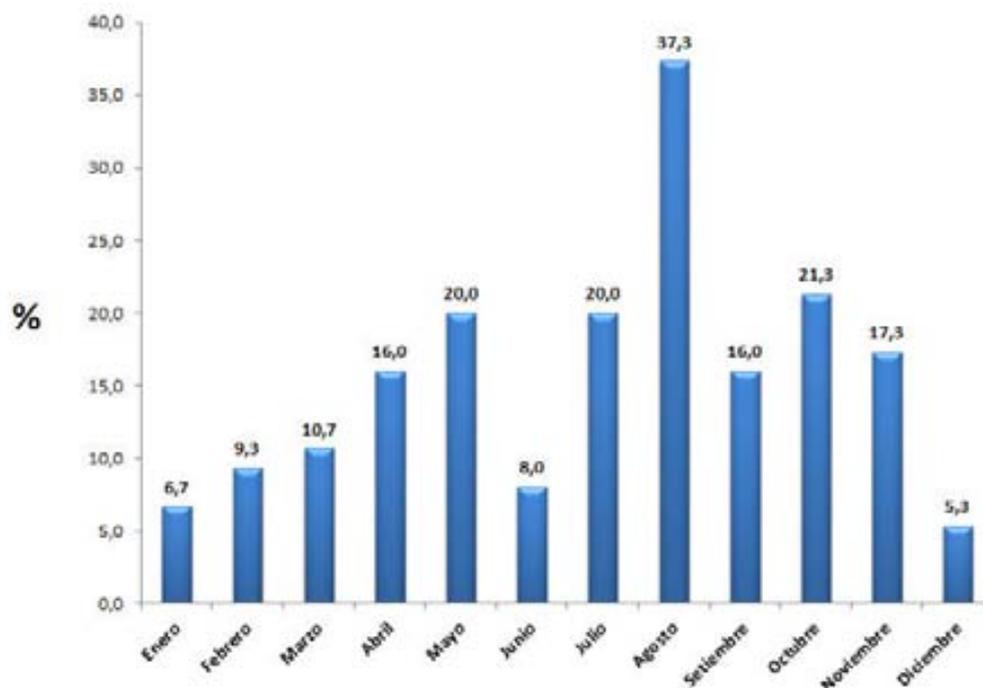


Figura 5. Distribución porcentual de partos por meses del año.

Los meses de julio, octubre, junio y septiembre son los que presentan una mayor incidencia de abortos (Figura 7), que coincide con la época de estiaje de la región Apurímac, que se calcula es entre los meses de agosto a octubre (Vegas-Galdos *et al.*, 2012), está asociado con escasez y mala calidad de alimento (Arjel & Lascano, 1998). Por otro lado, hay que considerar que en condiciones de subnutrición y agravada por factores climáticos adversos (lluvia, frío, temporales), la cabra es muy susceptible a presentar abortos tardíos, alrededor de los 90 a 100 días de gestación (Cofré, 2001).

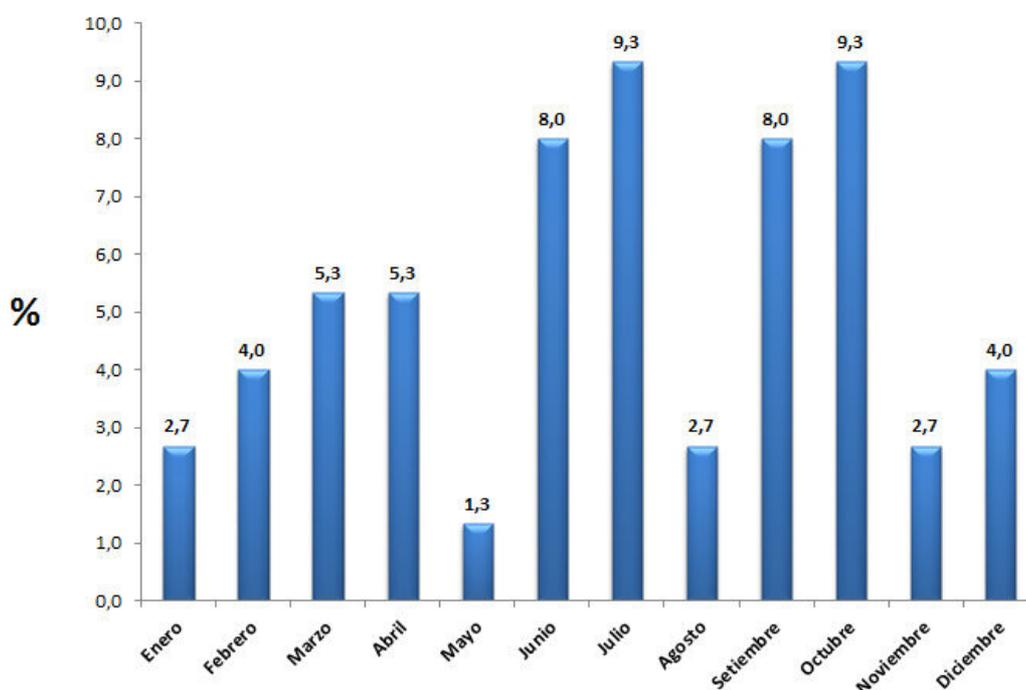


Figura 6. Distribución porcentual promedio del reporte de abortos por meses del año.

3.5 Instalaciones

En el 72% de las explotaciones disponen de corrales para alojar a las cabras. Los corrales suelen estar contruidos de madera, troncos y/o ramas, siendo éste el tipo de infraestructuras más frecuente en Chincheros y Abancay (Tabla 10). La mayoría de estos corrales tienen dimensiones de 1 a 40 m², con un área techada de 2 a 27 m² (Tabla 10). Con menor frecuencia se han observado corrales levantados con piedras, cuya dimensión está mayoritariamente entre 9 a 130 m². Este tipo de construcciones se pueden encontrar mayormente en Andahuaylas y Aymaraes (Tabla 10). Las sombras de 4 a 10 m², son utilizadas en solo 4 explotaciones localizadas en Aymaraes

(13,3%) y Abancay (13,3%). Ninguna explotación dispone de instalaciones como almacenes, silos, bebederos, comederos, propios o arrendados.

Tabla 10. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a las instalaciones.

Variables respecto a las instalaciones	Provincias					Total n=75
	Abancay n=15	Andahuaylas n=15	Chincheros n=15	Aymaraes n=15	Grau n=15	
Uso de corrales para la crianza de cabras	66,7	86,7	86,7	80,0	40,0	72,0
De madera, troncos y/o ramas	66,7	46,7	80,0	46,7	40,0	56,0
Dimensiones (m ²)						
[1-40]	53,3	20,0	53,3	46,7	40,0	42,7
[41-80]	6,7	6,7	6,7	0,0	0,0	4,0
[81-120]	6,7	13,3	6,7	0,0	0,0	5,3
[161-200]	0,0	6,7	13,3	0,0	0,0	4,0
Area techada (m ²)						
[2-14]	0,0	0,0	13,3	13,3	13,3	8,0
[15-27]	0,0	0,0	26,7	6,7	6,7	8,0
[28-40]	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	1,3
[41-53]	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0	2,7
De piedra	0,0	40,0	6,7	33,3	0,0	16,0
Dimensiones (m ²)						
[9-94]	0,0	6,7	6,7	26,7	0,0	8,0
[95-180]	0,0	26,7	0,0	0,0	0,0	5,3
[267-352]	0,0	6,7	0,0	6,7	0,0	2,7
Area techada (m ²)						
9	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	1,3
10	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	2,7
40	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	1,3
50	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	1,3
Hizo inversiones en los último 5 años	6,7	73,3	46,7	33,3	40,0	40,0
En infraestructuras	6,7	73,3	33,3	33,3	40,0	37,3
En pastos	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	1,3
En reproductores	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	1,3

Únicamente un 40% de las explotaciones hicieron inversiones en los últimos cinco años, y éstas se dedicaron especialmente a mejorar las infraestructuras. Invirtieron más en Andahuaylas (73,3%) y Chincheros (46,7%) (Tabla 10). Es posible que una de las causas de la poca inversión efectuada sea por el predominio de la tenencia comunal de los terrenos productivos (Bedotti *et al.*, 2005) o tal vez por la desconfianza que les resulta invertir parte de sus escasos recursos económicos en actividades que no les redituen un beneficio económico a corto plazo. La precariedad de las

explotaciones se evidencia observando los alojamientos de las cabras, muy sencillos y de bajo coste (Baró, 1984; Sánchez y Sánchez, 1995), construidas con materiales de la zona (Mateos, 1990; Pulido *et al.*, 1995c), enmarcada en lo que comúnmente se puede encontrar en América Latina, donde la infraestructura necesaria para realizar la comercialización y el transporte de los productos es inadecuado, el empleo de las tecnologías de comunicación e información en la toma de decisiones es limitado, y las inversiones públicas y privadas respecto a la investigación agropecuaria son exiguas (CEPAL *et al.*, 2012).

3.6 Sanidad

En las explotaciones caprinas la utilización del calendario ganadero no está generalizada (Tabla 11), lo que implica que la mayoría de productores estarían imposibilitados para tomar decisiones adecuadas de manera programada y efectiva respecto a las enfermedades que se presenten en sus animales, lo cual incrementa el riesgo de mortalidad y las pérdidas económicas consecuentes. Peor aún, si consideramos que el acceso a los servicios veterinarios no es posible para los pequeños productores (CEPAL *et al.*, 2012). Chincheros muestra el mayor porcentaje en el uso del calendario ganadero.

Excepcionalmente en algunas explotaciones realizan una desparasitación interna y externa al año (Tabla 11). No se realizan vacunaciones. Estas precarias condiciones sanitarias son comunes en los sistemas extensivos donde se cría cabras (Mellado *et al.*, 1991), por esta razón los organismos pertinentes deberían de involucrarse más en esta problemática.

Según los capricultores encuestados las enfermedades que más repercusiones económicas tienen en las explotaciones, en orden de importancia son: ectima contagioso (29,3%), neumonía (28,0%), fasciolosis (16,0%), diarreas (9,3%), parasitosis (8,0%), pederia (5,3%). Cuando esta información se analiza por provincias se observa que la preocupación que les produce a los productores las diferentes enfermedades es muy diferente, en Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes y Grau, respectivamente las que sobresalen son: la neumonía (93,3%), fasciolosis (73,3%), ectima contagioso (66,7% y 60,0%) (Tabla 11). Exclusivamente en Abancay, en tres explotaciones contestaron que ninguna enfermedad les causaba perjuicios económicos, sin embargo las demás mencionan que se ven afectadas preponderantemente por la diarrea (46,7%).

Tabla 11. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a las condiciones sanitarias.

Variables respecto a la situación sanitaria	Provincias					Total n=75
	Abancay n=15	Andahuaylas n=15	Chincheros n=15	Aymaraes n=15	Grau n=15	
Utilizan calendario ganadero	0,0	6,7	13,3	6,7	0,0	5,3
Realizan desparasitación interna	26,7	13,3	53,3	33,3	13,3	28,0
Realizan desparasitación externa	0,0	13,3	0,0	40,0	40,0	18,7
Enfermedad que tiene más repercusión económica en la explotación						
Ninguna enfermedad	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
Ectima contagioso	20,0	0,0	0,0	66,7	60,0	29,3
Neumonía	6,7	93,3	6,7	20,0	13,3	28,0
Diarreas	46,7	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3
Parasitosis	6,7	0,0	0,0	13,3	20,0	8,0
Fasciolosis	0,0	0,0	73,3	0,0	6,7	16,0
Pedera	0,0	6,7	20,0	0,0	0,0	5,3

3.7 Aspectos laborales

Las explotaciones caprinas apurimeñas están controladas por los miembros de una misma familia. La persona que gestiona en forma corriente y cotidiana la explotación es el titular (propietario) en un 96% de los casos. Tiene una edad promedio de 49 años y es mujer en 50,7%. Solo en Chincheros (80%) y Grau (60%) el gestor mayoritariamente es hombre (Tabla 12.1). Los responsables de las explotaciones no suelen tener estudios (33,3%) o tienen preponderantemente un bajo grado de escolaridad (educación primaria; 41,3%), similar a lo que sucede en las explotaciones caprinas del oeste pampeano en Argentina (Bedotti *et al.*, 2005). El número de trabajadores que concentra cada explotación dedicada a la crianza de cabras varía de 1 a 4, aunque lo más frecuente es encontrar 2 (40%) ó 3 (40%); el total de horas laboradas en cada explotación varía entre 6 y 11 horas (Tabla 12.1), explicado por el sistema de crianza ganadera mixta y el traslado diario del ganado a las laderas de los cerros ubicados en zonas distantes de los lugares donde duermen normalmente los animales.

Tabla 12.1. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a los aspectos laborales.

Variables respecto a los aspectos laborales	Provincias					Total n=75
	Abancay n=15	Andahuaylas n=15	Chincheros n=15	Aymaraes n=15	Grau n=15	
Persona quien gestiona la explotación						
Titular (propietario)	93,3	100,0	93,3	100,0	93,3	96,0
Miembro de la familia	6,7	0,0	6,7	0,0	6,7	4,0
Sexo del propietario						
Varón	33,3	26,7	80,0	46,7	60,0	49,3
Mujer	66,7	73,3	20,0	53,3	40,0	50,7
Nivel de estudios del propietario						
Sin estudios	60,0	46,7	26,7	33,3	0,0	33,3
Primaria	33,3	40,0	40,0	60,0	33,3	41,3
Secundaria	6,7	13,3	33,3	0,0	60,0	22,7
Superior	0,0	0,0	0,0	6,7	6,7	2,7
Nº de trabajadores por explotación						
1	13,3	6,7	13,3	20,0	6,7	12,0
2	46,7	46,7	53,3	26,7	26,7	40,0
3	26,7	46,7	26,7	33,3	66,7	40,0
4	13,3	0,0	6,7	20,0	0,0	8,0
Nº de horas trabajadas en la explotación por día						
[3-5]	6,7	0,0	0,0	20,0	0,0	5,3
[6-8]	60,0	26,7	53,3	40,0	33,3	42,7
[9-11]	33,3	66,7	46,7	33,3	66,7	49,3
[12-14]	0,0	6,7	0,0	6,7	0,0	2,7

En las 75 explotaciones donde se realizó la encuesta se contabilizaron un total de 183 trabajadores (81♂ y 102♀), 36 correspondían a Abancay (18♂ y 18♀); 36 a Andahuaylas (10♂ y 26♀); 34 a Chincheros (18♂ y 16♀); 38 a Aymaraes (16♂ y 22♀) y 39 a Grau (19♂ y 20♀). Las características de estos trabajadores se pueden observar en la Tabla 12.2.

Tabla 12.2. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a los aspectos laborales.

Variables respecto a los aspectos laborales	Provincias					Total n=183
	Abancay n=36	Andahuaylas n=36	Chincheros n=34	Aymaraes n=38	Grau n=39	
Sexo del trabajador						
Varón	50,0	27,8	52,9	42,1	48,7	44,3
Mujer	50,0	72,2	47,1	57,9	51,3	55,7
Nivel de estudios						
Sin estudios						
Varón	11,1	2,8	5,9	0,0	0,0	3,8
Mujer	25,0	25,0	14,7	18,4	0,0	16,4
Primaria						
Varón	22,2	11,1	17,6	26,3	20,5	19,7
Mujer	16,7	19,4	17,6	26,3	23,1	20,8
Secundaria						
Varón	16,7	13,9	29,4	7,9	23,1	18,0
Mujer	8,3	27,8	14,7	13,2	28,2	18,6
Superior						
Varón	0,0	0,0	0,0	7,9	5,1	2,7
Mujer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Edad de los criadores (años)						
[6-32]	38,9	47,2	41,2	42,1	43,6	42,6
[33-59]	36,1	38,9	50,0	44,7	48,7	43,7
[60-86]	25,0	13,9	8,8	13,2	7,7	13,7

Los más altos porcentajes referente al nivel de estudios de los criadores de cabras como se ve en la Tabla 12.2 se concentran en el nivel primario y secundario. Aymaraes y Abancay tienen el más alto porcentaje de sus criadores con educación primaria; Grau, Chincheros y Andahuaylas lo tienen pero en el nivel de educación secundaria. Los que no tienen estudios se concentran más en Abancay y Andahuaylas. Son mujeres las que están vinculadas de manera mayoritaria con el manejo del ganado caprino en un 55,7% respecto al total de criadores. Sólo en Chincheros el porcentaje de varones (52,9%) es mayor (Tabla 12.2). Un 29,4% y 8,6% del total de mujeres y varones no tienen estudios, respectivamente. De la misma manera se puede observar que un porcentaje reducido de varones han cursado estudios superiores (6,2%), lo que no ha sucedido con las mujeres (Figura 7).

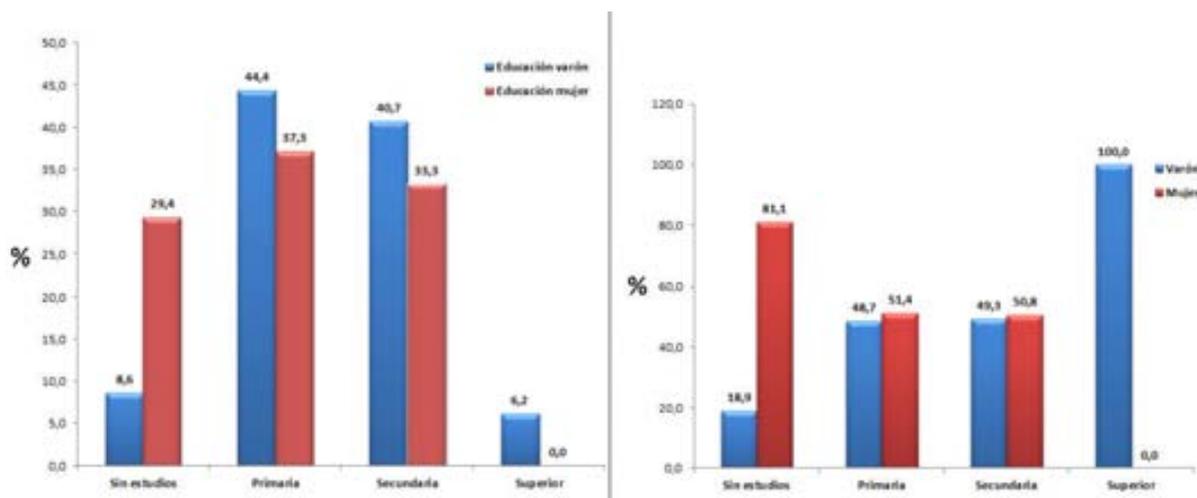


Figura 7. Nivel de estudios de los criadores en términos porcentuales por sexo y entre sexos.

En relación a la edad de los trabajadores, los dos grupos etarios que más sobresalen son de 6 a 14 años (19,1%) y 42 a 50 años (17,5%) (Figura 8).

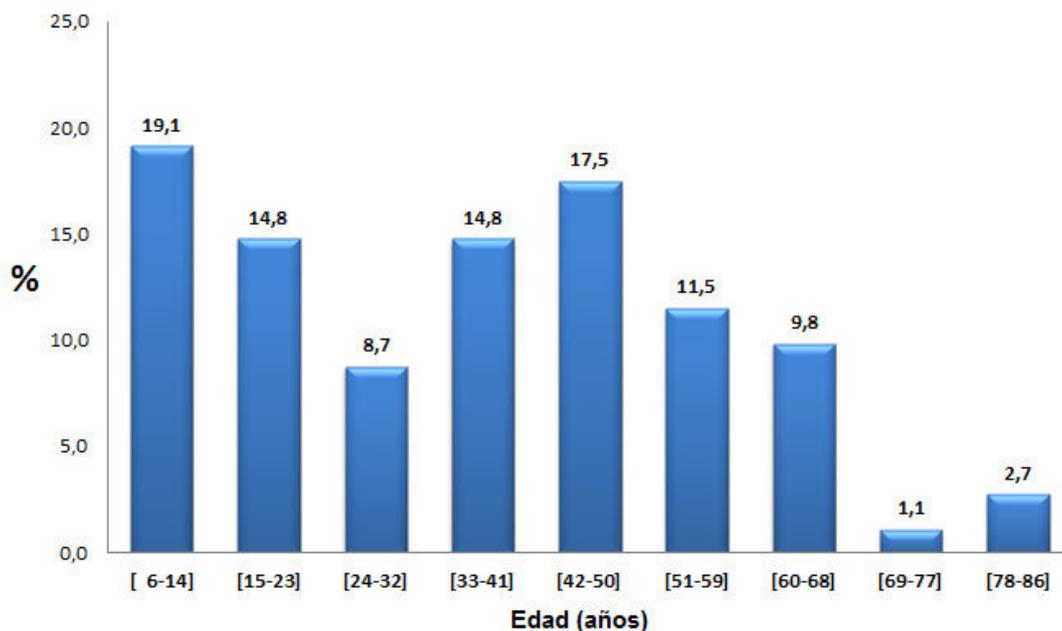


Figura 8. Distribución porcentual por grupos etarios.

Las provincias en las que los criadores jóvenes (6 a 14 años) son más representativos son Aymaraes (29%) y Grau (20,5%) (Figura 9), en Grau y Andahuaylas no tienen criadores de edad avanzada (69 a 86 años).

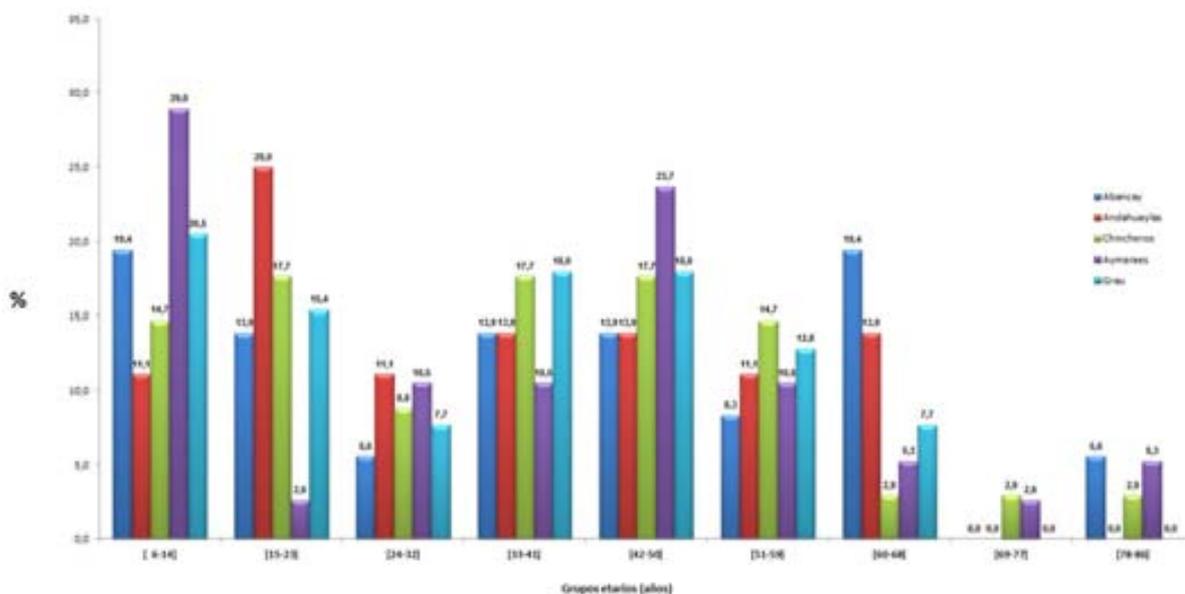


Figura 9. Distribución porcentual por grupos etarios respecto a las provincias.

Para realizar un análisis sobre la continuidad de las explotaciones se clasificó a los capricultores en tres grupos etarios: 6 a 32, 33 a 59 y 60 a 86 años. En general, el 42,6% de los criadores se ubican en el intervalo de 6 a 32 años, el 43,7% al intervalo de 33 a 59 años y sólo el 13,7% son criadores de más de 60 años (Tabla 12.2). Lo que indicaría que hay una población joven implicada en la crianza de cabras.

Se puede observar en la Figura 10 que el nivel educativo de los criadores varía de acuerdo al grupo etario, los criadores del grupo de 60 a 86 años no cursaron estudios secundarios y superiores, sin embargo, el caso contrario ocurre a los que se encuentran en los grupos de 6 a 32 y 33 a 59 años, cuya situación educativa es mejor. Estos resultados son indicativos de que el nivel educativo generacional tiende a una mejora sustantiva.

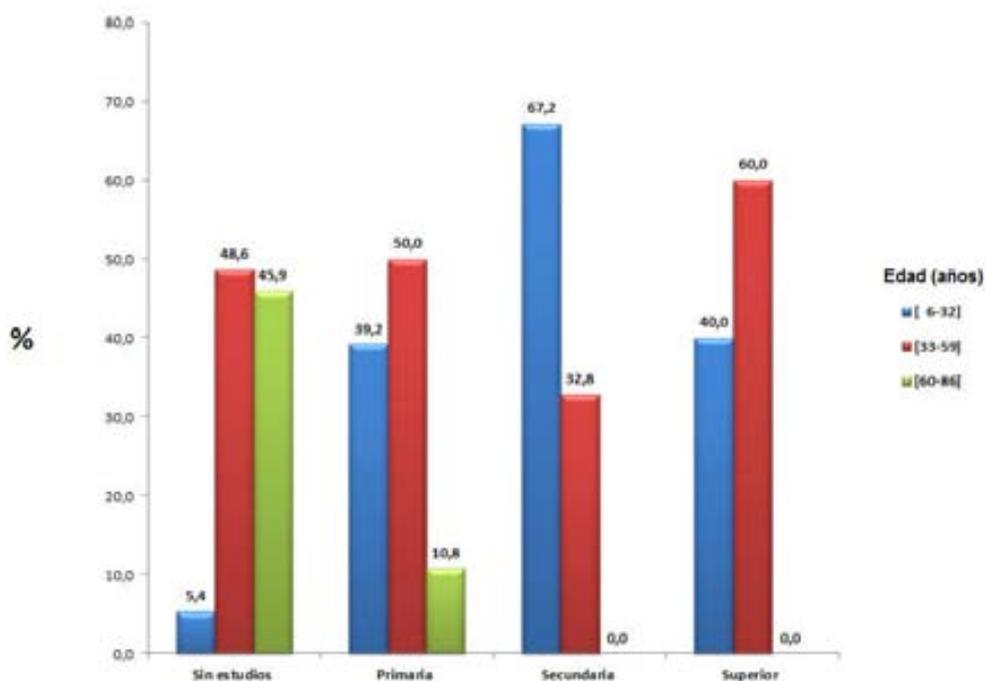


Figura 10. Distribución porcentual de los trabajadores por nivel educativo considerando tres grupos etarios.

La edad promedio de los trabajadores es 36,3 años, la más baja se observa en Grau (33,9) y la más alta en Abancay (38,6). Las mujeres tienen una mayor edad (37,9) en relación a los varones (34,3). La edad media de los que no tienen estudios (54,5) es superior frente a los que tienen estudios primarios (36,4), secundarios (26,1) y superiores (38), de acuerdo a la tendencia observada anteriormente (Tabla 12.3).

El total de horas trabajadas en una explotación por día en promedio es 8,5 horas y 1,1 UTA por explotación. Respecto a las horas dedicadas en promedio por trabajador/día a la crianza caprina, la cifra más baja y alta se registra en Aymaraes (3,2) y Andahuaylas (3,7), respectivamente. En Grau se observa el mayor promedio de trabajadores por explotación (2,6) y en Chincheros el menor (2,3) (Tabla 12.3), aunque en todos los casos el número de trabajadores implicados en la crianza de cabras es muy alto si se tiene en cuenta el pequeño tamaño de los rebaños.

Tabla 12.3. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a los aspectos laborales.

Provincias	Abancay		Andahuaylas		Chincheros		Aymaraes		Grau		Total	
	n	Media	n	Media	n	Media	n	Media	n	Media	N	Media
Edad del propietario (años)	15	49,5	15	48,0	15	49,0	15	52,2	15	44,2	75	48,6
Nº de trabajadores por explotación	15	2,4	15	2,4	15	2,3	15	2,5	15	2,6	75	2,4
Horas dedicadas por los trabajadores/explotación/día	15	8,2	15	9,0	15	8,3	15	8,0	15	9,2	75	8,5
Edad promedio trabajador (años)	36	38,6	36	35,5	34	37,1	38	36,8	39	34,0	183	36,3
Edad promedio de las trabajadores varones (años)	18	33,3	10	29,7	18	36,6	16	36,6	19	33,5	81	34,3
Edad promedio de las trabajadoras mujeres (años)	18	43,9	26	37,7	16	37,6	22	36,9	20	34,4	102	38,0
Edad promedio del trabajador sin estudios	13	58,5	10	57,3	7	43,4	7	54,4	0	0,0	37	54,5
Edad promedio del trabajador con educación primaria	14	30,5	11	35,8	12	48,3	20	36,8	17	32,5	74	36,4
Edad promedio del trabajador con educación secundaria	9	22,6	15	20,7	15	25,1	8	21,0	20	34,7	67	26,1
Edad promedio del trabajador con educación superior	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	37,7	2	38,5	5	38,0
Horas de labor por trabajador en un día	36	3,4	36	3,8	34	3,7	38	3,2	39	3,5	183	3,5
Horas de labor por trabajador en un día (varones)	18	2,9	10	3,4	18	4,1	16	3,3	19	3,6	81	3,5
Horas de labor por trabajador en un día (mujeres)	18	3,9	26	3,9	16	3,1	22	3,1	20	3,4	102	3,5

3.8 Otros aspectos

El alto número de explotaciones de reciente implantación en la última década (40,0%), demuestra que existe interés en este tipo de actividad productiva, a pesar de la existencia de problemas percibidos como relevantes, como el deterioro de los cultivos causado por las cabras y la presentación de enfermedades (Tabla 13). Los productores que han manifestado su deseo de continuar criando cabras en el futuro en la región Apurímac representan el 81,3% y los que no saben o la abandonarán suman el 18,6%. En Aymaraes y Abancay se observaron los porcentajes más elevados de

capricultores que deseaban abandonar la actividad. La perspectiva de continuidad es similar a la reportada en Argentina (80%; Bedotti *et al.*, 2005) y muy superior a la de Murcia, España (42%; Falagán, 1988). De acuerdo a los resultados obtenidos serán los propios familiares (81,3%) los que van a relevar a los que hoy son titulares en la crianza de cabras (Tabla 13).

Tabla 13. Porcentaje de explotaciones caprinas apurimeñas que cumplen una característica respecto a otros aspectos.

Variables respecto a otros aspectos	Provincias					Total n=75
	Abancay n=15	Andahuaylas n=15	Chincheros n=15	Aymaraes n=15	Graú n=15	
Continuidad de la explotación						
Si	66,7	93,3	86,7	60,0	100,0	81,3
No	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	1,3
No lo sabe	33,3	6,7	13,3	33,3	0,0	17,3
Relevo generacional en la explotación						
Familiares	66,7	93,3	86,7	60,0	100,0	81,3
No lo sabe	33,3	6,7	13,3	40,0	0,0	18,7
Tiempo que cria cabras						
Menos de 5 años	0,0	20,0	20,0	0,0	20,0	12,0
De 5 a 10 años	20,0	26,7	20,0	46,7	26,7	28,0
Más de 10 años	80,0	53,3	60,0	53,3	53,3	60,0
Problema más importante en la crianza de cabras						
No genera muchos ingresos económicos	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	4,0
Presencia de enfermedades en la zona	0,0	40,0	20,0	20,0	13,3	18,7
Causan deterioros en sus cultivos	86,7	33,3	53,3	46,7	46,7	53,3
Los productos de la crianza son poco apreciados	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	1,3
La explotación caprina requiere mucha dedicación en tiempo e inversión de dinero	13,3	26,7	6,7	0,0	13,3	12,0
Presencia de depredadores	0,0	0,0	0,0	33,3	20,0	10,7

3.9 Resultados del análisis de correspondencia múltiple (ACM)

La matriz de discriminación obtenida en el ACM indica que las variables que se asocian según su frecuencia e importancia en la primera dimensión son (Tablas 14.1 y 14.2): PRA, DES, EEL, FOV, EPR, IRE, DEX, SEA, SPR, ECP y EEX. Mientras que en la segunda dimensión están: ERE, OPR, ACC, IUA, TPO, PIC, ORC y TTT. La medida de la varianza explicada por cada dimensión es 20,4% y 17,6%, respectivamente, totalizando un 38%. Se observa que la primera dimensión está conformada principalmente por variables estructurales indicativas del acceso de la explotación a determinados recursos y características de los mismos y esto se relaciona con determinadas prácticas como son la desparasitación y suplementación alimentaria (factores técnico-administrativos). La segunda dimensión está conformada por variables muy relacionadas con la actividad caprina como son la tendencia en el censo, la orientación productiva y las inversiones realizadas (factores económicos) (Tablas 14.1 y 14.2). La consistencia interna de los datos es alta (Alfa de Cronbach igual a 0,76).

Las variables que evidenciaron un alto valor medio de discriminación en ambas dimensiones fueron PRA (0,46) y ERE (0,42) (Figura 11; Tablas 14.1 y 14.2).

Tabla 14.1. Matriz de discriminación de 19 variables cualitativas respecto a las explotaciones caprinas apurimeñas (ACM).

Variables cualitativas	Categorías	Dimensión		Media
		1	2	
Acceso a la explotación (ACC)	Camino de herradura	0,22	0,35	0,28
	Camino afirmado			
	Carretera asfaltada			
Uso de energía eléctrica (EEL)	Red pública	0,35	0,26	0,31
	Grupo electrógeno			
	No usa			
Procedencia del agua (PRA)	Rio	0,62	0,29	0,46
	Acequia			
	Red pública			
	Manantial			
Disposición de excretas (DES)	Letrinas	0,42	0,17	0,30
	Campo abierto			
	Red pública			
Tendencia poblacional caprina (TPO)	Sube	0,13	0,20	0,17
	Baja			
	Se mantiene			
Forma de venta de animales (FOV)	Directamente	0,35	0,03	0,19
	Intermediario			
	No vende			
Intercambio de reproductores (IRE)	IRE si	0,26	0,15	0,20
	IRE no			
Tipo de tenencia de tierras (TTT)	Propiedad	0,11	0,11	0,11
	Comunal			
Suplementación estratégica alimentaria (SEA)	SEA si	0,14	0,01	0,07
	SEA no			
Existencia de corral de piedra (ECP)	ECP si	0,10	0,07	0,08
	ECP no			
Inversiones en los últimos 5 años (IUA)	IUA si	0,02	0,23	0,13
	IUA no			
Realizan desparasitación externa (DEX)	DEX si	0,17	0,04	0,11
	DEX no			

Tabla 14.2 Matriz de discriminación de 19 variables cualitativas respecto a las explotaciones caprinas apurimeñas (ACM).

Variables cualitativas	Categorías	Dimensión		Media
		1	2	
Enfermedad que tiene más repercusiones económicas (ERE)	Ninguna	0,17	0,66	0,42
	Ectima contagioso			
	Neumonía			
	Diarreas			
	Parasitosis			
	Fasciolosis			
	Pedera			
Sexo del propietario (SPR)	Varón	0,13	0,02	0,08
	Mujer			
Escolaridad del propietario (EPR)	Sin estudios	0,33	0,03	0,18
	Primaria			
	Secundaria			
	Superior			
Relevo generacional (EEX)	Familiares	0,09	0,07	0,08
	No lo sabe			
Problema más importante causado por cabras (PIC)	No genera muchos ingresos económicos	0,16	0,18	0,17
	Presencia de enfermedades en la zona			
	Causan deterioros en los cultivos			
	Los productos de la crianza son poco apreciados			
	La explotación caprina requiere mucha dedicación en tiempo e inversión de dinero			
	Presencia de depredadores			
Orientación productiva caprina (OPR)	Carne	0,05	0,37	0,21
	Leche			
	Ambas			
Ordeña de cabras (ORC)	ORC si	0,06	0,11	0,08
	ORC no			
% de la varianza		20,35	17,64	19,00

Alfa de Cronbach promedio igual a 0,76

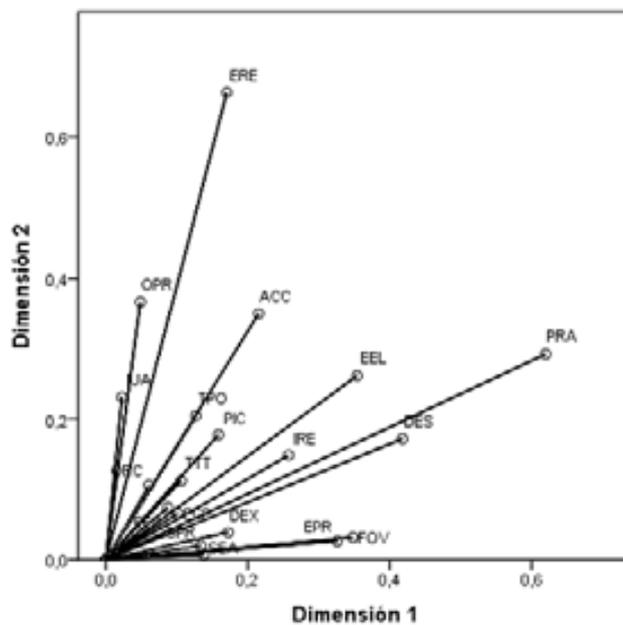


Figura 11. Medidas de discriminación de variables cualitativas en las explotaciones caprinas apurimeñas.

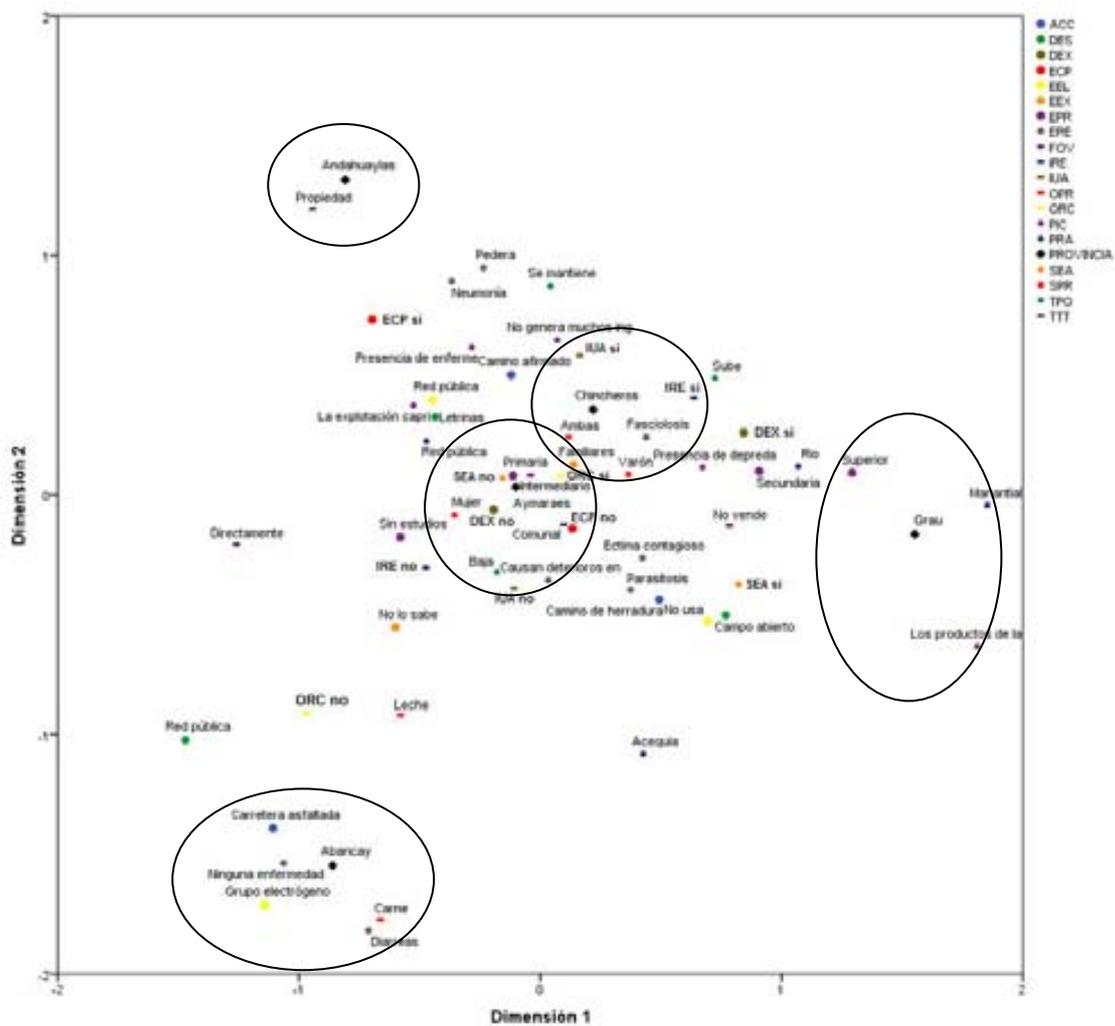


Figura 12. Relación entre las categorías de las variables cualitativas en las cinco provincias.

En la Figura 12 obtenida a través del ACM, se observan las categorías de las variables cualitativas que más discriminan a las explotaciones caprinas de las cinco provincias (encerradas en un círculo). Información complementaria se muestra en las Tablas 27.1; 27.2 y 27.3 de anexos. Las categorías más discriminatorias son las siguientes:

En las explotaciones caprinas de Abancay:

- La vía de acceso a las explotaciones es mediante carretera asfaltada en el 46,7%.
- La enfermedad que más repercute económicamente en la explotación está vinculada a la diarrea en el 46,7% de los casos.
- Usan grupo electrógeno para generar energía en el 6,7%.
- Se cría cabras para producir carne en el 33,3%.



Figura 13. Crianza caprina en la provincia de Abancay.

En las explotaciones caprinas de Andahuaylas:

- El tipo de tenencia de los terrenos es en propiedad y representa el 33,3%.



Figura 14. Crianza caprina en la provincia de Andahuaylas.

En las explotaciones caprinas de Chincheros:

- El problema más importante en la crianza de cabras es que no genera muchos ingresos económicos en el 20%.
- Se realizaron inversiones en los últimos 5 años en el 46,7%.
- Se intercambian reproductores machos en el 60%.
- La enfermedad que más repercusión económica tiene es la fasciolosis en el 73,3%.
- El propietario es varón en el 80% de los casos.



Figura 15. Crianza caprina en la provincia de Chincheros.

En las explotaciones caprinas de Aymaraes:

- No suplementan estratégicamente en la alimentación de cabras en el 86,7%.
- El propietario es mujer en el 53,3%.
- La escolaridad del propietario es del nivel primario en el 60% de los casos.
- La forma de venta es mediante un intermediario en el 93,3%.
- Ordeñan a las cabras en el 100%.
- El tipo de tenencia de tierra es comunal en el 93,3%.
- Uno de los problemas más importantes en la crianza de cabras es el deterioro a los cultivos en el 46,7%.
- La tendencia poblacional caprina es decreciente en el 80%.
- No usan corrales de piedra en el 66,7%.
- No hubo inversión en los últimos 5 años en el 66,7%.
- No realizan la desparasitación externa en las cabras en el 60%.



Figura 16. Crianza caprina en la provincia de Aymaraes.

En las explotaciones caprinas de Grau:

- La procedencia del agua que se provee a las cabras es de manantial en el 40%.
- El propietario tiene educación superior en el 6,7%.
- Uno de los problemas más importantes en la crianza de cabras es que la producción lograda es poco apreciada en el 6,7%.



Figura 17. Crianza caprina en la provincia de Grau.

3.10 Resultados del análisis de componentes principales (ACP)

La matriz de componentes principales rotados considerando las cargas factoriales muestra claramente que en la primera, segunda y tercera componente, se asocian las variables: número de cabras por explotación, UTA por cabra; superficie agrícola utilizada, unidades ganaderas; porcinos por cabra, respectivamente. La primera componente explica el 33,4% de la varianza, la segunda el 33,2% y la tercera el 23,5%, totalizando un 90,2% (Figura 18; Tabla 15). Dada la naturaleza de las variables, podemos decir que la primera, la segunda y la tercera componente están relacionadas con la productividad del trabajo, carga ganadera y predilección en la crianza de cabras, respectivamente.

Tabla 15. Matriz de componentes principales rotados considerando las variables seleccionadas.

Variables	Componentes		
	1	2	3
Nº de caprinos por explotación	0,95	0,06	0,00
Superficie agrícola utilizada (SAU)	-0,00	0,95	-0,08
Unidades ganaderas (UG)	0,24	0,85	0,29
UTA por cabra	-0,82	-0,16	0,42
Porcinos por cabra	-0,18	0,12	0,95
% de la varianza	33,40	33,23	23,54

KMO igual a 0,502; esfericidad de Barlett $P < 0,001$

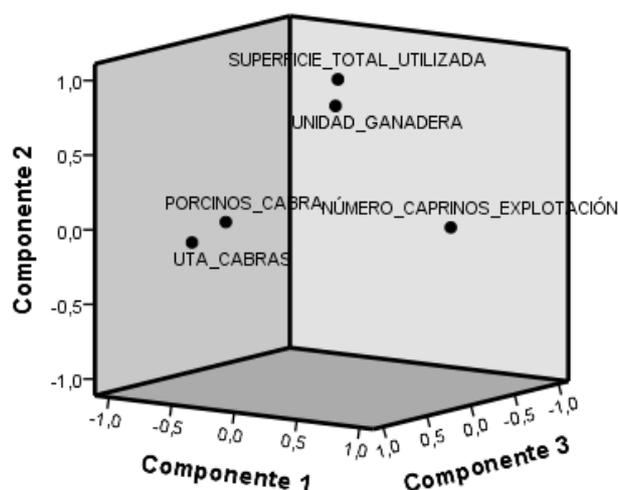


Figura 18. Componentes principales en espacio rotado referente a las variables seleccionadas.

3.11 Resultados obtenidos del análisis de conglomerados de K medias

Las 75 explotaciones caprinas fueron clasificadas en 3 grupos de acuerdo a los valores centrales (centroides) de las cinco variables de interés (Tabla 16). El ANOVA muestra que sólo la variable porcinos por cabra no fue significativa estadísticamente al contrastarla con los grupos definidos por los conglomerados.

Tabla 16. Centroides de los conglomerados finales de las variables seleccionadas.

Variables	Grupos			Sig.
	1	2	3	
Nº de caprinos por explotación	35,88	18,86	7,37	***
Superficie agrícola utilizada (SAU)	1,89	5,55	1,82	***
Unidades ganaderas (UG)	10,09	15,64	7,10	***
UTA por cabra	0,03	0,06	0,19	***
Porcinos por cabra	0,08	0,14	0,33	n.s.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

El Grupo 1, Grupo 2 y Grupo 3 quedaron conformados por 8, 21 y 46 explotaciones respectivamente. En mayor porcentaje está integrado el Grupo 1 por las explotaciones de Andahuaylas; el Grupo 2, por las de Aymaraes y Grau; y el Grupo 3, por las de Abancay y Chincheros (Figura 19; Tabla 17).

Tabla 17. Número y porcentaje de explotaciones caprinas clasificadas en los grupos formados por el método de conglomeración de K medias.

Provincias	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	N	%	N	%	N	%
Abancay	1	12,5	3	14,3	11	23,9
Andahuaylas	5	62,5	4	19,0	6	13,0
Chincheros	0	0,0	2	9,5	13	28,3
Aymaraes	1	12,5	5	23,8	9	19,6
Grau	1	12,5	7	33,3	7	15,2
Total	8	10,7	21	28,00	46	61,3

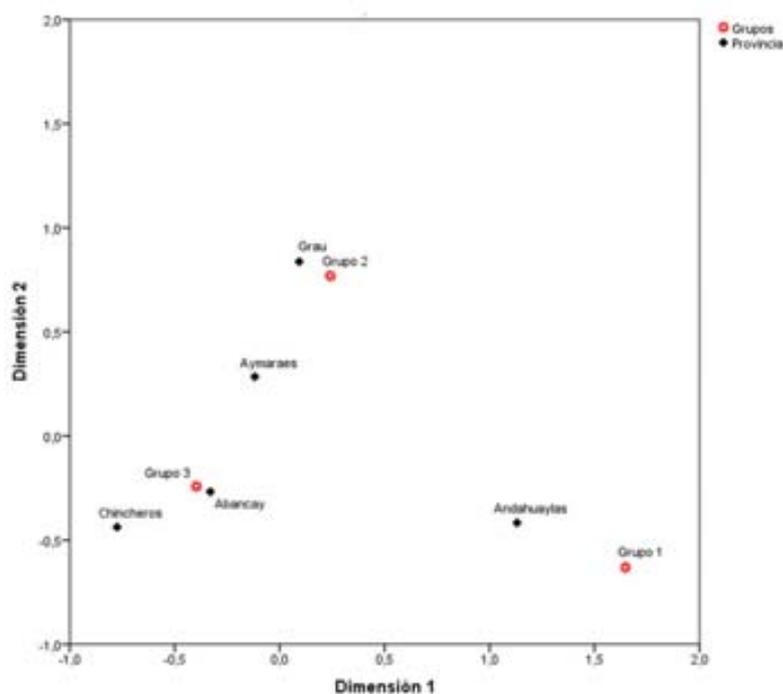


Figura 19. Tendencia de las explotaciones caprinas de las cinco provincias a ser agrupados en los Grupos 1, 2 y 3 (χ^2 ; $P < 0,05$).

Los resultados del ACP permitieron agrupar y diferenciar las explotaciones en función de sus características, y mejorar la interpretación de los datos (Tabla 15). La caracterización de cada grupo se muestra en la Tabla 18, en la que se definieron tres estratos de clasificación intergrupos (alto, medio, bajo), se hace la salvedad de que los datos disponibles son en algunos casos aproximados.

Tabla 18. Estadísticos descriptivos, análisis de varianza y clasificación de los grupos de explotaciones caprinas apurimeñas de acuerdo a los componentes principales.

Variables respecto a los componentes principales	Grupo 1 n=8		Grupo 2 n=21		Grupo 3 n=46		Sig.
	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	
Productividad del trabajo (Nº de cabras/UTA)	34,97 ^a	11,3	16,43 ^b	4,3	7,58 ^c	5,0	***
Carga ganadera (UG/SAU)	11,54 ^a	11,4	5,02 ^b	5,3	5,45 ^b	4,3	*
Predilección en la crianza de cabras (porcinos por cabra)	0,08	0,1	0,14	0,2	0,33	1,1	n.s.
Productividad del trabajo	Alta		Media		Baja		
Carga ganadera	Alta		Media		Media		
Predilección en la crianza de cabras	Alto		Medio		Bajo		

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar.

Las 34 variables cuantitativas y 13 indicadores reordenados en cada uno de los 3 grupos formados fueron contrastadas mediante el ANOVA mostrando diferencia

CAPÍTULO II: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

estadística 18 variables y 5 indicadores (Tablas 19 y 20). De la misma forma se reorganizó las 29 variables cualitativas (Tabla 21) y se efectuó la prueba de Chi-cuadrado (χ^2), solo la tendencia poblacional caprina mostró diferencia significativa ($P<0,05$).

Tabla 19. Valores medios y análisis de varianza entre grupos para las variables de las explotaciones caprinas apurimeñas.

Variables cuantitativas	Grupo 1 n=8	Grupo 2 n=21	Grupo 3 n=46	Total	Sig.
Distancia al núcleo urbano (km)	4,63	4,52	6,78	5,92	n.s.
Nº de caprinos por explotación	35,88 ^a	18,86 ^b	7,37 ^c	13,63	***
Machos mayores de 1 año	2,13 ^a	1,62 ^a	0,57 ^b	1,03	**
Hembras mayores de 1 año	15,25 ^a	9,29 ^b	3,30 ^c	6,25	***
Animales menores de 1 año	18,50 ^a	7,95 ^b	3,50 ^c	6,35	***
Hembras que se incorporan al ciclo productivo anual	4,25 ^a	2,81 ^b	1,07 ^c	1,89	***
Machos que se incorporan al ciclo productivo anual	1,00 ^a	0,95 ^a	0,30 ^b	0,56	***
Nº de animales muertos/año	5,00 ^a	4,24 ^a	1,35 ^b	2,55	***
Nº de nacidos/año	20,50 ^a	12,86 ^b	4,80 ^c	8,73	***
Cabras vendidas/año	4,00	2,10	2,46	2,52	n.s.
Cabritos autoconsumidos/año	0,75 ^a	0,86 ^a	0,20 ^b	0,44	***
Cabras autoconsumidas/año	3,25 ^a	1,81 ^{a,b}	1,13 ^b	1,55	*
Edad desvieje reproductoras (años)	4,19	4,12	3,77	3,91	n.s.
Edad desvieje reproductores (años)	3,44 ^a	1,69 ^b	1,76 ^b	1,92	**
Nº de vacunos	2,75 ^a	9,19 ^b	4,63 ^a	5,71	**
Nº de porcinos	2,63	2,43	1,24	1,72	n.s.
Nº de ovinos	8,50 ^{a,b}	13,00 ^a	2,13 ^b	5,85	***
Nº de equinos	1,50 ^a	3,81 ^b	1,37 ^a	2,07	**
Nº de cuyes	24,38	18,43	17,65	18,59	n.s.
Nº de aves	15,25	11,43	10,72	11,40	n.s.
Primer parto (meses)	14,13	13,67	13,46	13,59	n.s.
Superficie en propiedad (ha)	0,01	0,14	0,21	0,17	n.s.
Superficie de uso comunal (ha)	1,88 ^a	5,40 ^b	1,61 ^a	2,70	***
Corrales de madera, troncos y/o ramas (m ²)	34,13	24,10	22,11	23,95	n.s.
Area techada corrales de madera, troncos y/o ramas (m ²)	3,50	0,38	5,91	4,11	n.s.
Corrales de piedra en propiedad (m ²)	0,00	33,10	11,83	16,52	n.s.
Nº de trabajadores por explotación	2,25 ^a	2,86 ^b	2,28 ^a	2,44	*
Edad del propietario (años)	42,63	52,24	47,96	48,59	n.s.
Horas dedicadas por propietario/día	5,63	5,29	5,52	5,47	n.s.
Horas dedicadas por los trabajadores/explotación/día	8,63 ^{a,b}	9,38 ^b	8,13 ^a	8,53	*
Unidades de trabajo-año (UTA)	1,08 ^{a,b}	1,18 ^b	1,02 ^a	1,07	**
Litros de leche/cabra/día [✱]	0,94	1,00	0,99	0,99	n.s.
Kilogramos de carne/cabra	14,63	15,83	15,61	15,57	n.s.
Edad de la cabra al sacrificio (años)	2,69	2,17	1,99	2,11	n.s.

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa ($P<0,05$). ✱ Solo se considera los datos de los 69 productores que ordeñan.

Tabla 20. Valores medios y análisis de varianza entre grupos para los indicadores de las explotaciones caprinas apurimeñas.

Indicadores	Grupo 1 n=8	Grupo 2 n=21	Grupo 3 n=46	Total	Sig.
Tasa de reposición (%)	28,33	28,59	35,95	33,07	n.s.
Tasa de mortalidad (%)	13,75	23,06	20,97	20,78	n.s.
Vacunos por cabra	0,08	0,52	0,97	0,75	n.s.
Porcinos por cabra	0,08	0,14	0,33	0,25	n.s.
Ovinos por cabra	0,24	0,73	0,45	0,51	n.s.
Equinos por cabra	0,05	0,23	0,27	0,23	n.s.
Cuyes por cabra	0,66 ^a	1,03 ^a	3,55 ^b	2,53	*
Aves por cabra	0,45 ^a	0,60 ^a	2,01 ^b	1,45	**
Unidades ganaderas (UG)	10,10 ^a	15,64 ^b	7,10 ^a	9,81	***
Superficie agrícola utilizada/UG	0,17	0,35	0,37	0,34	n.s.
Superficie agrícola utilizada (SAU)	1,89 ^a	5,55 ^b	1,82 ^a	2,87	***
Superficie agrícola utilizada por cabra	0,06	0,33	0,36	0,32	n.s.
UTA por cabra	0,03 ^a	0,06 ^a	0,19 ^b	0,14	***

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

Los indicadores observados en la Tabla 20 varían mucho dependiendo del sistema de producción que se utilice, por ejemplo en la región noreste de la República Dominicana la tasa de reposición es 42,7% (Valerio *et al.*, 2010) y en España oscila del 10 al 30% (Mateos, 1990; Mainar *et al.*, 1994; Tejón *et al.*, 1995b). En México, la tasa de mortalidad registrada tuvo un rango de 22,9 a 26,7% (Echavarría *et al.*, 1992). La tasa de mortalidad tiende a ser más alta en los cabritos y de 6% a 9% en el caso de las cabras adultas (El Aich, 1995). Las explotaciones en áreas tropicales de Malasia tienen una superficie agrícola menor a 2 ha (Zari & Scappini, 1996), seguida por las explotaciones en áreas mediterráneas de Marruecos (3 ha) (El Aich, 1995) y los sistemas extensivos de clima semiárido y de montaña de México, con alrededor de 10 ha (Martínez, 1992; Hernández & Sierra, 1992).

Al contrastar nuestros resultados con los de Ruiz *et al.* (2008) se observa que en los sistemas de producción caprina lechera de Andalucía (España) existe un(a) mayor: tamaño del rebaño (353), superficie agrícola utilizada (275,4 ha) y superficie agrícola utilizada por cabra (0,73). Por el contrario se aprecia un(a) menor: tasa de reposición (21,1%), mortalidad (5,8%), indicador vacunos por cabra (0,03), indicador porcinos por cabra (0,1), indicador ovejas por cabra (0,22), indicador UTA por 100 cabras (0,71) y proporción de la labor familiar (73,8%).

De acuerdo al análisis de los valores medios correspondientes a todas las variables analizadas podemos describir a los grupos de la siguiente manera:

Grupo 1: Este grupo integrado por 8 explotaciones (10,7%) en su mayoría de la provincia de Andahuaylas (62,5%), en relación a los otros grupos poseen los rebaños más grandes (36 cabras), la productividad respecto a la UTA es la más alta, tienen una elevada carga ganadera por hectárea y una alta predilección por la crianza de cabras (Tabla 18).

Grupo 2: Está integrado por 21 explotaciones (28%) mayormente de las provincias de Grau (33,3%) y Aymaraes (23,8%), en relación a los otros grupos el tamaño de sus rebaños es mediano con 19 cabras, así como la productividad respecto a la mano de obra, la predilección por la crianza de cabras y la carga ganadera por hectárea (Tabla 18).

Grupo 3: Lo integran 46 explotaciones (61,3%) principalmente de las provincias de Chincheros (28,3%) y Abancay (23,9%) en relación a los otros grupos tienen los rebaños más pequeños de 7 cabras en promedio, su productividad referido a las UTA y predilección por la crianza de cabras es bajo, a la vez que la carga ganadera por hectárea es media (Tabla 18).

En un 68,0% de todas las explotaciones la tendencia poblacional caprina es decreciente en los últimos 5 años, siendo más preocupante en el Grupo 2 que alcanza el 76,2%. En términos generales los Grupos 1, 2 y 3; según las frecuencias relativas que superan el 80,0%, tienen principalmente las siguientes características (Tabla 21):

- Las explotaciones desean asociarse.
- El tipo de tenencia de tierra es comunal.
- No usan abonos ni productos fitosanitarios en los cultivos.
- No suplementan estratégicamente en la alimentación de caprinos.
- Reponen sus animales machos y hembras con los de la misma explotación.
- Tienen problemas para conseguir reproductores.
- No usan corrales de piedra.
- El propietario gestiona explotación.
- La orientación productiva es para leche y carne.
- Ordeñan a sus cabras.

Tabla 21. Frecuencias relativas para las categorías más representativas de las variables cualitativas y significación a la prueba de χ^2 entre grupos.

Variables cualitativas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total	Sig.
	n=8	n=21	n=46	n=75	
Las explotaciones desean asociarse	100,0	95,2	84,8	89,3	n.s.
Acceso a la explotación por camino afirmado	75,0	57,1	52,2	56,0	n.s.
Uso de energía eléctrica por red pública	87,5	57,1	54,3	58,7	n.s.
Disposición de excretas por letrinas	87,5	52,4	60,9	61,3	n.s.
Procedencia del agua red pública	87,5	61,9	67,4	68,0	n.s.
Tendencia poblacional decreciente en los últimos 5 años	37,5	76,2	69,6	68,0	*
Forma de venta de caprinos mediante intermediarios	62,5	61,9	67,4	65,3	n.s.
No venden permanente caprinos durante el año	75,0	61,9	54,3	58,7	n.s.
No realizan intercambio de reproductores entre explotaciones	50,0	42,9	65,2	57,3	n.s.
Tipo de tenencia de tierra comunal	87,5	95,2	89,1	90,7	n.s.
No uso de abonos y productos fitosanitarios en cultivos	100,0	95,2	95,7	96,0	n.s.
No suplementan estratégicamente en la alimentación de caprinos	87,5	81,0	84,8	84,0	n.s.
Reposición de machos de la misma explotación	100,0	95,2	87,0	90,7	n.s.
Reposición de hembras de la misma explotación	100,0	95,2	91,3	93,3	n.s.
Tiene problemas para conseguir reproductores	100,0	90,5	84,8	88,0	n.s.
Existe corral de madera, troncos y/o ramas	75,0	61,9	50,0	56,0	n.s.
No existe corral de piedra	100,0	81,0	82,6	84,0	n.s.
No realizaron inversiones durante los últimos 5 años	50,0	52,4	65,2	60,0	n.s.
No realizan desparasitación externa	75,0	76,2	84,8	81,3	n.s.
No realizan desparasitación interna	75,0	71,4	71,7	72,0	n.s.
Considera el ectima contagioso como la enfermedad que tiene más repercusiones económicas en la explotación	25,0	33,3	28,3	29,3	n.s.
El propietario gestiona la explotación	100,0	100,0	93,5	96,0	n.s.
El propietario es mujer	75,0	38,1	52,2	50,7	n.s.
Propietarios que tienen un nivel de educación primario	62,5	33,3	41,3	41,3	n.s.
Continuirán con la explotación caprina	87,5	90,5	76,1	81,3	n.s.
Relevo generacional en la explotación por familiares	87,5	90,5	76,1	81,3	n.s.
Tiempo dedicado a criar cabras mayor de 10 años	62,5	81,0	50,0	60,0	n.s.
Problema más importante en la crianza de cabras es que causan deterioros en los cultivos	37,5	52,4	56,5	53,3	n.s.
Orientación productiva del ganado caprino para leche y carne	100,0	95,2	76,1	84,0	n.s.
Si ordeña de cabras	100,0	100,0	87,0	92,0	n.s.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

3.12 Resultados del análisis discriminante

La probabilidad de pertenencia a un determinado grupo de todas las explotaciones analizadas, utilizando las regresiones lineales de los 3 componentes principales determinados fue del 92% y varía según el grupo: Grupo 1 (75%), Grupo 2 (85,7%) y Grupo 3 (97,8%) (Tabla 22). El Grupo 3 es el que más se diferencia del resto con respecto a sus características estructurales, posiblemente esto se deba a cuestiones culturales y económicas (Figura 20).

Tabla 22. Matriz de clasificación de pertenencias pronosticadas (%) por grupos.

Grupos	Grupo de pertenencia pronosticado			Total	
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3		
Recuento	Grupo 1	6	2	0	8
	Grupo 2	1	18	2	21
	Grupo 3	0	1	45	46
%	Grupo 1	75,0	25,0	0,0	100,0
	Grupo 2	4,8	85,7	9,5	100,0
	Grupo 3	0,0	2,2	97,8	100,0

Clasificados correctamente el 92% de los casos agrupados originales. M de Box $P < 0,001$

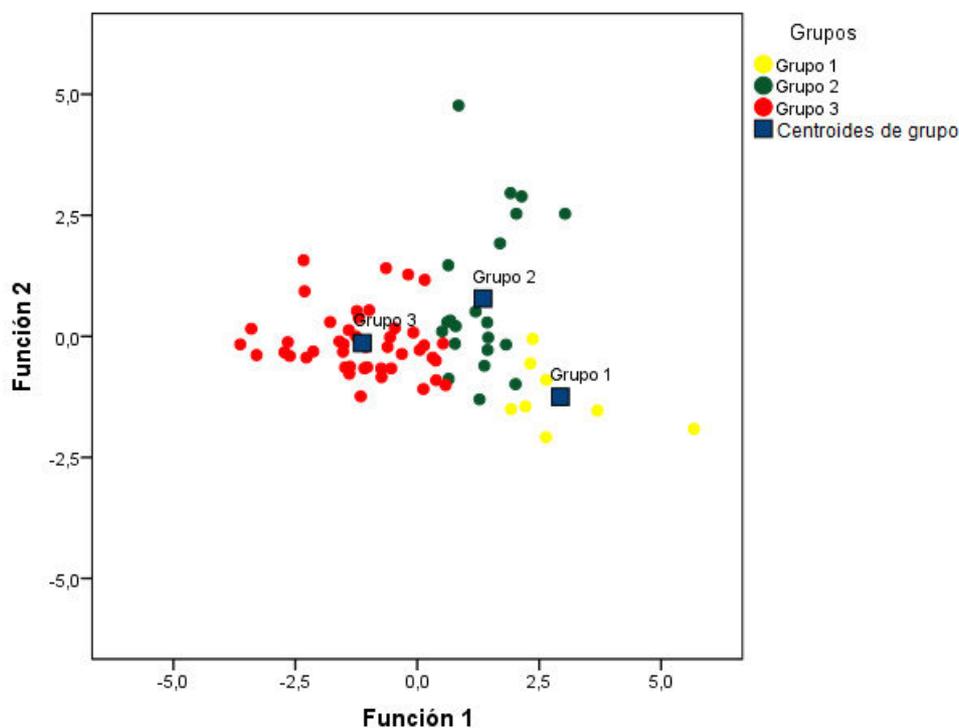


Figura 20. Diagrama de dispersión de las funciones discriminatorias.

4. CONCLUSIONES

- 4.1 Las explotaciones caprinas de las provincias de Abancay, Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes y Grau, se manejan en sistemas de producción que presentan similitudes y diferencias en su estructura productiva.
- 4.2 El sistema productivo que caracteriza a las explotaciones caprinas de la región Apurímac es el extensivo desarrollado en un entorno tradicional con poca producción y bajos ingresos económicos, donde prevalece el régimen de tenencia de tierra comunal en un 90,7% y el minifundio.
- 4.3 Las explotaciones caprinas son del tipo familiar básicamente de subsistencia no agrupadas en asociaciones, que crían pequeños rebaños de 14 cabras en promedio con el objetivo de conseguir leche y carne. Las explotaciones no llevan a cabo ningún tipo de control en el manejo alimentario, sanitario, productivo y medio ambiental del rebaño ni de las producciones obtenidas.
- 4.4 En ninguna explotación se efectúan registros y controles de estimadores productivos y económicos que permitan un análisis de la eficiencia y viabilidad de las crianzas caprinas, esto podría cambiar en el corto plazo si las entidades pertinentes aprovechan que el 81,3% de los propietarios desea continuar con esta actividad.
- 4.5 La ausencia de canales de comercialización adecuados provoca que la venta de cabras se realice mediante intermediarios (65,3%) lo que contribuye a que actualmente no sean un recurso de importancia económica y su tendencia poblacional sea decreciente.
- 4.6 El número de caprinos por explotación, la superficie agrícola utilizada, las unidades ganaderas y las unidades de trabajo año por cabra, ayudan a diferenciar en el total de explotaciones, tres grupos que pueden servir de base para la planificación de intervenciones en ganadería y sanidad animal.
- 4.7 El panorama de este tipo de crianza es incierto si continúan las condiciones actuales siguientes: propietarios con un bajo nivel educativo, poca inversión en el sector por parte del gobierno y de los mismos productores en sus explotaciones, servicios públicos básicos limitados y la ausencia de asistencia técnica.

5. BIBLIOGRAFÍA

Arias, M.; Alonso, A., 2002. Estudio sobre sistemas caprinos del norte de la provincia de Córdoba, Argentina. Arch. Zootec., 51: 341-349.

Arjel, P.; Lascano, C., 1998. *Cratylia argentea*: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. Memorias de la conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica", abril a septiembre, pp. 181-194.

En: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/agrofor1/Lascan11.PDF> (Consulta: 20 de noviembre de 2012)

Arroyo, O., 2007. Situación actual y proyecciones de la crianza de caprinos en el Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1).

En: http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2015%20Supl/s_rumiantesmenores.pdf
(Consulta: 23 de marzo de 2013)

Atance, I.; Tió, C., 2000. La multifuncionalidad de la agricultura: aspectos económicos e implicaciones sobre la política agraria. Estudios Agrosociales y Pesqueros, 189: 29-48.

Aubert, D.; Lifran, R.; Mathal, P.; Perraud, D.; Viallon, J.B., 1985. Systèmes de production et transformations de l'agriculture. INRA. Paris (France).

Babayan, V.K., 1981. Medium chain length fatty acids esters and their medical and nutritional applications. J. Amer. Oil Chem. Soc., 59: 49A-51A.

Baró, S.E., 1984. Parámetros técnicos y económicos para la planificación de explotaciones caprinas. IX Jornadas Científicas de la SEOC. Granada-Málaga, España, pp. 454-483.

Bedotti, D.O., 2000. Caracterización de los sistemas de producción caprina del oeste Pampeano (Argentina). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España.

Bedotti, D.; Gómez, A.G.; Sánchez, M.; García, A.; Martos, J., 2005. Aspectos sociológicos de los sistemas de producción caprina en el Oeste Pampeano (Argentina). Arch. Zootec. 54: 599-608.

Berdegú, J.; Sotomayor, O.; Zilleruelo, C., 1990. Metodología de tipificación y clasificación de sistemas de la producción campesinos de la provincia de Ñuble, Chile. En: Berdegú, J.; Escobar, G. (Editores), Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago de Chile. Ed. RIMISP. Chile, pp. 85–119.

Bolaños, O., 1999. Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. Unidad de planificación estratégica. Ministerio de agricultura y ganadería. XI Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión. Costa Rica.

Bonneviale, J.R.; Jussiau, R.; Marshall, E., 1989. Approche globale de l'exploitation agricole. Comprendre le fonctionnement de l'exploitation agricole: une méthode pour la formation et le développement». Document INRA Production Animal, 90. INRA-SAD Versailles. Dijon (France).

Brenneman, J.C., 1978. Basics of food allergy. Charles C. Thomas Publ., Springfield, IL. USA, 170-174.

Byerlee, D.; Collinson, M.; Perrin, R.; Winkelmann, D.; Biggs, S.; Moscardi, E.; Martinez, J.C.; Harrington, L.; Benjamin, A., 1980. Planning technologies appropriate to farmers-concepts and procedures. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México.

Calatrava, J.; Sayadi, S., 2003. Milk production systems in rural development: the case of goat cheese making at the eastern Alpujarras, vol. 99. EAAP Publication, Wageningen, pp. 37-46.

Capillon, A., 1985. Connaître la diversité des exploitations: Un préalable a la recherche de références techniques régionales. Agriscope 6: 31-40.

Carné, S.; Roig, N.; Jordana, J., 2007. La cabra Blanca de Rasquera: caracterización estructural de las explotaciones. Arch. Zootec. 56 (213): 43-54.

Castaldo, A.; Acero de la Cruz, R.; García, A.; Martos, J.; Pamio, J.; Mendoza, F., 2003. Caracterización de la invernada en el nordeste de la provincia de La Pampa (Argentina). XXIV Reunión Anual de la Asociación argentina de Economía Agraria. Río Cuarto. Argentina.

Castel, J.; Ruiz, F.; Mena, Y.; García, M.; Romero, F.; Gonzáles, P., 2006. Adaptation des indicateurs technico-economiques de l'observatoire FAO/CIHEAM aux systèmes caprins semi-extensifs: résultats dans 3 régions d'Andalousie. Options Méditerranéennes, Serie A, 70: 77-85.

CEPAL; FAO; IICA, 2012. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2013. Santiago, Chile.

En: <http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2012/perspectivas.pdf> (Consulta: 24 de marzo de 2013).

Charlet, P.; Le Jaouen, J.C., 1977. Possibilites d'amelioration de la production caprine dans les pays mediterraneens: facteurs limitants et aspects socioeconomiques. Simposium sobre la cabra en los países mediterráneos, 3-7 octubre. Málaga-Granada-Murcia, España, pp. 365-371.

Chombart de Lauwe, J.; Poitevin, J.; Tirel, J.C., 1963. Nouvelle gestion des exploitations agricoles. Dunod. Paris (France).

Cofré, P. (ed), 2001. Producción de cabras lecheras. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán, Chile. Boletín INIA N° 66, 200 p.

Dent, J.B.; Edwards-Jones, G.; McGregor, M.J., 1995. Simulation of ecological, social and economic factors in agricultural systems. Agricultural Systems, 45: 337-351.

Dostalova, J., 1994. Goat milk. Vyziva, 49: 43-44.

Duru, M., 1980. Exploitation agricole et analyse de systeme. Mise au point méthodologique. Doc. Ronéo, INRA SAD, 48 pp.

Echavarría, C.F.; Salinas, G.H.; Falcón, R.A.; Flores, R.R.; Rubio, A.F., 1992. Evaluación intermedia del impacto en la intervención tecnológica en sistemas de producción caprina. En: Memorias de la VII Reunión Nacional de Caprinos. Oaxaca, México, pp. 143-148.

El Aich, A., 1995. Goat farming systems in Morocco. En: El Aich, A.; Landau, S.; Bourbouze, A.; Rabino, R.; Morand-Fehr, P. (Editores). Goat production system in the Mediterranean Region. EAAP Publication, Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, pp. 202-215.

El Aich, A.; Waterhouse, A., 1999. Small ruminants in environmental conservation. Small Rumin. Res., 34: 271-287.

Falagán, A. 1988. Caracterización productiva de la raza caprina Murciano-Granadina en la región de Murcia. Aspectos técnicos y sociales. Monografías INIA, N° 63, MAPA, Madrid, 103 pp.

FAO, 2012. Realización de encuestas y seguimiento de los recursos zoogenéticos. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. No. 7. Roma.

Frías, J.J., 1998. Situación actual y perspectivas de conservación de las razas caprinas en peligro de extinción en la provincia de Jaén. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. España.

French, M.H., 1970. Observaciones sobre cabras. FAO: Estudios agropecuarios, nº 80. Roma, 106-147.

Galai, E.S.E., 1995. Goat production system in Egypt. En: El Aich, A.; Landau, S.; Bourbouze, A.; Rabino, R.; Morand-Fehr, P. (Editores). Goat production system in the Mediterranean Region. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL., pp. 161-165.

García, S.T.; García, A.A.; de Lucas, T.J., 1992. Caracterización de los sistemas de producción y del ganado caprino en el sur del estado de México (Municipio de Tejupilco). Memorias de la VIII Reunión Nacional de Caprinocultura, AMPCA, pp. 129-132.

Gibon, A., 1981. Pratiques d'éleveurs et résultats d'élevage dans les Pyrénées Centrales. Tesis Doctoral. Institute Nationale Agronomique, Paris-Grignon.

Gibon, A.; Soulas, C.; Theau, J.P., 1987. Eléments pour l'approche du fonctionnement des systèmes d'élevage. Le cas des Pyrénées Centrales. Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, 11: 27-33.

Gibon, A.; Rubino, R.; Sibbald, A.R.; Sorensen, J.T.; Flamant, J.C.; Lhotse, Ph.; Revilla, R., 1996. A review of current approaches to livestock farming systems in Europe: towards a common understanding. En: Dent, J.B.; McGregor, M.J.; Sibbald, A.R., eds. Livestock farming systems: research, development-socioeconomics and the land manager. Wageningen Press. Wageningen (Holland). EAAP Publication, 79. pp. 37-49.

Gibon, A.; Sibbald, A.R.; Flamant, J.C.; Lhoste, P.; Revilla, R.; Rubino, R.; Sørensen, J.T., 1999. Livestock farming systems research in Europe and its potential contribution for managing towards sustainability in livestock farming. Livestock Production Science, 61: 121-137.

Guerrero, M.T.; Fritche, J.; Martínez, R.; Hernandez, Y., 2006. Diseño y construcción de sanitarios ecológicos secos en áreas rurales. Rev. Cubana Salud Pública v.32 n.3, jul.-sep. Ciudad de La Habana.

En: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662006000300016&script=sci_arttext (consulta: 07 de noviembre de 2012).

Hansen, J.W., 1996. Is agricultural sustainability a useful concept?. Agricultural Systems, 50: 117-143.

Hernández, Z.J.S.; Sierra, A.V., 1992. Situación particular de la caprinocultura en la mixteca baja oaxaqueña. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Caprinocultura, AMPCA. Oaxaca, México, pp. 155-159.

Herrera, M.; Luque, M., 2009. Valoración morfológica en el ganado caprino extensivo de carne. En: Sañudo, C., Valoración morfológica de los animales domésticos. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino, pp. 403-429.

Huggins, D.; Reganold, J.P., 2008. Agricultura sin labranza. Revista Investigación y Ciencia, 384: 67-73

INE, 2003. Encuesta sobre la estructura de las explotaciones agrícolas. Proyecto. Madrid. En: http://www.ine.es/proyectos/exploagri/proy_explo_agri.pdf (Consulta: 24 de marzo de 2013)

Infante, J.N., 2011. Caracterización y gestión de los recursos genéticos de la población equina de carne del Pirineo Catalán (Cavall Pirinenc Català): interrelación con otras razas cárnicas españolas. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Veterinaria, Barcelona.

Jones, J.W.; Thornton, P.K.; Hansen, J.W., 1997. Opportunities for systems approaches at the farm scale. En: Applications of systems approaches at the farm and regional levels. Ed. Teng, P.S.; Kropff, M.J.; ten Barge, H.F.M.; Dent, J.B.; Lansigan, F.P.; van Laar, H.M., Kluwer Academic, U.K., pp. 1-18.

Kebede, T.; Haile, A.; Dadi, H., 2012. Smallholder goat breeding and flock management practiques in the central rift valley of Ethiopia. Trop. Anim. Health Prod., 44: 999-1006. DOI 10.1007/s11250-011-0033-9.

Lacerca, A., 1978. Los caprinos. Ed. Albatros, Bs. As. 235 pg.

Landais, E., 1999. Agriculture durable et plurifonctionnalité de l'agriculture. Fourrages, 160: 317-331.

Lombardi, G., 2005. Optimum management and quality pastures for sheep and goat in mountain areas. Options Méditerr., A-67: 19–29.

Lucifero, M.; Giorgetti, A.; Biffani, S.; Luciani, A.C.; Negrine, R.; Rondina, D., 1996. La caprinocultura nel nord-ovest dell'Argentina: indagine sugli allevamenti Nela provincia di Santiago del Estero. Revista di agricoltura Subtropicale e Tropicale, 90: 125-137.

Mainar, R.C.; Cuesta, P.; Méndez, I.; Asencio, M.A.; Domínguez, L.; Vázquez, J.A., 1994. Caracterización de la explotación ovina y caprina de la C.A.M. mediante encuesta y análisis multivariante: bases para una planificación en ganadería y sanidad animal. XIX Jornadas Científicas de la SEOC Madrid, España, p. 271.

Manrique, E.; Maza, M.T.; Laizola, A.M., 1992. Adaptación de los sistemas de producción ovina de carne a un mercado competitivo y a una PAC reformada. En I Congreso Nacional de Economía y Sociología Agraria. Zaragoza.

Martínez, L.R., 1992. Regionalización y diagnóstico estático de la ganadería caprina en el noreste de Jalisco. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Caprinocultura, AMPCA, pp 160-164.

Mateos, R.E., 1990. El ganado caprino en el nordeste cacereño. Revista Mundo Ganadero. Madrid, España, 9: 28-35.

Masika, P.J.; Mafu, J.V., 2004. Aspects of goat farming in the communal farming systems of the central Eastern Cape, South Africa. Small Rum. Res., 52: 161-164

Maubecín, R.A., 1983. Proyecto para el mejoramiento de la producción caprina en las regiones de Cuyo, Centro y Noroeste argentino. Reunión Nacional de Producción Caprina. IDIA Suplemento, 39: 45-51.

Melian, J.; Sánchez, J.C.; Darmanin, N.; Capote, J.; Fresno, M., 1993. Caracterización de las explotaciones caprinas de Fuerteventura (Islas Canarias). XVI Jornadas Científicas de la SEOC. pp. 389-393.

Mellado, M., 2008. Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. Universidad Autónoma de Yucatán, México. Trop. Subtrop. Agroec., 9 (1): 47-63.

Mellado, M.; Foote, R.H.; de Tellitu, J.N., 1991. Effect of age and season on mortality of goats due to infections and malnutrition in northeast Mexico. Small Rumin. Res. 6: 159-166.

Mena, J.; Castel, J.; Romero, F.; Ruiz, F.; García, M.; Toussaint, G., 2006. Adaptation des indicateurs FAO aux semi extensifs: réflexions au sujet d'une expérience en Andalousie. Options Méditerranéennes, Serie A, 70: 43-50.

Menjon, P.; D'orgeval, R., 1983. Entre atelier et filière: le système d'élevage. Agriscope, 1: pp. 42-53.

Milán, M.J.; Caja, G., 1999. Caracterización estructural de las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña. Separata ITEA, Vol. 95A, (2): 91-107.

Milán, M.J.; Bartolomé, J.; Quintanilla, R.; García-Cachán, M.D.; Espejo, M.; Herráiz, P.L.; Sánchez-Recio, J.M.; Piedrafita, J., 2006. Structural characterisation and typology of beef cattle farms of Spanish wooded rangelands (dehesas). *Livest. Sci.*, 99: 197-209.

MINAG, 2010. Plan de desarrollo integral de los pueblos andinos de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica (PDIPA) 2010-2021. Secretaría Técnica de la Mesa de Diálogo para el Desarrollo Integral de los Pueblos Andinos. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. En: http://www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/pueblos_andinos/plandesarrollointegral-pueblosandinos.pdf (Consulta: 12 de noviembre de 2012).

MINAG, 2012. Sector agrario pecuario, caprinos. Ministerio de agricultura. Lima, Perú. En: <http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/pecuaria/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/caprinos?start=1> (Consulta: 24 de noviembre de 2012).

Morand-Fehr, P.; Fedele, V.; Decandia, M.; Le Frileux, Y., 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.*, 68: 20–34.

Morlán, C.A.A.; De Lucas, T.J.; Valdés, L.E., 2006. Memorias de XXXI jornadas científicas y X internacionales de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia. Instituto Tecnológico Agrario De Castilla y Leon. España. p. 240-242.

Mrema, M.; Rannobe, S., 1996. Goat production in Botswana: factors affecting production and marketing among small-scale farmers. Proceedings of the Third Biennial Conference of the African Small Rumin. Res. Network. UICC, Kampala, Uganda, 5-9 December, 1994. ILRI, Nairobi, Kenya, pp. 105-109.

Nahed, J.; Castel, J.M.; Mena, Y.; Caravaca, F., 2006. Appraisal of the sustainability of dairy goat systems in Southern Spain according to their degree of intensification. *Livestock Sci.*, 101: 10–23.

Okoruwa, V.O., 1994. The economics of agropastoral production systems in the derived savannah of Oyo State, Nigeria. Ph. D. Thesis. University of Ibadan, Nigeria, 221 p.

Olaizola, A.; Gibon, A., 1997. Bases teóricas y metodológicas para el estudio de las explotaciones ganaderas y sus relaciones con el espacio. La aportación de la Escuela Francesa de Sistemistas. ITEA 93 A. N.º 1, 17-39.

Osty P.L., 1978. L'exploitation agricole vue comme un système. Diffusion de l'innovation et contribution au développement. In: Bull.Tech. Inf. Min. Agric., 326: 43-49.

Panin, A. 1996. Profitability and income contribution of small ruminant production to rural African households: A case study of Kgatleng and Kweneng districts in Botswana. Proceedings of the Third Biennial Conference of the African Small Rumin. Res. Network. UICC, Kampala, Uganda, 5-9 December, 1994. ILRI, Nairobi, Kenya, pp. 111-115.

Parés, P.M., 2008. Caracterització estructural i racial de la raça ovina Aranesa. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Veterinaria, Barcelona.

Park, Y.W., 1991. Relative buffering capacity of goat milk, cow milk, soy-based infant formulas, and comercial non-prescription antacid drug. J. Dairy Sci., 74: 3326-3333.

Park, J.; Seaton, R.A.F., 1996. Integrative research and sustainable agriculture. Agric. Syst., 50: 81-100.

Pulido, G.F.; Rodríguez, L.V.; Escribano, S.M.; Serrano, V.R., 1995a. El problema de la continuidad en las explotaciones caprinas extremeñas. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España, pp. 625-630.

Pulido, G.F.; Rodríguez, L.V.; Escribano, S.M., 1995b. Estructura social de los titulares de explotaciones caprinas de Extremadura. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España, pp. 605-608.

Pulido, G.F.; Rodríguez, L.V.; Escribano, S.M.; Mesías, D.F.J., 1995c. Instalaciones y equipamiento de las explotaciones caprinas extremeñas. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España, pp. 479-484.

Rabasco, A.; Padilla, J.A.; Serradilla, J.M., 1992. Estudio de la estructura poblacional de la cabaña caprina extremeña: su incidencia en un programa de selección. Mundo Ganadero, Núm. 11. Madrid, España, pp. 80-88.

Rafter, J.A.; Abell, M.L.; Braselton, J.P., 2002. Multiple comparison methods for means, SIAM Review, 44 (2): 259–278.

Rossanigo, C.E.; Frigerio, K.L.; Silva Colomer, J., 1995. La cabra criolla sanluiseña. Información técnica N° 135. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina

Ruiz, F.; López, R.; Salinas, H.; Aguirre, L.; Ortiz, J.J.G.; Suarez, E.J., 1992. Goat production characterization in southeast of Coahuilan in Northern Mexico. Fifth Int. Conference on Goats. Proceedings, March 2-8. New Dheli, India, pp. 434-438.

Ruiz, R.; Oregui, L.M., 2001. El enfoque sistémico en el análisis de la producción animal: revisión bibliográfica. Invest. Agr. : Prod. Sanid. Anim., 16 (1): 29-61.

Ruiz, F.A.; Castel, J.M.; Mena, Y.; Camúñez, J.; Gonzáles-Redondo, P., 2008. Application of the technico-economic analysis for characterizing, making diagnoses and improving pastoral dairy goat systems in Andalusia (Spain). Small Rumin. Res., 77: 208-220.

Ruiz, F.A.; Mena, Y.; Castel, J.M.; Guinamard, C.; Bossis, N.; Caramelle-Holtz, E.; Contu, M.; Sitzia, M.; Fois, N., 2009. Dairy goat grazing systems in Mediterranean regions: A comparative analysis in Spain, France and Italy. Small Rumin. Res., 85: 42-49.

Sánchez, B.A.; Sánchez, T.A., 1995. Ganadería ovina y caprina e impacto ambiental. XX Jornadas Científicas de la SEOC Madrid, España, p. 99.

Sansoucy, R., 1995. Livestock: a driving force for food security and sustainable development. World Animal Review, 84/85 (3-4): 5-17.

SDR-Puebla, 2007. Manual de producción y paquete tecnológico caprino. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. México.

En: http://www.lactodata.com/lactodata/docs/lib/sdr_puebla_2007.pdf (Consulta: 9 de noviembre de 2012).

Sebillote, M., 1986. Evolution et actualité des problèmes d'organisation du travail en agriculture. In Organisation du travail et systèmes de production en agriculture. Bull. Tech. Inform., 412-413: 621-630.

Serrano, M.; Ruiz, A., 2003. Bases para un desarrollo ganadero sostenible: la consideración de la producción animal desde una perspectiva sistémica y el estudio de la diversidad de las explotaciones. Estudios Agrostorales y Pesqueros, 199: 159-191.

Serrano, M.L., 2010. Análisis del sistema de producción de cabras con fines lecheros en la Región de Libres, Puebla. Tesis Post Grado de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas de Puebla.

SPSS Inc. 2011. IBM SPSS Statistics 20 Core System. User's guide, Chicago, Illinois, USA.

Stemmer, A.; Altug, T.; Valle Zárate, A.; Ergueta, R., 2004. Caracterización del recurso genético de la cabra criolla y su rol socioeconómico en Cochabamba, Bolivia. Arch. Latin. Prod. Anim., 12 (4, supl.1): 1-6.

Stemmer, A.; Valle, A., 2005. Crianza de caprinos en Bolivia: un aporte al sustento familiar de los pequeños productores. LEISA Revista de Agroecología. Lima – Perú. pp. 33-34.

En: <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/3-animales-menores-un-gran-valor/crianza-de-caprinos-en-bolivia> (Consulta: 04 de octubre de 2012).

Sturges, H. 1926. The choice of a class interval. Journal of the American Statistical Association, 21 (153): 65-66.

Taferrant, H.; Ben Youcef, M.T.; Khemici, E., 1995. Goat production system in Algeria and particularly in the Kabylie region. En: El Aich, A.; Landau, S.; Bourbouze, A.; Rabino, R.; Morand-Fehr, P. (Editores). Goat production system in the mediterranean region. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL., pp. 184-201.

Tejón, D.; Delgado, R.; García, O.; de la Fuente, J., 1995a. Contribución al estudio de las razas autóctonas de la C.A.M. I. Caracterización de las explotaciones de la raza caprina de Guadarrama en la comunidad de Madrid (A.- Estructura de explotaciones). XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España, pp. 373-380.

Tejón, D.; Delgado, R.; García, O.; De la Fuente, J., 1995b. Contribución al estudio de las razas autóctonas de la C.A.M.V. La población caprina de la sierra de Ayllón. XX Jornadas Científicas de la SEOC, Madrid, España, pp. 411-416.

Theau, J.P.; Gibon, A., 1993. Mise au point d'une méthode pour le diagnostic des systèmes fourragers. Application aux élevages bovin-viande du Couserans. En: Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer. Etudes et recherches sur les SAD. Ed. Landais E. y Balent G. INRA, Paris, N.º 27, pp. 323-351.

Torres, V.J.A.; Valencia, P.M.; Montaldo, H.H., 2008. Genetic and phenotypic parameters for production and milk composition traits for Saanen goats in México. In: Proc. of the 9th Int. Conf. on Goats. p. 171.

Toussaint, G.C., 2002. Notice d'utilisation des indicateurs de fonctionnement des systèmes laitiers. L' Observatoire des systèmes de production ovine et caprine en Méditerranée: chiffres clés et indicateurs de fonctionnement et d'évolution. In Dubeuf, J.P. (ed). L'observatoire des systèmes de production ovine et caprine en Méditerranée: Chiffres clés et indicateurs de fonctionnement et d'évolution. Zaragoza: CIHEAM. Options Méditerranéennes, Serie B, 39: 147-157.

Toussaint, G.; Morand-Fehr, P.; Castel, J.M.; Choisis, J.P.; Chentouf, M.; Mena, Y.; Pacheco, F.; Ruiz, F.A., 2009. Metodología d'análise et d'evaluation tecnico-económica des systèmes de production ovine et caprine. Options Méditerranéennes, Serie A, 91: 327-374.

Tuncel, E.; Rehber, E., 1995. Goat production system in Turkey. En: El Aich, A.; Landau, S.; Bourbouze, A.; Rabino, R.; Morand-Fehr, P. (Editores). Goat production system in the mediterranean region. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL., pp. 111-133.

Usai, M.G.; Casu, S.; Molle, M.; Decandia, M.; Ligios, A.; Carta, A., 2006. Using cluster analysis to characterize the goat farming system in Sardinia. Livest. Sci., 104: 63-76.

Valerio, D.; García, A.; Acero de la Cruz, R.; Castaldo, A.; Perea, J.; Martos, J., 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Documentos de trabajo de producción animal y gestión. DT 1, Vol. 1. Universidad de Córdoba.

Valerio, D.; García, A.; Acero, R.; Perea, J.; Tapia, M.; Romero, M., 2010. Caracterización estructural del sistema ovino-caprino de la Región Noroeste de República Dominicana. Arch. Zootec., 59 (227): 333-343.

Vargas, S., 2003. Análisis y desarrollo del sistema de producción agrosilvopastoril caprino para carne en condiciones de subsistencia de Puebla, México. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal. Córdoba. España.

Vegas-Galdos, F.; Andres, N.; Zappa, M.; Lavado, W.; Hilker, N., 2012. Simulación y caracterización del régimen natural de descargas diarias en los Andes del Sur del Perú – Región de Apurímac y Cuzco. Submitted to the Revista Peruana Geo-Atmosferica.

Viviani-Rossi, E.; Theau, J.P.; Gibon, A.; Duru, M., 1992. Diagnostic des systèmes fourrages á partir d'une enquête: méthodologie et application à la constitution des stocks fourragers dans la Couserans. Fourrages, 130: 123-147.

Yiridoe, E.K.; Weersink, A., 1997. A review and evaluation of agroecosystem health analysis: the role of economics. Agricultural Systems, 55: 601-626.

Zari, A.; Scappini, A., 1996. L'allevamento ovicaprino in Malasia e possibilità di integrazione con le piantagioni industriali. Revista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale, 90: 5-23.



**CAPITULO III. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA,
MORFOESTRUCTURAL Y FANERÓPTICA DE LA CABRA
APURIMEÑA PERUANA**

CAPITULO III. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, MORFOESTRUCTURAL Y FANERÓPTICA DE LA CABRA APURIMEÑA PERUANA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia de la caracterización morfológica, morfoestructural y faneróptica de la cabra doméstica

La morfología se ocupa del estudio de la forma, entendiendo como tal a la figura o aspecto exterior de los cuerpos materiales. Se la relaciona con la estructura, que es la distribución y composición de las partes de ese cuerpo; aquello que, en el caso de los animales, les permite mantener su forma particular (Griffin, 1968).

Para Alvarado (1958), *“el concepto ideal de forma es la expresión de una estructura real”*, donde la forma no es la estructura, de aquí que la selección de nuestros animales domésticos podamos realizarla de dos maneras: atendiendo a los caracteres morfológicos que son de naturaleza cualitativa o atendiendo a los de estructura, que en este caso son cuantitativos y por lo tanto factibles de medir. Las medidas zoométricas son consideradas como variables morfoestructurales. Los apéndices cutáneos o faneros son características visibles de origen genético (marcadores externos) que pueden estar ligados a *loci* de características de importancia económica o de adaptación y ser de mucha utilidad en los estudios de genética molecular y la producción animal (Lauvergne, 1986; Santos, 2000).

Lerner & Donald (1969), refiriéndose a los caracteres exterioristas expresaron que: *“Debido al hecho de que la mayoría de los genes que influyen sobre la configuración de un animal son de acción general y no local, la conformación de una región en parte se muestra estrechamente correlacionada con la conformación de otra. También existen genes específicos que afectan a determinadas regiones, tales como la cabeza, ubre y extremidades”*, sin embargo Baron (1988) afirma que *“la morfología de la cabeza tiende a reflejarse en todas las regiones corporales y hasta en los miembros”*.

La presencia o ausencia de algunos faneros varía significativamente entre poblaciones, y su comprensión del modo en que se heredan puede contribuir a predecir cambios en el tiempo, perfil etnológico y diferencias entre grupos genéticos o poblaciones (Dunner & Cañón, 1986; Branca & Casu, 1986). Por ejemplo, en algunos casos, el color de la capa es determinante en la caracterización racial de los caprinos (Bedoti, 2000), y es su alta heredabilidad en cabras lo que ha motivado, con justa razón, la realización de estudios que lo correlacionan con los parámetros productivos y reproductivos (Ebozoje & Ikeobi, 1998). Por lo tanto, el estudio de la morfología puede ayudar a mejorar

genéticamente algún carácter de interés económico (Jordana & Folch, 1998) y ayudar a fortalecer la estructura social de los capricultores, dada la necesidad insoslayable de crear asociaciones de criadores para plantear y establecer el estándar racial y el libro genealógico respectivo.

La caracterización racial de cualquier especie requiere que se realicen estudios de forma (morfológicos), de estructura y color del pelo y la piel (fanerópticos), de estructura ósea (morfoestructurales), funcionales (productivos), de comportamiento (etológicos) y de la estructura del ADN (nuclear y mitocondrial) (Luque, 2011). La caracterización morfológica y faneróptica se basa en la obtención de los valores promedio poblacionales para una serie de caracteres externos de naturaleza cuantitativa (peso, alzadas, perímetros y diámetros) y recuentos de las frecuencias de aparición de distintas variantes de caracteres exteriores pero de naturaleza cualitativa (color de la capa, forma de cuerno, perfil cefálico, etc.), respectivamente (Delgado *et al.*, 2001), que son importantes para describir, diferenciar e identificar a individuos de un grupo poblacional definido. Desde un punto de vista práctico relacionado a otras áreas del conocimiento como la genética, fisiología, reproducción y producción animal, permite una mejor valoración productiva del individuo o de una raza. En ese sentido Sierra (2009), menciona que la morfología externa cumple dos misiones fundamentales:

1. Servir de base a la identificación natural del individuo o del grupo racial (para describirlos y diferenciarlos).
2. Propiciar una valoración zootécnica que permita aproximarse o colaborar en la predicción de sus posibilidades productivas.

1.2 Criterios de valoración morfológica, morfoestructural y faneróptica

Los criterios morfológicos, morfoestructurales y fanerópticos a ser tomados en cuenta para valorar al ganado caprino, están condicionados por el medio ambiente y el nivel tecnológico alcanzado por sus criadores. Ya que se tiene que mantener un equilibrio entre la presión de selección y la capacidad de los animales para realizarlo, o lo que es lo mismo, el mantenimiento de un cierto grado de “rusticidad”, expresada en sus capacidades para desplazarse por terrenos normalmente abruptos (morfoestructura adecuada), resistir las inclemencias meteorológicas a las que están expuestos (mecanismos de termorregulación óptimos) o defenderse de las infecciones y de las endo y ectoparasitosis (fortaleza del sistema inmunitario) (Herrera & Luque, 2009a).

Siempre se debe de tomar en cuenta que los animales van a presentar las características morfológicas que puedan ser justificadas a través de su funcionalidad y

sustrato genético, pero que en mayor o menor medida se encuentran bajo la influencia de factores dependientes del individuo, tales como el sexo y la edad, así como dependientes del ambiente en el cual se desenvuelven. Es necesario resaltar también que los procesos de desarrollo corporal durante la ontogénesis van modulando la morfología del animal según se van cubriendo etapas cronológicas y fisiológicas, sometido a veces a un entorno en el que ha evolucionado la especie, o raza en su caso, o del que se provee a través del manejo y/o sistema de explotación. Dentro del primer ámbito, las diferencias en los faneros entre variedades raciales que ocupan distintos nichos ecológicos son evidentes y son consecuencia de las condiciones climatológicas bajo las cuales han de desenvolverse. Para el segundo ámbito habría que tratar, fundamentalmente, los cambios achacables al diferente uso que se va a hacer de los animales según el rendimiento que se quiera obtener de ellos, objetivos que por supuesto van a variar en el tiempo y en el espacio (Ginés, 2009). Por último, debemos mencionar que, cuando se recaban y utilizan datos biométricos es muy importante considerar que los caracteres suministrados por la cabeza tienen mucha importancia etnológica, porque su somación no está influenciada por los factores ambientales y por el manejo (Parés, 2009), y que el estado fisiológico altera los valores que pudieran registrarse. Así, por ejemplo, la gestación altera los valores torácicos (Salako, 2006).

1.3 Utilidades de la caracterización morfológica, morfoestructural y faneróptica en la etnología

Homedes (1967) y Parés (2009), sostienen que la zoometría es importante a la hora de definir una población respecto a su morfotipo, paratipo o prototipo, así como para marcar tendencias productivas o deficiencias zootécnicas. Nos ayuda además en la determinación del dimorfismo sexual (Hevia & Quiles, 1993) y en la comparación morfométrica entre las razas (Parés, 2006). La biometría ha servido para definir agrupaciones raciales (Herrera *et al.*, 1996b; Bouchel *et al.*, 1997; Madubi *et al.*, 2000), caracterizándolas y diferenciándolas, permitiendo conocer las capacidades productivas y orientación zootécnica de los individuos que las integran (Mohammed & Amin, 1997; Zeuh *et al.*, 1997; López *et al.*, 1999). Cuando intentamos delinear el estándar racial para una población animal en concreto, lo primero que se tiene que hacer es identificar a los animales tomando en cuenta la morfología general (peso, perfil y proporciones), morfología regional (cabeza, cuello, tronco, grupa y extremidades), particularidades (orejas, ojos, boca, mamellas, papada, cola, ubre, órganos sexuales externos, articulaciones, etc.), faneros (cuernos, pezuñas, pelo, lana, plumaje, pico, espolones,

etc.), coloración (en faneros, piel, mucosas, ojos, etc.). Todos estos caracteres podemos agruparlos en externos, relacionados con la morfología, los faneros y la aptitud productiva o funcional e internos, cuando hablamos en términos del genotipo animal (Sierra, 2009). Es necesario señalar que la sistemática biométrica aplicada únicamente con fines raciales resulta totalmente ineficaz, aunque debe reconocerse su papel complementario en la descripción racial (Parés, 2009). Así, por ejemplo, con base en el peso vivo adulto y la altura a la cruz, Devendra & McLeroy (1986) identificaron tres categorías de razas caprinas en los trópicos, a las que denominaron:

- Razas grandes, con pesos vivos entre 20 y 65 kg y altura a la cruz por encima de 65 cm.
- Razas pequeñas, entre 19 y 37 kg y altura a la cruz entre 51 y 65 cm.
- Razas enanas, que pesan de 10 a 25 kg y miden por debajo de 50 cm de altura a la cruz.

La clasificación y la predicción del peso vivo de las cabras a partir de características morfológicas se han informado en Europa: Herrera *et al.*, 1996b; Bouchel *et al.*, 1997; Lauvergne *et al.*, 1997; Capote *et al.*, 1998, en Latinoamérica: Sánchez, 1993; Hernández, 2000 y África sub-sahariana: Katongole *et al.*, 1996; Mohammed & Amin, 1997; Zeuh *et al.*, 1997; Madubi *et al.*, 2000.

1.3.1 Zoometría

Agraz (1976, 1989), define la zoometría como la obtención de medidas corporales de animales que al ser relacionadas dan como producto índices zoométricos. Estos índices zoométricos etnológicos y funcionales (Sañudo *et al.*, 1986), son muy necesarios cuando alguna medida de forma individual no manifiesta poder discriminante, pero sí lo hace cuando la relacionamos con otra u otras medidas (Hevia & Quiles, 1993).

Los índices zoométricos se entienden como la relación entre dimensiones lineales (Sotillo & Serrano, 1985; Araujo *et al.*, 2004) que aportan información para la diagnosis racial, la determinación de estados somáticos respecto a determinadas funcionalidades y el dimorfismo sexual de una raza, como sucede en el caso de los carneros que presentan un mayor desarrollo muscular en el pecho y cuello, así como en sus respectivas uniones con la extremidad anterior con respecto a las hembras que tienden a desarrollar de manera más manifiesta la musculatura de la pared abdominal (Butterfield, 1988).

Sanz (1922), Aparicio (1960), Sotillo & Serrano (1985), Araujo *et al.* (2004), consideran las siguientes medidas zoométricas: alzada a la cruz (ALCR), diámetro longitudinal

(DL), diámetro dorso esternal (DE), diámetro bicostal (DB), longitud de grupa (LG), anchura de grupa (AG), longitud de cabeza (LC), anchura de cabeza (AC), perímetro de tórax (PT), perímetro de caña (PC) y la longitud de cara (LR), para calcular los índices zoométricos y clasificarlos en:

a) Índices de interés para el diagnóstico racial:

- **Índice corporal (ICO)**, donde:
 $ICO = DL \times 100 / PT$
- **Índice torácico (ITO)**, donde:
 $ITO = DB \times 100 / DE$
- **Índice cefálico (ICE)**, donde:
 $ICE = AC \times 100 / LC$
- **Índice craneal (ICR)**, donde:
 $ICR = AC \times 100 / (LC - LR)$
- **Índice pelviano (IPE)**, donde:
 $IPE = AG \times 100 / LG$
- **Índice de proporcionalidad (IPRO)**, donde:
 $IPRO = DL \times 100 / ALCR$

b) Índices de interés en valoración funcional:

De aptitud láctea

- **Índice metacarpotorácico o dactilo torácico (IMETO)**, donde:
 $IMETO = PC \times 100 / PT$
- **Índice metacarpocostal o dactilo costal (IMCOS)**, donde:
 $IMCOS = PC \times 100 / DB$

De aptitud cárnica

- **Índice de profundidad relativa de tórax (IPRP)**, donde:
 $IPRP = DE \times 100 / ALCR$
- **Índice pelviano transversal (IPET)**, donde:
 $IPET = AG \times 100 / ALCR$
- **Índice pelviano longitudinal (IPEL)**, donde:

$$\text{IPEL} = \text{LG} \times 100 / \text{ALCR}$$

- **Índice de compacidad (ICOMP)**, donde:

$$\text{ICOMP} = \text{PESO VIVO} \times 100 / \text{ALCR}$$

De aptitud motriz

- **Índice de cortedad relativa (ICOREL)**, donde:

$$\text{ICOREL} = \text{ALCR} \times 100 / \text{DL}$$

- **Índice de espesor relativo de la caña (IERCAÑ)**, donde:

$$\text{IERCAÑ} = \text{PC} \times 100 / \text{ALCR}$$

1.3.2 Etnología

Para el estudio de las poblaciones animales se deben de considerar los caracteres étnicos que son tratados en la ciencia llamada etnología que se encarga de agrupar a individuos o poblaciones a fin de definir algunas escalas como las razas, variedades y subrazas (Hernández, 2000). Sotillo & Serrano (1985) mencionan que la etnología es la parte de la zootecnia que se ocupa del estudio y clasificación de las razas de animales explotadas por el hombre, abarcando lo siguiente (Tabla 1):

- La descripción de las características físicas (plásticas y fanerópticas) y productivas (psicológicas y fisio-patológicas) de los animales.
- La clasificación de los animales en agrupaciones raciales delimitadas por sus diferencias morfo-funcionales.
- El estudio de los factores genéticos y ecológicos determinantes de la forma y de la función que definen a la raza como agrupación capaz de una productividad.

La utilidad de la etnología es que *“proporciona al futuro veterinario los conocimientos necesarios para definir, identificar, diferenciar, elegir y utilizar una determinada raza, conjugando su potencialidad productora, su capacidad de adaptación a un medio o tipo de explotación específico y el cruzamiento con otras razas, siempre bajo un criterio de utilidad”* (Herrera, 1999).

Considerando la conceptualización etnológica de Aparicio (1960), la caracterización étnica de los animales se obtiene del análisis de tres bases fenotípicas de apreciación: (a) corpulencia, (b) perfil y (c) proporciones. Las características relacionadas con la corpulencia son: (a) alzadas, (b) diámetro de longitud y anchura y (c) perímetros. Los perfiles se consideran dentro de la plástica de los animales y la proporción se refiere a la relación existente entre los diámetros de longitud y profundidad.

Sañudo (2008), basándose en la sistemática de Baron, menciona que para una correcta comprensión de una raza determinada, habría que conocer sus coordenadas étnicas: plástica o morfológica, faneróptica o todo lo relacionado con los faneros (capa, cuernos, pezuñas, pelo, lana, cascotes, etc.) y energética o cualidades reproductivas, psicológicas y productivas. Los caracteres plásticos, entendiéndose como tales al peso vivo [hipermétricos (+), eumétricos (0) o elipométricos (-)], las proporciones corporales [longilíneas “dolicomorfos” (+), mediolíneas “mesomorfos” (0) o brevilíneas “braquiomorfos” (-)] y al perfil frontal, frontonasal o nasal [cirtoides “convexos” (+), ortoides “rectos” (0) o celoides “cóncavos” (-)]. Si el animal tiene el peso medio se denomina eumetría, si es superior a la media es hipermetría, y si es inferior es elipometría. La proporción, se define relacionando los diámetros de anchura y espesor, con los de longitud. Si dominan los primeros serán animales brevilíneos, si dominan los segundos serán ejemplares longilíneos. Se utilizan tres signos básicos, que hacen referencia en orden al peso, perfil y proporciones. Así por ejemplo, (0,-,+) hace referencia a un animal eumétrico, de perfil cóncavo y longilíneo y (-/0,+/,0/+) correspondería con un animal subelipométrico, ultraconvexo y sublongilíneo (Tabla 1). Para definir la aptitud y utilidad caprina se debe de tomar en cuenta que esta especie no tiene una clara especialización cárnica, debido a su natural morfología amiotrófica, aunque se pueda observar un cierto desarrollo muscular en algunas razas. Lo que sí existe son razas con marcada producción lechera, leche que es más digestible comparada con la del vacuno, productoras de pelo (Mohair, Cashmere), cueros y pieles de gran calidad especialmente en el África (Sañudo, 2008).

Asimismo, Bedotti *et al.* (2004) con respecto a la caracterización faneróptica, mencionan que se deben de tomar en cuenta ciertas particularidades de la capa, como la presencia de raspil (pelos largos y bastos a lo largo de la línea dorsal media del cuerpo, algunas veces de diferente color que el resto de la capa), pelliza (presencia de pelos largos solamente en el pecho y cuello), calzón (pelos largos y bastos sobre miembros posteriores) y arropo (todo el tronco cubierto de pelos más largos que el cuello y las extremidades).

Tabla 1. *Coordenadas de Baron (Sotillo & Serrano, 1985).*

	Plástica	Faneróptica	Energética
Perfil		Boca:	Fisiológicos:
Concavilíneo o celoide	<ul style="list-style-type: none"> Ultracóncavo Cóncavo Subcóncavo 	<ul style="list-style-type: none"> - Dientes - Papilas 	<ul style="list-style-type: none"> - Reproducción - Producción - Precocidad
Rectilíneo u ortoide	Recto	Miembros:	Psíquicos
Convexilíneo o cirtoide	<ul style="list-style-type: none"> Subconvexo Convexo Ultraconvexo 	<ul style="list-style-type: none"> - Uñas - Pezuñas - Cascos - Espejuelos - Espolones 	<ul style="list-style-type: none"> - Comportamiento
Peso		Revestimiento:	Patológicos
Elipométrico	<ul style="list-style-type: none"> Ultraelipométrico Elipométrico Subelipométrico 	<ul style="list-style-type: none"> - Piel - Pelo - Lana - Plumas 	<ul style="list-style-type: none"> - Predisposición a enfermedades
Eumétrico	Eumétrico	Sexuales:	
Hipermétrico	<ul style="list-style-type: none"> Ultrahipermétrico Hipermétrico Subhipermétrico 	<ul style="list-style-type: none"> - Crin - Cola - Perilla - Barba 	
Proporciones			
Brevilíneos o braquimorfos	<ul style="list-style-type: none"> Ultrabrevilíneos Brevilíneos Subbrevilíneos 		
Mediolíneos o mesomorfos	Rectos		
Longilíneos o dolicomorfos	<ul style="list-style-type: none"> Sublongilíneos Longilíneos Ultralongilíneos 		

1.3.3 Armonía del modelo morfoestructural

Herrera (2001), propuso un método de estudio de las razas de animales domésticos basado en la “armonía del modelo morfoestructural”. La armonía morfoestructural depende de que exista una correlación entre las variables morfométricas. Así, en una raza, un animal de mayor alzada debe de tener proporcionalmente mayor la anchura de la cabeza, el perímetro torácico o la longitud de la grupa, que otro animal de la

misma raza pero de unos centímetros menos de alzada (Herrera, 2000; Luque, 2011). Evaluar las relaciones entre las variables morfoestructurales de una especie animal ayuda a generar un modelo para la diferenciación de poblaciones a través de los sistemas de calificación morfológica lineal (Rodero *et al.*, 2003) y también a la valoración animal (Peña *et al.*, 2009).

Una raza o población con más del 80% de coeficientes positivos y significativos con respecto al total, significa que es muy armónica, pero si existen variables con coeficientes negativos significativos, es un problema grave, pues cuando una región aumenta de tamaño, la correlacionada disminuye; esto se observa frecuentemente en poblaciones cruzadas. De la misma forma, coeficientes positivos no significativos reflejan que no existe relación entre las variables. Si su porcentaje es muy alto indica ausencia de armonía en el modelo (Herrera & Luque, 2009b).

Por tanto, podemos mencionar que, cuanto mayor sea el porcentaje de coeficientes de correlación positivos y con significación estadística, mayor será el grado de armonía de la población, es decir, sus ejemplares se parecerán entre ellos en su morfoestructura, presentando un modelo o morfotipo similar.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Zonas de estudio y tamaño muestral

Se trabajó con 209 cabras mayores de 2 años de edad (44 machos y 165 hembras libres de preñez), elegidas al azar de cinco provincias de la región Apurímac de Perú: Abancay (17 y 31), Andahuaylas (9 y 36), Chincheros (7 y 31), Aymaraes (5 y 33) y Grau (6 y 34), respectivamente. Los datos fueron recabados entre noviembre de 2011 y abril de 2012 de 36 hatos ganaderos, considerando las posibilidades de acceso geográfico, clima, apoyo de instituciones públicas, predisposición de los criadores y disponibilidad de transporte (Figura 1).

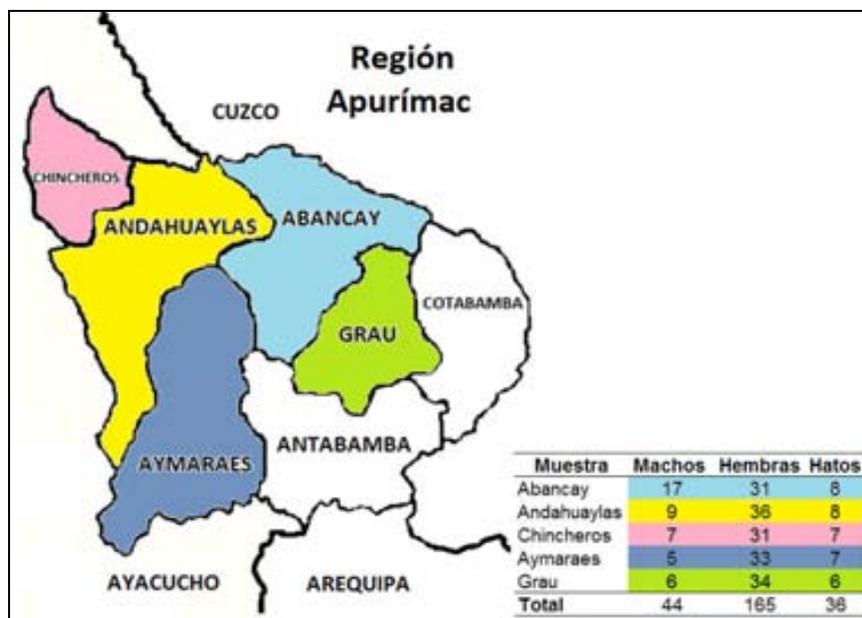


Figura 1. Mapa de la región Apurímac de Perú donde se ubican con colores las cinco provincias investigadas detallando el número de animales y hatos muestreados.

2.2 Recogida de datos

Se registraron en hojas de observación (Ficha 1, anexos); 14 variables cualitativas (Carné *et al.*, 2007): color de la capa (CC), perfil frontonasal (PF), tamaño de las orejas (TJ), disposición de las orejas (DO), tipo de cuernos (TC), longitud de pelo (LP), presencia o ausencia de perilla o barbilla (PB), raspil (RA), pelliza (PE), calzón (CA), arropo (AR), mamellas (MA), pigmento de la piel y mucosas (PM) y de las pezuñas (PP).

De la misma forma en la Ficha 1 de anexos; se registraron los valores de 10 variables cuantitativas (Bedotti *et al.*, 2004): alzada a la cruz (ALCR), diámetro longitudinal (DL), diámetro dorsoesternal (DE), diámetro bicostal (DB), longitud de grupa (LG), anchura de grupa (AG), longitud de cabeza (LC), anchura de cabeza (AC), perímetro de tórax (PT) y perímetro de caña (PC) (Figura 1), obtenidas con la ayuda de un bastón zoométrico y una cinta métrica metálica y flexible.

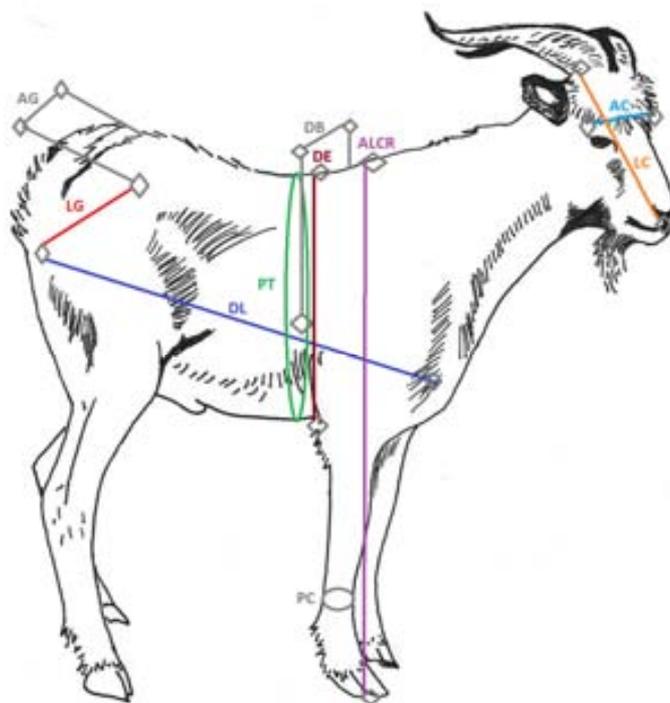


Figura 2. Variables zoométricas estudiadas y sus puntos de referencia. ALCR: Altura a la cruz; DL: Diámetro longitudinal; DE: Diámetro dorso esternal; DB: Diámetro bicostal; LG: Longitud de grupa; AG: Anchura de grupa; LC: Longitud de cabeza; AC: Anchura de cabeza; PT: Perímetro torácico; PC: Perímetro de caña.

2.2.1 Nomenclatura anatómica exteriorista respecto a las variables cuantitativas en estudio (Aparicio *et al.*, 1986; Parés, 2009).

Alzada a la cruz (“alzada principal”, “talla”): se mide desde el punto más culminante de la región interescapular (“cruz”, 3^a y 4^a apófisis espinosas de las vértebras torácicas) hasta el suelo. (Bastón zoométrico, cm).

Diámetro longitudinal (“longitud corporal”, “longitud del tronco”): se mide desde el punto más craneal y lateral de la articulación del húmero (“punta del encuentro”) al punto más caudal de la articulación ilio-isquiática (“punta de la nalga”). (Bastón zoométrico, cm).

Diámetro dorso-esternal (“alzada dorso-esternal”, “profundidad de pecho”): se mide desde el punto más declive de la cruz a la región esternal inferior correspondiente, a nivel del olécranon. (Bastón zoométrico, cm).

Diámetro bicostal (“anchura bicostal”, “anchura torácica”): anchura máxima de la región torácica a nivel del arco de la 5ª costilla (en la zona más próxima a la axila). La mejor base apreciativa la encontramos por detrás del codo, donde las costillas permanecen casi fijas (Aparicio, 1960). (Bastón zoométrico, cm).

Longitud de la grupa (“longitud ilio-isquiática”): se mide desde la tuberosidad ilíaca externa (“punta del anca”) a la punta del isquion. (Cinta métrica metálica, cm).

Anchura de la grupa (“anchura interilíaca”): anchura máxima entre las dos tuberosidades ilíacas laterales del coxal (espina ilíaca ventral caudal del ilion). (Cinta métrica metálica, cm).

Longitud de la cabeza: diámetro entre el punto más culminante del occipital y el más rostral del labio maxilar. (Cinta métrica metálica, cm).

Anchura de la cabeza: diámetro entre los puntos más salientes de los arcos zigomáticos. (Cinta métrica metálica, cm).

Perímetro torácico: el punto dorsal más declive de la región interescapular (apófisis espinosa de la 7ª-8ª vértebra dorsal) y la región esternal inferior (a nivel del olécranon). (Cinta métrica flexible, cm).

Perímetro de la caña anterior: perímetro de la región metacarpiana en su tercio medio. (Cinta métrica flexible, cm).

2.3 Cálculo de índices zoométricos

Mediante las variables cuantitativas registradas se calcularon 9 índices zoométricos de interés para el diagnóstico racial y funcional (Sanz, 1922; Aparicio, 1960; Sotillo & Serrano, 1985; Araujo *et al.*, 2004; Bedotti *et al.*, 2004):

a) Índices zoométricos de interés para el diagnóstico racial:

- Índice corporal ($ICO = DL \times 100/PT$);
- Índice torácico ($ITO = DB \times 100/DE$);
- Índice cefálico ($ICE = AC \times 100/LC$);
- Índice pelviano ($IPE = AG \times 100/LG$);
- Índice de proporcionalidad ($IPRO = DL \times 100/ALCR$).

b) Índices zoométricos de interés funcional:

De aptitud láctea

- Índice metacarpotorácico ($IMETO = PC \times 100/PT$).

De aptitud cárnica

- Índice de profundidad relativa del tórax ($IPRP = DE \times 100/ALCR$);
- Índice pelviano transversal ($IPET = AG \times 100/ALCR$);
- Índice pelviano longitudinal ($IPEL = LG \times 100/ALCR$).

2.3.1 Nomenclatura respecto a los índices zoométricos en estudio (Aparicio *et al.*, 1986; Parés, 2009).

Índice corporal (“índice de capacidad relativa”) = (diámetro longitudinal/perímetro torácico) x 100. Este índice permite clasificar los animales, de acuerdo con la sistemática baroniana, en breví (< = 85), meso (entre 86 y 88) o longilíneos (> = 90).

Índice torácico = (diámetro bicostal/diámetro dorso-esternal) x 100. El índice torácico refleja las variaciones en la forma de la sección torácica, siendo mayor (más circular) en el ganado de carne y menor (más elíptico) en el ganado lechero. Para las razas mediolíneas tenemos un índice entre 86 y 88, situándose el brevilíneo en 89 o más y el longilíneo en 85 o menos. Se debe tomar en cuenta que no son raros los casos en los que se contraponen el índice corporal y torácico en lo referente a la proporcionalidad corporal (Parés, 2009).

Índice cefálico = (anchura de la cabeza/ longitud de la cabeza) x 100. Este índice permite clasificar los animales en dolico, braqui y mesocéfalos.

Índice pelviano = (anchura de la grupa/longitud de la grupa) x 100. Este índice indica la relación entre anchura y longitud de pelvis, lo que refleja una pelvis proporcionalmente más ancha que larga o al revés.

Índice de proporcionalidad (“corporal lateral”, “cortedad relativa”) = (alzada a la cruz/diámetro longitudinal) x100. La interpretación de este índice resulta sin duda más intuitiva que el tradicional índice corporal o torácico, ya que señala que a menor valor el animal se aproxima más a un rectángulo, forma predominante en los animales de aptitud carnífera.

Índice metacarpotorácico (“índice dáctilo-torácico”) = (perímetro de caña anterior/perímetro torácico) x 100. Un índice dáctilo-torácico mayor indica que el animal es fuerte de miembros (Dowdall, 1987) con huesos gruesos y tiende a la producción de carne, por el contrario un índice menor indicaría que se trata de un animal con carácter lechero.

Índice de profundidad relativa del tórax = (diámetro dorso-esternal/alzada a la cruz) x 100. Con relación a la aptitud cárnica se considera mejor cuanto más exceda de 50.

Índice pelviano transversal (“ilio-isquiático transverso”) = (anchura de grupa/alzada a la cruz) x 100. Se considera mejor cuanto más exceda de 33 si se trata de animal cárnico.

Índice pelviano longitudinal (“ilio-isquiático longitudinal”) = (longitud de grupa/ alzada a la cruz) x 100. Se recomienda que no pase mucho de 37 en animales de producción cárnica.

2.4 Análisis estadístico

2.4.1 Análisis del estadístico Chi-cuadrado (χ^2)

Para las 14 variables cualitativas se calcularon las frecuencias absolutas y relativas, y se efectuaron pruebas de significación estadística de Chi-cuadrado (χ^2) para el contraste entre sexos (Carné *et al.*, 2007) y subpoblaciones (provincias).

Se utilizó el estadístico de prueba siguiente:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad \text{con } (I-1)(J-1) \text{ grados de libertad}$$

$$E_{ij} = \frac{O_i \cdot O_j}{O_{..}}$$

donde O_{ij} es el valor observado en la celda ij . Sea O_i la suma de los valores observados en el renglón i , sea O_j la suma de los valores observados en la columna j , y sea $O_{..}$ la suma de los valores observados en todas las celdas. Se denota E_{ij} el valor esperado que es igual a la proporción de ensayos cuyo resultado está en la columna j , multiplicado por el O_i de ensayos en el renglón i (Navidi, 2006).

2.4.2 Análisis de correspondencia múltiple (ACM)

Para estructurar y analizar las relaciones de dependencia entre variables cualitativas describiendo proximidades a nivel poblacional y por sexos, se utilizó el ACM, determinando su fiabilidad mediante el coeficiente alfa de Cronbach, con base a su consistencia interna, es decir, la correlación entre las variables, y poder establecer así su homogeneidad (Cronbach, 1951). Este coeficiente oscila entre -1 y +1 y se considera que la consistencia interna es alta si se encuentra entre 0,70 y 0,90. Los valores inferiores a 0,70 indican una baja consistencia interna y los superiores a 0,90 sugieren que la escala tiene varias variables (“ítems”) que miden exactamente lo mismo o que está compuesta por más de veinte variables (Oviedo & Campo-Arias, 2005). La fórmula es la siguiente:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{S_x^2} \right)$$

donde n es el número de variables, S_i^2 es la varianza de la variable X_i , y S_x^2 es la varianza de los valores resultantes de la sumatoria de cada variable X_i .

2.4.3 Análisis de la varianza (ANOVA)

Se realizó para las 10 variables cuantitativas y los 9 índices zoométricos, la media aritmética, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Las medias de las variables morfométricas fueron comparadas por los factores siguientes: subpoblación (provincia), sexo y cada una de las 14 variables cualitativas. El tipo de ANOVA utilizado fue el de un solo factor. La notación que expresa el diseño empleado es:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

donde X_{ij} es la variable respuesta para la j -ésima observación en el i -ésimo tratamiento, μ es la media general de la población, α_i es el i -ésimo efecto del tratamiento, que es la diferencia entre la media del i -ésimo tratamiento y la media general de la población, y ε_{ij} es el error experimental (Navidi, 2006).

Para la comparación *post hoc* de medias se usó la Prueba F múltiple de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch (REGWF) (Rafter *et al.*, 2002).

2.4.4 Análisis correlacional

Para estudiar la armonicidad morfoestructural, se realizó un análisis correlacional lineal bivariado utilizando las 10 variables cuantitativas y los 9 índices zoométricos con el objeto de obtener los coeficientes de correlación de Pearson (r) mediante la fórmula siguiente:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n S_x S_y}$$

donde x_i e y_i se refieren a las puntuaciones diferenciales de cada par; n al número de casos; S_x y S_y a las desviaciones típicas de cada variable. El coeficiente de correlación de Pearson toma valores entre -1 y 1: un valor 1 indica relación lineal perfecta positiva; un valor de -1 indica relación perfecta negativa; un valor de 0 indica relación lineal nula. En este contexto, valores cercanos a 1 o a -1 indican fuerte relación lineal; asimismo, valores cercanos a 0 indican débil relación lineal (Navidi, 2006).

Después, mediante los coeficientes de correlación de Pearson determinados y el método de conglomeración jerárquica con agrupación de centroides se elaboró un dendrograma de relaciones para cada sexo, de esta forma se facilitó la interpretación de la relación entre las 10 variables cuantitativas y las 14 variables cualitativas.

2.4.5 Análisis de componentes principales (ACP)

Se utilizó el ACP para relacionar y agrupar las 10 variables cuantitativas en un número de componentes no directamente observables que las expliquen suficientemente perdiendo el mínimo de información, con el objeto de simplificar su interpretación. Las cargas factoriales fueron rotadas con el método Varimax, para minimizar el número de variables que tuvieran saturaciones altas en cada componente. Se calculó el estadístico de *Kaiser-Meyer-Olkin* (*KMO*) y la esfericidad de Barlett, para determinar la adecuación muestral de los datos para el análisis factorial. El estadístico *KMO* permite comparar la magnitud de los coeficientes de correlación observados con la magnitud de los coeficientes de correlación parcial, varía entre 0 y 1. Los valores menores de 0,5 indican que no debe utilizarse el análisis factorial con los datos muestrales que se están analizando (Valderrey, 2010). Su fórmula estadística es:

$$KMO = \frac{\sum_j \sum_{h \neq j} r_{jh}^2}{\sum_j \sum_{h \neq j} r_{jh}^2 + \sum_j \sum_{h \neq j} a_{jh}^2}$$

donde r_{jh} son los coeficientes de correlación observados entre las variables X_j y X_h , y a_{jh} son los coeficientes de correlación parcial entre las variables X_j y X_h .

La prueba de esfericidad de Barlett por otro lado contrasta la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones es una matriz identidad, en cuyo caso no existirían correlaciones significativas entre las variables y el modelo factorial no sería pertinente. Si el nivel crítico (*Sig.*) es mayor que 0,05 no se puede rechazar la hipótesis nula de esfericidad y, consecuentemente, no se puede asegurar que el modelo factorial sea adecuado para explicar los datos.

Se obtuvieron indicadores sintéticos para cada individuo, producto de la combinación lineal de las variables cuantitativas en cada componente, mediante regresiones múltiples (González *et al.*, 1994), luego a través del ANOVA y la comparación *pos hoc* de medias REGWF, se les contrastó por el factor subpoblación (provincia) y sexo.

2.4.6 Análisis discriminante

Finalmente, se procedió a realizar un análisis discriminante para construir un modelo predictivo que nos permitiera pronosticar a qué subpoblación caprina puede pertenecer un individuo a partir de sus características observadas, y determinar, al tiempo, las variables más discriminatorias, mediante el método paso a paso (*stepwise*)

y la distancia de Mahalanobis (Mahalanobis, 1936), utilizando los datos de las hembras y machos. Se aplicó la Prueba M de Box para el contraste de la hipótesis nula de igualdad de las matrices de varianzas-covarianzas correspondientes a cada subpoblación caprina. Uno de los supuestos del análisis discriminante es que todos los grupos proceden de la misma población y, más concretamente, que las matrices de varianzas-covarianzas poblacionales correspondientes a cada grupo son iguales entre sí (Gaviria *et al.*, 2009). El estadístico M de Box toma la forma:

$$M = (n - g) \log |S| - \sum_{j=1}^g (n_j - 1) \log |S_j|$$

donde S es la matriz de varianzas-covarianzas combinada, S_j es la matriz de varianzas-covarianzas del j -ésimo grupo, n es el número total de casos, n_j es el número de casos en el j -ésimo grupo y g es el número de grupos.

Los valores de las distancias de Mahalanobis, a partir de las variables cuantitativas analizadas en machos y hembras, fueron calculados con el programa SAS v.8.2 (SAS Inst., Cary, N. Carolina, USA), así también se obtuvo un dendrograma de relación con el programa MEGA v. 5 (Tamura *et al.*, 2011) mediante la utilización del algoritmo UPGMA (Sneath & Sokal, 1973). La distancia de Mahalanobis (M^2) entre dos subpoblaciones caprinas (Ω_1, Ω_2), respecto a las variables cuantitativas analizadas, representados por los vectores μ_1, μ_2 , se define como:

$$M^2 (\Omega_1, \Omega_2) = (\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} (\mu_1 - \mu_2)$$

donde $\mu = (\mu_1, \dots, \mu_p)'$ es el vector de medias y Σ es la matriz de covarianzas no singular (Cuadras, 1989).

La base de datos y los análisis estadísticos fueron realizados con la hoja de cálculo EXCEL y el programa SPSS v. 20 (SPSS inc, Chicago, Illinois, USA).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Comparación morfológica y faneróptica entre machos y hembras

En la población de cabra apurimeña se ha observado la existencia de dimorfismo sexual para el perfil frontonasal y el tipo de cuernos. Según Carné *et al.* (2007) estas dos características son de máximo interés para definir los patrones raciales caprinos.

En ambos sexos predominó el perfil frontonasal recto (69,4%, de media), aunque con diferencias muy significativas ($P < 0,01$) para machos (♂: 50%) y hembras (♀: 74,5%).

Los cuernos de tipo espiral y arqueado fueron predominantes en la muestra estudiada (♂: 84,1% y ♀: 89,7%). En las hembras predominó el tipo arqueado (60,6%), mientras que en los machos lo hizo el tipo espiral (56,8%), existiendo diferencias altamente significativas entre sexos ($P < 0,001$) para este carácter (Tabla 2). Resultados de otros estudios, como los realizados en la cabra colorada pampeana de Argentina (Bedotti *et al.*, 2004) y la cabra nativa mexicana de Puebla (Hernández *et al.*, 2002), muestran un similar predominio del perfil frontonasal recto y cuernos arqueados. El perfil frontonasal recto también es característico de las razas españolas Cabra Blanca de Rasquera (Carné *et al.*, 2007) y Blanca Celtibérica (Luque *et al.*, 2005). Este tipo de perfil de acuerdo con Aparicio (1960), es bastante característico del tronco asiático.

Otras variables dimórficas fueron: la longitud de pelo, principalmente corto (♂: 56,8% y ♀: 94,5%), con perilla o barbilla (♂: 88,6% y ♀: 53,3%), raspil (♂: 65,9% y ♀: 29,1%), pelliza (♂: 11,4% y ♀: 1,2%), arropo (♂: 9,1% y ♀: 1,2%) y mamellas (♂: 9,1% y ♀: 23%), en sus valores medios. En cuanto a las variables cualitativas que no revelaron dimorfismo sexual, y con referencia a su porcentaje mayoritario, tenemos: el color de la capa manchado (44,5%), el tamaño de orejas mediano (57,4%) y horizontales (49,3%), ausencia de calzón (90,9%), presencia de pigmentos de piel y mucosas (82,3%) y pezuñas (95,2%) (Tabla 2). De acuerdo a todo lo descrito, la cabra apurimeña peruana se enmarca en lo señalado por Mellado (1997): “*Las cabras criollas del continente americano presentan una gran variedad de colores en diversos patrones. El pelo es corto, el perfil es recto, las orejas son horizontales y de mediana longitud y los cuernos son cortos o medianos y curvados hacia atrás*” y Dickson (1990) que indica que la cabra criolla peruana tiene una alzada, perímetro torácico y peso vivo en hembras de: 66,49 cm, 76,3 cm y 31,7 kg, y en machos: 76,4 cm, 84,9 cm y 61,1 kg, respectivamente, y que en general es de contextura delgada, descarnada, provista de cuernos, pelo corto y variados colores, piel pigmentada, orejas cortas, siendo en hembras la producción láctea de 200 a 500 g/día.

Tabla 2. Frecuencias absolutas y relativas para las variables morfológicas y fanerópticas en la cabra apurimeña peruana y significación a la prueba de χ^2 entre sexos.

	Machos		Hembras		Total		Sig.	Machos		Hembras		Total		Sig.	
	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.		F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.		
Color de capa							n.s.	Perilla ó Barbilla						***	
Blanco	2	4,5	9	5,5	11	5,3	n.s.	Si	39	88,6	88	53,3	127	60,8	***
Oscuro	10	22,7	37	22,4	47	22,5	n.s.	No	5	11,4	77	46,7	82	39,2	***
Manchado	23	52,3	70	42,4	93	44,5	n.s.	Raspil							***
Otro	9	20,5	49	29,7	58	27,8	n.s.	Si	29	65,9	48	29,1	77	36,8	***
Perfil fronto nasal							***	No	15	34,1	117	70,9	132	63,2	***
Convexo	14	31,8	36	21,8	50	23,9	n.s.	Pelliza							***
Recto	22	50,0	123	74,5	145	69,4	**	Si	5	11,4	2	1,2	7	3,3	***
Cóncavo	8	18,2	6	3,6	14	6,7	***	No	39	88,6	163	98,8	202	96,7	***
Tamaño de orejas							n.s.	Calzón							n.s.
Grandes	9	20,5	35	21,2	44	21,1	n.s.	Si	7	15,9	12	7,3	19	9,1	n.s.
Medianas	23	52,3	97	58,8	120	57,4	n.s.	No	37	84,1	153	92,7	190	90,9	n.s.
Pequeñas	12	27,3	33	20,0	45	21,5	n.s.	Arropo							**
Disposición de las orejas							n.s.	Si	4	9,1	2	1,2	6	2,9	**
Erectas	3	6,8	11	6,7	14	6,7	n.s.	No	40	90,9	163	98,8	203	97,1	**
Horizontales	24	54,5	79	47,9	103	49,3	n.s.	Mamellas							*
Caídas	17	38,6	75	45,5	92	44,0	n.s.	Si	4	9,1	38	23,0	42	20,1	*
Tipo de cuernos							***	No	40	90,9	127	77,0	167	79,9	*
Ausentes	7	15,9	11	6,7	18	8,6	n.s.	Piel y mucosas pigmentadas							n.s.
Espiral	25	56,8	48	29,1	73	34,9	***	Si	35	79,5	137	83,0	172	82,3	n.s.
Rectos	0	0,0	6	3,6	6	2,9	n.s.	No	9	20,5	28	17,0	37	17,7	n.s.
Arqueados	12	27,3	100	60,6	112	53,6	***	Pezuñas pigmentadas							n.s.
Longitud de pelo							***	Si	42	95,5	157	95,2	199	95,2	n.s.
Largo	2	4,5	0	0,0	2	1,0	**	No	2	4,5	8	4,8	10	4,8	n.s.
Mediano	17	38,6	9	5,5	26	12,4	***								
Corto	25	56,8	156	94,5	181	86,6	***								

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; F.A.: Frecuencia absoluta; F.R.: Frecuencia relativa (%).

3.2 Resultados del análisis de correspondencia múltiple (ACM)

3.2.1 Análisis de correspondencia múltiple a nivel de toda la muestra

La matriz de discriminación obtenida en el ACM indica que las variables que se asocian según su frecuencia e importancia en la primera dimensión, son: longitud de pelo, calzón, arropo, perilla ó barbilla, pelliza, tipo de cuernos, perfil frontonasal, raspil. Y en la segunda: piel y mucosas pigmentadas, tamaño y disposición de las orejas, color de capa, pezuñas pigmentadas y mamellas. La medida de la varianza explicada por cada dimensión es 16,76% y 13,06%, respectivamente, totalizando un 29,82%. Se observa que las dos dimensiones son casi igual de importantes ya que los valores propios están muy próximos (Tabla 3). La consistencia interna de los datos es baja (Alfa de Cronbach igual a 0,56), lo que indicaría que nuestros resultados tienen una fiabilidad media, ya que están próximos a 0,7 (alta fiabilidad).

Tabla 3. Matriz de discriminación de todos los animales muestreados (ACM).

Variables	Dimensión		Media
	1	2	
Color de la capa	0,01	0,20	0,11
Perfil frontonasal	0,15	0,05	0,10
Tamaño de orejas	0,25	0,37	0,31
Disposición de orejas	0,09	0,22	0,15
Tipo de cuernos	0,12	0,09	0,11
Longitud de pelo	0,45	0,10	0,28
Perilla o barbilla	0,24	0,00	0,12
Raspil	0,15	0,04	0,10
Pelliza	0,18	0,13	0,15
Calzón	0,45	0,00	0,22
Arropo	0,26	0,00	0,13
Mamellas	0,00	0,04	0,02
Piel y mucosas pigmentadas	0,00	0,40	0,20
Pezuñas pigmentadas	0,00	0,19	0,09
% de la varianza	16,76	13,06	14,91

El Alfa de Cronbach promedio fue igual a 0,56

Las variables que evidenciaron un alto valor medio de discriminación en ambas dimensiones fueron el tamaño de orejas (0,31) y la longitud de pelo (0,28) (Figura 3; Tabla 3). Estos resultados se corresponden al hecho de que la longitud de orejas forma parte de los métodos tradicionales para la clasificación de cabras (Aparicio, 1960; Agraz, 1976) y la longitud de pelo se usa para diferenciar poblaciones (Lanari *et al.*, 2003).

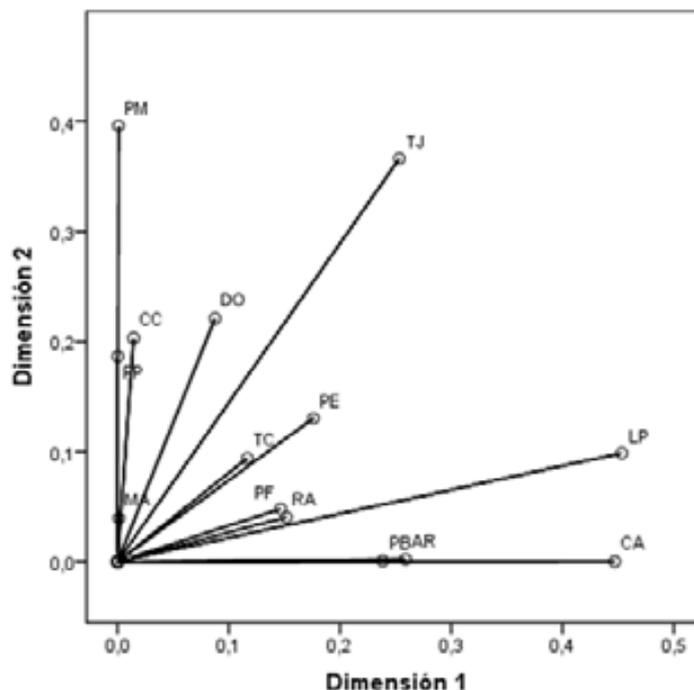


Figura 3. Medidas de discriminación referente a todos los animales muestreados

Se puede observar en la Figura 4, que las categorías más discriminatorias relacionadas y más próximas a los machos y hembras son:

En machos: (1) Longitud de pelo largo y presencia de pelliza. (2) Longitud de pelo mediano, perfil frontonasal cóncavo, presencia de calzón y arropo.

En hembras: (3) Cuerno recto, ausencia de pigmentación en la piel, mucosas y pezuñas, y el color de capa blanco. (4) Tamaño de orejas grandes, disposición de orejas caídas, y el color de capa oscuro.

Los resultados anteriores nos conducen a pensar que el alto valor medio de discriminación mostrado en las variables tamaño de las orejas y longitud de pelo está relacionado con la categoría orejas grandes en hembras y el pelo largo en machos, respectivamente.

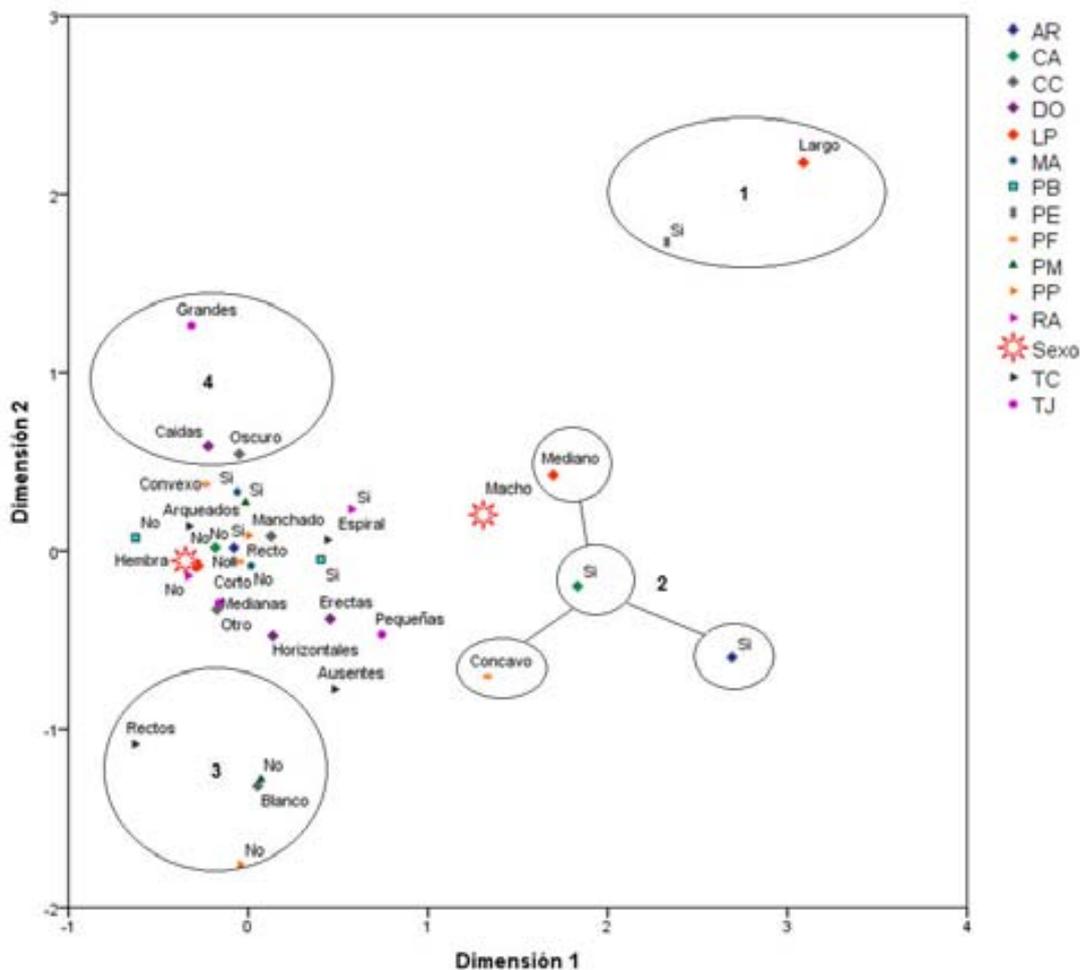


Figura 4. Relación entre categorías de las variables cualitativas de la muestra

3.2.2 Análisis de correspondencia múltiple a nivel de animales machos

La matriz de discriminación obtenida mediante el ACM de las variables registradas en caprinos machos, indica que las variables que se asocian según su frecuencia e importancia en la primera dimensión, son: la presencia de calzón, arropo, tamaño de orejas, color de la capa, tipo de cuernos, presencia de perilla o barbilla, raspil. Y en la segunda: longitud de pelo, presencia de pelliza, perfil frontonasal, piel y mucosas pigmentadas, presencia de mamellas, pezuñas pigmentadas, disposición de orejas. La medida de la varianza explicada por cada dimensión es 22,35% y 17,43%, respectivamente, totalizando un 39,78%. Se observa que las dos dimensiones son casi igual de importantes ya que los valores propios están muy próximos (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de discriminación de machos (ACM).

Variables	Dimensión		Media
	1	2	
Color de la capa	0,39	0,23	0,31
Perfil frontonasal	0,13	0,26	0,19
Tamaño de orejas	0,44	0,25	0,35
Disposición de orejas	0,03	0,10	0,06
Tipo de cuernos	0,36	0,11	0,24
Longitud de pelo	0,20	0,50	0,35
Perilla o barbilla	0,11	0,05	0,08
Raspil	0,02	0,01	0,01
Pelliza	0,00	0,43	0,22
Calzón	0,73	0,00	0,36
Arropo	0,46	0,01	0,23
Mamellas	0,01	0,17	0,09
Piel y mucosas pigmentadas	0,15	0,18	0,17
Pezuñas pigmentadas	0,11	0,15	0,13
% de la varianza	22,35	17,43	19,89

El Alfa de Cronbach promedio fue igual a 0,69

Las variables que evidenciaron un alto valor medio de discriminación en ambas dimensiones fueron la presencia de calzón (0,36), el tamaño de orejas (0,35) y la longitud de pelo (0,35) (Figura 5; Tabla 4).

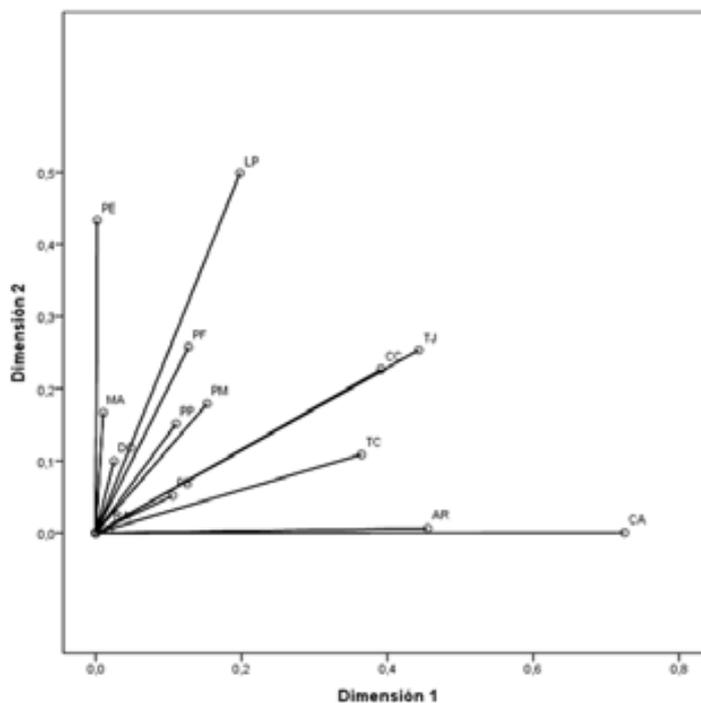


Figura 5. Medidas de discriminación referente a los machos

Como se aprecia en la Figura 6, las categorías más discriminatorias relacionadas y más próximas a las provincias son:

En Aymaraes: (3) Tamaño de orejas pequeñas y ausencia de cuernos. (4) Presencia de calzón y arropo. (7) Ausencia de pigmentación en piel y mucosas. (6) Ausencia de pigmento en pezuñas. (5) Color de capa blanco.

En Andahuaylas: (8) Ausencia de barbilla.

En Chincheros: (1) Disposición de orejas erectas, longitud de pelo mediano y perfil frontonasal cóncavo. (10) Presencia de mamellas y pelliza. (2) Longitud de pelo largo.

En Grau: (9) Tamaño de orejas grandes.

Los resultados anteriores nos sugieren que el alto valor medio de discriminación mostrado en las variables presencia de calzón, el tamaño de orejas y la longitud de pelo está relacionado con la categoría presencia de calzón en las cabras de Aymaraes; orejas grandes en Grau y pequeñas en Aymaraes; el pelo largo y mediano en Chincheros, respectivamente.

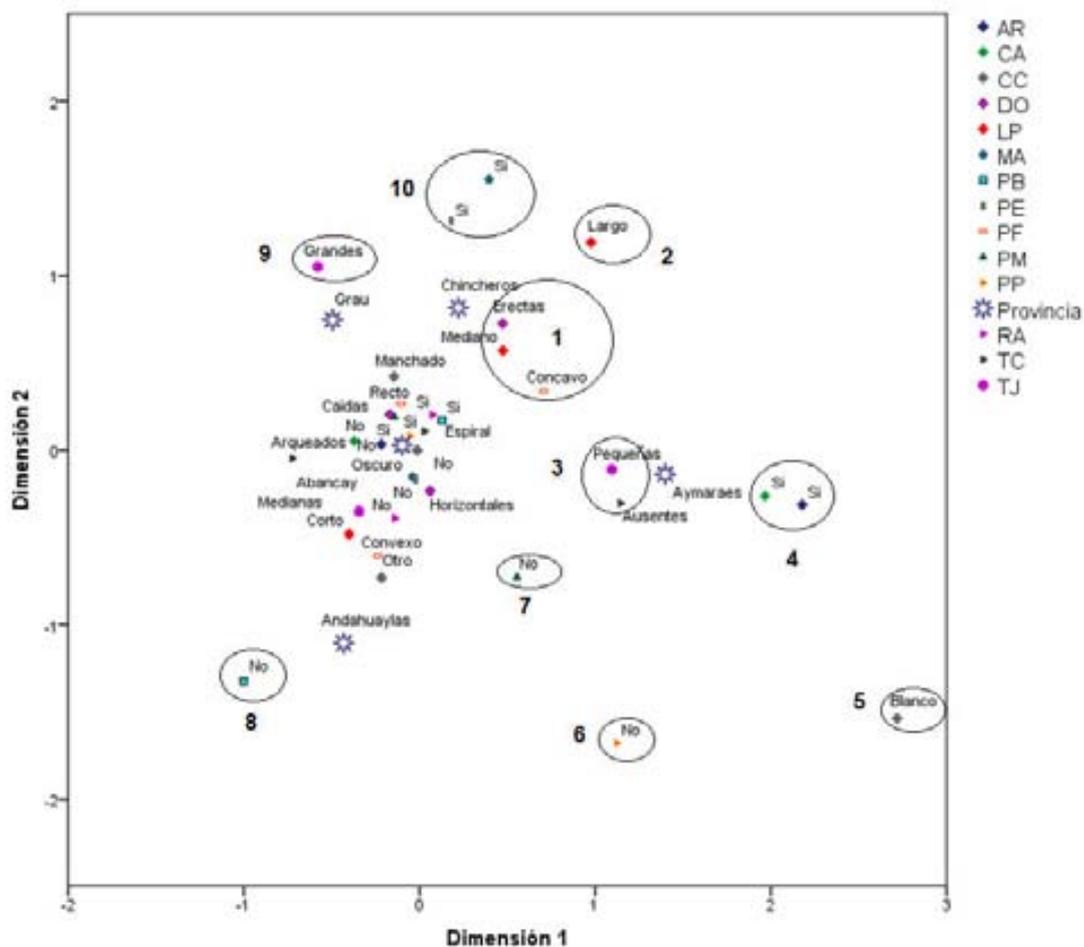


Figura 6. Relación entre categorías de las variables cualitativas de caprinos machos

3.2.3 Análisis de correspondencia múltiple a nivel de animales hembras

La matriz de discriminación obtenida mediante el ACM de las variables registradas en caprinos hembras, indica que las variables que se asocian según su frecuencia e importancia en la primera dimensión, son: presencia de calzón, raspil, pezuñas pigmentadas, presencia de perilla o barbilla, pelliza, mamellas, arropo. Y en la segunda: tamaño de orejas, piel y mucosas pigmentadas, color de la capa, disposición de orejas, perfil frontonasal, tipo de cuernos, longitud de pelo. La medida de la varianza explicada por cada dimensión fue 14,40% y 13,49%, respectivamente, totalizando un 27,89%. Se observa que las dos dimensiones son casi igual de importantes ya que los valores propios están muy próximos (Tabla 5).

Tabla 5. Matriz de discriminación de hembras (ACM).

Variables	Dimensión		Media
	1	2	
Color de la capa	0,08	0,28	0,18
Perfil frontonasal	0,17	0,20	0,18
Tamaño de orejas	0,27	0,46	0,36
Disposición de orejas	0,20	0,27	0,24
Tipo de cuernos	0,06	0,08	0,07
Longitud de pelo	0,07	0,07	0,07
Perilla o barbilla	0,13	0,07	0,10
Raspil	0,21	0,02	0,11
Pelliza	0,09	0,01	0,05
Calzón	0,35	0,01	0,18
Arropo	0,01	0,00	0,00
Mamellas	0,02	0,00	0,01
Piel y mucosas pigmentadas	0,21	0,30	0,26
Pezuñas pigmentadas	0,14	0,13	0,13
% de la varianza	14,40	13,49	13,94

El Alfa de Cronbach promedio fue igual 0,53

Las variables que evidenciaron un alto valor medio de discriminación en ambas dimensiones fueron el tamaño de orejas (0,36), presencia de pigmentación en piel y mucosas (0,26) y disposición de orejas (0,24) (Figura 7; Tabla 5).

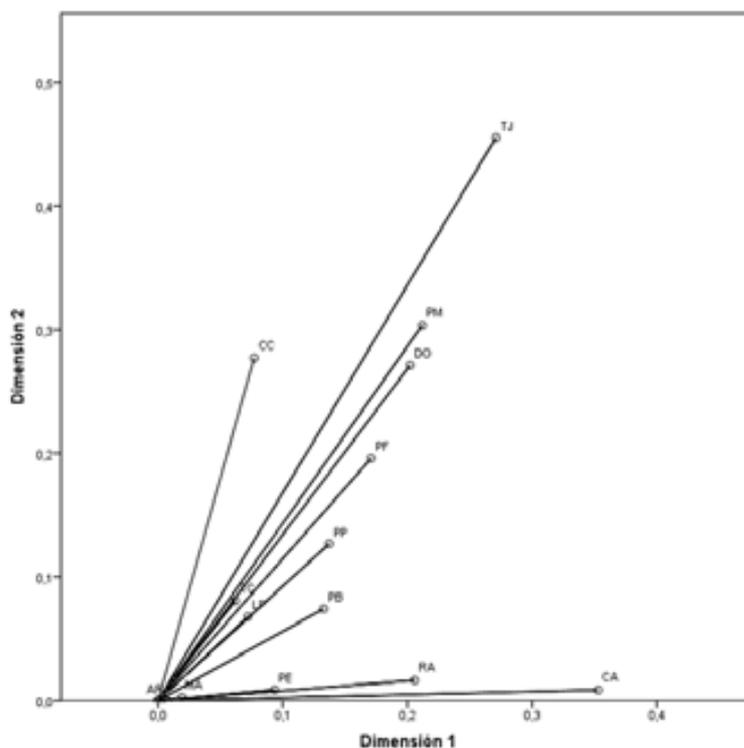


Figura 7. Medidas de discriminación referente a las hembras

Se puede ver en la Figura 8, que las categorías más discriminatorias relacionadas y más próximas a las provincias son:

En Grau: (2) Longitud de pelo mediano. (1) Tamaño de orejas grandes, perfil frontonasal convexo, disposición de orejas caídas y color de capa oscuro.

En Chincheros: (3) Presencia de mamellas y raspil. (4) Presencia de perilla. (5) Presencia de calzón. (6) Presencia de pelliza.

En Andahuaylas: (8) Disposición de orejas horizontales. (7) Tamaño de orejas pequeñas, presencia de arropo y disposición de orejas erectas.

El alto valor medio de discriminación de la variable presencia de pigmentación en piel y mucosas no se evidencia en la Figura 8, pero si lo hacen el referido al tamaño de orejas y disposición de orejas que están relacionados con las categorías tamaño de orejas grandes en Grau y pequeñas en Andahuaylas; y la disposición de orejas caídas en Grau y erectas en Andahuaylas, respectivamente.

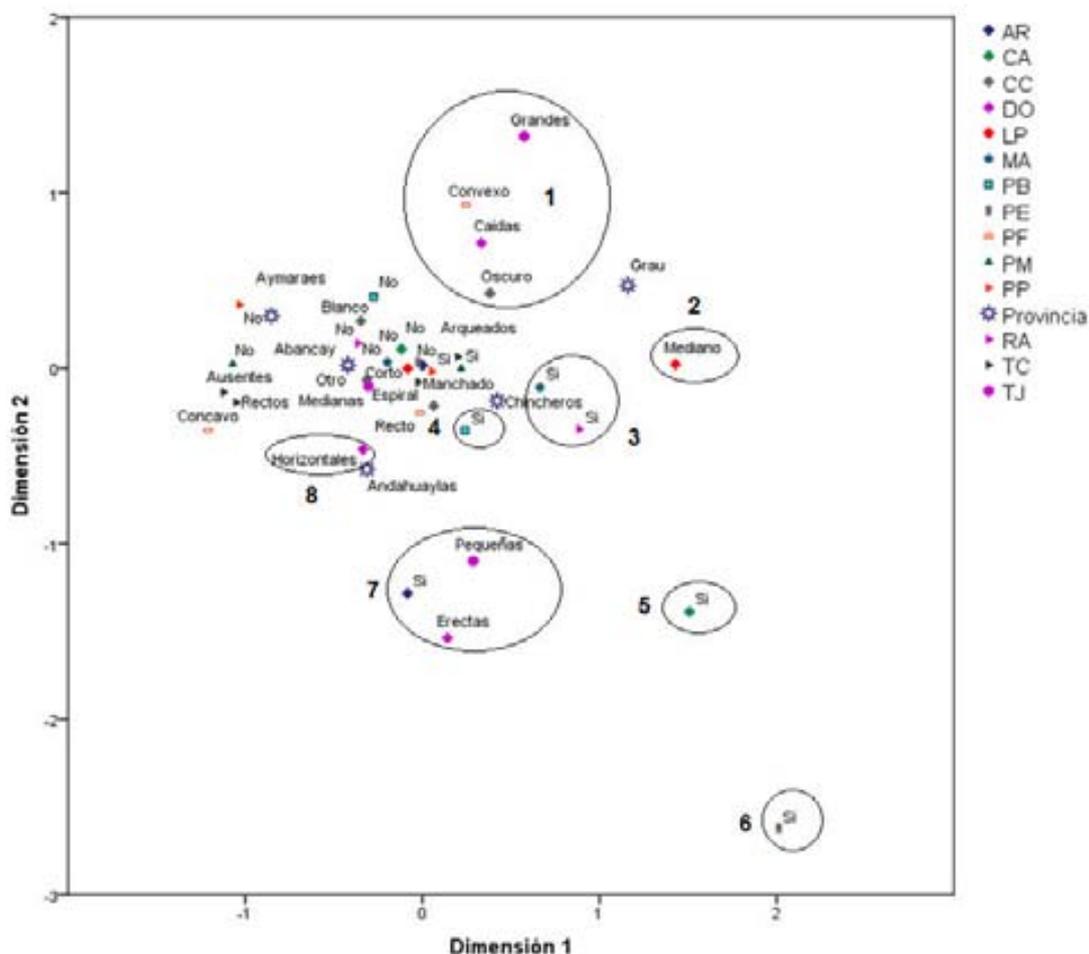


Figura 8. Relación entre categorías de las variables cualitativas de caprinos hembras

3.3 Comparación morfoestructural entre machos y hembras y por subpoblaciones

Existe dimorfismo sexual significativo en las variables cuantitativas ALCR, DE, DB, AG, PT y PC y en los índices ICO, ITO, IPE, IMETO, IPRP, IPET e IPEL ($P < 0,05$). Las variables morfoestructurales de las cinco subpoblaciones caprinas estudiadas muestran un coeficiente de variación (CV) promedio de 6,70% (AC) a 14,72% (DE) y 5,51% (AC) a 10,42% (DB), en machos y hembras respectivamente (Tabla 6). Estos valores demuestran que existe cierta heterogeneidad morfoestructural, que podría deberse a que la variabilidad morfológica constituye en parte la expresión de la variabilidad genética y es indicativa de una carencia de selección (Folch & Jordana, 1997). En términos poblacionales el coeficiente de variación, para todas las variables e índices, fue de 9,5% en machos y 7,9% en hembras. Estos porcentajes son considerados bajos e indicarían que se trata de una población homogénea con escasa influencia de razas exóticas (Prieto *et al.*, 2006).

Tabla 6. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre sexos y provincias para las variables e índices morfoestructurales en hembras y machos de cabra apurimeña peruana.

Variables (cm)	Machos (n=44)			Hembras (n=165)			Entre sexos	Entre provincias Sig.	
	Media	S.D.	C.V. (%)	Media	S.D.	C.V. (%)	Sig.	Machos	Hembras
ALCR	68,45	4,60	6,72	66,55	4,21	6,33	**	n.s.	***
DL	71,23	5,96	8,37	69,85	5,83	8,35	n.s.	*	***
DE	28,32	4,17	14,72	30,30	2,36	7,80	***	n.s.	***
DB	20,18	2,52	12,47	23,05	2,40	10,42	***	n.s.	***
LG	17,30	1,56	9,04	17,39	1,39	7,98	n.s.	n.s.	***
AG	14,90	1,33	8,91	15,32	1,14	7,45	*	n.s.	***
LC	21,26	2,00	9,43	21,53	1,65	7,67	n.s.	n.s.	***
AC	13,97	0,94	6,70	13,87	0,76	5,51	n.s.	n.s.	***
PT	88,93	6,83	7,68	93,85	6,94	7,39	***	n.s.	***
PC	10,66	1,17	10,98	9,47	0,96	10,08	***	**	***
Índices									
ICO	80,23	5,53	6,90	74,55	5,34	7,16	***	*	***
ITO	71,96	7,85	10,91	76,18	6,56	8,62	***	n.s.	**
ICE	65,96	4,30	6,52	64,65	4,19	6,49	n.s.	n.s.	***
IPE	86,25	4,00	4,64	88,30	5,63	6,37	*	n.s.	n.s.
IPRO	104,15	7,10	6,82	105,06	7,21	6,86	n.s.	n.s.	***
IMETO	12,01	1,19	9,89	10,10	0,84	8,35	***	***	*
IPRP	41,33	5,08	12,29	45,60	3,22	7,07	***	n.s.	n.s.
IPET	21,77	1,37	6,29	23,05	1,58	6,83	***	n.s.	**
IPEL	25,27	1,59	6,28	26,18	2,00	7,63	**	n.s.	***

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: Desviación estándar; C.V.: coeficiente de variabilidad.

Las subpoblaciones caprinas de cada provincia se diferencian unas de otras estadísticamente en todas las variables morfoestructurales en hembras ($P<0,001$) y solo en DL y PC en machos ($P<0,05$). La escasa diferenciación significativa en machos posiblemente sea debida a que únicamente se pudo disponer de 44 observaciones de campo (Tabla 6). De forma similar, existen diferencias estadísticas significativas ($P<0,05$) respecto a los índices ICO, ITO, ICE, IPRO, IMETO, IPET, IPEL en hembras, y solamente en ICO e IMETO en machos. Resaltamos que realmente no habría mucha variabilidad entre subpoblaciones caprinas hembras respecto a las variables ALCR e ICO, ya que sólo son diferentes del resto en Grau y Aymaraes, respectivamente (Tabla 25, anexos). Estas diferencias podrían deberse a los factores ambientales muy específicos de cada zona que determinan las particularidades entre subpoblaciones (Hernández, 2000). En ambos sexos ALCR superó los 65 cm, por lo

que podemos clasificar a la cabra apurimeña como un animal grande (Devendra & McLeroy, 1986), de perfil ortoide y proporción submediolínea (ICO<85 e ITO<85, Parés, 2009; Sañudo, 2008). El índice metacarpotorácico superior a 10, en ambos sexos, nos sugiere que la cabra apurimeña posee un esqueleto bien desarrollado, apto para la adaptación a un medio difícil y a un sistema de pastoreo extensivo, asimismo que presenta un peso vivo que podría ser clasificado como de eumétrico (Dickson, 1990; Bedotti *et al.*, 2004; Carné *et al.*, 2007; Sañudo, 2008). La cabra apurimeña es ligeramente dolicocefala y no tiene una clara aptitud cárnica de acuerdo a los índices IMETO, IPRP, IPET y IPEL. Esto podría ser debido a la natural morfología amiotrófica presente en la especie caprina (Sañudo, 2011).

Acorde a las Figuras 9 y 10 y la Tabla 45 de anexos, la cabra apurimeña peruana, en términos generales es relativamente más ancha, alta y de un mayor tamaño corporal que la cabra mexicana nativa de Puebla (Hernández *et al.*, 2002). Ocurre lo contrario, al compararla en términos de tamaño corporal, con la cabra colorada pampeana de Argentina (Bedotti *et al.*, 2004) y la Cabra Blanca de Rasquera (Carné *et al.*, 2007). Estas diferencias observadas entre países se deberían a que el biotipo caprino depende del factor ambiental (Alfía Robledo, 1996; Zerón, 2011).

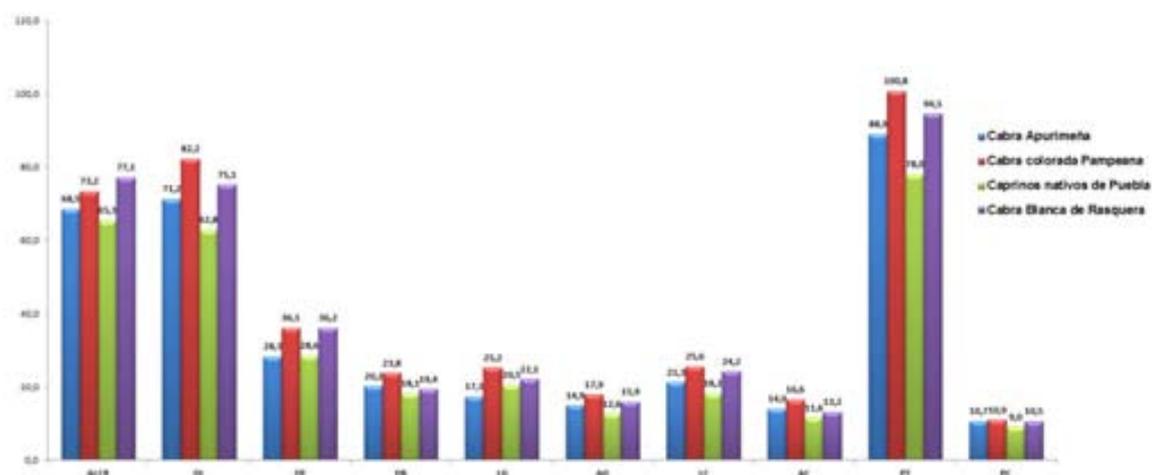


Figura 9. Comparación de promedios entre diferentes países respecto a las variables morfoestructurales de caprinos machos.

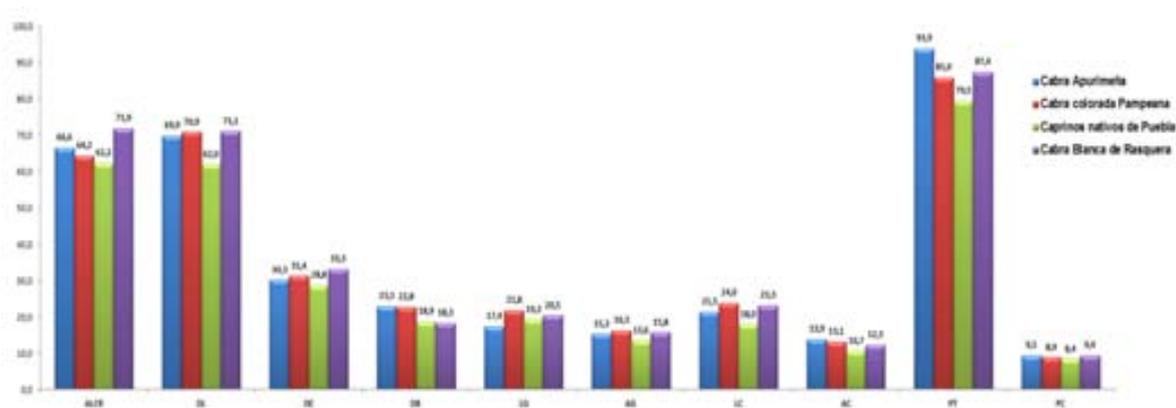


Figura 10. Comparación de promedios entre diferentes países respecto a las variables morfoestructurales de caprinos hembras.

3.4 Estudio de la armonicidad morfoestructural

En el caso de la cabra apurimeña se puede observar la no existencia de correlaciones negativas o inversas en ambos sexos entre las variables morfométricas analizadas, lo que señalaría que no se están produciendo cruzamientos con razas exóticas (Herrera & Luque, 2009b). La única relación no significativa ($P>0,05$) se dio en los machos entre PC y DB. Todas las demás correlaciones fueron estadísticamente significativas (Tabla 7). Esto significa que nuestro modelo en base a las variables analizadas es armónico, y que la cabra apurimeña podría ser considerada dentro de la categoría de raza (Rodero & Gonzáles, 2009).

Tabla 7. Matriz de correlaciones entre descriptores morfológicos cuantitativos de machos cabríos (debajo de la diagonal) y cabras hembras (encima de la diagonal) de la región Apurímac.

Variables	ALCR	DL	DE	DB	LG	AG	LC	AC	PT	PC
ALCR	1	0,59***	0,53***	0,26***	0,47***	0,53***	0,48***	0,50***	0,45***	0,47***
DL	0,60***	1	0,61***	0,37***	0,48***	0,47***	0,47***	0,57***	0,60***	0,43***
DE	0,57***	0,40**	1	0,60***	0,42***	0,53***	0,48***	0,59***	0,78***	0,40***
DB	0,52***	0,45**	0,74***	1	0,32***	0,42***	0,41***	0,35***	0,68***	0,24***
LG	0,72***	0,69***	0,67***	0,60***	1	0,62***	0,67***	0,51***	0,48***	0,42***
AG	0,70***	0,55***	0,51***	0,54***	0,86***	1	0,57***	0,50***	0,51***	0,37***
LC	0,71***	0,48**	0,77***	0,67***	0,71***	0,68***	1	0,51***	0,49***	0,49***
AC	0,60***	0,67***	0,54***	0,55***	0,66***	0,57***	0,70***	1	0,57***	0,43***
PT	0,63***	0,64***	0,58***	0,77***	0,62***	0,54***	0,67***	0,64***	1	0,59***
PC	0,54***	0,67***	0,31*	0,27n.s.	0,58***	0,61***	0,44**	0,57***	0,47**	1

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$; n.s.: no significativo.

Las variables morfoestructurales en machos, al ser agrupadas por su fuerza correlacional, forman tres conglomerados: el primero está representado por LG y AG, el segundo por DL, AC, ALCR y PC, el tercero por DB, PT, DE y LC (Figura 11).

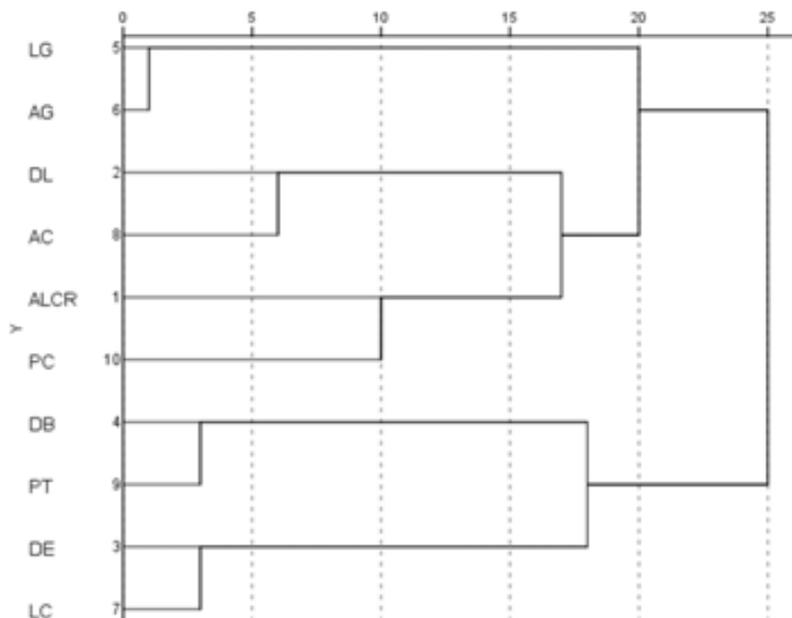


Figura 11. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando los coeficientes de correlación de Pearson y el método de conglomeración jerárquica con agrupación de centroides de las variables morfoestructurales en machos.

Igualmente las variables morfoestructurales en hembras, al ser agrupadas por su fuerza correlacional, también forman tres conglomerados: el primero representado por DE, PT y DB, el segundo por ALCR, DL y PC, y el tercero por LG, LC, AG y AC (Figura 12).

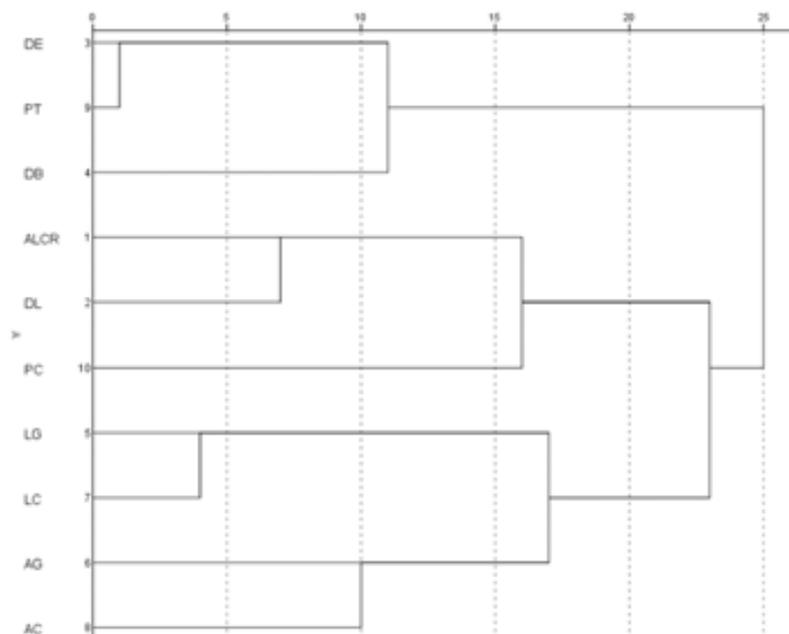


Figura 12. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando los coeficientes de correlación de Pearson y el método de conglomeración jerárquica con agrupación de centroides de las variables morfoestructurales en hembras.

Al correlacionarse los índices morfométricos en hembras y machos, dieron como resultado 18 (40%) y 14 (31,1%) coeficientes negativos, respectivamente, de un total de 45 (Tabla 8). Los coeficientes negativos más altos son los que corresponden a las relaciones ITO/IPRP y IPEL/IPE, en machos y hembras respectivamente. Esta información es interesante para poder plantear futuros objetivos de mejora genética, porque nos indicaría, en el primer caso, que a mayor capacidad torácica menor profundidad relativa del tórax, y en el segundo que, a mayor altura del animal menor capacidad pélvica materna, la cual podría ocasionar problemas de parto.

Tabla 8. Matriz de correlaciones entre índices morfométricos de machos cabríos (debajo de la diagonal) y cabras hembras (encima de la diagonal) de la región Apurímac.

Índices	ICO	ITO	ICE	IPE	IPRO	IMETO	IPRP	IPET	IPEL
ICO	1	-0,25**	0,03*	-0,08 n.s.	0,47***	0,17*	-0,30***	-0,21**	-0,12 n.s.
ITO	-0,14 n.s.	1	-0,16*	0,03 n.s.	0,00 n.s.	-0,17*	-0,08 n.s.	0,18*	0,14 n.s.
ICE	0,32*	0,34*	1	0,11 n.s.	0,06 n.s.	-0,19*	0,04 n.s.	-0,13 n.s.	-0,23**
IPE	-0,10 n.s.	0,28 n.s.	-0,03 n.s.	1	-0,10 n.s.	-0,10 n.s.	0,06 n.s.	0,40***	-0,54***
IPRO	0,57***	0,14 n.s.	0,33*	-0,26 n.s.	1	-0,16*	0,46***	0,28***	0,35***
IMETO	0,59***	-0,18 n.s.	0,21 n.s.	0,18 n.s.	0,20 n.s.	1	-0,37***	-0,18*	-0,05 n.s.
IPRP	-0,20 n.s.	-0,63***	-0,47**	-0,35*	0,06 n.s.	-0,18 n.s.	1	0,42***	0,32***
IPET	0,09 n.s.	0,05 n.s.	-0,10 n.s.	0,35*	0,27 n.s.	0,26 n.s.	0,19 n.s.	1	0,55***
IPEL	0,16 n.s.	-0,16 n.s.	-0,07**	-0,40**	0,47**	0,12 n.s.	0,44**	0,71***	1

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

Al agrupar los índices en machos, tomando en consideración las correlaciones, dan lugar a tres conglomerados: el primero formado por IPET, IPEL e IPRP, el segundo por ICO, IMETO e IPRO, y el tercero por ITO, ICE e IPE (Figura 13).

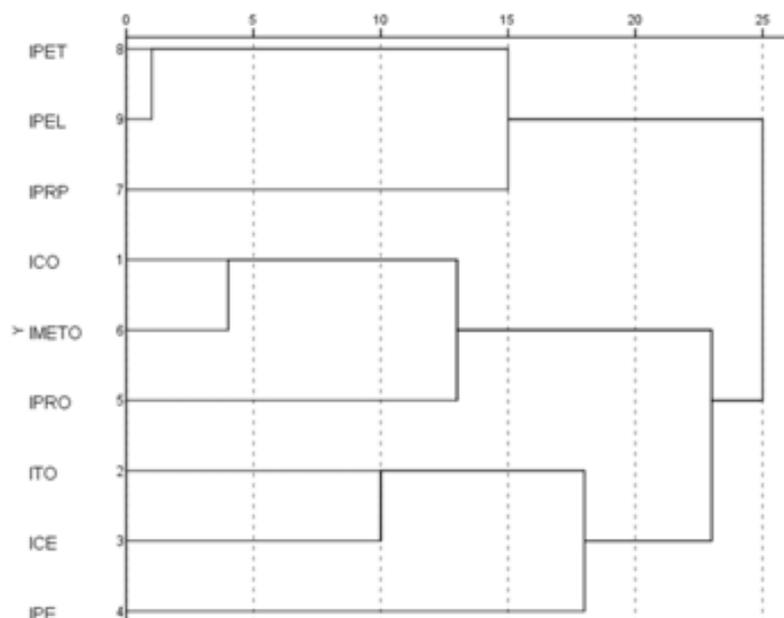


Figura 13. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando los coeficientes de correlación de Pearson y el método de conglomeración jerárquica con agrupación de centroides de los índices morfométricos en machos.

El agrupamiento de índices en hembras, tomando en cuenta las correlaciones obtenidas, dan lugar a tres conglomerados: el primero formado por IPET, IPEL, IPRP e ITO, el segundo por ICE e IPE, y el tercero por ICO, IPRO e IMETO (Figura 14).

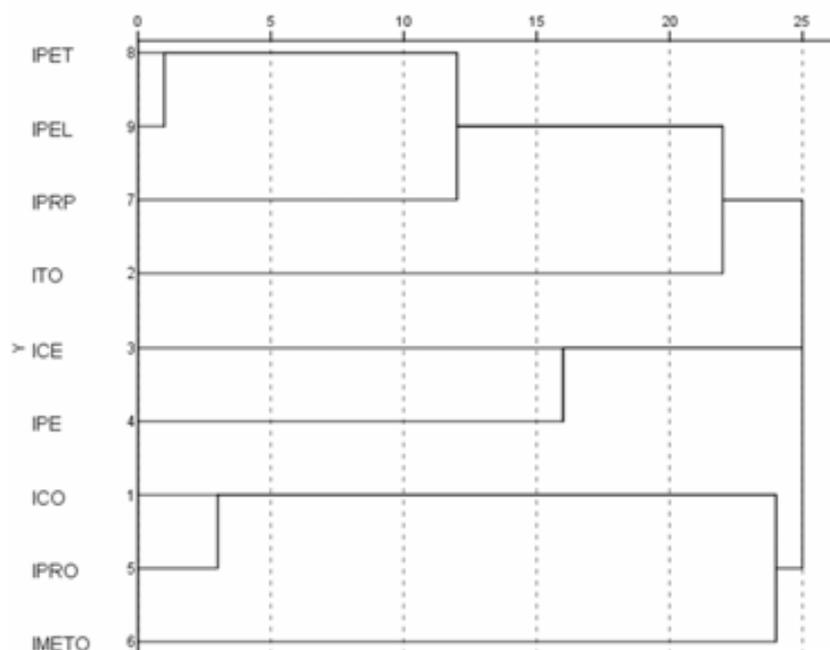


Figura 14. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando los coeficientes de correlación de Pearson y el método de conglomeración jerárquica con agrupación de centroides de los índices morfométricos en hembras.

3.5 Relación entre los caracteres morfoestructurales, morfológicos y fanerópticos de la cabra apurimeña peruana

Los resultados indican que existen relaciones significativas principalmente entre la disposición y tamaño de orejas con respecto a la altura a la cruz, diámetro longitudinal, longitud y anchura de grupa en machos (♂) y hembras (♀). Investigadores como Aparicio (1960), Agraz (1976) y Dossa *et al.* (2007) han considerado a la forma y longitud de la oreja en los sistemas de clasificación caprina, lo que confirmaría que nuestros resultados son correctos.

Según el número de relaciones significativas, la más representativa (17 de 20) es la disposición de las orejas (altura a la cruz, ♂: $P < 0,01$ y ♀: $P < 0,001$; diámetro longitudinal, ♂: $P < 0,05$ y ♀: $P < 0,001$; diámetro dorsoesternal, ♂: n.s. y ♀: $P < 0,01$; diámetro bicostal, ♂: $P < 0,05$ y ♀: n.s.; longitud de grupa, ♂: $P < 0,05$ y ♀: $P < 0,01$; anchura de grupa, ♂: $P < 0,05$ y ♀: $P < 0,01$; longitud de cabeza, ♂: $P < 0,05$ y ♀: $P < 0,05$; anchura de cabeza, ♂: $P < 0,05$ y ♀: $P < 0,01$; perímetro torácico, ♂: $P < 0,01$ y ♀: $P < 0,05$; perímetro de caña, ♂: n.s. y ♀: $P < 0,05$), otra de las variables importantes (13 de 20) es el tamaño de las orejas (altura a la cruz, ♂: $P < 0,01$ y ♀: $P < 0,001$; diámetro longitudinal, ♂: $P < 0,001$ y ♀: $P < 0,001$; diámetro dorsoesternal, ♂: n.s. y ♀: n.s.; diámetro bicostal, ♂: n.s. y ♀: n.s.; longitud de grupa, ♂: $P < 0,01$ y ♀: $P < 0,05$; anchura de grupa, ♂: $P < 0,001$ y ♀: $P < 0,05$; longitud de cabeza, ♂: n.s. y ♀: $P < 0,01$; anchura

de cabeza, ♂: $P < 0,01$ y ♀: n.s.; perímetro torácico, ♂: $P < 0,05$ y ♀: n.s.; perímetro de caña, ♂: $P < 0,01$ y ♀: $P < 0,01$). Continúan, el tipo de cuernos, la presencia o ausencia de perilla o barbilla y el color de la capa con 6 relaciones significativas sobre 20, raspil (4 de 20), perfil frontonasal, arropo (3 de 20), piel y mucosas pigmentadas (2 de 20) y sin relación alguna la longitud de pelo, pelliza, calzón, mamellas y pezuñas pigmentadas. Igualmente las variables morfoestructurales que en mayor número de veces influyen significativamente en las variables morfológicas y fanerópticas de machos (♂) y hembras (♀) son DL, PT y LC, con 8 relaciones significativas de 28 (Tablas 44.1 y 44.2, anexos).

El dendrograma en el caso de machos (Figura 11), mostró que existen dos grandes conglomerados: el primero une las variables LG-AG (1), DL-AC (2), ALCR-PC (3), que están relacionadas significativamente, tomando en cuenta los números que representan las variables agrupadas con el tamaño (1, 2, 3) y la disposición de las orejas (1, 2). El segundo une DB-PT (4), DE-LC (5), que se asocian significativamente con el color de capa (4, 5) y la disposición de las orejas (4). En el caso de hembras (Figura 12), el primer conglomerado une las variables DE-PT (1), DB (2), que están relacionadas significativamente con el tipo de cuernos (1, 2), presencia de perilla (1, 2), disposición de orejas (1), raspil (1) y presencia de pelliza (2). El segundo conglomerado une ALCR-DL (3), PC (4), LG-LC (5), AG-AC (6), que están relacionadas significativamente con la disposición de orejas (3, 4, 5, 6), tamaño de orejas (3, 4, 5), perfil frontonasal (3), raspil (3), arropo (4) y perilla (5).

Sañudo (1994), menciona que: “*Con machos solos podríamos recuperar una raza pero difícilmente solo con hembras*”. Entonces, el número de machos es muy importante, pero lo son también sus características externas, como el color de capa que en nuestra investigación mostró relación significativa con las variables morfoestructurales DE, DB, LG, LC y PT (Tabla 44.1, anexos). Este resultado es relevante, ya que la coloración de la capa en cabras tiene una alta heredabilidad (Lauvergne, 1978) y se la asocia a los parámetros productivos y reproductivos, pues la amplia gama de colores de la capa depende de la humedad, temperatura e intensidad de radiación solar (Ebozoje & Ikeobi, 1998; Bedotti, 2000).

3.6 Resultados del análisis de componentes principales (ACP)

3.6.1 Análisis de componentes principales a nivel de toda la muestra

La matriz de componentes principales rotados, considerando las cargas factoriales muestra claramente que en la primera, segunda y tercera componente, se asocian las variables DB, PT y DE; PC, DL, ALCR y AC; LG, AG y LC, respectivamente. La primera componente explica el 26,04% de la varianza, la segunda el 25% y la tercera el 24,06%, totalizando un 75,1% (Figura 15; Tabla 9). Tomando como referencia el trabajo de Deza *et al.* (2003) y la naturaleza de las variables, podemos decir que la primera componente está relacionada con la anchura del animal, la segunda con la altura del animal y la tercera con el tamaño corporal.

Tabla 9. Matriz de componentes principales rotados de toda la muestra.

Variables	Componente		
	1	2	3
ALCR	0,13	0,67	0,44
DL	0,36	0,74	0,20
DE	0,78	0,23	0,33
DB	0,89	-0,07	0,24
LG	0,20	0,32	0,81
AG	0,33	0,22	0,77
LC	0,32	0,30	0,74
AC	0,37	0,61	0,36
PT	0,81	0,37	0,22
PC	-0,06	0,83	0,18
% de varianza	26,04	25,00	24,06

KMO igual a 0,879; esfericidad de Bartlett $P < 0,001$

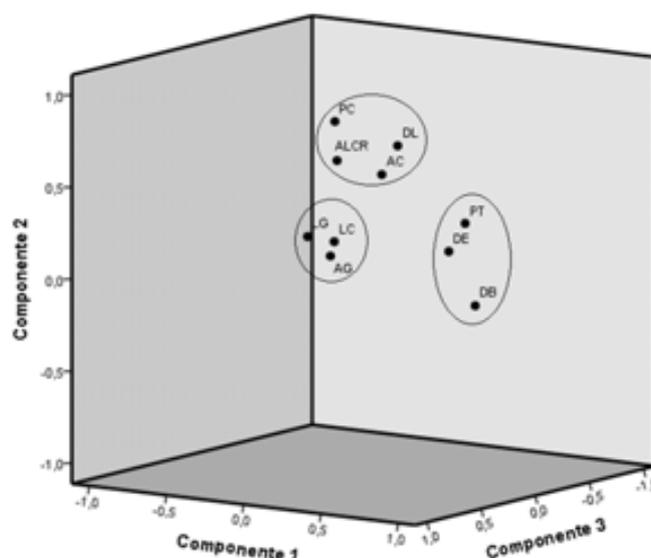


Figura 15. Componentes principales en espacio rotado referente a toda la muestra.

Al comparar las subpoblaciones caprinas considerando los datos de machos y hembras como un todo, mediante los indicadores sintéticos producto de cada componente, se hallaron diferencias estadísticas significativas entre ellas (Tabla 10).

Tabla 10. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para los indicadores sintéticos correspondientes a los 3 componentes principales.

Indicadores sintéticos	Subpoblaciones										Sig.
	Abancay n = 48		Andahuaylas n = 45		Chincheros n = 38		Aymaraes n = 38		Grau n = 40		
	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	
Componente 1	-0,28 ^a	1,24	-0,24 ^a	0,76	0,16 ^{a,b}	0,78	-0,04 ^{a,b}	0,89	0,48 ^b	1,05	**
Componente 2	0,17 ^b	1,22	-0,45 ^a	0,59	-0,02 ^{a,b}	0,84	-0,41 ^a	0,93	0,71 ^c	0,85	***
Componente 3	0,56 ^c	1,14	-0,54 ^a	0,45	-0,51 ^a	0,71	0,42 ^{b,c}	1,25	0,02 ^b	0,64	***

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) éstas se indican con letras distintas en la misma fila.

Se comprobó la existencia de dimorfismo sexual al obtener diferenciación significativa en la primera y segunda componente ($P < 0,001$) que explican el 51,04% de la varianza, siendo la tercera no significativa (Tabla 11).

Tabla 11. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre sexos para los indicadores sintéticos correspondientes a los 3 componentes principales.

Indicadores sintéticos	Machos		Hembras		Sig.
	n = 44		n = 165		
	Media	S.D.	Media	S.D.	
Componente 1	-0,92	0,95	0,25	0,86	***
Componente 2	0,83	0,99	-0,22	0,88	***
Componente 3	-0,16	1,09	0,04	0,97	n.s.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar.

3.6.2 Análisis de componentes principales en animales machos

La matriz de componentes principales rotados considerando las cargas factoriales muestra claramente que en la primera, segunda y tercera componente, se asocian las variables DB, DE, PT y LC; AG, LG y ALCR; DL, PC y AC, respectivamente. La primera componente explica el 30,29% de la varianza, la segunda el 25,98% y la tercera el 25,52%, totalizando un 81,79% (Figura 16; Tabla 12). Tomando como referencia el trabajo de Deza *et al.* (2003) y la naturaleza de las variables, podemos decir que la primera componente está relacionada con la anchura del animal, la segunda con la altura del animal y la tercera con el tamaño corporal.

Tabla 12. Matriz de componentes principales rotados de machos.

Variables	Componentes principales		
	1	2	3
ALCR	0,38	0,64	0,41
DL	0,28	0,23	0,85
DE	0,77	0,47	0,04
DB	0,88	0,22	0,19
LG	0,40	0,72	0,43
AG	0,25	0,83	0,36
LC	0,66	0,59	0,21
AC	0,48	0,32	0,62
PT	0,74	0,13	0,54
PC	-0,01	0,44	0,78
% de varianza	30,29	25,98	25,52

KMO igual a 0,831; esfericidad de Bartlett $P < 0,001$

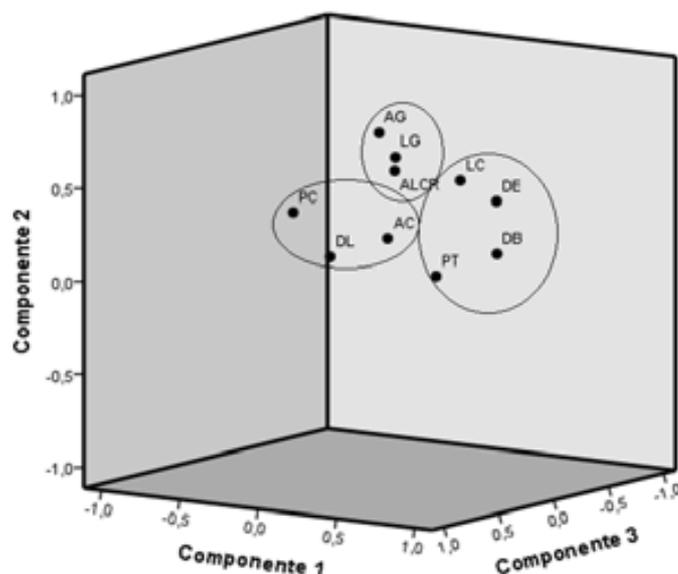


Figura 16. Componentes principales en espacio rotado referente a los machos.

Al comparar las subpoblaciones solo considerando los animales machos, mediante los indicadores sintéticos producto de cada componente (Tabla 13), se determinó que únicamente existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0,01$) respecto a la segunda componente.

Tabla 13. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para los indicadores sintéticos correspondientes a los 3 componentes principales obtenidos al analizar los animales machos.

Indicadores sintéticos	Subpoblaciones										Sig.
	Abancay n = 17		Andahuaylas n = 9		Chincheros n = 7		Aymaraes n = 5		Grau n = 6		
	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	
Componente 1	-1,09	0,96	-0,72	1,1	-0,48	0,97	-1,14	0,77	-1,08	0,81	n.s.
Componente 2	1,09 ^{a,b}	0,87	0,16 ^a	0,33	0,60 ^{a,b}	1,32	0,29 ^a	0,41	1,84 ^b	0,94	**
Componente 3	0,33	1,1	-0,64	0,37	-0,52	1,13	-0,49	1,79	-0,1	0,75	n.s.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) éstas se indican con letras distintas en la misma fila.

3.6.3 Análisis de componentes principales en animales hembras

La matriz de componentes principales rotados, considerando las cargas factoriales, muestra claramente que en la primera, segunda y tercera componente, se asocian las variables ALCR, PC, DL y AC; LG, LC y AG; DB, PT y DE, respectivamente. La primera componente explica el 26,98% de la varianza, la segunda el 23,27% y la tercera el 22,65%, totalizando un 72,9% (Figura 17; Tabla 14). Tomando como

referencia el trabajo de Deza *et al.* (2003) y la naturaleza de las variables, podemos decir que la primera componente está relacionada con altura del animal, la segunda con el tamaño corporal y la tercera con la anchura del animal.

Tabla 14. Matriz de componentes principales rotados de hembras.

Variables	Componentes principales		
	1	2	3
ALCR	0,74	0,35	0,09
DL	0,71	0,23	0,34
DE	0,50	0,20	0,71
DB	0,02	0,24	0,90
LG	0,29	0,84	0,14
AG	0,27	0,72	0,32
LC	0,32	0,77	0,22
AC	0,61	0,36	0,31
PT	0,50	0,23	0,74
PC	0,72	0,23	0,12
% de la varianza	26,98	23,27	22,65

KMO igual a 0,865; esfericidad de Bartlett $P < 0,001$

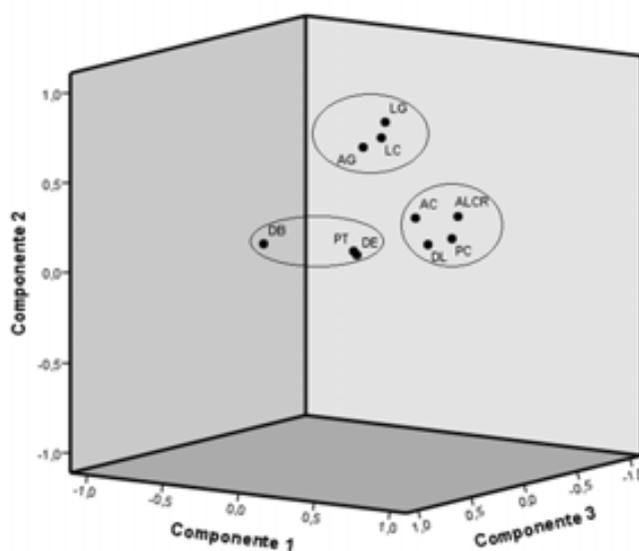


Figura 17. Componentes principales en espacio rotado referente a las hembras.

Al comparar las subpoblaciones solo considerando a los animales hembras, mediante los indicadores sintéticos producto de cada componente (Tabla 15), se determinó que existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0,001$) entre ellas. Aunque es necesario señalar que los indicadores sintéticos de Grau son los que únicamente difieren en la segunda componente.

Tabla 15. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para los indicadores sintéticos correspondientes a los 3 componentes principales obtenidos al analizar los animales hembras.

Indicadores sintéticos	Subpoblaciones										Sig.
	Abancay		Andahuaylas		Chincheros		Aymaraes		Grau		
	n = 31	n = 36	n = 31	n = 33	n = 34	Media	S.D.	Media	S.D.		
Componente 1	0,16 ^a	1,15	-0,12 ^a	0,61	0,31 ^{a,b}	0,66	0,13 ^a	0,79	0,76 ^b	0,82	***
Componente 2	-0,34 ^a	1,08	-0,60 ^a	0,54	-0,16 ^a	0,63	-0,52 ^a	0,95	0,51 ^b	0,67	***
Componente 3	0,69 ^c	1,16	-0,52 ^a	0,47	-0,51 ^a	0,61	0,56 ^c	1,12	0,04 ^b	0,64	***

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) éstas se indican con letras distintas en la misma fila.

De los resultados observados se pueden abstraer dos aportes importantes: por un lado existe dimorfismo sexual y por otro se observa la existencia de diferencias significativas entre subpoblaciones respecto a los machos y las hembras. De la misma forma, se reafirma que los diferentes tipos de análisis estadísticos multivariantes son efectivos en el estudio de las variables zoométricas (Herrera *et al.*, 1996b; Macciotta *et al.*, 2002; Deza *et al.*, 2003; Zaitoun *et al.*, 2005)

3.7 Resultados del análisis discriminante

3.7.1 Análisis discriminante para la toda la muestra

La probabilidad de pertenencia a una determinada subpoblación, de todos los individuos analizados, fue del 56,9% de media, y varía según la subpoblación: Abancay (58,3%), Andahuaylas (71,1%), Chincheros (28,9%), Aymaraes (55,3%) y Grau (67,5%). El bajo porcentaje de Chincheros nos indica que es la subpoblación que menos se diferencia morfológicamente del resto. Esto probablemente es debido al flujo de ganado caprino existente con Andahuaylas y otras provincias, muy próximas desde el punto de vista geográfico (Figura 18; Figura 25 de anexos; Tabla 16). En la cabra apurimeña, en orden de importancia, las variables que más discriminaron fueron (Tabla 17): LC, AC, PC, DE y DL, mientras que en las razas españolas: Malagueña, Murciano-Granadina, Payoya, Florida Sevillana, Blanca Andaluza y Negra Serrana, las variables discriminatorias, comunes a todas ellas, fueron DL y LC (Herrera *et al.*, 1996a). Esto refuerza lo sustentado por Herrera *et al.* (1996b), que considera las variables cefálicas LC y AC de gran importancia para la diferenciación racial caprina. En general la importancia discriminatoria de cada variable varía según la región donde se críe a los animales; por ejemplo, en las cabras criollas argentinas del noroeste de

Córdoba, en las cabras mexicanas criollas de Puebla y en las cabras argentinas nativas de Formosa, las variables más discriminantes fueron: PC (Deza *et al.*, 2003), LC (Hernández *et al.*, 2002) y PT (Prieto *et al.*, 2006), respectivamente.

Tabla 16. Matriz de clasificación de pertenencias pronosticadas para toda la muestra (%) por provincias.

Provincia	Grupo de pertenencia pronosticado					Total
	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau	
Recuento						
Abancay	28	5	4	5	6	48
Andahuaylas	3	32	5	3	2	45
Chincheros	2	12	11	3	10	38
Aymaraes	9	3	2	21	3	38
Grau	3	6	3	1	27	40
%						
Abancay	58,3	10,4	8,3	10,4	12,5	100,0
Andahuaylas	6,7	71,1	11,1	6,7	4,4	100,0
Chincheros	5,3	31,6	28,9	7,9	26,3	100,0
Aymaraes	23,7	7,9	5,3	55,3	7,9	100,0
Grau	7,5	15,0	7,5	2,5	67,5	100,0

M de Box $P < 0,001$

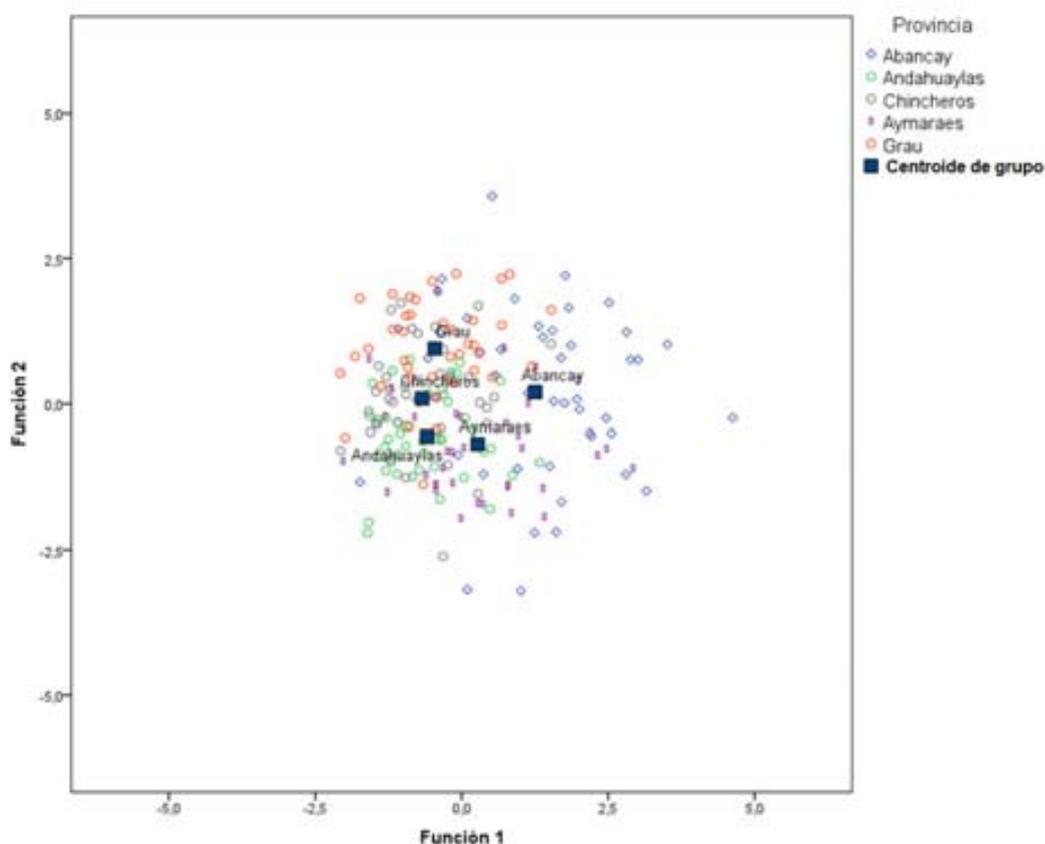


Figura 18. Funciones discriminantes canónicas para toda la muestra.

Tabla 17. Coeficientes no tipificados de las funciones canónicas discriminantes en toda la muestra.

	Función			
	1	2	3	4
DL	0,01	0,17	-0,19	0,01
DE	-0,26	0,11	0,25	-0,11
LC	0,85	-0,14	-0,03	0,32
AC	-0,79	-0,07	0,66	1,00
PC	0,31	0,22	0,59	-0,84
(Constante)	-2,97	-13,17	-8,25	-9,68
% de varianza	51,10	29,80	18,10	1,00

3.7.2 Análisis discriminante para machos

La probabilidad de pertenencia a una determinada subpoblación, de todos los individuos analizados, fue del 52,3% de media, y varía según la subpoblación: Abancay (82,4%), Andahuaylas (55,6%), Chincheros (0,0%), Aymaraes (0,0%) y Grau (66,7%). En el caso de Chincheros y Aymaraes el porcentaje de pertenencia fue 0% ya que no se diferencian morfológicamente del resto. Esto podría deberse al escaso número de observaciones obtenidas (Tabla 18). En la cabra macho apurimeña la única variable discriminadora fue PC (Tabla 19).

Tabla 18. Matriz de clasificación de pertenencias pronosticadas para machos (%) por provincias.

Provincia	Grupo de pertenencia pronosticado					Total
	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau	
Abancay	14	1	0	0	2	17
Andahuaylas	4	5	0	0	0	9
Recuento Chincheros	5	2	0	0	0	7
Aymaraes	4	1	0	0	0	5
Grau	1	1	0	0	4	6
Abancay	82,4	5,9	0,0	0,0	11,8	100,0
Andahuaylas	44,4	55,6	0,0	0,0	0,0	100,0
% Chincheros	71,4	28,6	0,0	0,0	0,0	100,0
Aymaraes	80,0	20,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Grau	16,7	16,7	0,0	0,0	66,7	100,0

M de Box $P > 0,05$

Tabla 19. Coeficientes no tipificados de las funciones canónicas discriminantes en machos.

Función	
1	
PC	1,03
(Constante)	-11,01
% de varianza	100,00

3.7.3 Análisis discriminante para hembras

La probabilidad de pertenencia a una determinada subpoblación, de todos los individuos analizados, fue del 60% de media, y varía según la subpoblación: Abancay (58,1%), Andahuaylas (72,2%), Chincheros (35,5%), Aymaraes (54,5%) y Grau (76,5%). Se corrobora de esta forma el más bajo porcentaje de Chincheros que nos indica que es la subpoblación que menos se diferencia morfológicamente del resto (Figura 19; Figura 26 de anexos; Tabla 20). En la cabra apurimeña hembra, en orden de importancia discriminatoria, fueron: AC, LC, PC, AG, DE y DL (Tabla 21).

Tabla 20. Matriz de clasificación de pertenencias pronosticadas para hembras (%) por provincias.

Provincia	Grupo de pertenencia pronosticado					Total
	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau	
Abancay	18	3	1	5	4	31
Andahuaylas	0	26	6	3	1	36
Chincheros	1	8	11	3	8	31
Aymaraes	9	1	2	18	3	33
Grau	1	3	4	0	26	34
Recuento						
Abancay	58,1	9,7	3,2	16,1	12,9	100,0
Andahuaylas	0,0	72,2	16,7	8,3	2,8	100,0
Chincheros	3,2	25,8	35,5	9,7	25,8	100,0
Aymaraes	27,3	3,0	6,1	54,5	9,1	100,0
Grau	2,9	8,8	11,8	0,0	76,5	100,0

M de Box $P < 0,001$

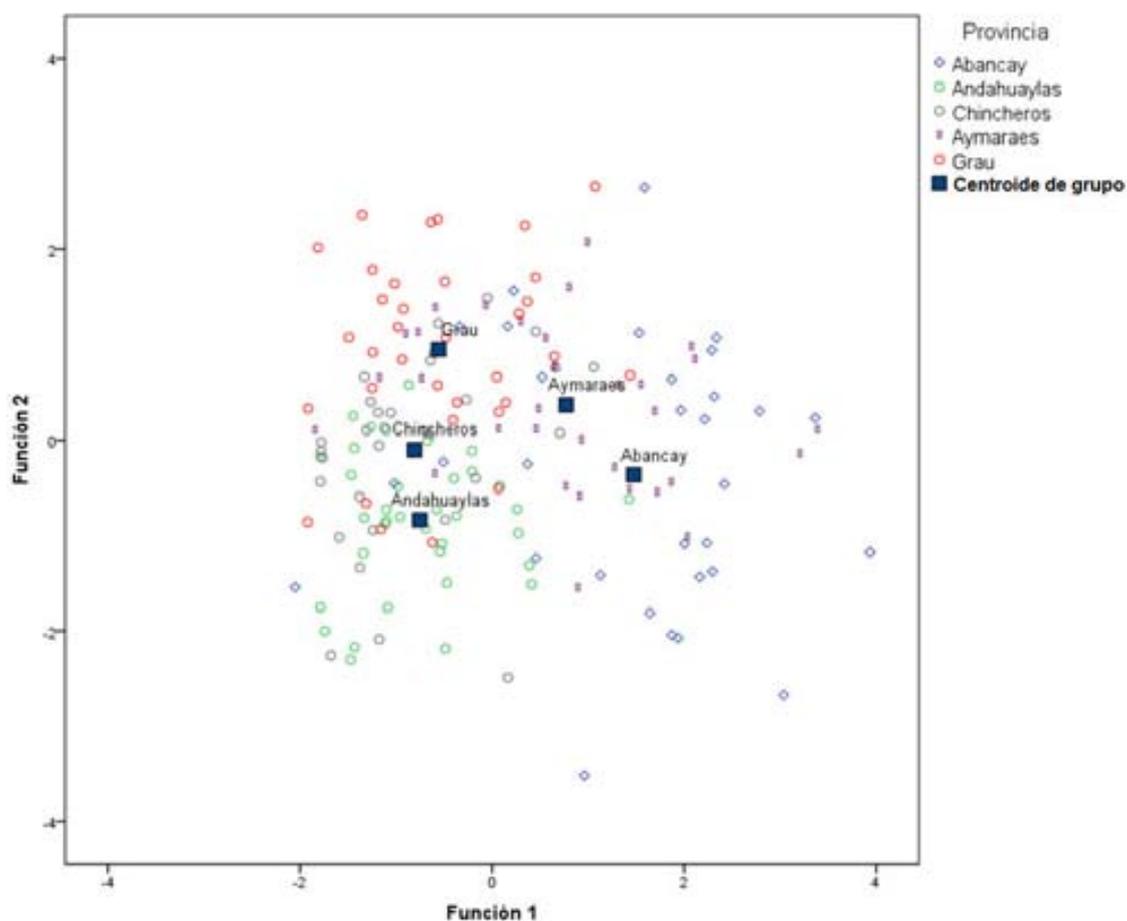


Figura 19. Funciones discriminantes canónicas para hembras.

Tabla 21. Coeficientes no tipificados de las funciones canónicas discriminantes en hembras.

	Función			
	1	2	3	4
DL	-0,08	-0,04	0,24	-0,04
DE	-0,15	0,30	-0,05	-0,04
AG	0,28	0,43	-0,43	-0,24
LC	0,82	-0,25	0,27	0,39
AC	-0,89	0,36	-0,60	1,23
PC	0,37	0,50	-0,21	-0,83
(Constante)	-2,94	-17,46	-3,85	-9,90
% de varianza	52,10	24,50	21,20	2,20

3.7.4 Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones considerando toda la muestra y las variables morfoestructurales más discriminatorias

Al analizar las distancias de Mahalanobis, se determinó que existe más heterogeneidad morfológica entre las cabras de Abancay y Grau ($P < 0,001$) y más homogeneidad entre Andahuaylas y Chincheros ($P > 0,05$) (Figura 20; Tabla 22).

Tabla 22. Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas apurimeñas considerando toda la muestra y las variables más discriminatorias.

Subpoblaciones	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau
Abancay	0	***	***	*	***
Andahuaylas	4,09	0	n.s.	*	*
Chincheros	5,04	1,27	0	***	n.s.
Aymaraes	1,93	1,92	4,31	0	***
Grau	5,69	2,74	1,35	3,68	0

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

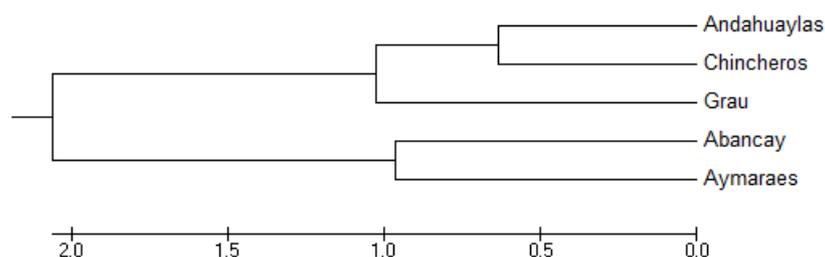


Figura 20. Dendrograma de relación entre las cinco subpoblaciones considerando toda la muestra y las variables morfoestructurales más discriminatorias.

3.7.5 Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas machos considerando las variables morfoestructurales más discriminatorias poblacionales

Al analizar las distancias de Mahalanobis, se determinó que existe más heterogeneidad morfológica entre las cabras machos de Aymaraes y Grau ($P > 0,05$) y más homogeneidad entre Abancay y Chincheros ($P > 0,05$) (Figura 21; Tabla 23).

Tabla 23. Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas apurimeñas machos considerando las variables más discriminatorias poblacionales.

Subpoblaciones	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau
Abancay	0	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Andahuaylas	1,55	0	n.s.	n.s.	n.s.
Chincheros	1,19	2,12	0	n.s.	n.s.
Aymaraes	2,55	0,34	3,33	0	n.s.
Grau	2,73	1,98	0,71	3,34	0

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

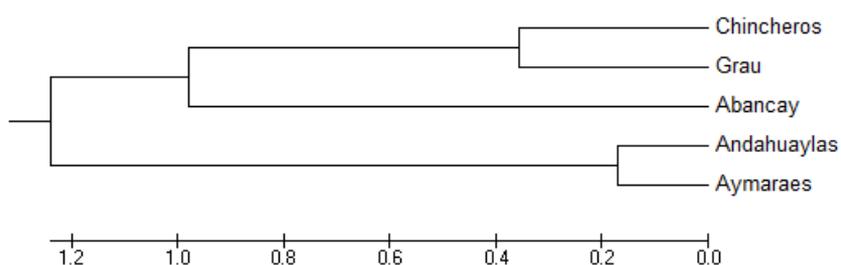


Figura 21. Dendrograma de relación entre las cinco subpoblaciones caprinas machos considerando las variables morfoestructurales más discriminatorias poblacionales.

3.7.6 Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas machos considerando la variable morfoestructural más discriminadora en este sexo

Al analizar las distancias de Mahalanobis, se determinó que existe más heterogeneidad morfológica entre las cabras machos de Andahuaylas y Grau ($P < 0,01$) y más homogeneidad entre Abancay y Chincheros ($P > 0,05$) (Figura 22; Tabla 24).

Tabla 24. Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas apurimeñas machos considerando la variable morfoestructural más discriminadora.

Subpoblaciones	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau
Abancay	0	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Andahuaylas	0,78	0	n.s.	n.s.	**
Chincheros	0,03	0,51	0	n.s.	*
Aymaraes	0,17	0,22	0,06	0	*
Grau	1,31	4,11	1,72	2,43	0

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

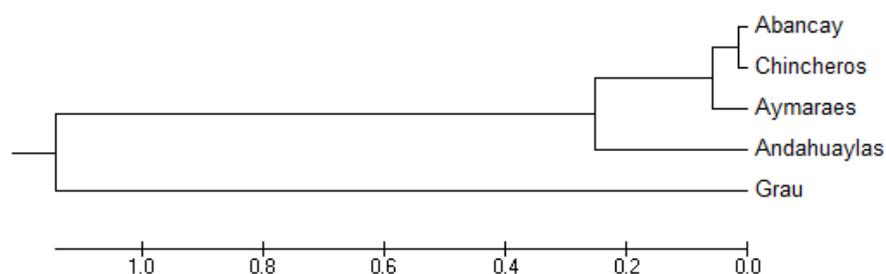


Figura 22. Dendrograma de relación entre las cinco subpoblaciones caprinas machos considerando la variable morfoestructural más discriminadora.

3.7.7 Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas hembras considerando las variables morfoestructurales más discriminadoras poblacionales

Al analizar las distancias de Mahalanobis, se determinó que existen más diferencias morfológicas entre las cabras hembras de Abancay y Chincheros ($P < 0,001$) y más similitud entre Andahuaylas y Chincheros ($P > 0,05$) (Figura 23; Tabla 25).

Tabla 25. Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas apurimeñas hembras considerando las variables más discriminadoras poblacionales.

Subpoblaciones	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau
Abancay	0	***	***	*	***
Andahuaylas	9,45	0	n.s.	**	*
Chincheros	13,68	2,55	0	***	*
Aymaraes	3,07	5,38	11,67	0	***
Grau	11,4	3,81	4,02	6,19	0

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

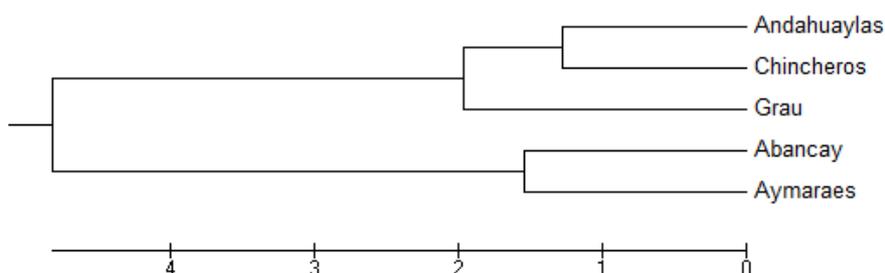


Figura 23. Dendrograma de relación entre las cinco subpoblaciones caprinas hembras considerando las variables morfoestructurales discriminadoras poblacionales.

3.7.8 Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas hembras considerando las variables morfoestructurales más discriminatorias en este sexo

Al analizar las distancias de Mahalanobis, se determinó que existe más heterogeneidad morfológica entre las cabras hembras de Chincheros y Aymaraes ($P < 0,001$) y más homogeneidad entre Andahuaylas y Chincheros ($P > 0,05$) (Figura 24; Tabla 26).

Tabla 26. Distancia de Mahalanobis entre subpoblaciones caprinas apurimeñas hembras considerando las variables más discriminatorias.

Subpoblaciones	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau
Abancay	0	***	***	**	***
Andahuaylas	13,09	0	n.s.	***	**
Chincheros	16,18	2,99	0	***	***
Aymaraes	6,08	15,53	21,16	0	*
Grau	13,4	10,73	12,29	5,38	0

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

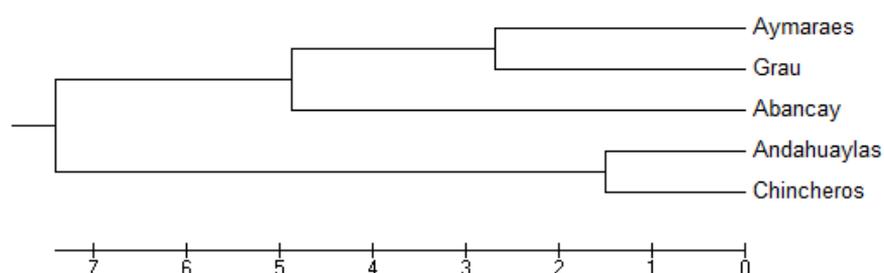


Figura 24. Dendrograma de relación entre las cinco subpoblaciones caprinas hembras considerando las variables morfoestructurales discriminatorias.

3.8 Propuesta de un patrón racial para la agrupación caprina apurimeña

A continuación exponemos un modelo de patrón racial para la raza apurimeña elaborado a partir de los resultados antes expuestos.

Prototipo

Caracteres generales: Animales de perfil recto, eumétricos y de proporciones mediolíneas. De expresión mansa y temperamento tranquilo. Capa de uno o varios colores. Con presencia de cuernos en ambos sexos. Buena profundidad y anchura del tórax. Extremidades de mediana longitud y grosor. Apta para la producción de carne y leche en sistemas extensivos por su gran rusticidad, longevidad y capacidad de pastoreo. Con un peso medio en hembras y machos de 32 kg y 61 kg respectivamente, asumiendo una desviación estándar de 10 kg para ambos sexos.

Caracteres regionales:

Cabeza: Proporcional al cuerpo, ligeramente dolicocefala. Presenta cuernos en forma arqueada, en espiral y recta. Orejas de tamaño mediano horizontales o caídas, y perfil fronto nasal recto, en ambos sexos. Ojos medianos con lacrimal corto pero profundo. Hocico mediano, tanto en anchura como en profundidad. Labios finos y de gran firmeza, con comisura labial poco profunda.

Cuello: De longitud media, descarnado y musculoso. De bordes rectos en ambos sexos.

Tronco: El dorso es más alto en la cruz, hombros bien separados, costillares visibles, línea dorsolumbar recta. Pecho ancho, profundo y descarnado, miembros anteriores y posteriores altos con relación al cuerpo. Espalda de longitud y anchura media bien musculada que se une a los costillares sin discontinuidad. Grupa larga y ancha, debiendo presentar sus huesos marcados y separados. Vientre amplio, cola corta más gruesa a partir de su nacimiento y delgada en la punta.

Mamas: Voluminosas, bien formadas con una conformación globosa, con pezones bien definidos, divergentes, con la punta delgada y sin pelos.

Testículos: Simétricos y de fácil despliegue sin discontinuidades.

Extremidades: Fuertes, de longitud media, con buenos aplomos y metacarpos de amplios perímetros. Pezuñas pigmentadas, grandes y duras, amplias en la base.

Capa, piel y pelo: Capas no uniformes de uno, dos o más colores. Piel y mucosas pigmentadas. De pelo corto, con presencia de perilla o barbilla, raspil y mamellas.

4. CONCLUSIONES

- 4.1 En la población de cabra apurimeña predominó el perfil frontonasal recto en ambos sexos, así como los cuernos tipo espiral en machos y arqueado en hembras. Estas dos variables, importantes desde el punto de vista etnológico, presentan dimorfismo sexual.
- 4.2 Las variables morfológicas cualitativas más discriminantes en la población caprina apurimeña, en orden de importancia, fueron: el tamaño de las orejas y la longitud de pelo. El tamaño y la disposición de las orejas están relacionadas, significativamente, con las variables morfométricas: altura a la cruz, diámetro longitudinal, longitud y anchura de grupa, en ambos sexos.
- 4.3 La cabra apurimeña constituye una población homogénea con ligera heterogeneidad en sus variables morfoestructurales y escasa influencia de razas exóticas. Existe dimorfismo sexual para las variables cuantitativas: altura a la cruz, diámetro dorsoesternal, diámetro bicostal, anchura de grupa, perímetro torácico y de caña y en los índices corporal, torácico, pelviano, metacarpotorácico, profundidad relativa del tórax, pelviano transversal y longitudinal.
- 4.4 Las variables morfoestructurales más discriminantes en la población caprina apurimeña, en orden de importancia, fueron: la longitud y anchura de cabeza, perímetro de caña, diámetro dorsoesternal y longitudinal. El perímetro de caña es una variable altamente discriminatoria entre sexos.
- 4.5 La subpoblación caprina de Chincheros es la que menos se diferencia morfoestructuralmente del resto. Las subpoblaciones de hembras caprinas más heterogéneas morfológicamente fueron las de Abancay y Chincheros y las más homogéneas las de Andahuaylas y Chincheros.

5. BIBLIOGRAFÍA

Agraz, G.A.A., 1976. Estudio zoométrico de tres razas caprinas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

Agraz, G.A.A., 1989. Zootechnical aspects and comparative analysis of the main productive characteristics of the goat. Tucson, Arizona, USA, p. 317.

Alía Robledo, M.J., 1996. La base animal en el ganado caprino. En: C. Buxadé Carbó (Coord.). Producción caprina. Tomo IX. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. pp. 64-84.

Alvarado, R., 1958. El concepto de forma en biología. Rev. Univ. Madrid. Tomo VII. Nº 26, pp. 201-223.

Aparicio, S.G., 1960. Zootecnia especial. Etnología compendiada. Imprenta Moderna, Córdoba, España, pp. 150-179.

Aparicio, J.B.; Del Castillo, J.; Herrera, M., 1986. Características estructurales del caballo español tipo Andaluz. C.S.I.C. Madrid.

Araujo, J.P.P.; Cantalapiedra, J.; Ferreiro, J.; Iglesias, A.; Sánchez, L., 2004. Aplicación de la biometría a la caracterización de las razas bovinas. FEAGAS, Nº 26, Año XII. Julio-Diciembre, pp. 93-98.

Baron, M., 1888. Methodes de reproduction zootechnie. Ed. Didot. Paris.

Bedotti, D.O., 2000. Caracterización de los sistemas de producción caprina del oeste Pampeano (Argentina). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España.

Bedotti, D.; Gómez, A.G.; Sanchez, M.; Martos, J., 2004. Caracterización morfológica y faneróptica de la Cabra Colorada Pampeana. Arch. Zootec., 53: 261-271.

Bouchel, D.; Lauvergne, J.J.; Guibert, E.; Minvielle, R., 1997. Etude morpho-biométrique de la chèvre du Rove. Hauteur au garrot (HG), profondeur du thorax (PT), vide sous-sternal (VSS) et indice de gracilité sous-sternale (IGs) chez les femelles. Rev. Med. Vet., 148: 37-46.

- Branca, A.; Casu, S., 1986. Perfiles genéticos visibles en la Cabra Sarde. Populations traditionnelles et premières races standardisées d'ovicaprines dans le Bassin Méditerranéen. Manosque, France, Jun 30 - July 2 1986. Les Colloques de L'inra, 47:135-143.
- Butterfield, R.M., 1988. New concepts of sheep growth. Ed. Griffin Press Limited, Netley, Australia.
- Capote, J.; Delgado, J.V.; Fresno, M.; Camacho, M.E; Molina, A., 1998. Morphological variability in the Canary goat population. Small Rum. Res., 27: 167–172.
- Carné, S.; Roig, N.; Jordana, J., 2007. La Cabra Blanca de Rasquera: Caracterización morfológica y faneróptica. Arch. Zootec., 56 (215): 319-330.
- Cronbach, L.J., 1951. Coefficient alpha and the internal structure of test. Psychometrika, 16: 297-334.
- Cuadras, C.M., 1989. Distancias estadísticas. Estadística Española, 30 (119): 295-378.
- Delgado, J.V.; Barba, C.; Camacho, M.E.; Sereno, F.T.P.S.; Martínez, A.; Vega-Pla, J.L., 2001. Caracterización de los animales domésticos en España. AGRI 29: 7-18.
- Devendra, C.; Mc LeRoy, G.B., 1986. Producción de cabras y ovejas en los trópicos. Editorial El Mundo Moderno, México.
- Deza, C.; Basur, I.; Pérez, G.; Díaz, M.P.; Barioglio, C.F., 2003. Identificación de variables morfoestructurales y de polimorfismos sanguíneos para la caracterización de cabras criollas en el NO de Córdoba, Argentina. AGRISCIENTIA, Vol. XX: 69-77.
- Dickson, L., 1990. Razas caprinas comunes en los trópicos y subtrópicos. FONAIAP Divulga N° 33 Enero-Junio. Estado de Lara. Venezuela.
En: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd33/texto/razas.htm
(Consulta: 14 de setiembre de 2012).
- Dossa, L.H.; Wollny, C.; Gaulty, M., 2007. Spatial variation in goat populations from Benin as revealed by multivariate analysis of morphological traits. Small Rum. Res., 73: 150-159.

Dowdall, R., 1987. Criando criollos. Hemisferio Sur. Buenos Aires.

Dunner, S.; J. Cañón. 1986. Perfiles genéticos visibles en la Cabra del Norte de España. Populations traditionnelles et premières races standardisées d'ovicaprines dans le Bassin Méditerranéen. Manosque, France, Jun 30 - July 2. Les Colloques de L'Inra, 47:135-143.

Ebozoje, M.O.; Ikeobi, C.O.N., 1998. Colour variation and reproduction in the West African Dwarf (WAD) goats. Small Rumin. Res., 27:125-130.

Folch, P.; Jordana, J., 1997. Estado actual de resultados del programa de conservación genética en la raza asnal Catalana. ITEA, 18: 348-350.

Gaviria, J.L.; Biencinto, M.CH.; Navarro, E., 2009. Invarianza de la estructura de covarianzas de las medidas de rendimiento académico en estudios longitudinales en la transición de educación primaria a secundaria. Rev. de Educ., 348:153-173.

Ginés, R., 2009. Variación morfológica. En: Valoración morfológica de los animales domésticos. Sañudo, A. C. (Ed.). Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, pp. 145-166.

González, P.; Díaz, A.; Torres, E.; Garnica, E., 1994. Una aplicación del análisis de componentes principales en el área educativa. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Universidad de los Andes Venezuela. Rev. Economía N° 9: 55-72.

En: http://iies.faces.ula.ve/revista/articulos/revista_09/pdf/rev09gonzalez_diaz.pdf

(Consulta: 1 de abril de 2013)

Griffin, D.R., 1968. Estructura y función animal. Cía. Ed. Continental. S.A. México.

Hernández, Z.J.S., 2000. Caracterización etnológica de las cabras criollas del sur de Puebla (México). Tesis de Doctorado. Universidad de Córdoba. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal. Córdoba, España.

Hernández Z.J.S.; Franco Guerra F.J.; Herrera García, M.; Rodero Serrano, E.; Sierra, A.C.; Bañuelos, A.; Delgado, J.V., 2002. Estudio de los recursos genéticos de México: características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. Arch. Zootec., 51: 53-64.

Herrera, M.; Gutiérrez, M.J.; Jiménez, J.M.; Maldonado, K., 1996a. Propuesta de un patrón racial para la agrupación caprina Payoya. Actas de las XXI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 823-831.

Herrera, M.; Rodero, E.; Gutierrez, M.J.; Peña, F.; Rodero, J.M., 1996b. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. Small Rumin. Res., 22:39-47.

Herrera, M., 1999. Etnología. Proyecto Docente. Facultad de Veterinaria, UCO. Córdoba, España.

Herrera, M., 2000. Un método para la valoración del modelo morfoestructural: Aplicación a las razas caninas españolas. Mem. Reunión de Jueces Internacionales de razas caninas. Alicante, España.

Herrera, M., 2001. Un método para la valoración del modelo morfoestructural en las razas caninas. Primer Encuentro de Docentes e Investigadores Zooetnólogos Españoles. Córdoba.

Herrera, M.; Luque, M., 2009a. Morfoestructura y sistemas para el futuro en la valoración morfológica. En: Sañudo, C., Valoración morfológica de los animales domésticos. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino, pp. 83-101.

Herrera, M.; Luque, M., 2009b. Valoración morfológica en el ganado caprino extensivo de carne. En: Sañudo, C., Valoración morfológica de los animales domésticos. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino, pp. 403-429.

Hevia, M.L.; Quiles, A., 1993. Determinación del dimorfismo sexual en el Pura Sangre Inglés mediante medidas corporales. Arch. Zootec., 42: 451-456.

Homedes, R.J., 1967. Zootecnia, producción animal. Enciclopedia práctica del ganadero, Vol. 1. Editorial Sintet, Barcelona, España, pp. 44-50.

Jordana, J.; Folch, P., 1998. La raza asnal Catalana: programa de conservación y mejora de una población en peligro de extinción. Arch. Zootec., 47: 403-409.

Katongole, J.B.D.; Sebolai, B.; Madimabe, M.J., 1996. Morphological characterization of the Tswana goat. In: Lebbie S.H.B. and Kagwini, E. (eds), Proceedings of the Third Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network. UICC, Kampala, Uganda, 5–9 December 1994. ILRI, Nairobi, Kenya, pp. 43-47.

Lanari, M.R.; Taddeo, H.; Domingo, E.; Perez, M.; Gallo, L., 2003. Phenotypic differentiation of exterior traits in local Criollo Goat Population in Patagonia (Argentina). Arch. Tierz., Dummerstorf, 46 (4): 347-356.

En: <http://www.archanimbreed.com/pdf/2003/at03p347.pdf> (Consulta: 14 de setiembre de 2012).

Lauvergne, J.J., 1978. Génes de coloration du pelage de chèvres Alpines chamoisées et Poitevines. Anim. Génét. Sel. Anim., 10: 181-189.

Lauvergne, J., 1986. Populations traditionnelles et premières races standardisées d'ovicaprines dans Bassin Méditerranéen. Manosque, France, Jun 30 - July 2. Les Colloques de L'inra, 47: 76-94.

Lauvergne, J.J.; Bouchel, D.; Minvielle, F.; Guibert, E., 1997. Étude morpho-biométrique de la chèvre du Rove. II. Longueur d'oreille (LO) et indice auriculothoracique (lat) chez les femelles. Rev. de Med. Vet., 148: 501–510.

Lerner, I.M.; Donald, H.P., 1969. La nueva zootecnia. Edit. Academia. León.

López, J.; Salinas, G.; Martínez, R., 1999. El cerdo Pelón Mexicano. Antecedentes y Perspectivas. Ciencia y Cultura Latinoamericana, Sociedad Anónima de Capital Variable. México.

Luque, M.; Pérez-Sempere, I.; Sánchez, M.D.; García, A.; Rodero, E.; Herrera, M., 2005. Análisis comparativo de los caracteres cualitativos externos en las razas Blanca Celtibérica y Blanca Andaluza. XXX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 107-110.

En: <http://www.exopol.com/seoc/docs/eaqrdd9.pdf> (Consulta: 14 de setiembre de 2012).

Luque, M., 2011. Caracterización y evaluación de las razas caprinas autóctonas españolas de orientación cárnica. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba - España.

Macciotta, N.P.P.; Cappio-Borlino, A.; Steri, R.; Pulina, G.; Brandano, P., 2002. Somatic variability of Sarda goat breed analysed by multivariate methods. *Livestock Production Science*, 75: 51–58.

Madubi, M.A.; Kifaro, G.C.; Petersen, P.H., 2000. Phenotypic characterization of three strains of indigenous goats in Tanzania. *Anim. Gen. Res.*, 28:43-51.

Mahalanobis, P.C., 1936. On the generalized distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Science of India*. 2: 49-55.

Mellado, M., 1997. La cabra criolla en América Latina. *Estudios recapitulativos. Veterinaria México*, Oct.-Dic, 28 (4): 333-43.

En: <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDREVISTA=39&IDARTICULO=21065&IDPUBLICACION=2069> (Consulta: 14 de setiembre de 2012).

Mohammed, I.D.; Amin, J.D., 1997. Estimating body weight from morphometric measurement of Sahel (Borno White) goats. *Small Rumin. Res.*, 24:1-5.

Navidi, W., 2006. *Estadística para ingenieros y científicos*. Ed. Mc Graw Hill/Interamericana. México, pp. 623-659.

Oviedo, H.C.; Campo-Arias, A., 2005. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Rev. Colomb. Psiquiatr.*, 34:572-80.

Parés, P.M., 2006. Medidas e índices cefálicos en la raza bovina "Bruna dels Pirineus". *Rev. Electr. de Vet. REDVET VII*, N° 09.

Parés, P.M., 2009. Zoometría. En: *Valoración Morfológica de los animales domésticos*. Sañudo, A. C. (Ed.). Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, pp. 171-198.

Peña, F.; Gómez, M.D.; Bartolomé, E.; Valera, M., 2009. Valoración morfológica en équidos. En: *Valoración Morfológica de los animales domésticos*. Sañudo, A. C. (Ed.). Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, pp. 203-230.

Prieto, P.N.; Revidatti, M.A.; Capellari, A.; Ribeiro, M.N., 2006. Estudio de recursos genéticos: identificación de variables morfoestructurales en la caracterización de los caprinos nativos de Formosa. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.

En: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt2006/04-Veterinarias/2006-V-012.pdf>

(Consulta: 14 de setiembre de 2012).

Rafter, J.A.; Abell, M.L.; Braselton, J.P., 2002. Multiple comparison methods for means, *SIAM Review*, Vol. 44, N° 2, pp. 259–278.

Rodero, E.; Herrera, M.; Peña, F.; Molina, A.; Valera, M.; Sepúlveda, N., 2003. Modelo morfoestructural de los caprinos lecheros españoles Florida y Payoya en sistemas extensivos. *Rev. Cient. de Vet., FCV-LUZ*. Vol. XIII, N° 5: 403-412.

Rodero, E.; Gonzáles, A., 2009. Las regiones corporales de los animales domésticos. En: *Valoración Morfológica de los animales domésticos*. Sañudo, A. C. (Ed.). Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, pp. 107-137.

Salako, A. E., 2006. Application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep". *Int. J. Morphol.*, 24 (1):13-18.

Sánchez, C.M., 1993. Criteria for Creole goat scoring in the Oaxaca Central Valleys, Masters thesis. ITAO N° 23. Oaxaca, México.

Santos, H.D.J., 2000. Caracterización etnológica de las Cabras Criollas del Sur de Puebla. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Producción Animal.

Sanz, C., 1922. El ganado cabrío. Raza, explotación y enfermedades. Biblioteca Agrícola Española 3ª ed. Espasa-Calpe, S.A.

Sañudo, C.; Forcada, F.; Cepero, R.; Thos, J., 1986. Manual de diferenciación genética. Librería General, S.A. Zaragoza.

Sañudo, C., 1994. Las razas ganaderas tradicionales (I): Su importancia y recuperación. *Mundo Ganadero*, 3, pp. 24-33.

Sañudo, C., 2008. Manual de diferenciación racial. La Moderna. Industrias gráficas. Zaragoza.

Sañudo, C., 2011. Atlas mundial de etnología zootécnica. Grupo Asís Biomédia S.L. Zaragoza.

Sierra, I., 2009. Importancia de la morfología y su valoración en los animales domésticos. En: Valoración morfológica de los animales domésticos. Sañudo, A. C. (Ed.). Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, pp. 23-48.

Sotillo, J.L.; Serrano, V., 1985. Producción animal. I. Etnología zootécnica. Tomo I. Artes Gráficas Flores, Albacete, España.

Sneath, P.H.A.; Sokal, H.H., 1973. Numerical taxomomy. Freeman Ed. San Francisco.

Tamura, K.; Peterson, D.; Peterson, N.; Stecher, G.; Nei, M.; Kumar, S., 2011. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. Mol. Biol. and Evol., 28:2731-2739.

Valderrey, P., 2010. Extracción del conocimiento a partir del análisis de datos. SPSS 17. Editorial RA-MA, Madrid, España.

Zaitoun, I.; Tabbaa, M.; Bdour, S., 2005. Differentiation of native goat breeds of Jordan on the basis of morphostructural characteristics. Small Rum. Res., 56: 173-182.

Zeuh, V.; Lauvergne, J.J.; Bourzat, D.; Minvielle, F., 1997. Cartographie des ressources génétiques caprines du Tchad du Sud-Ouest. I. Hauteur au garrot (HG), profondeur de thorax (PT) et indice de gracilité sous-sternale (Igs). Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 50:250-260.

Zerón, A., 2011. Biotipos, fenotipos y genotipos. ¿Qué biotipo tenemos? (Segunda parte). Rev. Mex. de Period., 2(1): 22-33.



CAPITULO IV. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LA POBLACIÓN DE CABRAS AUTÓCTONAS DE LA REGIÓN APURÍMAC DE PERÚ

CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LA POBLACIÓN DE CABRAS AUTÓCTONAS DE LA REGIÓN APURÍMAC DEL PERÚ

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia de la caracterización genética de la cabra doméstica

Según la FAO (2010), así como, Jordana & Folch (1998), la caracterización genética de las poblaciones es de fundamental importancia porque nos va a permitir:

- Determinar los parámetros de diversidad dentro de una raza y entre razas. Su conocimiento ayudaría a poder plantearse oportunos programas para la conservación y la utilización de la cabra doméstica, tanto para el presente como para el futuro (Aupetit, 1985; Hanotte *et al.*, 2006; FAO, 2009);
- Identificar las localizaciones geográficas de determinadas poblaciones y/o mezclas de poblaciones de orígenes genéticos distintos. Esta información contribuiría a llenar vacíos en el conocimiento con respecto a las características genéticas del ganado caprino en América, y su puesta en valor, dada su singularidad genética, valor ecológico, histórico y cultural (Oldenbroek, 1999);
- Proporcionar información sobre las relaciones genéticas y evolutivas (árboles filogenéticos) y determinar así los centros de origen y las rutas migratorias;
- Iniciar actividades de cartografía génica, incluyendo la identificación de portadores de genes conocidos;
- Identificar relaciones de parentesco y genéticas (p. ej., huella de ADN) dentro de las poblaciones;
- Apoyar la mejora genética de las poblaciones animales mediante el uso de marcadores que asistan la selección (MAS);
- Desarrollar reservorios de ADN para investigación y desarrollo;
- Identificar posibles marcadores específicos de raza y de *loci* de rasgos cuantitativos (QTL);
- Identificar genéticamente a los individuos y realizar pruebas de control de paternidades;
- Identificar a los individuos más heterocigotos para la programación de apareamientos;
- En poblaciones con información limitada o nula en cuanto a genealogía y estructura poblacional, la caracterización genética a través de marcadores moleculares también puede utilizarse para calcular el tamaño efectivo de la población (N_e), parámetro de vital importancia para los programas de conservación.

1.2 Marcadores moleculares

La necesidad de estudiar los orígenes de las especies de ganado y determinar la distribución geográfica de su diversidad ha hecho que los investigadores le presten mucha atención a los marcadores moleculares para el seguimiento del tráfico migratorio de las poblaciones (Baker & Palumbi, 1994) y el control del flujo de genes entre las distintas poblaciones de una especie determinada (Granados, *et al.*, 2001). Durante la década de los sesenta un gran número de estudios utilizaron los polimorfismos proteicos y enzimáticos, así como los grupos sanguíneos, como marcadores genéticos. Sin embargo, debido al descubrimiento de otro tipo de marcadores más polimórficos (microsatélites y otros) y el advenimiento de la técnica de la PCR, estos fueron dejados de lado. En la actualidad los polimorfismos basados en el ADN son los marcadores de elección para realizar estudios moleculares sobre la diversidad genética. Según la FAO (2010), los marcadores de ADN pueden usarse en la investigación básica (p. ej., análisis filogenético y búsqueda de genes útiles) como en la aplicada (p. ej., selección asistida por marcadores, pruebas de paternidad y trazabilidad de los alimentos).

El desarrollo de la biología molecular ha sido vertiginoso en los últimos años con referencia a la detección de la variabilidad genética en las secuencias de ADN. Esto sucede conjuntamente al empleo de nuevas herramientas estadísticas y diferentes marcadores genéticos como los RFLP (Polimorfismos en la longitud de los fragmentos de restricción), RAPD (Amplificación al azar de ADN polimórfico), AFLP (Polimorfismos en la longitud de fragmentos amplificados), SNP (Polimorfismos en Nucleótidos Únicos), mtADN (ADN Mitocondrial) y los STR (Repeticiones Simples en Tándem) más conocidos como microsatélites. La FAO y la ISAG (Sociedad Internacional de Genética Animal) han puesto a disposición del público listas recomendadas de microsatélites que pueden ser utilizados en estudios de diversidad de las especies agropecuarias más importantes (FAO, 2004; FAO, 2010).

1.2.1 Microsatélites y análisis genéticos

Los microsatélites son útiles para realizar estudios de variabilidad genética y estructura poblacional; identificación individual y pruebas de paternidad; elaboración de mapas de ligamiento; así como el cartografiado de *loci* de caracteres cuantitativos (QTL) (Chacón, 2009). En muchas investigaciones realizadas con especies rumiantes, la utilidad de los marcadores microsatélites para la evaluación de la variabilidad genética y estimación de las distancias genéticas ha sido probada y corroborada (Kemp *et al.*, 1995; Ellegren *et al.*,

1997; Bruno de Sousa *et al.*, 2011). Debido a la gran similitud entre los cromosomas de bovinos, ovinos y caprinos, los marcadores comunes presentes en las tres especies pueden ser amplificados con los mismos pares de cebadores (Crawford *et al.*, 1994; Kemp *et al.*, 1995; Vaiman *et al.*, 1996; Glowatzki-Mullis *et al.*, 2008).

Por lo tanto, los microsatélites o SSR (Repeticiones de Secuencia Única) o STR (Repeticiones Simples en Tándem) son una de las herramientas preferidas para el estudio y análisis de la variación genética en las poblaciones estrechamente relacionadas. Consisten en una secuencia de ADN de unos cuantos nucleótidos de longitud – de 1 a 6 pares de bases (bp)– que se repiten varias veces en tándem (p.e., CACACACACACACA). Las repeticiones (CA)_n son las más estudiadas por ser las más abundantes en el genoma de mamíferos, en forma contraria se ha observado una muy escasa presencia, o incluso total ausencia, de repeticiones tipo (GC)_n (Tautz *et al.*, 1986). Los microsatélites, de acuerdo a su estructura, pueden ser de tres tipos: perfectos, que contienen únicamente un motivo nucleotídico repetido *n* veces, imperfectos, que contienen una secuencia no repetitiva intercalada entre las repeticiones, y compuestos, que están constituidos por dos o más tramos de motivos repetitivos diferentes (Weber 1990). En los individuos eucariotas se puede encontrar, al menos una secuencia microsatélite cada 10.000 pb (Tautz, 1989). Se estima que se encuentran uniformemente distribuidos en los cromosomas (Litt & Luty, 1989), aunque se ha observado que están poco representados en las regiones teloméricas y centroméricas, tanto en el hombre (Stalling *et al.*, 1991) como en animales domésticos (Winter *et al.*, 1992). El ADN expresivo o codificante, posee en general poca variabilidad, de ahí que el ADN no codificante, que representa cuantitativamente, la mayor parte del genoma es el más interesante desde el punto de vista del análisis del polimorfismo (Carracedo, 1996). Únicamente el 5% del ADN de los vertebrados es codificante (Tena *et al.*, 2011).

Los microsatélites que están diseminados por todo el genoma de los eucariotas, muestran decenas de alelos en un *locus* que difieren entre sí en el número de repeticiones, por lo que son calificados como hipervariables; poseen una alta tasa de mutación y son de naturaleza codominante; permiten la estimación de la diversidad genética dentro y entre razas, así como la detección de mezcla genética de razas incluso si están estrechamente emparentadas (Sunnucks, 2001). Es necesario utilizar 20 a 30 microsatélites independientes cuando se desea realizar estudios genéticos en una población animal determinada (Nei & Roychoudhury, 1974; Nei, 1978).

1.2.1.1 Técnicas para obtener las frecuencias alélicas de los microsatélites

Se tienen que realizar una serie de procedimientos para obtener las frecuencias alélicas de los microsatélites, que pueden ser agrupados en tres etapas: la extracción del ADN, la amplificación mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la electroforesis del producto de la reacción. El tamaño de los microsatélites es relativamente pequeño y, por consiguiente, pueden ser fácilmente amplificados mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) usando ADN extraído de fuentes diversas, como la sangre, el pelo, la piel, e incluso las heces. La técnica identificada como PCR consiste en sintetizar artificialmente un fragmento específico de ADN, utilizando los elementos básicos del proceso natural de replicación (McPherson & Møller, 2000). Los polimorfismos se pueden visualizar en un secuenciador, y la disponibilidad de secuenciadores automáticos de ADN permite un análisis ultrarrápido de un gran número de muestras (Jarne & Lagoda, 1996; Goldstein & Schlötterer, 1999). Desde el advenimiento de la PCR, se han identificado muchas sustancias inhibitoras que interfieren con la actividad o la disponibilidad de componentes de la reacción particular (Rossen *et al.*, 1992; Wilson, 1997). La melanina contenida en los pelos es un potente inhibidor de la PCR (Kreader *et al.*, 1996). La presencia de inhibidores introduce toda una serie de problemas, que pueden ir desde la reducción de la capacidad de amplificación hasta la completa falta de reacción (Ramakers *et al.*, 2003). Se han propuesto diferentes aditivos que permiten evitar el efecto de los inhibidores en la PCR; entre estos, la albúmina de suero bovino (BSA) ha tenido un uso generalizado por su gran eficiencia (Hoss *et al.*, 1992; Akane *et al.*, 1993). La BSA actúa como una proteína captadora de iones que pueden ser inhibidores de la Taq polimerasa a concentraciones por encima de 0,8 µg/µl (Entrala, 2000).

1.2.1.2 Inexactitudes en el genotipado de microsatélites

Las inexactitudes en el genotipado de los microsatélites son producto de descuidos que se puedan cometer en el muestreo, extracción, amplificación y análisis de fragmentos de ADN. Estos descuidos pueden distorsionar los resultados y la inferencia que se haga con ellos respecto a la diversidad genética, tamaño efectivo y estructura de poblaciones, tasas de migración y relaciones de parentesco (Hoffman & Amos, 2005). Con base a esta posibilidad de error, durante el año 2003, la revista *Molecular Ecology* evaluó 125 publicaciones encontrando que solo el 6% tenían inexactitudes referidas a los alelos no amplificados o “*dropout*” (Bonin *et al.*, 2004). En los *loci* con alelos de tamaño muy diferente, es frecuente que el alelo más pequeño inicie su amplificación primero en la PCR, en detrimento del alelo más grande y si la cantidad de ADN es reducida, el alelo

más grande podría no ser visible, este efecto se conoce como alelo no amplificado o “*dropout*” (Bjorklund, 2005). Existen otros casos en donde a pesar de tener la calidad y cantidad de ADN adecuada, se cometen errores relacionados frecuentemente con:

a) La homoplasia; se presenta cuando dos alelos poseen el mismo tamaño pero no la misma secuencia de bases nitrogenadas (Estoup & Cornuet, 1999). Al ser un polimorfismo que únicamente puede detectarse por secuenciación, puede pasar inadvertido en el caso de analizar individuos mediante amplificación por PCR y electroforesis (Aranguren-Méndez *et al.*, 2005).

b) Los alelos nulos; se observan cuando los cebadores no amplifican en algún genotipo, debido a que la secuencia de unión al cebador no se ha conservado en estos genotipos (Aranguren-Méndez *et al.*, 2005; Picó & Esteras, 2012). De esta forma, un individuo heterocigoto puede ser catalogado erróneamente como homocigoto al no amplificar uno de sus alelos (Pemberton *et al.*, 1995; Dawson *et al.*, 1997).

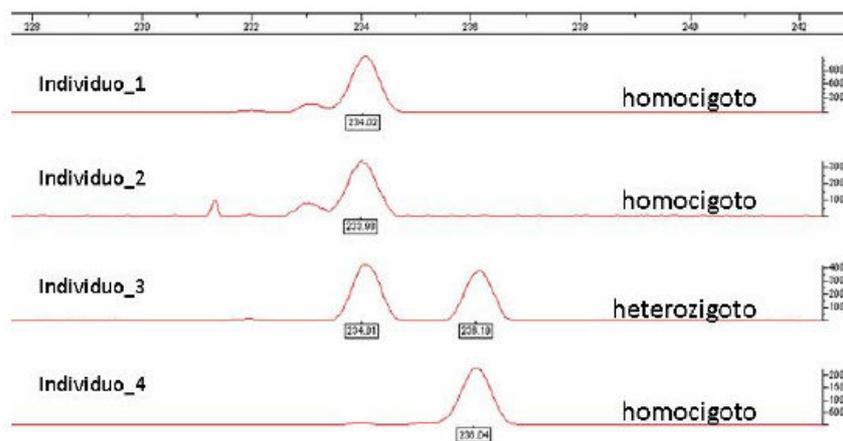


Figura 1. Electroferograma obtenido mediante secuenciador automático donde se muestran 4 individuos portadores de uno o dos alelos de un locus SSR (tamaños 234 y 236 pb) (Picó & Esteras, 2012).

c) SSR multiloci; Debido a procesos de duplicación en el genoma, en algunas ocasiones los cebadores presentan secuencias complementarias a varias regiones, de forma que se visualizan varios *loci* amplificados, que a su vez pueden presentar varios alelos debido a su diferente evolución. Esto dificulta la interpretación de resultados (Picó & Esteras, 2012).

d) Artefactos; En muchos casos la interpretación de resultados también se ve dificultada por la aparición de artefactos y bandas extra generados en el proceso de amplificación o durante la electroforesis (Picó & Esteras, 2012).

1.2.1.3 Aplicaciones de los microsatélites en los estudios de variabilidad genética y estructura poblacional

Existe aún cierta discusión respecto a la elección de un modelo de mutación –el modelo de alelo continuo o infinito o el modelo de mutación discreto o por pasos (Goldstein *et al.*, 1995)– para el análisis de los datos de microsatélites. Los estudios de simulación han demostrado que el modelo de mutación de alelo infinito suele ser generalmente válido para la evaluación de la diversidad dentro de una especie (Takezaki & Nei, 1996).

La aplicación de los microsatélites se da en la determinación de los parámetros estadísticos siguientes: frecuencias alélicas, heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e), contenido de información polimórfica (PIC), desvíos del equilibrio Hardy-Weinberg (HWE), estadísticos F (F_{IT} , F_{IS} y F_{ST}) y distancias genéticas (Carrera, 2005).

a) Cálculo de las frecuencias alélicas

Se puede definir la frecuencia alélica o génica como el cociente resultante de dividir el número de alelos iguales en una población por el número total de alelos. El cálculo de las frecuencias alélicas se hace por recuento directo de los alelos presentes, asumiendo que la observación de un solo alelo se corresponde con la condición de homocigosis, por lo tanto que no hay alelos nulos (Martínez, 2008). Asumiendo que existe equilibrio Hardy-Weinberg (HWE), la varianza de una frecuencia alélica puede describirse mediante la expresión binomial:

$$\sigma_x^2 = \frac{x(1-x)}{2n}$$

x : frecuencia alélica y n : número de individuos de la muestra.

El error estándar de la frecuencia alélica, se obtiene mediante la raíz cuadrada de la varianza (Nei, 1987). Para una frecuencia dada, el error estándar disminuye a medida que aumenta el tamaño de la muestra, pero se acerca a cero asintóticamente a partir de unos 30 individuos (Martínez, 2008). La precisión de la estimación de la diversidad genética depende del número de *loci* analizados, la heterocigosis de los *loci* y el número de muestras de la población utilizados en el análisis (Barker, 1994).

b) Cálculo de las heterocigosis observada (Ho) y esperada (He)

Los parámetros Ho y He se determinan por ser los más usuales en la evaluación de la diversidad intrarracial y el análisis del equilibrio Hardy-Weinberg. Se acepta generalmente que un *locus* es polimórfico cuando el alelo más común tiene una frecuencia inferior a 0,95. Una medida de la variación genética es la proporción de *loci* polimórficos, o simplemente polimorfismo, en una población. No obstante, dado que la frecuencia alélica que se fija en 0,95 es arbitrario, una mejor valoración de la variación genética es la heterocigosis de la población medida como la frecuencia media de individuos heterocigotos por *locus* (Lacadena, 1981). Según Ott (1992), un marcador se considera altamente informativo con heterocigosis mayor que 70%. Es necesario precisar que se usa el término heterocigosis para referirse a heterocigosis observada (Ho), y el de diversidad genética para referirse a la heterocigosis esperada (He). La heterocigosis observada es la proporción de individuos heterocigotos observada en una muestra de la población. La Ho se calcula por recuento directo. Si se calcula directamente a partir de los genotipos encontrados en la población para todos los *loci* se trataría de la heterocigosis media observada (\hat{H}_o). La He se calcula a partir de las frecuencias alélicas (Nei, 1973) y es equivalente a la Ho sólo en el caso de poblaciones en completo equilibrio Hardy-Weinberg (Martínez *et al.*, 2005). La He, desde el punto de vista matemático, es la probabilidad de que dos alelos tomados al azar de la población sean diferentes (Crow & Kimura, 1970). Se calcula como (Nei, 1973):

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

donde, x_i es la frecuencia del alelo i y k es el número de alelos

c) Cálculo del contenido de información polimórfica (PIC)

Para medir la calidad informativa de un marcador molecular Botstein *et al.* (1980), establecieron el parámetro denominado, contenido de información polimórfica (PIC), cuyo valor depende del número y frecuencia de alelos, y se denota como:

$$PIC = 1 - \left(\sum_{i=1}^k x_i^2 \right) - \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^k 2x_i^2 x_j^2$$

donde, k es el número de alelos, x_i , x_j es la frecuencia de los alelos i y j respectivamente.

La clasificación de Botstein *et al.* (1980), refiere que los marcadores con valores de PIC superiores a 0,5 son considerados muy informativos, con valores entre 0,25 y 0,50 medianamente informativos y con valores inferiores a 0,25, poco informativos.

A pesar de la fiabilidad de este parámetro, y a consecuencia de solamente considerar para su cálculo el número y frecuencia de alelos, no debe ser determinante para decidir si elegir o descartar un marcador (Moazami-Goudarzi *et al.*, 1994).

Otros parámetros estadísticos complementarios respecto a brindar información sobre el polimorfismo en cada *locus*, son el número medio de alelos y la riqueza alélica ($A[g]$). El primero depende del número de individuos analizados, ya que a mayor número, mayor es la posibilidad de detectar alelos suplementarios (Aranguren-Méndez *et al.*, 2005) y el segundo, depende del primero es decir del número de alelos, razón por la cual para evitar el sesgo debido al tamaño poblacional se realiza un ajuste denominado rarefacción (Hurlbert, 1971; El Mousadik & Petit, 1996; Kalinowski, 2005), se indica en la forma siguiente:

$$A[g] = \sum_i \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{g}}{\binom{N}{g}} \right]$$

donde, g es el tamaño de muestra especificado, N es el número de copias alélicas muestreadas, y N_i el número de ocurrencias del alelo i dentro de los N muestreados.

d) Equilibrio Hardy-Weinberg (HWE)

La ley del equilibrio Hardy-Weinberg, fue descrita por primera vez a inicios del siglo XX (Hardy, 1908; Weinberg, 1908). Esta ley resulta extremadamente útil para entender lo que les sucede a las frecuencias génicas y genotípicas en las poblaciones reales. Establece que en una población en la que no hay selección, mutación, migración o deriva genética: las frecuencias genotípicas en la descendencia vienen determinadas solamente por las frecuencias génicas de los padres; y que las frecuencias génica y genotípica permanecen constantes entre generaciones (Nicholas, 1998).

La constitución genética de una población, referido a los genes que existe en ella, se describe conforme a sus frecuencias génicas; esto es, por la especificación y proporción de los diferentes alelos presentes en cada *locus* (Carrera, 2005). La forma más usual de determinar si está una población o no en equilibrio genético, es comparar los genotipos

observados con los esperados dentro de una muestra, mediante la prueba de Chi-cuadrado (χ^2) y es muy útil para polimorfismos caracterizados por tener pocos alelos en muestras grandes, pero en el caso de los microsatélites, que poseen un gran número de alelos, el número de genotipos es tan elevado que algunas frecuencias genotípicas son cero, sobre todo cuando las frecuencias alélicas son muy bajas, por lo tanto una regla a seguir para que el valor χ^2 sea fiable sería que cada elemento de la tabla de contingencia tenga al menos 5 observaciones (Gomes *et al.*, 1999; Martínez *et al.*, 2005). Todo este tipo de inconvenientes son evitados utilizando programas informáticos como los que usan el test exacto de Fisher para la obtención de las significaciones estadísticas usando el método en cadena de Monte Carlo Markov (Guo & Thompson, 1992).

Las desviaciones del HWE pueden producirse debido a varios factores tales como (Martínez, 2008): apareamientos que no se producen al azar, subdivisiones dentro de las poblaciones (Principio de Wahlund), coancestros y antepasados comunes, selección natural (ventaja de heterocigotos), migración o flujo de genes desde una población externa, diferencias sexo-específicas en las frecuencias alélicas, técnica de muestreo incorrecta y la presencia de alelos nulos no detectables experimentalmente.

Cuando se utiliza un panel de marcadores de tipo microsatélite, si hay desviación significativa del HWE para un solo *locus*, se podría atribuir este resultado a la existencia de alelos nulos, pero si son varios *loci* independientes los que se desvían significativamente del HWE, esto puede deberse a una subestructuración poblacional (efecto Wahlund), procesos de migración o flujos de genes desde una fuente externa o por apareamientos dirigidos (Bjorklund, 2005).

e) Cálculo de los índices de fijación o estadísticos F (F_{IT} , F_{IS} y F_{ST})

Wright (1951, 1969) introduce la teoría de los índices de fijación o estadísticos F para analizar la estructura genética de poblaciones subdivididas, estimando la proporción de variación genética que se encuentra dentro y entre las subpoblaciones, a partir de los valores de las heterocigosis observadas y esperadas. El método se basa en la partición del coeficiente de endogamia de una población subdividida (F_{IT}), entre el componente debido a apareamientos no aleatorios dentro de las subpoblaciones (F_{IS}) y la subdivisión, o grado de diferenciación genética, entre dichas subpoblaciones (F_{ST}). Weir & Cockerham (1984), proponen los estadísticos F , f y θ , análogos o similares a los F_{IT} , F_{IS} y F_{ST} de Wright para superar algunas de las limitaciones del método de Wright, principalmente errores en el procedimiento de muestreo y número de subpoblaciones analizadas, evitando así que los valores sean sesgados al emplear, en este caso, las varianzas de las

frecuencias alélicas. Los índices de fijación que nos permiten evaluar la diversidad interracial pueden definirse también de la siguiente forma (Martínez, 2008):

F_{IT} , mide la desviación de las frecuencias genotípicas observadas en la población total respecto a las esperadas considerando que existe equilibrio Hardy-Weinberg. F_{IS} , mide la desviación de las frecuencias genotípicas observadas en las subpoblaciones respecto a las esperadas considerando el equilibrio Hardy-Weinberg. F_{ST} , indica el grado de diferenciación genética entre las subpoblaciones. Los tres parámetros están relacionados mediante la siguiente ecuación:

$$F_{ST} = 1 - \frac{(1 - F_{IT})}{(1 - F_{IS})}$$

F_{IT} y F_{IS} son habitualmente también definidos como la correlación entre dos alelos, el primero referido a la población total y el segundo a las subpoblaciones. De la misma forma el parámetro F_{ST} es definido comúnmente como la correlación entre dos alelos tomados al azar de dos subpoblaciones o poblaciones diferentes (Nei, 1973).

La fórmula inicial de Wright fue redefinida en años subsiguientes por Nei (1977); Wright (1978) y Weir & Cockerham (1984), utilizando para su cálculo las heterocigosis observada y esperada, en la forma siguiente:

$$F_{IS} = (H_S - H_O) / H_S$$

$$F_{IT} = (H_T - H_O) / H_T$$

$$F_{ST} = (H_T - H_S) / H_T$$

donde, H_O es la heterocigosis observada media en el conjunto de las subpoblaciones; H_S es la heterocigosis esperada media en el conjunto de las subpoblaciones y H_T es la heterocigosis esperada en el global de la población.

Con los estadísticos F se puede 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, 1977).

Los valores que pueden asumir los índices de fijación son los siguientes (IPGRI/Cornell University, 2004):

- ❖ Los valores F_{IT} , varían de -1 a 1; los valores negativos indican exceso de heterocigotos (tendencia a la exogamia) y los valores positivos deficiencia de heterocigotos (tendencia a la endogamia), mientras que valores próximos a 0, mostrarían una situación HWE de la población estudiada.
- ❖ Los valores de F_{IS} , varían también de -1 a 1; y se interpretan como el parámetro anterior.
- ❖ Los valores F_{ST} , varían de 0 (no existe divergencia genética) a 1 (fijación para alelos alternos en diferentes subpoblaciones). En función de los valores de F_{ST} , se puede distinguir los siguientes niveles de diferenciación genética (Balloux & Lugon-Moulin, 2002):
 - 0 a 0,05: la diferenciación genética se considera pequeña.
 - 0,06 a 0,15: la diferenciación genética se considera moderada.
 - 0,16 a 0,25: la diferenciación genética se considera grande.
 - > 0,25: la diferenciación genética se considera muy grande.

f) Cálculo de las distancias genéticas

Al comparar dos o más poblaciones mediante sus frecuencias alélicas, se obtienen las medidas de las distancias genéticas que son útiles para la reconstrucción de las relaciones históricas y filogenéticas en las diferentes especies animales (Carrera, 2005). Los resultados obtenidos con los microsatélites se usan frecuentemente para evaluar las relaciones genéticas entre poblaciones e individuos, mediante el cálculo de las distancias genéticas (Sodhi *et al.*, 2005; Tapio *et al.*, 2005). La medida más ampliamente utilizada de distancia genética ha sido la distancia estándar de Nei (Ds) (Nei, 1972). Sin embargo, para medir el distanciamiento genético entre poblaciones que han divergido en recientes periodos evolutivos suele ser más utilizada la distancia genética ponderada de Reynolds (Reynolds *et al.*, 1983) que utiliza el coeficiente de coancestralidad como base de su análisis (Takezaki & Nei, 1996). Los algoritmos más usados para construir dendrogramas son el UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages*) (Sneath & Sokal, 1973) y el NJ (*Neighbor-Joining*) (Saitou & Nei, 1987). Este último parece ser superior cuando se suponen en el modelo diferentes tasas de evolución (Eding & Laval, 1999). Además, este algoritmo ha demostrado ser el más eficiente en la práctica cuando no todos los supuestos estadísticos se cumplen (Takahashi & Nei, 2000). Las fórmulas para hallar algunas distancias de uso frecuente son:

Distancia estándar de Nei (Nei, 1972) (D_s):

$$D_s = -\ln \left(\frac{\sum_i x_i y_i}{\sqrt{\sum_i x_i^2 \sum_i y_i^2}} \right)$$

Distancia de Cavalli-Sforza (Cavalli-Sforza *et al.*, 1967) (D_c):

$$D_c = (2/\pi) \sqrt{2 \left(1 - \sum_i \sqrt{x_i y_i} \right)}$$

Distancia de Nei (Nei *et al.*, 1983) (D_A):

$$D_A = 1 - \sum_i \sqrt{x_i y_i}$$

Distancia mínima de Nei (Nei, 1973) (D_m):

$$D_m = \frac{1}{2} \sum_i (x_i y_i)^2$$

Distancia de Reynolds (Reynolds *et al.*, 1983):

$$D_{Reynolds} = \frac{\sum_i (x_i y_i)^2}{2 \left(1 - \sum_i x_i y_i \right)}$$

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Zonas de estudio y obtención de muestras.

Para el análisis molecular de ADN se obtuvo, aleatoriamente, 125 muestras de pelo (50-60 pelos aprox.) de cabras criollas procedentes en igual número de las siguientes 5 provincias de la región Apurímac de Perú: Abancay, Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes y Grau. Los pelos fueron arrancados de la parte posterior de la nuca y depositados en bolsas individualizadas de plástico, referenciando la identificación del animal, sexo, edad aproximada y la procedencia.

2.2 Extracción del ADN

Para la extracción y purificación del ADN se utilizó el Kit DNeasy Blood & Tissue (QIAGEN, IZASA, S.A., España) de acuerdo a las indicaciones del fabricante. El ADN extraído se cuantificó por espectrofotometría en un equipo Nanodrop ND-1000 y se conservó en tubos eppendorf a -20 °C hasta su utilización.

2.3. Marcadores de ADN utilizados

Para el análisis molecular del ADN se utilizaron 29 marcadores genéticos de tipo microsatélite (Tablas 8.1 y 8.2, anexos), cuya lista es la siguiente: BM1329, BM1818, BM6506, BM6526, BM8125, CSRD247, CSRM60, CSSM66, ETH10, ETH225, HAUT27, HSC, ILSTS11, ILSTS19, INRA5, INRA63, MAF65, MAF209, McM527, MM12, OarFCB11, OarFCB48, OarFCB304, SPS115, SRCRSP5, SRCRSP8, SRCRSP23, SRCRSP24, TGLA122. Estos marcadores vienen siendo utilizados por el proyecto Biogoat (<http://biogoat.jimdo.com/>) tomando en cuenta los propuestos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Sociedad Internacional de Genética Animal (ISAG) para estudios de diversidad en cabras (FAO, 2004).

2.4 Genotipado de microsatélites

El genotipado de los 29 microsatélites (Tablas 8.1 y 8.2, anexos), fue realizado por el Grupo de Investigación AGR-18, Departamento de Genética de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, en el marco del desarrollo científico promovido por la Asociación sobre la Conservación de la Biodiversidad de los Animales Domésticos Locales para el Desarrollo Rural Sostenible – Red CONBIAND y el proyecto BioGoat.

2.5 Análisis estadístico

Se efectuaron una serie de análisis estadísticos para el cálculo de la diversidad genética, estructura genética y distancia genética, agrupados de la siguiente forma:

a) Diversidad genética

Para analizar la diversidad genética, se calcularon las frecuencias alélicas, número de alelos por *locus* (N_a) y las heterocigocidades observada (H_o) y esperada (H_e) con el programa informático GENETIX v. 4.05 (Belkhir *et al.*, 1996-2004). La riqueza alélica (RA) por *locus* y subpoblación, fue estimada sobre una muestra aleatoria de 19 individuos diploides con el programa FSTAT v. 2.9.3.2 (Goudet, 2002).

Las desviaciones del equilibrio Hardy-Weinberg (HWE) fueron estimadas por *locus* mediante el programa GENEPOP v. 3.1c (Raymond & Rousset, 1996), que aplica el test exacto de Fisher para la obtención de las significaciones estadísticas usando el método en cadena de Monte Carlo Markov (Haldane, 1954; Guo & Thompson, 1992; Wigginton *et al.*, 2005). Adicionalmente, se calculó el Contenido de Información Polimórfica (PIC) y los alelos privados de cada microsatélite, mediante los complementos informáticos del programa EXCEL: EXCEL MICROSATELLITE TOOLKIT v. 3.1.1 (Park, 2001) y GENEALX v. 6.5 (Peakall & Smouse, 2006), respectivamente.

b) Estructura genética

Las diferencias entre las cinco subpoblaciones de cabras apurimeñas referente a las frecuencias alélicas, se estimaron mediante los F -estadísticos (F_{IT} , F_{IS} y F_{ST}) de Wright (1969) según la modificación de Weir & Cockerham (1984), utilizando el programa FSTAT v. 2.9.3.2 (Goudet, 2002).

c) Distancias genéticas

Se determinaron los valores de F_{ST} y sus probabilidades estadísticas para cada par de subpoblaciones como una medida de distancia genética ($[D-F_{ST}]$; Weir & Cockerham, 1984), esto fue realizado con 1.000 permutaciones por medio del programa GENETIX v. 4.05 (Belkhir *et al.*, 1996-2004). Asimismo, también se hallaron los valores de la distancia genética ponderada de Reynolds ($[D-Reynolds]$; Reynolds *et al.*, 1983) entre las subpoblaciones, construyendo con estos datos dos árboles de distancia genética. El primero con el algoritmo UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic*

Averages) (Sneath & Sokal, 1973) y el segundo con el algoritmo NJ (*Neighbor-Joining*) (Saitou & Nei, 1987). La fiabilidad de las topologías, o robustez de los nodos, se determinaron mediante un procedimiento estadístico (*bootstrap*) basado en 1.000 reemplazos sobre los *loci* (Felsenstein, 1985). Estos cálculos se realizaron utilizando el paquete informático POPULATIONS v.1.2.30 (Langella, 2002-2010). Se empleó la aplicación informática TREEVIEW v. 1.6.6 (Page, 2001) para obtener la representación de las distancias genéticas de forma gráfica. Se utilizaron 56 individuos de la raza caprina española Blanca de Rasquera, como población *outgroup* de referencia. Los valores de distancias genéticas y el dendrograma de relación generado, fueron calculados con los 29 microsatélites.

Finalmente, se efectuó el análisis factorial de correspondencias (AFC) de las frecuencias alélicas por *locus* e individuo con el programa GENETIX v. 4.05 (Belkhir *et al.*, 1996-2004), para obtener un gráfico tridimensional de datos multivariados y confirmar la separación o proximidad entre las subpoblaciones.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Polimorfismo de los marcadores microsatélite analizados

Los 29 *loci* analizados han sido polimórficos y útiles para determinar la diversidad genética de la cabra apurimeña dado que 23 *loci* fueron muy informativos, 5 medianamente informativos y solamente 1 poco informativo (Tablas 1 y 2). Un total de 250 alelos fueron identificados en los 125 individuos de las cinco subpoblaciones caprinas investigadas (Tabla 7, anexos).

Tabla 1. Clasificación de microsatélites respecto a su contenido de información polimórfica (PIC) (Botstein *et al.*, 1980).

Muy informativos (> 0,5)	Medianamente informativos (0,25 a 0,5)	Poco informativos (<0,25)
BM1329, BM1818, BM6506, BM6526, BM8125, CSR247, CSRM60, CSSM66, HAUT27, HSC, ILSTS19, MM12, INRA5, MAF65, McM527, OarFCB11, OarFCB48, OarFCB304, SRCRSP5, SRCRSP8, SRCRSP23, SRCRSP24, TGLA122.	ETH10, ILSTS11, INRA63, MAF209, SPS115.	ETH225.

Kumar *et al.* (2005); Azor *et al.* (2008); Chacón *et al.* (2010); Bruno de Sousa *et al.* (2011); reportan para el marcador ETH225 un PIC igual a 0,28; 0,22; 0,23 y 0,18 respectivamente, lo que confirmaría su reducido polimorfismo.

3.2 Diversidad genética de toda la población

El nivel de diversidad genética encontrado en la cabra apurimeña fue alto ($H_e = 0,70$). Este valor está dentro del intervalo reportado para diferentes poblaciones de cabras nativas, que va desde 0,59 en razas suizas (Saitbekova *et al.*, 1999) a 0,82 en razas chinas (Qi *et al.*, 2009), y es similar a 0,70 indicado por Bruno de Sousa *et al.* (2011) para las cabras nativas portuguesas y a 0,71 por Azor *et al.* (2008) para la cabra criolla peruana. El marcador CSSM66 refleja el mayor valor de H_e (0,88) y ETH225 el menor valor (0,15) (Tabla 2).

El número medio de alelos por *locus* (N_a) en la población total fue 8,62, que es superior al valor de 7,30 reportado por Azor *et al.* (2008) para la cabra criolla peruana. Igualmente es superior a los valores hallados en la cabra canaria Majorera (6,95; Acosta *et al.*, 2005) y en la cabra Jamunapari (4,91; Gour *et al.*, 2006) e inferior a los valores hallados en las

cabras nativas de China (12; Li *et al.*, 2002) y en razas caprinas de las Islas Canarias (9,59; Martínez *et al.*, 2006). Estas desigualdades en el número de alelos podrían deberse al uso de diferentes paneles de marcadores, o quizás como consecuencia de cuellos de botella pasados que hubieran afectado la riqueza alélica y, por lo tanto, los niveles de variabilidad genética (Luikart & Cornuet, 1998; Kantanen *et al.*, 2000). Si bien es cierto que todos los *loci* fueron polimórficos, su utilidad para estudiar la diversidad genética fue diferente. Para aclarar este punto, cabe mencionar que se advierte un alto F_{IS} en: CSSM66 (0,31), ILSTS11 (0,28), INRA63 (0,30), SPS115 (0,32) y SRCRSP24 (0,28); lo que indicaría una posible presencia de alelos nulos (San Cristóbal *et al.*, 2006). De la misma forma como hay marcadores que mostraron en la población global un alto número de alelos [CSSM66 (18), SRCRSP23 (15), BM6526 (13) y HSC (13)]; también están los que revelaron un menor número [MAF209 (2), INRA5 (4) y SPS115 (4)] (Tabla 2). Además, encontramos un total de 28 alelos privados o únicos en 16 marcadores (BM1818, BM6506, BM6526, CSRM60, CSSM66, ETH10, ETH225, HAUT27, HSC, INRA63, McM527, OarFCB11, OarFCB304, SPS115, SRCRSP5, SRCRSP23) (Tabla 9, anexos). El promedio de la frecuencia de los alelos privados es baja (0,03).

La población caprina apurimeña evaluada desvía del HWE ($F_{IT} = 0,13$) en forma significativa ($P < 0,001$), es decir existe un déficit de heterocigotos. De los 29 *loci* analizados, 15 (51,7%) presentaron desviación del HWE (BM6506, BM6526, CSRD247, CSSM66, HAUT27, HSC, ILSTS11, INRA63, McM527, OarFCB11, SPS115, SRCRSP5, SRCRSP8, SRCRSP24, TGLA122) (Tabla 2). Chacón *et al.* (2010) estudiaron a la cabra criolla cubana, con 26 microsatélites, 25 de los cuales son los mismos empleados en este trabajo; dichos autores indican que 45% de los *loci* desviaron del HWE y que se debió a la selección artificial inherente a la crianza de estos animales domésticos. Lo cierto es, que no es muy fácil explicar la deficiencia de heterocigotos existente en una población (Christiansen *et al.*, 1974). Por ejemplo, en la China (Li *et al.*, 2002) y la India (Thilagam *et al.*, 2006), se reportan un 100% (17 de 17) y 80% (16 de 20) de *loci* desviados del HWE, sin explicar en forma firme estos hechos.

Considerando algunos antecedentes similares en las poblaciones de cabras Marwari (Kumar *et al.*, 2005) y Jamunapari (Gour *et al.*, 2006) de la India, donde los *loci* analizados desviaron del HWE en 80% (20 de 25) y 87% (20 de 23), una muy posible explicación para la deficiencia de heterocigotos en las cabras apurimeñas, es la consanguinidad debido al tipo de manejo reproductivo propio de las zonas estudiadas, caracterizado por no ser planificado, practicar apareamientos indiscriminados, préstamo de machos entre explotaciones y mantener un ratio macho/hembra muy bajo.

Aunque no se puede descartar a priori otros determinantes de la deficiencia de heterocigotos, como: el efecto Wahlund, la presencia de alelos nulos, la existencia de

desequilibrio de ligamiento con algún gen de interés sometido a selección y un posible sesgo en el genotipado (Wahlund, 1928; Maudet *et al.*, 2002; Wigginton *et al.*, 2005).

Tabla 2. Microsatélites analizados, rango alélico (pb), tamaño muestral (N), número de alelos por locus (Na), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (Ho) y esperada (He) y valores de $F \approx F_{IT}$.

Locus	Rango alélico (pb)	N	Na	PIC	Ho	He	$F \approx F_{IT}$	Sig. ^a
BM1329	169-181	120	7	0,795	0,725	0,820	0,120	n.s.
BM1818	116-270	109	12	0,776	0,743	0,800	0,076	n.s.
BM6506	206-220	117	8	0,637	0,615	0,687	0,109	*
BM6526	155-189	123	13	0,826	0,707	0,842	0,164	***
BM8125	114-122	125	5	0,529	0,592	0,586	-0,006	n.s.
CSRD247	218-242	121	8	0,729	0,661	0,757	0,131	*
CSRM60	75-87	125	7	0,753	0,744	0,786	0,057	n.s.
CSSM66	183-257	105	18	0,870	0,610	0,880	0,311	***
ETH10	203-213	116	6	0,459	0,526	0,515	-0,016	n.s.
ETH225	134-150	119	5	0,146	0,143	0,151	0,056	n.s.
HAUT27	132-152	114	10	0,678	0,579	0,710	0,189	***
HSC	274-304	114	13	0,835	0,763	0,850	0,107	*
ILSTS11	272-286	116	6	0,462	0,379	0,525	0,282	**
ILSTS19	146-158	123	6	0,663	0,642	0,714	0,104	n.s.
MM12	92-120	122	10	0,810	0,820	0,832	0,019	n.s.
INRA5	141-147	123	4	0,626	0,634	0,674	0,063	n.s.
INRA63	159-171	122	6	0,495	0,402	0,572	0,302	***
MAF65	116-144	124	11	0,844	0,863	0,859	0,000	n.s.
MAF209	105-107	125	2	0,252	0,296	0,295	0,001	n.s.
McM527	156-178	123	8	0,640	0,561	0,675	0,173	***
OarFCB11	133-155	125	9	0,811	0,752	0,832	0,100	***
OarFCB48	147-171	122	11	0,732	0,754	0,755	0,005	n.s.
OarFCB304	133-169	122	10	0,706	0,664	0,742	0,109	n.s.
SPS115	246-252	119	4	0,373	0,319	0,468	0,322	***
SRCRSP5	165-189	124	11	0,817	0,710	0,836	0,156	**
SRCRSP8	224-244	114	6	0,709	0,623	0,746	0,169	*
SRCRSP23	81-113	124	15	0,865	0,774	0,877	0,121	n.s.
SRCRSP24	145-173	123	12	0,776	0,577	0,798	0,281	***
TGLA122	136-148	124	7	0,671	0,589	0,700	0,163	**
Promedio			8,621	0,665	0,613	0,699	0,128	***

^aSignificancia estadística del valor de probabilidad obtenido en la prueba de HWE: n.s. (no significativo); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

3.3 Diversidad genética subpoblacional

Las cinco subpoblaciones caprinas apurimeñas incluidas en este estudio tienen similares niveles de variabilidad genética (diferencias no significativas). El valor de la H_e es alto en cada una de ellas, muy próximo a 0,67, el número medio de alelos varía de 6,3 en Grau a 7,1 en Chincheros. No obstante, el índice F_{IS} de cada una de ellas estuvo alrededor de 0,11 ($P < 0,001$) traducido por un déficit de heterocigotos (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros de diversidad genética en las subpoblaciones caprinas de la región Apurímac de Perú: número medio de alelos por locus (N_a), heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e), y valores de $f \approx F_{IS}$.

Subpoblación	N	N_a	RA	H_o (S.D.)	H_e (S.D.)	$f \approx F_{IS}$	Sig. ^a
Abancay	25	6,345	6,081	0,607 (0,190)	0,671 (0,173)	0,116	***
Andahuaylas	25	6,310	6,083	0,597 (0,193)	0,660 (0,181)	0,116	***
Chincheros	25	7,069	6,730	0,624 (0,166)	0,686 (0,169)	0,111	***
Aymaraes	25	6,379	6,121	0,633 (0,202)	0,683 (0,185)	0,095	***
Grau	25	6,276	5,996	0,601 (0,205)	0,664 (0,175)	0,116	***

^aSignificancia estadística del valor de probabilidad obtenido en la prueba de HWE: n.s. (no significativo); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; S.D.: desviación estándar.

El número medio de alelos por locus se corresponde con la riqueza alélica mostrada en la Tabla 3. En general los niveles de polimorfismos revelados en cada subpoblación son elevados, prueba inequívoca de que la cabra apurimeña mantiene una variabilidad muy importante. Es interesante acotar que el número de alelos privados detectados en frecuencias bajas, fue más alto en la subpoblación de Chincheros (10) y más bajo en la subpoblación de Grau (3) (Tabla 9, anexos). Se apreció desviación del HWE en 10 (34,5%) de los loci en la subpoblación de Abancay; 7 (24,1%) en Grau; 6 (20,7%) en Chincheros; 5 (17,24%) en Aymaraes y Chincheros. Cabe señalar que un total de 10 loci no desviaron del HWE en todas las subpoblaciones (BM1818, CSRM60, ETH10, ETH225, MM12, MAF65, MAF209, OarFCB304, SRCRSP8, SRCRSP23) y de los que desviaron ninguno lo hizo en todas las subpoblaciones (Tabla 11, anexos).

El marcador BM8125 en la subpoblación de Abancay es el único que indica exceso de heterocigotos, probablemente por algún tipo de sesgo en el genotipado (Wigginton *et al.*, 2005). Por lo general, los marcadores que desviaron del HWE revelan un alto déficit de heterocigotos. Los que más destacan en Abancay, Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes y Grau son: INRA63 (0,6); SPS115 (0,5); HAUT27 (0,36); SRCRSP24 (0,4) y ILSTS11 (0,47), respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Microsatélites que desviaron del equilibrio Hardy-Weinberg y los valores de $f \approx F_{IS}$ que indican el exceso (valor -) o déficit (valor +) de heterocigotos para las cinco subpoblaciones caprinas apurimeñas.

Abancay		Andahuaylas		Chincheros		Aymaraes		Grau	
BM6506	(0,008)	ILSTS11	(0,404)	HAUT27	(0,355)	CSSM66	(0,338)	BM1329	(0,194)
BM6526	(0,297)	McM527	(0,102)	HSC	(0,158)	INRA5	(0,063)	BM6526	(0,266)
BM8125	(-0,395)	SPS115	(0,518)	McM527	(0,293)	McM527	(0,379)	CSR247	(0,190)
CSSM66	(0,371)	SRCRSP5	(0,343)	OarFCB11	(0,243)	SPS115	(0,165)	CSSM66	(0,224)
ILSTS11	(0,334)	TGLA122	(0,356)	SRCRSP5	(0,044)	SRCRSP24	(0,448)	ILSTS11	(0,474)
ILSTS19	(0,235)			SRCRSP24	(0,298)			OarFCB11	(0,211)
INRA63	(0,627)							SRCRS24	(0,046)
McM527	(0,087)								
OarFCB48	(0,148)								
SRCRSP24	(0,204)								

3.4 Estructura poblacional

La proporción de la variabilidad genética explicada por las diferencias entre las subpoblaciones caprinas apurimeñas es baja ($F_{ST} = 0,03$; I.C. 99% [0,017-0,035]; Tabla 5). Este valor es similar al obtenido en la cabra Murciano-Granadina (0,03; Martínez *et al.*, 2007), cabra Blanca de Rasquera (0,03; Jordana *et al.*, 2007) y cabra portuguesa (0,03; Bruno de Sousa *et al.*, 2011) y es menor al reportado en la cabra canaria (0,06; Martínez *et al.*, 2006), cabra suiza (0,11; Glowatzki-Mullis *et al.*, 2008), y cabra de Burkina Faso (0,09; Traoré *et al.*, 2009). El bajo índice F_{ST} (0,03) nos indica que la diversidad genética cuantificada por los marcadores microsatélites, muestra muy poca diferenciación genética entre las subpoblaciones. Los bajos valores de diferenciación genética son comúnmente vistos en cabras, probablemente como resultado de su alta movilidad en el pasado a través de diferentes regiones y la predominancia a nivel mundial del haplogrupo A del mtDNA en su genética (más del 90% de los individuos) (Naderi *et al.*, 2007; Bruno de Sousa *et al.*, 2011; Lin *et al.*, 2012). En ese sentido merece mencionar que la cercanía geográfica y colindancia entre las subpoblaciones caprinas apurimeñas (Figura 10 y Tabla 12, anexos), podría ser un factor determinante para que se produzca un flujo genético permanente entre ellas, resultando que las frecuencias alélicas sean muy parecidas. La diferenciación genética en los animales medida como F_{ST} es menor en áreas de poca extensión geográfica, a causa de que el flujo genético actúa como una fuerza que mantiene la cohesión entre las subpoblaciones o poblaciones cercanas. En estos casos teóricamente el flujo genético supera los efectos de la deriva genética y previene la diferenciación local (Piñero *et al.*, 2008).

Los índices F_{IT} (0,13) y F_{IS} (0,11) que pueden ser apreciados en la Tabla 5, implican una deficiencia moderada de heterocigotos, el primero en el conjunto de la población y el segundo como promedio de lo que sucede dentro de cada subpoblación. El valor F_{IT} al contrastarlo con lo hallado en otras investigaciones, es superior a lo registrado en las cabras Canarias (0,099; Martínez *et al.*, 2006), en la Cabra Blanca de Rasquera (0,074; Jordana *et al.*, 2007) y en las cabras de Suiza (0,121; Glowatzki-Mullis *et al.*, 2008) e inferior a lo hallado en las cabras de Korea y China (0,245; Kim *et al.*, 2002) y cabras Marwari de la India (0,302; Kumar *et al.*, 2005).

Tabla 5. Estadísticos F de Wright (1969) modificados según Weir & Cockerham (1984) entre las cinco subpoblaciones caprinas analizadas.

Estadísticos F	$f \approx F_{IS}$	$F \approx F_{IT}$	$\theta \approx F_{ST}$
	0,11	0,132	0,025
Intervalos de confianza (I.C.) al:			
95%	(0,079-0,143)	(0,099-0,167)	(0,019-0,033)
99%	(0,070-0,154)	(0,090-0,179)	(0,017-0,035)

3.5 Distancias genéticas entre subpoblaciones

El bajo nivel de diferenciación entre las subpoblaciones fue confirmado mediante la estimación con 1.000 permutaciones de la matriz de F_{ST} (Weir & Cockerham, 1984) y la matriz de las distancias genéticas ponderadas de Reynolds (Reynolds *et al.*, 1983).

Es así, que la mayor medida de diferencia genética entre las subpoblaciones, la cual es la que existe entre Aymaraes y Grau, no supera el 5% (0,045 [D- F_{ST}] y 0,049 [D-Reynolds]). La raza caprina española Blanca de Rasquera como grupo externo (*outgroup*) está más distante, con un valor moderado muy próximo al 9% de diferenciación genética con todas las subpoblaciones (Tabla 6).

Tabla 6. Matriz de distancias F_{ST} (debajo de la diagonal; Weir & Cockerham, 1984) y distancia genética ponderada de Reynolds (encima de la diagonal; Reynolds et al., 1983), entre las subpoblaciones caprinas de la región Apurímac y la raza caprina española Blanca de Rasquera (outgroup).

Subpoblaciones	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau	Rasquera
Abancay	-	0,010	0,022	0,037	0,034	0,088
Andahuaylas	0,007*	-	0,023	0,025	0,033	0,098
Chincheros	0,018***	0,019**	-	0,021	0,033	0,086
Aymaraes	0,033***	0,022***	0,018***	-	0,049	0,103
Grau	0,031***	0,029***	0,029***	0,045***	-	0,101
Rasquera	0,082***	0,091***	0,080***	0,096***	0,094***	-

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

El dendrograma elaborado mediante el método UPGMA (Figura 2) nos permite visualizar una estrecha relación en un primer cluster, entre las subpoblaciones caprinas de Abancay y Andahuaylas, ambas estarían próximas a las de Chincheros con un valor *bootstrap* de 93% (alta robustez), por otro lado se aprecia que las subpoblaciones Grau y Aymaraes no muestran una cercana relación entre ellas ni con el resto, aunque el valor *bootstrap* para este patrón de separación solo alcanzó el 32%.

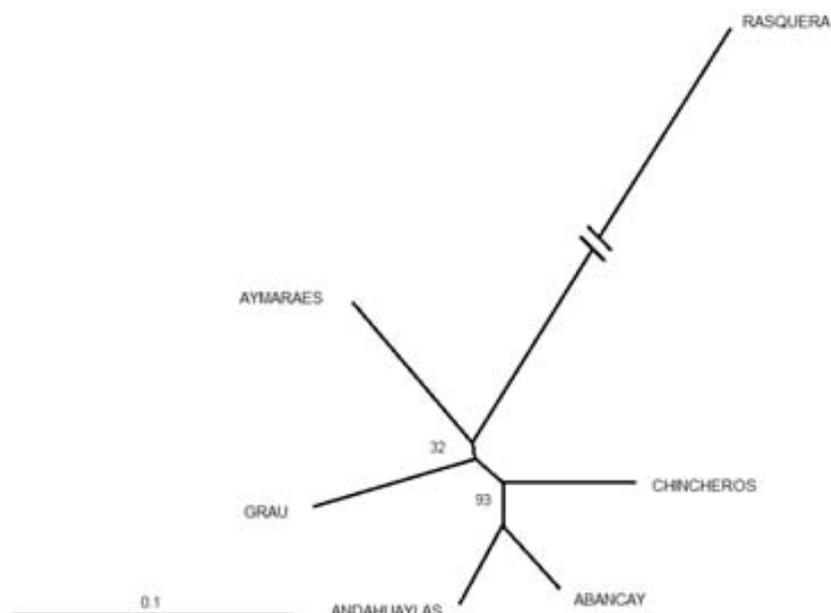


Figura 2. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando la distancia genética ponderada de Reynolds (Reynolds et al., 1983) y el método UPGMA (Sneath & Sokal, 1973). Valores de *bootstrap* fueron calculados con 1.000 repeticiones.

Un segundo árbol genético elaborado mediante el método NJ (Figura 3), reafirma la proximidad entre las subpoblaciones caprinas de Abancay y Andahuaylas en un primer cluster con un valor *bootstrap* de 46%, esto se explicaría probablemente por su colindancia. Un segundo cluster agrupa a las subpoblaciones de Chincheros y Aymaraes, con un valor *bootstrap* de 51%. Grau se mantiene independiente del resto, con un valor *bootstrap* de 35%. Grau se mantiene independiente del resto.

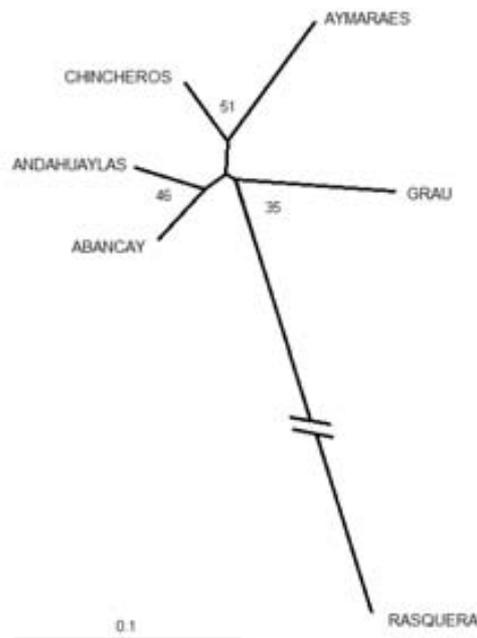


Figura 3. Dendrograma de relaciones obtenido utilizando la distancia genética ponderada de Reynolds (Reynolds et al., 1983) y el método Neighbor Joining (Saitou & Nei, 1987). Valores de *bootstrap* fueron calculados con 1.000 repeticiones.

El AFC empleado para interpretar de manera más clara la información brindada en los dos árboles anteriores, muestra claramente que las subpoblaciones de Abancay, Andahuaylas y Chincheros están más relacionadas genéticamente, lo que está en perfecto acuerdo con la proximidad geográfica existente entre ellas. Asimismo, nos indica que las subpoblaciones de Grau y Aymaraes, muestran un cierto grado de separación de las otras subpoblaciones (Figura 4). Para lograr estas estimaciones, las frecuencias alélicas de los individuos por subpoblaciones fueron agrupadas linealmente en 4 factores que las expliquen suficientemente, considerando los principios de interpretabilidad y parsimonia, intentando a su vez que todos los factores resulten independientes entre sí, es decir que sean ortogonales. Los 4 factores explicaron el 91,94% de la varianza, correspondiendo 51,95%, 16,93%, 12,44% y 10,62% al primer, segundo, tercer, y cuarto factor, respectivamente.

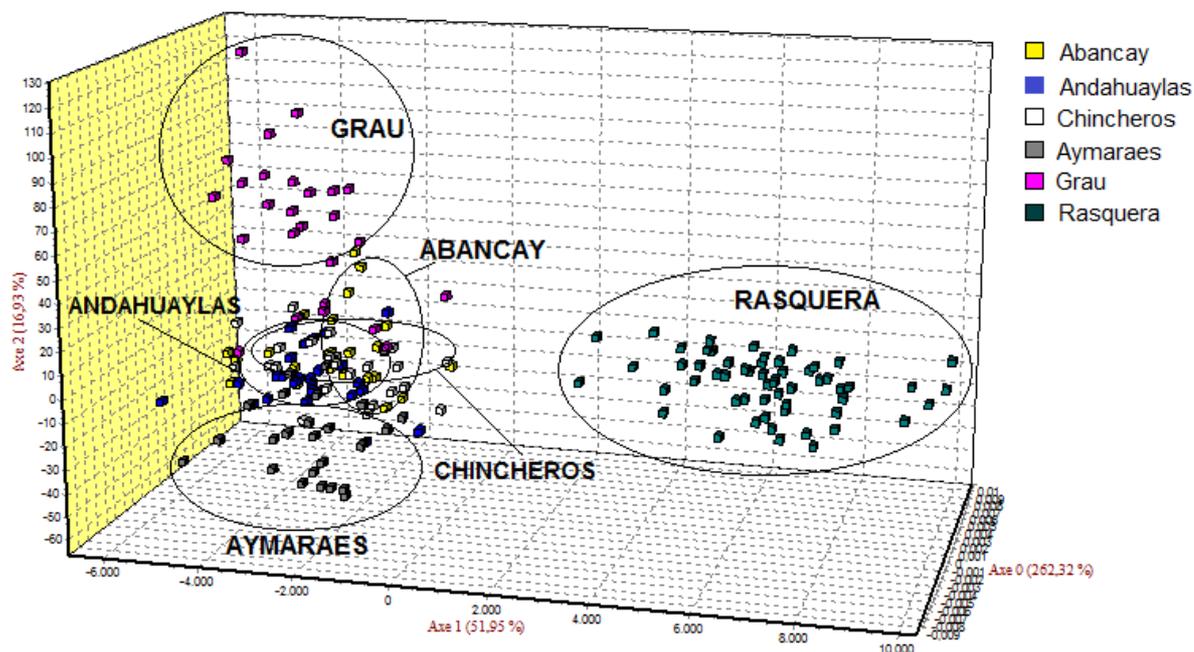


Figura 4. Representación espacial tridimensional del análisis factorial de correspondencias (AFC) respecto a la diferenciación genética entre las cinco subpoblaciones analizadas y la población outgroup.

Relaciones genéticas de la cabra apurimeña con otras cabras criollas de América

Ribeiro *et al.* (2012), realizaron un estudio con base a las frecuencias alélicas de un total de 19 razas de cabras criollas procedentes de 10 países de América (Colombia, Bolivia, Argentina, Paraguay, Cuba, Ecuador, Perú, Venezuela, Brasil y E.E.U.U.). Como en nuestro caso todas las frecuencias alélicas para el análisis fueron proporcionadas por el proyecto Biogoat (<http://biogoat.jimdo.com/>). El objetivo del trabajo consistió en estudiar la diversidad genética y las relaciones entre las poblaciones de cabras criollas de América.

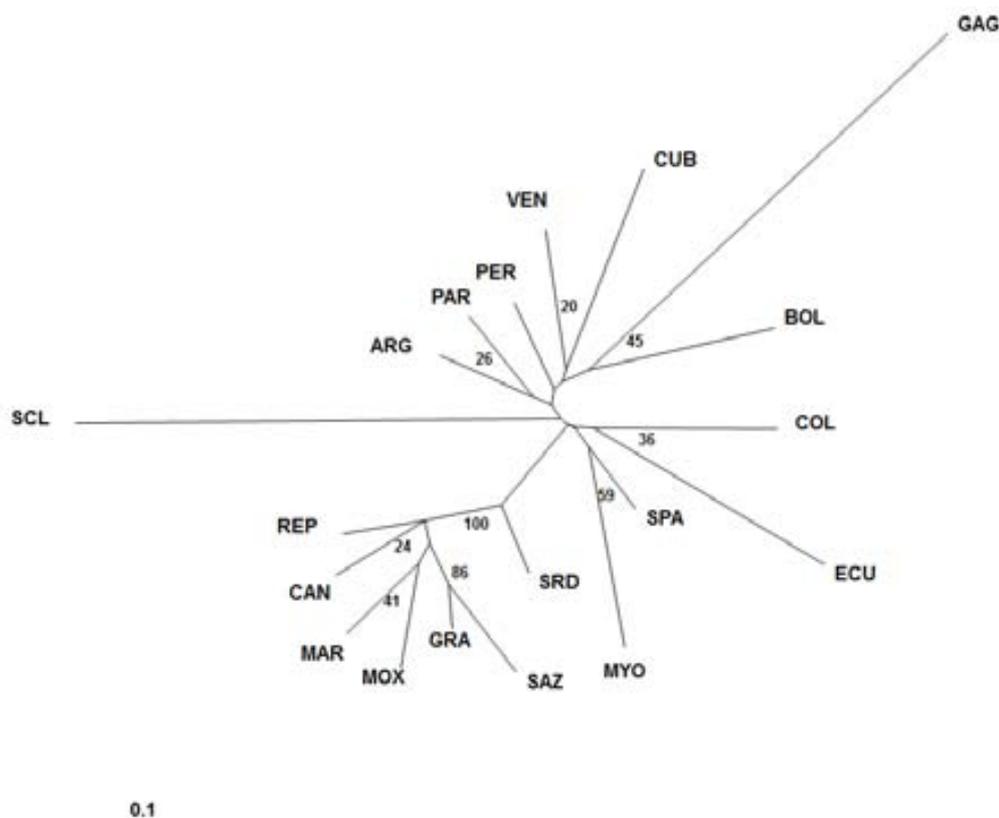


Figura 5. Dendrograma de relaciones de las poblaciones caprinas americanas, obtenido utilizando la distancia genética D_A (Nei et al., 1983) y el método Neighbor Joining (Saitou & Nei, 1987). Tomado de Ribeiro et al. (2012).

Según la Figura 5, la cabra apurimeña que representa al Perú (PER) forma un primer cluster, aunque no muy robusto, en el que se observa su proximidad, con las cabras criollas de Argentina (ARG), Paraguay (PAR), Venezuela (VEN), Cuba (CUB) y Bolivia (BOL). Si bien es cierto que las cabras de las Islas Galápagos-Ecuador (GAG), aunque integradas en este cluster, muestran un mayor distanciamiento genético con respecto al resto de las razas, así como, las cabras de las Islas de San Clemente-E.E.U.U. (SCL) (Figura 6).

El cluster que no incluye a las cabras apurimeñas, está conformado por las cabras de Ecuador (ECU), Colombia (COL), Myotonic- E.E.U.U. (MYO), Española-E.E.U.U. (SPA) y el conjunto de 7 razas autóctonas brasileñas: Moxotó (MOX), Serrana Azul (SAZ), Canindé (CAN), Repartida (REP), Graúna (GRA), Marota (MAR) y sin raza definida (SRD) (Figura 5).

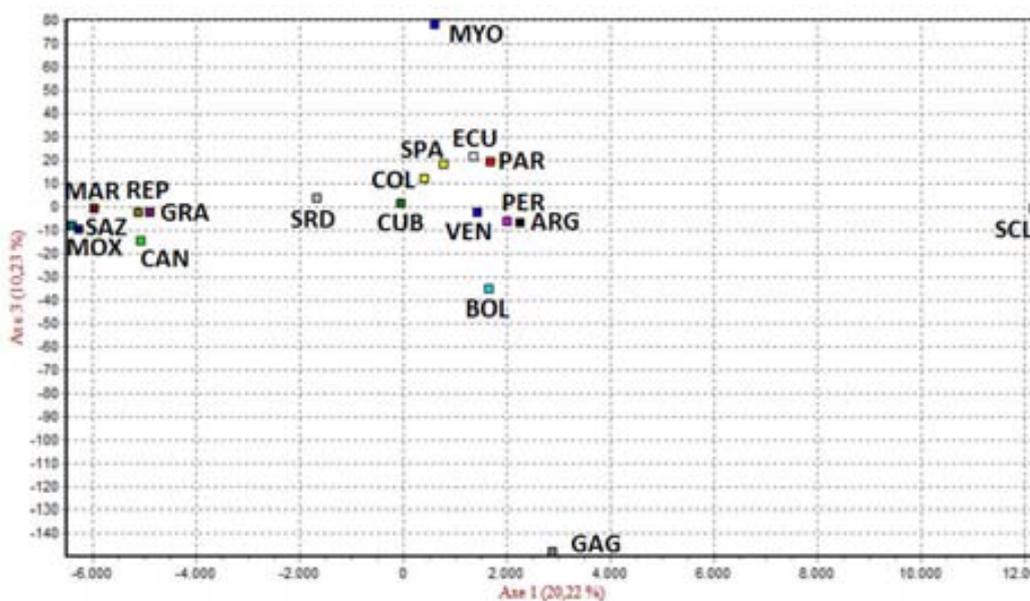


Figura 6. Análisis factorial de correspondencias (AFC) para las razas criollas caprinas americanas. Tomado de Ribeiro et al. (2012).

El nivel de diferenciación genética entre todas las razas evaluadas es grande ($F_{ST} = 0,18$), con heterocigosis observadas de 0,47 (SCL) a 0,78 (PAR) y número promedio de alelos de 4 (GAG) a 9,14 (PAR), la cabra apurimeña evidencia un valor intermedio en estos intervalos con valores 0,61 y 8,6 en forma respectiva.

Relaciones genéticas de la cabra apurimeña con otras cabras africanas, americanas, brasileñas, canarias e ibéricas

Martínez *et al.* (2012), vinculados a la red CONBIAND y al Proyecto Biogoat (<http://biogoat.jimdo.com/>), efectuaron un análisis genético con datos de 65 razas caprinas, provenientes de África, América, Brasil, Islas Canarias y Península Ibérica, con el objetivo principal de estudiar la impronta genética de las razas ibéricas que fueron llevadas al continente americano. Las frecuencias alélicas de 2.500 animales fueron analizados (se incluyó a la cabra apurimeña), evidenciándose una diferenciación genética moderada entre las poblaciones ($F_{ST} = 0,13$). Los valores F_{IT} y F_{IS} fueron 0,19 y 0,08 respectivamente. El primero muy superior y el segundo similar a los resultados de la presente investigación.

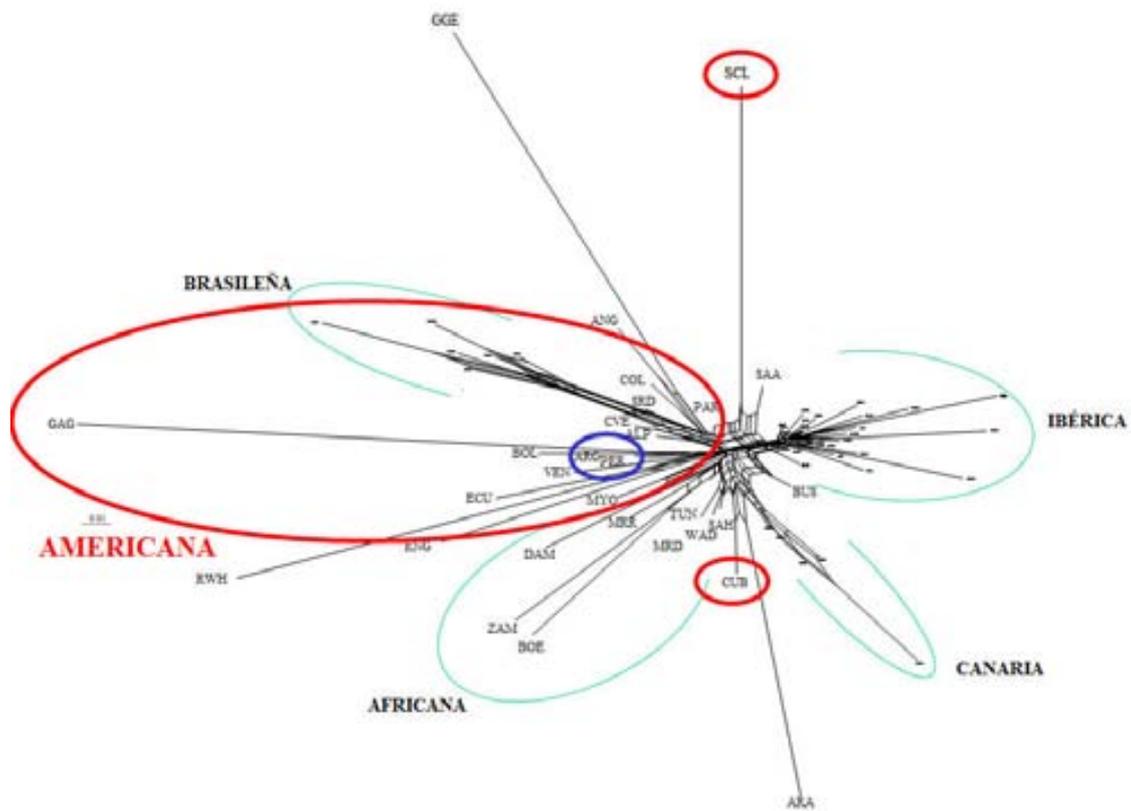


Figura 7. Dendrograma de relaciones entre poblaciones de cabras africanas, americanas, brasileñas, canarias e ibéricas, obtenido utilizando la distancia genética de Reynolds (Reynolds et al., 1983) y el método Neighbour-Net (Bryant & Moulton, 2003). Tomado de Martínez et al. (2012).

En la Figura 7 podemos apreciar que las cabras apurimeñas (PER) (círculo azul colocado por nosotros), están cerca a las cabras de Argentina, Venezuela, Bolivia, Ecuador, principalmente. Este gráfico revela en cierta forma que la cercanía geográfica es un factor determinante en la diferenciación genética.

Los resultados del AFC mostrados en la Figura 8, demuestran la proximidad de la mayoría de las razas criollas americanas con sus antepasados ibéricos y con las razas comerciales Anglo Nubiana (ANG), Alpina (ALP), Saanen (SAA) y la Golden Guernsey (GGE) aunque con estas últimas la relación es más débil. Las cabras brasileñas, canarias y africanas, en ese orden de importancia, están más distantes.

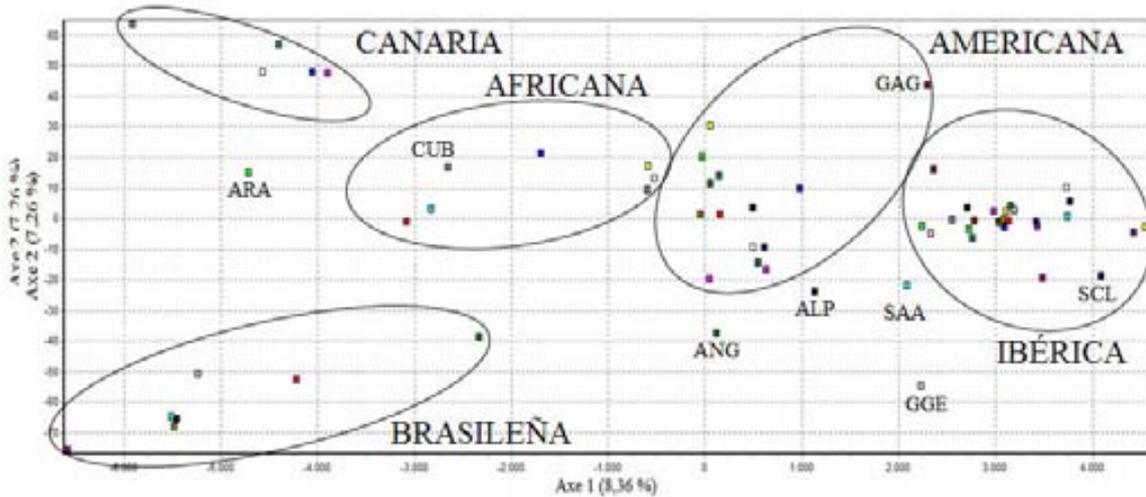


Figura 8. Análisis factorial de correspondencias (AFC) para las razas criollas caprinas africanas, americanas, brasileñas, canarias e ibéricas. Tomado de Martínez et al. (2012).

En el modelo de agrupamiento de poblaciones realizado mediante el programa Structure (Pritchard et al., 2000), en el que se estima la probabilidad de asignación de individuos que se derivan de los K cluster inferidos vistos en la Figura 9, se reveló una clara influencia de las poblaciones ibéricas y africanas en la mayoría de las cabras criollas estudiadas.

La diferenciación genética de las cabras americanas brasileñas podría deberse a procesos de migración, deriva genética y selección.

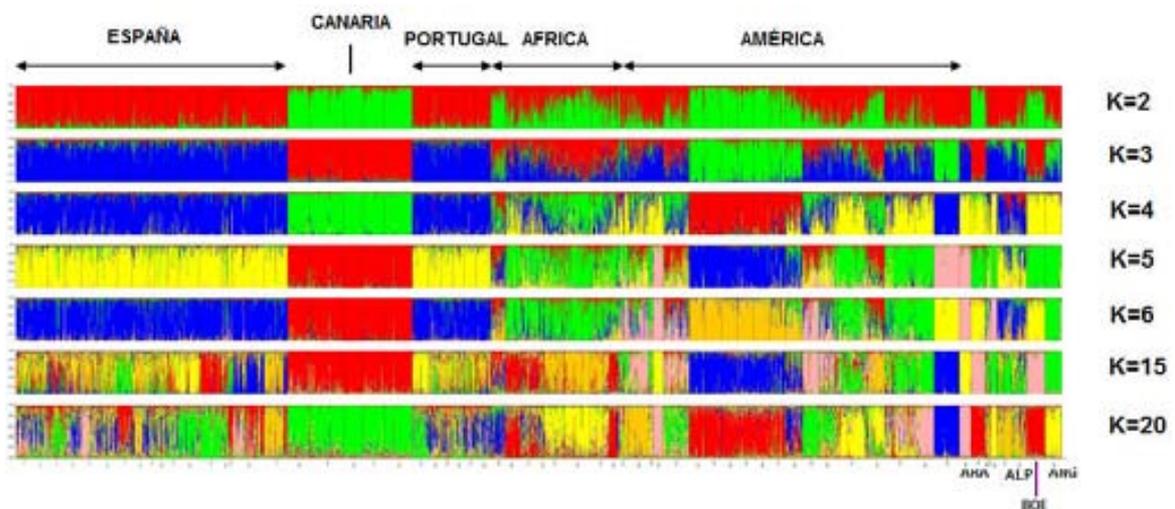


Figura 9. Representación gráfica de las probabilidades de asignación de individuos (barras verticales) de las poblaciones caprinas africanas, americanas, brasileñas, canarias e ibéricas, a cada población considerada. Tomado de Martínez et al. (2012).

4. CONCLUSIONES

- 4.1 El presente estudio revela que la cabra criolla apurimeña muestra una variabilidad genética importante, según los niveles de heterocigosis esperada encontrados ($H_e = 0,7$), pero sin embargo, existe un moderado déficit de heterocigotos, como indica el valor de F_{IT} (0,132), debido probablemente al tipo de manejo reproductivo propio de las zonas estudiadas, caracterizado este por ser no planificado, practicar apareamientos indiscriminados, realizar intercambios y préstamos de machos entre explotaciones y por mantener una ratio macho/hembra muy bajo.
- 4.2 Cada una de las cinco subpoblaciones mostraron un alto nivel de diversidad genética, pero también deficiencias moderadas significativas de heterocigotos ($F_{IS} = 0,11$). La diferenciación genética entre ellas es muy débil, estimada en términos del valor F_{ST} (0,025), por lo que podemos considerarla en su conjunto como una única estructura genética poblacional.
- 4.3 Las subpoblaciones de Abancay, Andahuaylas y Chincheros están más relacionadas genéticamente, al estar más próximas geográficamente. Por otra parte, las subpoblaciones de Grau y Aymaraes muestran un cierto grado de diferenciación genética entre ellas y con respecto a las otras subpoblaciones, pero siempre dentro del contexto de la gran uniformidad genética mostrada por la raza.
- 4.4 Los antecedentes anteriores nos señalarían que en el futuro, en ausencia de estrategias eficaces de manejo de estos animales y/o de programas de conservación, podría verse reducido el tamaño efectivo poblacional y potenciarse el efecto de la deriva, afectando de esta forma al acervo genético caprino de Apurímac

5. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, J.M.; Martínez, A.; Pestano, J.; Cabello, A.; Brown, R.P.; Sarah-Rey, S.; Delgado, J.V., 2005. Caracterización genética de la cabra Majorera de Fuerteventura con microsatélites. Arch. Zootec., 54: 261-266.

Akane, A.; Shiono, H.; Matsubara, K.; Nakamura, H.; Hasegawa, M.; Kagawa, M., 1993. Purification of forensic specimens for the polymerase chain reaction (PCR) analysis. J. Forensic Sci., 38: 691-701.

Aranguren-Méndez, J.A.; Bravo, R.; Isea, W.; Villasmil, Y.; Jordana, J., 2005. Los microsatélites (STR's), marcadores moleculares de ADN por excelencia para programas de conservación: una revisión. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 13(1): 30-42.

Aupetit, R.Y., 1985. Analyse des relations phylogénétiques entre les races bovines françaises par le polymorphisme biochimique. Thèse de 3ème cycle. Université de Paris VII.

Azor P.J.; Valera, M.; Sarria, J.; Avilez, J.P.; Nahed, J.; Delgado, M.; Castel, J.M., 2008. Estimación de las relaciones genéticas entre razas caprinas españolas y criollas utilizando microsatélites. ITEA, 104 (2): 323-327.

Baker, C.S.; Palumbi, S.R., 1994. Which whales are hunted? A molecular genetic approach to monitoring whaling. Nature, 265: 1538-1539.

Balloux, F.; Lugon-Moulin, N., 2002. The estimation of population differentiation with microsatellite markers. Molecular Ecology, 11: 155-165.

Barendse, W.; Armitage, S.M.; Kossarek, L.M.; Shalom, A.; Kirkpatrick, B.W.; Ryan, A.M.; *et al.*, 1994. A genetic linkage map of the bovine genome. Nat. Genetics, 6: 227-235.

Barker, J.S.F., 1994. A global protocol for determining genetic distances among domestic livestock breeds. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Guelph, Canadá, pp. 501-508.

Belkhir K.; Borsa P.; Chikhi L.; Raufaste, N.; Bonhomme, F., 1996-2004. GENETIX 4.05, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II, Montpellier. France.

Bishop, M.D.; Kappes, S.M.; Keele, J.W.; Stone, R.T.; Sunden, S.L.F.; Hawkins, G.A.; Toldo, S.S.; Fries, R.; Grosz, M.D.; Yoo, J.; Beattie, C.W., 1994. A genetic linkage map for cattle. *Genetics*, 136: 619-639

Bjorklund, M., 2005. A method for adjusting allele frequencies in the case of microsatellite allele drop-out. *Mol. Ecol. Notes*, 5: 676-679.

Bonin, A.; Bellemain, E.; Bronken-Eidesen, P.; Pompanon, F.; Brochmann, C.; Taberlet, P., 2004. How to track and assess genotyping errors in population genetics studies. *Mol. Ecol.*, 13: 3261-3273.

Botstein, D.; White, R.L.; Skolmick, H.; Davis, R.W., 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *Ame. J. Hum. Gen.*, 32: 314-331.

Bouzada, J.A.; Portela, C.; Prado, C.; Aréan, H.; Fernández, M.; Fernández, A.; Viana, J.L., 2006. Control genealógico en las especies ovina y caprina mediante análisis de marcadores microsatélite de ADN. 20 años de buiatría: actas del XIV Congreso Internacional de la Federación Mediterránea de Sanidad y Producción de Rumiantes, Lugo-Santiago de Compostela, 12-15 de julio.

Bruno de Sousa, C.; Martínez, A.M.; Ginja, C.; Santos-Silva, F.; Carolino, M.I.; Delgado, J.V.; Gama, L.T., 2011. Genetic diversity and population structure in Portuguese goat breeds. *Livest. Sci.*, 135: 131–139

Bryant, D.; Moulton, V., 2003. Neighbor-net: an agglomerative method for the construction of phylogenetic networks. *Mol. Biol. Evol.*, 21 (2): 225-265.

Carracedo, A., 1996. La variabilidad genética de los micro y minisatélites y su aplicación en medicina legal. En Méndez, J. (coord.). *La genética molecular en el diagnóstico de las patologías humanas: estrategias y tecnologías*. Curso de Verano, A Coruña 10 al 14 de julio, pp. 63-74.

Carrera, M.P., 2005. Variabilidade e relações genéticas entre raças caprinas nativas brasileiras, ibéricas e canárias. Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, do qual participam a Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará.

Cavalli-Sforza, L.L.; Edwards, W.F., 1967. Phylogenetic analysis: models and estimation procedures. *Ame. J. Hum. Gen.*, 19: 233-257.

Chacón, E., 2009. Caracterización genética de la cabra Criolla Cubana mediante análisis moleculares. Tesis de doctorado en ciencias veterinarias. Universidad de Granma Cuba.

Chacón, E.; Martínez, A.; La O, M.; Velázquez, F.J.; Pérez, E.; Delgado, J.V., 2010. Caracterización genética de la cabra Criolla Cubana mediante marcadores microsatélites. *Rev. Cub. de Ciencia Agrícola*, 44 (3): 221-226.

Christiansen, F.B.; Frydenberg, O.; Gyldenholm, A.O.; Simonsen, V., 1974. Genetics of Zoarces populations. VI. Further evidence, based on age group samples, of a heterozygote deficit ESTIII polymorphism. *J. Hereditas*, 77: 225–236.

Crawford, A.M.; Montgomery, G.W.; Pierson, C.A.; Brown, T.; Dodds, K.G.; Sunden, S.L.F.; Henry, H.M.; Ede, A.J.; Swarbrick, P.A.; Berrgman, T.; Penty, J.M.; Hill, D.F., 1994. Sheep linkage mapping: nineteen linkage groups derived from the analysis of parental half-sib families. *Genetics*, 137: 573-579.

Crow, J.F.; Kimura, M., 1970. An Introduction to population genetics theory. Harper and Row Publishers Inc. New York.

Dawson, R.J.G.; Gibbs, H.L.; Hobson, K.A.; Yezerinac, S.M., 1997. Isolation of microsatellite DNA markers from a passerine bird, *Dendroica petechia* the yellow warbler, and their use in population studies. *Heredity*, 79: 506-514.

Eding, H.; Laval, G.; 1999. Measuring genetic uniqueness in livestock. En: Oldenbroek, K. (ed.) *Genebanks and the management of farm animal genetic resources*. IDO-DLpress, The Netherlands, pp. 33-58.

El Mousadik, A.; Petit, R.J., 1996. High level of genetic differentiation for allelic richness among populations of the argan tree [*Argania spinosa* (L.) skeels] endemic to Morocco. *Theoretical and Applied Genetics*, 92: 832-839.

Ellegren, H.; Moore, S.; Robinson, N.; Byrne, K.; Ward, W.; Sheldon, B.C., 1997. Microsatellite evolution—a reciprocal study of repeat lengths at homologous loci in cattle and sheep. *Mol. Biol. Evol.*, 14: 854–860.

Estoup, A.; Cornuet, J.M., 1999. Microsatellite evolution: inferences from population data. En: Goldstein, D. and Schlötterer, C. (Eds.). *Microsatellites Evolution and Applications*. Oxford University Press, New York. Cap. 5: 49-65.

Entrala, C., 2000. Técnicas de análisis del ADN en genética forense. Laboratorio de ADN forense, Depto. de Medicina Legal Universidad de Granada, España. En: <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/forensetec.htm> (Consulta: 05 de abril de 2011).

FAO, 2004. Measurement of Domestic Animal Diversity (MoDAD): Recommended Microsatellite Markers. New Microsatellite marker sets – Recommendations of joint ISAG/FAO Standing Committee. Secondary Guidelines for Development of National Farm Animal Genetic Resources Management Plans.

FAO. 2009. Preparación de las estrategias nacionales y los planes de acción sobre los recursos zoogenéticos. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. N° 2. Roma.

FAO, 2010. La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura, editado por Barbara Rischkowsky y Dafydd Pilling. Roma. En: <http://www.fao.org/docrep/012/a1250s/a1250s00.htm> (Consulta: 03 de mayo de 2011).

Felsenstein, J., 1985. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*, 39:783-791.

Georges, M.; Massey, J.M., 1992. Polymorphic DNA markers in Bovidae. Patent WO 92/13102.

Glowatzki-Mullis, M.L.; Muntwyler, J.; Bäumle, E.; Gaillard, C., 2008. Genetic diversity measures of Swiss goat breeds as decision-making support for conservation policy. *Small Rum. Res.*, 74: 202–211.

Goldstein, D.B.; Linares, A.R.; Cavalli-Sforza, L.L.; Feldman, M.W., 1995. An evaluation of genetic distances for use with microsatellite loci. *Genetics*, 139: 463–471.

Goldstein, D.B.; Schlotterer, C., 1999. *Microsatellites: evolution and applications*. New York, USA. Oxford University Press.

Gomes, I.; Collins, A.; Lonjou, C.; Thomas, N.S.; Wilkinson, J.; Watson, M.; Morton, N., 1999. Hardy-Weinberg quality control. *Annals Hum. Gen.*, 63: 535-538.

Goudet, J., 2002. FSTAT version 2.9.3.2. Available from Jerome.goudet @ie.zea.unil.ch, via email. Institute of Ecology, UNIL, CH-1015, Lausanne, Switzerland.

Gour, D.S.; Malik, G.; Ahlawat, S.P.S.; Pandey, A.K.; Sharma, R.; Gupta, N.; Gupta, S.C.; Bisen, P.S.; Kumar, D., 2006. Analysis of genetic structure of Jamunapari goats by microsatellite markers. *Small Rum. Res.*, 66: 140–149.

Granados, J.E.; Perez, J.M.; Marquez, F.J.; Serrano, E.; Soriguer, R.C.; Fandos, P., 2001. La cabra montés (*capra pyrenaica*, Schinz 1838). *Galemys* 13 (1): 3-37.

Guo, S.W.; Thompson, E.A., 1992. Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportions for multiple alleles. *Biometrics*, 48: 361-372.

Haldane, J.B.S., 1954. An exact test for randomness of mating. *J. Genetics*, 52: 631-635.

Hanotte, O.; Toll J.; Iniguez L.; Rege, J.E.O., 2006. Farm animal genetic resources: Why and what do we need to conserve. Proceeding of the IPGRI–ILRI–FAO–CIRAD workshop: Option for in situ and ex situ conservation of AnGR, 8–11 de noviembre de 2005. Montpellier, Francia.

Hardy, H.G., 1908. Mendelian proportions in a mixed population. *Sci.*, 28: 49–50

Hoffman, J.I.; Amos, W., 2005. Microsatellite genotyping errors: Detection approaches, common sources and consequences for paternal exclusion. *Mol. Ecol.*, 14: 599-612.

Hoss, M.; Kohn, M.; Paabo, S.; Knauer, F.; Schroder, W., 1992. Excrement analysis by PCR. *Science*, 359 (6392): 199.

Hulme, D.J.; Silk, J.P.; Redwin, J.; Barense, W.R.; Beh, K.J., 1994. Ten polymorphic ovine microsatellites. *Anim. Genet.*, 25: 434-435.

Hurlbert, S.H., 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577-586.

INEI 1996. Compendio estadístico departamental 1995-1996. Departamento: Apurímac. Perú.

En: <http://www.inei.gov.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0326/N09/CD201716.htm>

(Consulta: 18 de abril de 2013)

IPGRI/Cornell University, 2004. Análisis de la diversidad genética utilizando datos de marcadores moleculares: Módulo de Aprendizaje. Medidas de la diversidad genética.

En: http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/documents/publications/Molecular_Markers_Volume_2_es/III._Medida_de_la_diversidad_gen_tica.pdf

Jarne, P.; Lagoda, P.J.L., 1996. Microsatellites, from molecules to populations and back. *Tree*, 11: 424-429.

Jordana, J.; Folch, P., 1998. La raza asnal Catalana: programa de conservación y mejora de una población en peligro de extinción. *Arch. Zootec.*, 47: 403-409.

Jordana, J.; Marmi, J.; Carné, S.; Ferrando, A., 2007. Caracterización genética del último reducto caprino autóctono de catalunya: la cabra Blanca de Rasquera. Memorias del VII simposio iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos, del 13 al 15 noviembre, Ecuador.

Kantanen, J.; Olsaker, I.; Holm, L.E.; Lien, S.; Vilkki, J.; Brusgaard, K.; Eythorsdottir, E.; Danell, B.; Adalsteinsson, S., 2000. Genetic diversity and population structure of 20 north European cattle breeds. *J. Hered.*, 91: 446-457.

Kalinowski, S.T., 2005. Do polymorphic loci require large sample sizes to estimate genetic distances?. *Heredity*, 94: 33-36.

Kemp, S.J.; Hishida, O.; Wambugu, J.; Rink, A.; Longeri, M.L.; Ma, R.Z.; Da, J.; Lewin, H.A.; Barendse, W.; Teaale, A.J., 1995. A panel of polymorphic bovine, ovine and caprine microsatellite markers. *Anim. Genet.*, 26: 299-306.

Kim, K.S.; Yeo, J.S.; Lee, J.W.; Kim, J.W.; Choi, C.B., 2002. Genetic diversity of goats from Korea and China using Microsatellite analysis. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 15 (4): 461-465.

Kreader, C.A., 1996. Relief of amplification inhibition in PCR with bovine serum albumin or T4 gene 32 protein. *Appl. Environ. Microbiol.*, 62:1102-1106.

Kumar D.; Dixit, S.P.; Sharma, R.; Pandey, A.K.; Sirohi, G.; Patel, A.K.; Aggarwal, R.A.K.; Verma, N.K.; Gour, D.S.; Ahlawat, S.P.S., 2005. Population structure, genetic variation and management of Marwari goats. *Small Rum. Res.*, 59: 41–48.

Lacadena, J.R., 1981. *Genética*, 3ª Edición. A.G.E.S.A. Madrid.

Langella, O., 2002-2010. Software populations v. 1.2.30. Bioinformatic organization. France. En: http://www.bioinformatics.org/groups/?group_id=84 (Consulta: 04 de mayo de 2011).

Li, M.H.; Zhao, S.H.; Bian, C.; Wang, H.S.; Wei, H.; Liu, B.; Yu, M.; Fan, B.; Chen, S.L.; Zhu, M.J.; Li, S.J.; Xiong, T.A.; Li, K., 2002. Genetic relationships among twelve Chinese indigenous goat populations based on microsatellite analysis. *Genet. Sel. Evol.*, 34(6): 729-44.

Lin, B.Z.; Odahara, S.; Ishida, M.; Kato, T.; Sasazaki, S.; Nozawa, K.; Mannen, H., 2012. Molecular phylogeography and genetic diversity of East Asian goats. *Animal Genetics*, 44: 79-85.

Litt, M.; Luty, J.A., 1989. A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene. *Am. J. Hum. Genet.*, 44: 397-401.

Luikart, G.; Cornuet, J.M., 1998. Empirical evaluation of a test for identifying recently bottlenecked populations from allele frequency data. *Conserv. Biol.*, 12: 228–237.

Luikart, G.; Biju-Duval, M.P.; Ertugrul, O.; Zagdsuren, Y.; Maudet, C.; Taberlet, P., 1999. Power of 22 microsatellite markers in fluorescent multiplexes for parentage testing in goats (*Capra hircus*). *Anim. Genet.*, 30(6): 431-438.

Martínez, A.; Quiroz, J.; Camacho, M.E.; Barba, C.; Vega-Pla, J.L., 2005. Caracterización genética de poblaciones caprinas. Rev. OVIS. 100: 43-56.

Martínez, A.; Acosta, J.; Vega-Pla, J.L.; Delgado, J.V., 2006. Analysis of the genetic structure of the canary goat populations using microsatellites. Livest. Sci., 102: 140–145.

Martínez, A.M.; Rocha, L.; Quiroz, J.; Delgado, J.V., 2007. Estudio de la diversidad genética intrarracial de la cabra Murciano-Granadina con microsatélites de ADN. Arch. Zootec., 56 (Sup. 1): 417-420.

Martínez, R.D., 2008. Caracterización genética y morfológica del bovino criollo argentino de origen patagónico. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ciencia Animal.

Martínez, A.M.; Landi, V.; Gama, L.T.; Delgado, J.V.; Ribeiro, M.N.; Cortés, O.; Amills, M.; *et al.* (BioGoat Consortium), 2012. CONBIAND network: scientific cooperation for biodiversity studies in goat breeds from Ibero-América. Book of abstract: XI International Conference on Goats-IGA. Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 23-27 September 2012, p. 64.

Maudet, C.; Luikart, G.; Taberlet, P., 2002. Genetic diversity and assignment tests among seven French cattle breeds based on microsatellite DNA analysis. J. Anim. Sci., 80: 942-950.

McPherson, M.J.; Møller, S.G., 2000. PCR basics: From background to bench. Springer-Verlag, New York.

Moazami-Goudarzi, K.; Vaiman, D.; Mercier, D.; Grohs, C.; Furet, J.P.; Leveziel, H.; Martin, P., 1994. Emploi de microsatellites pour l'analyse de la diversité génétique des races bovines francaises: premiers resultants. Genet. Sel. Evo., 26: 155-165.

Mommens, G.W.; Coppieters, A., 1994. Dinucleotide repeat polymorphism at the bovine MM12E6 and MM8D3 loci. Anim. Genet., 25: 368.

Moore, S.S.; Byrne, K., 1993. Dinucleotide polymorphism at the bovine calmodulin independent adenylcyclase locus. Anim. Genet., 24:150.

Moore, S.S.; Byrne, K., 1994. Characterization of 65 bovine microsatellites. *Mammalian Genome*, 5: 84-90.

Naderi, S.; Rezaei, H-R.; Taberlet, P.; Zundel, S.; Rafat, S-A., *et al.*, 2007. Large scale mitochondrial DNA analysis of the domestic goat reveals six haplogroups with high diversity. *PLoS ONE*, 2(10): e1012, 1-12.

Nei, M., 1972. Genetic distance between populations. *The Ame. Natur.*, 106: 283–292.

Nei, M., 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. En: *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, 70: 3321-3323.

Nei, M.; Roychoudhury, A.K., 1974. Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics*, 76: 379–390.

Nei, M., 1977. F-statistics and analysis of gene diversity in subdivided populations. *Annals Hum. Genet.*, 41: 225-233.

Nei, M., 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89: 583–590.

Nei, M.; Tajima, F.; Tateno, T., 1983. Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. *J. Mol. Evo.*, 19: 153-170.

Nei, M., 1987. *Molecular evolutionary genetics*. Columbia University Press, New York.

Nicholas, F.W., 1998. *Introducción a la genética veterinaria*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza (España). p. 139.

Oldenbroek, J.K., 1999. *Genebanks and the conservation of farm animal genetic resources*. Lelystad, Países Bajos. DLO Institute for Animal Science and Health.

Ott, J., 1992. Strategies for characterizing highly polymorphic markers in human gene mapping. *Am. J. Hum. Genet.*, 51: 283-290.

Park, S.D.E., 2001. *Trypanotolerance in west african cattle and the population genetic effects of selection*. Ph.D. Thesis. University of Dublin.

Page, R.D.M., 2001. Tree drawing software v. 1.6.6 for Apple Macintosh and Microsoft Windows.

En: <http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/treeview.html> (Consulta: 04 de mayo de 2011)

Peakall, R.; Smouse, P.E., 2006. Genealex 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 6: 288-295.

Pemberton, J.M.; Slate, J.; Bancroft, D.R.; Barret, J.A., 1995. Nonamplifying alleles at microsatellite loci: A caution for parentage and population studies. *Molecular Ecology*, 4: 249-252.

Picó, MB.; Esteras, C., 2012. Marcadores moleculares basados en PCR: Marcadores SSR o STR (Simple Sequence Repeats o Short Tandem Repeats). Microsatélites. Artículo docente. Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural.

En: <http://riunet.upv.es/handle/10251/16743> (Consulta: 9 de abril de 2012).

Piñero, D.; Barahona, A.; Eguiarte, L.; Rocha, A.; Salas, R., 2008. La variabilidad genética de las especies: aspectos conceptuales y sus aplicaciones y perspectivas en México, en *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 415-435.

Pritchard, J.K.; Stephens, M.; Donnelly, P., 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155: 945-959.

Qi, Y.; Luo, J.; Han, X.F.; Zhu, Y.Z.; Chen, C.; Liu, J.X.; Sheng, H.J., 2009. Genetic diversity and relationships of 10 Chinese goat breeds in the Middle and Western China. *Small Rum. Res.*, 82: 88-93.

Ramakers, C.; Ruijter, J.M.; Deprez, R.H.; Moorman, A.F., 2003. Assumption-free analysis of quantitative real-time polymerase chain reaction (PCR) data. *Neurosci. Lett.*, 339: 62-66.

Raymond, M.; Rousset, F., 1996. An exact test for population differentiation. *Evolution*, 49: 1280-1283.

Reynolds, J.; Weir, B.S.; Cockerham, C.C., 1983. Estimation of the coancestry coefficient basis for a short-term genetic distance. *Genetics* 105: 767-779.

Ribeiro, M.N.; Martínez, A.M.; Landi, V.; Gama, L.T.; Delgado, J.V.; et al. (BioGoat Consortium), 2012. Genetic diversity and relationships among the new world Creole goats accessed by microsatellites markers. Book of abstract: XI International Conference on Goats-IGA. Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 23-27 September 2012, p. 200.
En : <http://biogoat.jimdo.com/investigadores/>

Rossen, L.; Nørskov, P.; Holmstrøm, K.; Rasmussen, O.F., 1992. Inhibition of PCR by components of food samples, microbial diagnostic assays and DNA-extraction solutions. *Int. J. Food Microbiol.*, 17: 37-45.

Saitou, N.; Nei, M., 1987. The neighbor –joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4(4): 406-425.

Saitbekova, N.; Gaillard, C.; Obexer-Ruff, G.; Dolf, G., 1999. Genetic diversity in Swiss goat breeds based on microsatellite analysis. *Anim. Genet.*, 30: 36-41.

Sancristobal, M.; Chevalet, C.; Peleman, J.; Heuven, H.; Brugmans, B.; van Schriek, M.; Joosten, R.; Rattink, A.P.; Harlizius, B.; Groenen, M.A.M.; Amigues, Y.; Boscher, M.Y.; Russell, G.; Law, A.; Davoli, R.; Russo, V.; *et al.*, 2006. Genetic diversity in European pigs utilizing amplified fragment length polymorphism markers. *Anim. Genet.*, 37: 232–238.

Scott, P.C.; Maddox, J.F.; Gogolin-Ewens, K.J.; Brandon, M.R., 1992. The nucleotide sequence and evolution of ovine MHC class II B genes: DQB and DRB. *Immunogenetics*, 35(3): 217.

Sneath, P.H.A.; Sokal, H.H., 1973. *Numerical taxonomy*. Freeman Ed. San Francisco.

Sodhi, M.; Mukesh, M.; Mishra, B.P.; Mitkari, K.R.; Prakash, B.; Ahlawat, S.P., 2005. Evaluation of genetic differentiation in *Bos indicus* cattle breeds from Marathwada region of India using microsatellite polymorphism. *Anim. Biotech.*, 16: 127–137.

Solinas-Toldo, S.; Fries, R., 1993. Physically mapped, cosmid-derived microsatellite markers as anchor loci on bovine chromosomes. *Mammalian Genome*, 4: 720-727.

- Sunnucks, P., 2001. Efficient genetic markers for population biology. *Tree*, 15: 199–03.
- Stallings, R.L.; Ford, A.F.; Nelson, D.; Torney, D.C.; Hildebrand, C.E.; Moyzis, R.K., 1991. Evolution and distribution of (GT)_n repetitive sequences in mammalian genomes. *Genomics*, 10: 807-815.
- Takahashi, K.; Nei, N., 2000. Efficiencies of fast algorithms of phylogenetic inference under the criteria of maximum parsimony, minimum evolution, and maximum likelihood when a large number of sequences are used. *Molecular Biology and Evolution*, 17: 1251-1258.
- Takezaki, N.; Nei, M., 1996. Genetic distances and reconstruction of phylogenetic trees from microsatellite DNA. *Genetics*, 144: 389–399.
- Tapio, M.; Tapio, I.; Grislis, Z.; Holm, L.E.; Jeppsson, S.; Kantanen, J.; Miceikiene, I.; Olsaker, I.; Viinalass, H.; Eythorsdottir, E., 2005. Native breeds demonstrate high contributions to the molecular variation in northern European sheep. *Mol. Ecol.*, 14: 3951–3963.
- Tautz, D.; Trick, M.; Dover, G.A., 1986. Cryptic simplicity in DNA is a major source of genetic variation. *Nature*, 322 (6080): 652-656.
- Tautz, D., 1989. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. *Nucleic Acid Res.*, 17: 6463-6471.
- Tena, J.J.; Alonso, M.E.; de la Calle-Mustienes, E.; Splinter, E.; de Laat, W.; Manzanares, M.; Gomez-Skarmeta, J.L., 2011. An evolutionarily conserved three-dimensional structure in the vertebrate *Irx* clusters facilitates enhancer sharing and coregulation. *Nat. Commun.*, 2, 310 pp.
- Thieven, U.; Solinas-Toldo, S.; Friedl, R.; Masabanda, J.; Fries, R.; Barendse, W.; Simon, D.; Harlizius, B., 1997. Polymorphic CA-microsatellites for the integration of the bovine genetic and physical map. *Mamm. Gen.*, 8: 52-55.
- Thilagam, K.; Ramamoorthi, J.; Sivaselvam, S.N.; Karthickeyan, S.M.K.; Thangaraju, P., 2006. Kanniadu goats of Tamilnadu, India: genetic characterisation through microsatellite markers. *Liv. Res. for Rural Develop.*, 18 (10): Article 149.

Traoré, A.; Álvarez, I.; Tambourá, H.H.; Fernández, I.; Kaboré, A.; Royo, L.J.; Gutierrez, J.P.; Sangaré, M.; Ouédraogo-Sanou, G.; Toguyeni, A.; Sawadogo, L.; Goyache, F., 2009. Genetic characterisation of Burkina Faso goats using microsatellite polymorphism. *Livestock Sci.*, 123: 322-328.

Vaiman, D.; Mercier, D.; Moazami-Goudarzi, K.; Eggen, A.; Ciampolini, R.; Lepingle, A.; Velmala, R.; Kaukinen, J.; Varvio, S.L.; Martin, P.; *et al.*, 1994. A set of 99 cattle microsatellites: characterization, synteny mapping, and polymorphism. *Mammalian Genome*, 5: 288-297.

Vaiman, D.; Schibler, L.; Bourgeonis, F.; Oustry, A.; Amigues, J.; Cribin, E.P., 1996. A genetic linkage map of male goat genome. *Genetics*, 144: 279-305.

Visser, C.; Marle-Köster, E.; Friedrich, H., 2011. Parentage verification of South African Angora goats, using microsatellite markers. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 41 (3): 250-255.

Wahlund, T., 1928. Zusammensetzung von populationen und korrelationserscheinungen vom standpunkt der vererbungslehre aus betrachtet. *Hereditas (Lund)*, 11: 65-106.

Weir, B.S.; Cockerham, C.C., 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, 38: 1358-1370.

Weber, J.L., 1990. Informativeness of human (dC-dA)_n (dG-dT)_n polymorphisms. *Genomics*, 7 (4): 524-530.

Weinberg, W., 1908. On the demonstration of heredity in man. En: Boyer SH, trans., 1963. *Papers on human genetics*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Wigginton, J.E.; Cutler, D.J.; Abecasis, G.R., 2005. A note on exact tests of Hardy-Weinberg Equilibrium. *Am. J. Hum. Genet.*, 76(5): 887-893.

Wilson, I.G., 1997. Inhibition and facilitation of nucleic acid amplification. *Appl. Environ. Microbiol.*, 63: 3741-3751.

Winter, A.K.; Fredholm, M.; Thomsen, P.D., 1992. Variable (dG-dT)_n (dC-dA)_n sequences in the porcine genome. *Genomics*, 5: 382-384.

Wright, S., 1951. The genetical structure of populations. *Annals of Eugenics*, 15: 323-354.

Wright, S., 1969. *Evolution and the genetics of populations. Vol. 2. The theory of gene frequencies.* University of Chicago Press, Chicago.

Wright, S., 1978. *Evolution and the genetics of populations: Vol. 4. Variability within and among natural populations.* University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.

Yang, L.; Zhao, S.H.; Li, K.; Peng, Z.Z.; Montgomery, G.W., 1999. Determination of genetic relationships among five indigenous Chinese goat breeds with six microsatellite markers. *Animal Genetics*. 30:452-455.

CONSIDERACIONES FINALES

El sector ganadero en la región Apurímac está sufriendo cambios impulsados por factores económicos, sociales, demográficos y políticos. El rápido desarrollo de lo que conocemos con el término de globalización está provocando que la demanda en términos cuantitativos y cualitativos de los productos de origen animal impulse que se priorice algún tipo de actividad agrícola en perjuicio de otra, afectando el carácter de los sistemas de producción ganadera. Esta situación genera un nuevo desafío para los que venimos trabajando en el sector ganadero, como es la tarea compleja de predecir los impactos negativos y el de generar alternativas de solución con respecto a la producción a gran escala, los cambios climáticos, la aparición de nuevas enfermedades, etc.

Es de extrema trascendencia para lograr la sostenibilidad de las explotaciones caprinas en la región Apurímac, generar y utilizar información útil, oportuna y sistematizada de lo que viene ocurriendo en el sector agrario en la toma de decisiones referente a los efectos positivos y negativos futuros más probables. Por esta razón, las investigaciones científicas deben de continuar para esclarecer los aspectos productivos, ambientales y de impacto socio-económico de la cabra criolla apurimeña, siempre con el objetivo de conseguir el bienestar de sus criadores.

En la presente tesis doctoral, los resultados obtenidos deben de ser considerados como un punto de partida para nuevos estudios y propuestas de desarrollo de la cabra criolla apurimeña, ya que esta especie animal tiene un valor tangible (alimenticio, medicinal y económico) e intangible (por formar parte de diversos esquemas ecológicos, simbólicos, culturales y porque contribuye a mantener la identidad de las comunidades campesinas que las crían).

Los marcadores morfológicos y moleculares que definen a la cabra criolla apurimeña como un animal particular, muestran que existe poca diferenciación genética entre y dentro de las subpoblaciones investigadas, siendo la subpoblación de Chincheros la que menos se diferencia con relación a las características morfoestructurales con respecto a las otras subpoblaciones, debido posiblemente a su superior riqueza alélica que le permitiría poder expresar su genética en diferentes tipos de fenotipos.

Respecto al aspecto estructural, morfológico y genético, son semejantes Grau y Aymaraes, y por otro lado, Abancay, Andahuaylas y Chincheros, debido principalmente a la cercanía geográfica que determina la intensidad del flujo genético animal, la existencia de cadenas productivas que integran las diferentes zonas y el uso de recursos similares en los sistemas de explotación.

En el ámbito rural de la región Apurímac, el ganado caprino continúa siendo un activo fundamental para satisfacer las necesidades básicas de muchas familias, es también una reserva genética valiosa y única, con una variabilidad genética relevante, por lo que decididamente debería de elaborarse un plan de conservación y utilización de la cabra apurimeña para mantener su alto nivel de diversidad genética, controlar el déficit moderado de heterocigotos, sensibilizar y organizar a los capricultores y sobre todo lograr la identidad racial de esta especie, que mejore su precio social y fortalezca los valores culturales de la región Apurímac. Asimismo el hecho de que un elevado número de capricultores deseen asociarse y quieran continuar con la crianza de cabras, debería de ser aprovechado por las instituciones públicas y privadas a nivel local, regional y nacional, para incidir en la mejora del manejo de la cabra apurimeña. Además, se debería tomar en cuenta en el momento de planificar cualquier tipo de capacitación dirigida a los productores, su bajo nivel educativo y el hecho de que las mujeres son relativamente más representativas en la crianza de estos animales.

Por último, indicar que todos los involucrados y los responsables del sector agrario en forma organizada deberían de programar actividades a corto, mediano y largo plazo, con el objetivo de mejorar a la cabra apurimeña, su sistema de producción y comercialización, ya que no hay duda de la importancia de esta especie animal en el momento actual y en el futuro. Es necesario indicar además que en los procesos de planeamiento que se vayan a realizar, deberían de ser cuidadosamente evaluadas y discutidas la introducción de nuevas especies o razas caprinas exóticas, ya que la difícil orografía, la pobre condición económica y educativa de los productores, las limitaciones alimentarias y sanitarias, entre otros múltiples factores, no favorecerían en demasía a que esto pudiera llegar a ser viable.

ANEXOS

ANEXOS DEL CAPITULO II

Tabla 23.1. Características de quienes laboran comúnmente y en forma diaria en la explotación.

Provincias	Abancay					Andahuaylas					Chincheros				
	N	Mínimo	Máximo	Media	S.D.	N	Mínimo	Máximo	Media	S.D.	N	Mínimo	Máximo	Media	S.D.
Edad del propietario (años)	15	23	80	49,53	16,07	15	25	65	48,00	12,83	15	27	78	49,00	13,33
Nº de trabajadores por explotación	15	1	4	2,40	0,91	15	1	3	2,40	0,63	15	1	4	2,27	0,80
Horas dedicadas por los trabajadores/explotación/día	15	5	11	8,20	1,26	15	6	12	9,00	1,69	15	6	10	8,27	1,22
Edad promedio trabajador (años)	36	9	80	38,61	21,32	36	8	65	35,47	18,02	34	6	78	37,06	19,25
Edad promedio de los trabajadores varones (años)	18	9	80	33,28	25,79	10	11	63	29,70	18,18	18	8	78	36,61	20,54
Edad promedio de las trabajadoras mujeres (años)	18	15	65	43,94	14,50	26	8	65	37,69	17,80	16	6	75	37,56	18,35
Edad promedio del trabajador sin estudios	13	38	80	58,46	13,08	10	48	65	57,30	7,06	7	6	65	43,43	19,23
Edad promedio del trabajador con educación primaria	14	9	65	30,50	18,94	11	8	58	35,82	15,54	12	8	78	48,33	20,46
Edad promedio del trabajador con educación secundaria	9	12	43	22,56	10,15	15	12	33	20,67	5,63	15	12	41	25,07	10,15
Edad promedio del trabajador con educación superior	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00
Horas de labor por trabajador en un día	36	1	7	3,42	2,03	36	1	8	3,75	1,76	34	1	7	3,65	1,87
Horas de labor por trabajador en un día (varones)	18	1	6	2,94	1,92	10	1	6	3,40	2,17	18	1	6	4,11	2,03
Horas de labor por trabajador en un día (mujeres)	18	1	7	3,89	2,08	26	1	8	3,88	1,61	16	1	7	3,13	1,59

S.D.: desviación estándar.

Tabla 23.2. Características de quienes laboran comúnmente y en forma diaria en la explotación.

Provincias	Aymaraes					Grau					Total				
	N	Mínimo	Máximo	Media	S.D.	N	Mínimo	Máximo	Media	S.D.	N	Mínimo	Máximo	Media	S.D.
Edad del propietario (años)	15	31	80	52,20	13,61	15	21	66	44,20	13,10	75	21	80	48,59	13,71
Nº de trabajadores por explotación	15	1	4	2,53	1,06	15	1	3	2,60	0,63	75	1	4	2,44	0,81
Horas dedicadas por los trabajadores/explotación/día	15	4	12	8,00	2,17	15	7	11	9,20	1,26	75	4	12	8,53	1,60
Edad promedio trabajador (años)	38	9	80	36,79	20,89	39	7	66	33,95	18,00	183	6	80	36,33	19,39
Edad promedio de los trabajadores varones (años)	16	9	80	36,63	23,59	19	7	66	33,53	20,56	81	7	80	34,30	21,75
Edad promedio de las trabajadoras mujeres (años)	22	11	78	36,91	19,27	20	11	66	34,35	15,73	102	6	78	37,95	17,23
Edad promedio del trabajador sin estudios	7	40	78	54,43	13,62	0	0	0	0,00	0,00	37	6	80	54,54	13,92
Edad promedio del trabajador con educación primaria	20	9	80	36,80	22,25	17	7	66	32,53	23,47	74	7	80	36,35	21,06
Edad promedio del trabajador con educación secundaria	8	11	43	21,00	13,14	20	16	55	34,70	11,82	67	11	55	26,13	11,57
Edad promedio del trabajador con educación superior	3	25	45	37,67	11,02	2	19	58	38,50	27,58	5	19	58	38,00	15,84
Horas de labor por trabajador en un día	38	1	6	3,16	1,91	39	1	7	3,51	2,05	183	1	8	3,49	1,92
Horas de labor por trabajador en un día (varones)	16	1	6	3,25	2,08	19	1	7	3,63	2,27	81	1	7	3,48	2,08
Horas de labor por trabajador en un día (mujeres)	22	1	6	3,09	1,82	20	1	7	3,40	1,88	102	1	8	3,50	1,80

S.D.: desviación estándar.

Tabla 24.1 Edad de los criadores en intervalos respecto a las provincias y sexo.

Edad (años)	Provincia						Total		Sexo				
	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Graú	%	Varón	Mujer	%	%			
[6-14]	7	4	5	11	8	28,95	20,51	35	19,13	24	68,57	11	31,43
[15-23]	5	9	6	1	6	2,63	15,38	27	14,75	9	33,33	18	66,67
[24-32]	2	4	3	4	3	10,53	7,69	16	8,74	7	43,75	9	56,25
[33-41]	5	5	6	4	7	10,53	17,95	27	14,75	9	33,33	18	66,67
[42-50]	5	5	6	9	7	23,68	17,95	32	17,49	11	34,38	21	65,63
[51-59]	3	4	5	4	5	10,53	12,82	21	11,48	9	42,86	12	57,14
[60-68]	7	5	1	2	3	5,26	7,69	18	9,84	7	38,89	11	61,11
[69-77]	0	0	1	1	0	2,63	0,00	2	1,09	1	50,00	1	50,00
[78-86]	2	0	1	2	0	5,26	0,00	5	2,73	4	80,00	1	20,00
Total	36	36	34	38	39	20,77	21,31	183	100,00	81	44,26	102	55,74

Tabla 24.2 Edad los criadores en intervalos respecto a las provincias y sexo.

Edad (años)	Provincia						Total		Sexo				
	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Graú	%	Varón	Mujer	%	%			
[6-32]	14	17	14	16	17	42,11	43,59	78	42,62	40	51,28	38	48,72
[33-59]	13	14	17	17	19	44,74	48,72	80	43,72	29	36,25	51	63,75
[60-86]	9	5	3	5	3	13,16	7,69	25	13,66	12	48,00	13	52,00
Total	36	36	34	38	39	20,77	21,31	183	100,00	81	44,26	102	55,74

Tabla 25.1 Edad de los criadores en intervalos respecto al nivel de estudio alcanzado por provincias.

Edad (años)	Sin estudios	Escolaridad del trabajador						Total	%	
		%	Primaria	%	Secundaria	%	Superior			
[6-14]	1	2,70	22	29,73	12	17,91	0	0,00	35	19,13
[15-23]	0	0,00	2	2,70	24	35,82	1	20,00	27	14,75
[24-32]	1	2,70	5	6,76	9	13,43	1	20,00	16	8,74
[33-41]	3	8,11	11	14,86	13	19,40	0	0,00	27	14,75
[42-50]	9	24,32	14	18,92	7	10,45	2	40,00	32	17,49
[51-59]	6	16,22	12	16,22	2	2,99	1	20,00	21	11,48
[60-68]	14	37,84	4	5,41	0	0,00	0	0,00	18	9,84
[69-77]	0	0,00	2	2,70	0	0,00	0	0,00	2	1,09
[78-86]	3	8,11	2	2,70	0	0,00	0	0,00	5	2,73
Total (trabajadores)	37	20,22	74	40,44	67	36,61	5	2,73	183	100,00

Tabla 25.2 Edad de los criadores en intervalos respecto al nivel de estudio alcanzado por provincias.

Edad (años)	Sin estudios	Escolaridad del trabajador						Total	%	
		%	Primaria	%	Secundaria	%	Superior			
[6-32]	2	5,41	29	39,19	45	67,16	2	40,00	78	42,623
[33-59]	18	48,65	37	50,00	22	32,84	3	60,00	80	43,716
[60-86]	17	45,95	8	10,81	0	0,00	0	0,00	25	13,661
Total (trabajadores)	37	20,22	74	40,44	67	36,61	5	2,73	183	100,00

Tabla 26. Número de horas (hr) trabajadas por los caprinocultores por provincias.

Provincia	hr	Abancay	%	Andahuaylas	%	Chincheros	%	Aymaraes	%	Graú	%	Total	%
	1	9	25,00	4	11,11	5	14,71	9	23,68	8	20,51	35	19,13
	2	6	16,67	6	16,67	7	20,59	12	31,58	9	23,08	40	21,86
	3	5	13,89	7	19,44	5	14,71	0	0,00	4	10,26	21	11,48
	4	3	8,33	5	13,89	4	11,76	5	13,16	3	7,69	20	10,93
	5	5	13,89	8	22,22	5	14,71	5	13,16	6	15,38	29	15,85
	6	6	16,67	5	13,89	7	20,59	7	18,42	6	15,38	31	16,94
	7	2	5,56	0	0,00	1	2,94	0	0,00	3	7,69	6	3,28
	8	0	0,00	1	2,78	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,55
Total (trabajadores)		36	19,67	36	19,67	34	18,58	38	20,77	39	21,31	183	100,00

Tabla 27.1. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre provincias.

Variables cualitativas	Provincia												Sig.
	Abancay n=15		Andahuaylas n=15		Chincheros n=15		Aymaraes n=15		Grau n=15		Total n=75		
	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	
Explotaciones que desean asociarse													n.s.
Si	11	73,3	14	93,3	14	93,3	13	86,7	15	100,0	67	89,3	
No	4	26,7	1	6,7	1	6,7	2	13,3	0	0,0	8	10,7	
Acceso a la explotación													***
Camino de herradura	6	40,0	0	0,0	8	53,3	4	26,7	8	53,3	26	34,7	
Camino afirmado	2	13,3	15	100,0	7	46,7	11	73,3	7	46,7	42	56,0	
Carretera asfaltada	7	46,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	9,3	
Uso de energía eléctrica													***
Red pública	8	53,3	15	100,0	11	73,3	8	53,3	2	13,3	44	58,7	
Grupo electrógeno	1	6,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,3	
No usa	6	40,0	0	0,0	4	26,7	7	46,7	13	86,7	30	40,0	
Disposición de excretas													**
Letrinas	8	53,3	15	100,0	11	73,3	9	60,0	3	20,0	46	61,3	
Campo abierto	6	40,0	0	0,0	4	26,7	6	40,0	12	80,0	28	37,3	
Red pública	1	6,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,3	
Procedencia del agua													***
Rio	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	20,0	3	20,0	6	8,0	
Acequia	4	26,7	0	0,0	3	20,0	0	0,0	4	26,7	11	14,7	
Red pública	11	73,3	15	100,0	11	73,3	12	80,0	2	13,3	51	68,0	
Manantial	0	0,0	0	0,0	1	6,7	0	0,0	6	40,0	7	9,3	
Tendencia poblacional caprina en los últimos 5 años													***
Sube	0	0,0	3	20,0	4	26,7	1	6,7	4	26,7	12	16,0	
Baja	15	100,0	4	26,7	11	73,3	12	80,0	9	60,0	51	68,0	
Se mantiene	0	0,0	8	53,3	0	0,0	2	13,3	2	13,3	12	16,0	
Forma de venta de caprinos													**
Directamente	4	26,7	4	26,7	0	0,0	1	6,7	0	0,0	9	12,0	
Intermediario	9	60,0	8	53,3	12	80,0	14	93,3	6	40,0	49	65,3	
No vende	2	13,3	3	20,0	3	20,0	0	0,0	9	60,0	17	22,7	
Venta permanente de caprinos durante el año													n.s.
Si	4	26,7	4	26,7	11	73,3	6	40,0	6	40,0	31	41,3	
No	11	73,3	11	73,3	4	26,7	9	60,0	9	60,0	44	58,7	
Intercambio de reproductores entre explotaciones													***
Si	0	0,0	7	46,7	9	60,0	2	13,3	14	93,3	32	42,7	
No	15	100,0	8	53,3	6	40,0	13	86,7	1	6,7	43	57,3	
Tipo de tenencia de tierra													**
Propiedad	0	0,0	5	33,3	1	6,7	1	6,7	0	0,0	7	9,3	
Comunal	15	100,0	10	66,7	14	93,3	14	93,3	15	100,0	68	90,7	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. F.A.: Frecuencia absoluta; F.R.: Frecuencia relativa.

Tabla 27.2. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre provincias.

Variables cualitativas	Provincia												Sig.
	Abancay n=15		Andahuaylas n=15		Chincheros n=15		Aymaraes n=15		Grau n=15		Total n=75		
	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	
Uso de abonos y productos fitosanitarios en cultivos													n.s.
Si	1	6,7	0	0,0	1	6,7	1	6,7	0	0,0	3	4,0	
No	14	93,3	15	100,0	14	93,3	14	93,3	15	100,0	72	96,0	
Suplementación estratégica alimentaria a caprinos													*
Si	3	20,0	0	0,0	1	6,7	2	13,3	6	40,0	12	16,0	
No	12	80,0	15	100,0	14	93,3	13	86,7	9	60,0	63	84,0	
Forma de reposición de machos													n.s.
De criadores especializados	3	20,0	1	6,7	1	6,7	2	13,3	0	0,0	7	9,3	
De la misma explotación	12	80,0	14	93,3	14	93,3	13	86,7	15	100,0	68	90,7	
Forma de reposición de hembras													n.s.
De criadores especializados	2	13,3	0	0,0	1	6,7	2	13,3	0	0,0	5	6,7	
De la misma explotación	13	86,7	15	100,0	14	93,3	13	86,7	15	100,0	70	93,3	
Problemas para conseguir reproductores													n.s.
Si	11	73,3	13	86,7	12	80,0	15	100,0	15	100,0	66	88,0	
No	4	26,7	2	13,3	3	20,0	0	0,0	0	0,0	9	12,0	
Uso de corrales de madera, troncos y/o ramas													n.s.
Si	10	66,7	7	46,7	12	80,0	7	46,7	6	40,0	42	56,0	
No	5	33,3	8	53,3	3	20,0	8	53,3	9	60,0	33	44,0	
Uso de corrales de piedra													**
Si	0	0,0	6	40,0	1	6,7	5	33,3	0	0,0	12	16,0	
No	15	100,0	9	60,0	14	93,3	10	66,7	15	100,0	63	84,0	
Inversiones durante los últimos 5 años													**
Si	1	6,7	11	73,3	7	46,7	5	33,3	6	40,0	30	40,0	
No	14	93,3	4	26,7	8	53,3	10	66,7	9	60,0	45	60,0	
Realizan desparasitación externa													**
Si	0	0,0	2	13,3	0	0,0	6	40,0	6	40,0	14	18,7	
No	15	100,0	13	86,7	15	100,0	9	60,0	9	60,0	61	81,3	
Realizan desparasitación interna													n.s.
Si	4	26,7	2	13,3	8	53,3	5	33,3	2	13,3	21	28,0	
No	11	73,3	13	86,7	7	46,7	10	66,7	13	86,7	54	72,0	
Enfermedad que tiene más repercusiones económicas en la explotación													***
Ninguna enfermedad	3	20,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	4,0	
Ectima contagioso	3	20,0	0	0,0	0	0,0	10	66,7	9	60,0	22	29,3	
Neumonía	1	6,7	14	93,3	1	6,7	3	20,0	2	13,3	21	28,0	
Diarreas	7	46,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	9,3	
Parasitosis	1	6,7	0	0,0	0	0,0	2	13,3	3	20,0	6	8,0	
Fasciolosis	0	0,0	0	0,0	11	73,3	0	0,0	1	6,7	12	16,0	
Pedera	0	0,0	1	6,7	3	20,0	0	0,0	0	0,0	4	5,3	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. F.A.: Frecuencia absoluta; F.R.: Frecuencia relativa.

Tabla 27.3. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre provincias.

Variables cualitativas	Provincia												Sig.
	Abancay n=15		Andahuaylas n=15		Chincheros n=15		Aymaraes n=15		Grau n=15		Total n=75		
	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	
Persona que gestiona la explotación													n.s.
El titular	14	93,3	15	100,0	14	93,3	15	100,0	14	93,3	72	96,0	
Un miembro de la familia	1	6,7	0	0,0	1	6,7	0	0,0	1	6,7	3	4,0	
Sexo del propietario													*
Varón	5	33,3	4	26,7	12	80,0	7	46,7	9	60,0	37	49,3	
Mujer	10	66,7	11	73,3	3	20,0	8	53,3	6	40,0	38	50,7	
Escolaridad del propietario													**
Sin estudios	9	60,0	7	46,7	4	26,7	5	33,3	0	0,0	25	33,3	
Primaria	5	33,3	6	40,0	6	40,0	9	60,0	5	33,3	31	41,3	
Secundaria	1	6,7	2	13,3	5	33,3	0	0,0	9	60,0	17	22,7	
Superior	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	6,7	1	6,7	2	2,7	
Continuidad de la explotación													n.s.
Si	10	66,7	14	93,3	13	86,7	9	60,0	15	100,0	61	81,3	
No	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	6,7	0	0,0	1	1,3	
No lo sabe	5	33,3	1	6,7	2	13,3	5	33,3	0	0,0	13	17,3	
Relevo generacional en la explotación													*
Familiares	10	66,7	14	93,3	13	86,7	9	60,0	15	100,0	61	81,3	
No lo sabe	5	33,3	1	6,7	2	13,3	6	40,0	0	0,0	14	18,7	
Tiempo dedicado a criar cabras													n.s.
Menos de 5 años	0	0,0	3	20,0	3	20,0	0	0,0	3	20,0	9	12,0	
De 5 a 10 años	3	20,0	4	26,7	3	20,0	7	46,7	4	26,7	21	28,0	
Mas de 10 años	12	80,0	8	53,3	9	60,0	8	53,3	8	53,3	45	60,0	
Problema más importante en la crianza de cabras													**
No genera muchos ingresos económicos	0	0,0	0	0,0	3	20,0	0	0,0	0	0,0	3	4,0	
Presencia de enfermedades en la zona	0	0,0	6	40,0	3	20,0	3	20,0	2	13,3	14	18,7	
Causan deterioros en sus cultivos	13	86,7	5	33,3	8	53,3	7	46,7	7	46,7	40	53,3	
Los productos de la crianza son poco apreciados	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	6,7	1	1,3	
La explotación caprina requiere mucha dedicación en tiempo e inversión de dinero	2	13,3	4	26,7	1	6,7	0	0,0	2	13,3	9	12,0	
Presencia de depredadores	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	33,3	3	20,0	8	10,7	
Orientación productiva del ganado caprino													***
Carne	5	33,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	6,7	
Leche	3	20,0	0	0,0	0	0,0	4	26,7	0	0,0	7	9,3	
Ambas	7	46,7	15	100,0	15	100,0	11	73,3	15	100,0	63	84,0	
Ordeña de cabras													*
Si	11	73,3	13	86,7	15	100,0	15	100,0	15	100,0	69	92,0	
No	4	26,7	2	13,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	8,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. F.A.: Frecuencia absoluta; F.R.: Frecuencia relativa.

Tabla 28.1. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para las variables de las explotaciones caprinas apurimeñas.

Variables	Provincias												Sig.
	Abancay n=15		Andahuaylas n= 15		Chincheros n=15		Aymaraes n=15		Grau n=15		Total n=75		
	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	
Distancia al núcleo urbano (km)	12,6 ^a	10,68	3,60 ^b	3,38	1,93 ^b	1,33	2,67 ^b	2,66	8,80 ^a	5,17	5,92	6,90	***
Nº de caprinos por explotación	11,87 ^{a,b}	10,38	20,80 ^a	15,42	7,67 ^b	5,43	12,87 ^{a,b}	7,91	14,93 ^{a,b}	7,23	13,63	10,55	*
Machos mayores de 1 año	0,67 ^a	0,72	2,13 ^b	2,00	1,00 ^a	1,20	1,07 ^a	1,33	0,27 ^a	0,59	1,03	1,38	**
Hembras mayores de 1 año	5,73 ^{a,b}	7,21	8,47 ^a	6,88	3,20 ^b	2,76	5,07 ^{a,b}	3,08	8,80 ^a	4,46	6,25	5,50	*
Animales menores de 1 año	5,47	3,93	10,20	11,05	3,47	4,05	6,73	5,08	5,87	3,42	6,35	6,41	n.s.
Hembras que se incorporan al ciclo productivo anual	1,67 ^{a,b}	1,88	2,73 ^a	1,87	1,20 ^b	0,86	1,47 ^{a,b}	0,92	2,40 ^{a,b}	1,24	1,89	1,50	*
Machos que se incorporan al ciclo productivo anual	0,40 ^{a,b}	0,51	0,60 ^{a,b}	0,51	0,27 ^a	0,46	0,80 ^b	0,41	0,73 ^b	0,46	0,56	0,50	*
Nº de animales muertos/año	2,07 ^{a,b}	1,87	2,53 ^{a,b}	2,26	1,00 ^a	0,93	3,4 ^{a,b}	2,38	3,73 ^b	3,67	2,55	2,53	*
Nº nacimientos/año	8,53	9,95	11,20	9,35	4,60	4,45	7,53	4,60	11,80	5,97	8,73	7,53	n.s.
Cabras vendidas/año	2,87 ^{a,b,c}	2,70	3,07 ^{b,c}	2,79	4,87 ^c	4,49	1,6 ^{a,b}	1,64	0,20 ^a	0,41	2,52	3,11	***
Cabritos autoconsumidos/año	0,40 ^{a,b}	0,74	0,47 ^{a,b}	0,74	0,00 ^a	0,00	0,40 ^{a,b}	0,63	0,93 ^b	0,80	0,44	0,70	**
Cabras autoconsumidas/año	1,47	2,33	2,13	2,67	1,20	1,52	0,73	0,96	2,20	1,78	1,55	1,97	n.s.
Edad desvieje reproductoras (años)	3,63	1,52	3,90	0,69	3,97	0,48	3,70	1,33	4,37	0,79	3,91	1,04	n.s.
Edad desvieje reproductores (años)	2,21 ^b	1,70	3,33 ^c	1,11	1,13 ^a	0,23	1,93 ^{a,b}	1,13	0,97 ^a	0,10	1,92	1,33	***

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa (P<0,05). S.D.: desviación estándar.

Tabla 28.2. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para las variables de las explotaciones caprinas apurimeñas.

Variables	Provincias												Sig.
	Abancay		Andahuaylas		Chincheros		Aymaraes		Grau		Total		
	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	
Nº de vacunos	5,40	4,39	4,60	4,60	6,67	5,64	4,93	4,68	6,93	8,20	5,71	5,60	n.s.
Nº de porcinos	1,80 ^{ab}	2,14	2,07 ^{ab}	1,87	3,27 ^b	5,06	1,20 ^{ab}	1,32	0,27 ^a	0,80	1,72	2,80	*
Nº de ovinos	3,93 ^a	6,47	8,80 ^{ab}	8,55	2,27 ^a	3,41	0,80 ^a	2,08	13,47 ^b	15,38	5,85	9,57	**
Nº de equinos	1,47	1,51	1,80	1,70	2,73	4,06	1,40	1,76	2,93	3,51	2,07	2,73	n.s.
Nº de cuyes	17,20 ^{ab}	14,35	21,67 ^{ab}	15,55	23,6 ^b	15,19	24,60 ^b	30,77	5,87 ^a	7,16	18,59	19,10	*
Nº de aves	13,73 ^b	10,50	9,67 ^{ab}	7,07	12,47 ^{ab}	10,20	16,47 ^b	9,30	4,67 ^a	4,34	11,40	9,29	**
Primer parto (meses)	13,60	1,24	13,67	1,05	13,53	1,77	13,73	1,16	13,40	1,12	13,59	1,26	n.s.
Superficie en propiedad (ha)	0,00	0,00	0,31	0,59	0,33	1,29	0,20	0,77	0,00	0,00	0,17	0,72	n.s.
Superficie de uso comunal (ha)	1,37	0,83	2,43	3,51	2,93	2,78	2,90	4,98	3,87	3,30	2,70	3,37	n.s.
Corrales de madera, troncos y/o ramas (m ²)	23,30 ^{ab}	27,87	35,20 ^{ab}	57,44	46,47 ^a	67,42	8,33 ^{ab}	10,16	6,40 ^b	9,62	23,95	43,69	*
Área techada corrales de madera, troncos y/o ramas (m ²)	0,00 ^a	0,00	1,87 ^a	7,23	13,93 ^b	17,52	2,67 ^a	5,94	2,07 ^a	5,48	4,11	10,28	**
Corrales de piedra en propiedad (m ²)	0,00 ^a	0,00	53,93 ^b	96,90	3,33 ^{ab}	12,91	25,33 ^{ab}	76,59	0,00 ^a	0,00	16,52	57,99	*
Nº de trabajadores por explotación	2,40	0,91	2,40	0,63	2,27	0,80	2,53	1,06	2,60	0,63	2,44	0,81	n.s.
Edad del propietario (años)	49,53	16,07	48,00	12,83	49,00	13,33	52,20	13,61	44,20	13,10	48,59	13,71	n.s.
Horas dedicadas por propietario/día	5,47	1,06	5,33	1,05	5,47	0,83	5,27	0,80	5,80	0,77	5,47	0,91	n.s.
Horas dedicadas por los trabajadores/explotación/día	8,20	1,26	9,00	1,69	8,27	1,22	8,00	2,17	9,20	1,26	8,53	1,60	n.s.
Unidades de trabajo-año (UTA)	1,03	0,16	1,13	0,21	1,04	0,15	1,00	0,27	1,14	0,16	1,07	0,20	n.s.
Litros de leche/cabra/día [☆]	1,05	0,76	0,92	0,76	0,93	0,37	1,07	0,46	0,97	0,44	0,99	0,55	n.s.
Kilogramos de carne/cabra	15,33	1,99	16,40	3,11	15,47	3,40	15,90	2,35	14,73	2,52	15,57	2,71	n.s.
Edad de la cabra al sacrificio (años)	2,10 ^{ab}	1,48	3,00 ^b	1,10	2,67 ^b	1,10	1,37 ^a	0,40	1,43 ^a	0,37	2,11	1,16	***

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa (P<0,05). S.D.: desviación estándar.

[☆] Solo se considera los datos de los 69 productores que ordenan.

Tabla 29. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre provincias para los indicadores de las explotaciones caprinas apurimeñas.

Indicadores	Provincias												Total n=75	Sig.
	Abancay n=15		Andahuaylas n=15		Chincheros n=15		Aymaraes n=15		Grau n=15		S.D.	S.D.		
	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.				
Tasa de reposición (%)	30,89	11,77	33,11	22,76	45,33	32,36	29,9	23,05	26,13	8,01	33,07	21,86	n.s.	
Tasa de mortalidad total (%)	21,40	13,91	15,77	19,59	13,88	13,28	30,64	22,21	22,23	20,55	20,78	18,73	n.s.	
Vacunos por cabra	0,85 ^{ab}	1,02	0,40 ^a	0,66	1,62 ^b	2,14	0,40 ^a	0,43	0,48 ^a	0,55	0,75	1,21	*	
Porcinos por cabra	0,20	0,27	0,18	0,27	0,76	1,89	0,10	0,12	0,02	0,05	0,25	0,88	n.s.	
Ovinos por cabra	0,68	1,11	0,72	0,86	0,36	0,65	0,07	0,17	0,71	0,84	0,51	0,81	n.s.	
Equinos por cabra	0,22	0,29	0,17	0,21	0,38	0,42	0,22	0,51	0,17	0,20	0,23	0,35	n.s.	
Cuyes por cabra	1,83 ^{ab}	1,49	1,76 ^b	2,39	5,35 ^b	4,71	3,27 ^{ab}	6,25	0,47 ^a	0,68	2,53	4,00	**	
Aves por cabra	1,5 ^{ab}	1,26	0,73 ^{ab}	0,84	2,44 ^b	2,19	2,16 ^{ab}	3,01	0,42 ^a	0,50	1,45	1,93	*	
Unidades ganaderas (UG)	8,89	5,23	9,84	5,91	11,10	8,28	8,02	5,10	11,19	9,99	9,81	7,08	n.s.	
Superficie agrícola utilizada/UG	0,19	0,14	0,30	0,34	0,29	0,16	0,51	0,70	0,43	0,22	0,34	0,38	n.s.	
Superficie agrícola utilizada	1,37	0,83	2,74	3,33	3,27	2,70	3,10	4,91	3,87	3,30	2,87	3,31	n.s.	
Superficie agrícola utilizada por cabra	0,18 ^a	0,15	0,18 ^a	0,16	0,70 ^b	0,75	0,27 ^a	0,36	0,27 ^a	0,21	0,32	0,43	**	
Unidad trabajo año por cabra	0,15 ^{ab}	0,11	0,10 ^a	0,09	0,22 ^b	0,15	0,12 ^{ab}	0,09	0,10 ^a	0,08	0,14	0,11	*	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$). S.D.: desviación estándar.

Tabla 30.1. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre grupos.

Variables	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Total		Sig.
	n = 8		n = 21		n = 46		n = 75		
	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	
Explotaciones que desean asociarse									n.s.
Si	8,0	100,0	20,0	95,2	39,0	84,8	67,0	89,3	
No	0,0	0,0	1,0	4,8	7,0	15,2	8,0	10,7	
Acceso a la explotación									n.s.
Camino de herradura	1,0	12,5	7,0	33,3	18,0	39,1	26,0	34,7	
Camino afirmado	6,0	75,0	12,0	57,1	24,0	52,2	42,0	56,0	
Carretera asfaltada	1,0	12,5	2,0	9,5	4,0	8,7	7,0	9,3	
Uso de energía eléctrica									n.s.
Red pública	7,0	87,5	12,0	57,1	25,0	54,3	44,0	58,7	
Grupo electrógeno	0,0	0,0	1,0	4,8	0,0	0,0	1,0	1,3	
No usa	1,0	12,5	8,0	38,1	21,0	45,7	30,0	40,0	
Disposición de excretas									n.s.
Letrinas	7,0	87,5	11,0	52,4	28,0	60,9	46,0	61,3	
Campo abierto	1,0	12,5	9,0	42,9	18,0	39,1	28,0	37,3	
Red pública	0,0	0,0	1,0	4,8	0,0	0,0	1,0	1,3	
Procedencia del agua									n.s.
Rio	0,0	0,0	3,0	14,3	3,0	6,5	6,0	8,0	
Acequia	1,0	12,5	2,0	9,5	8,0	17,4	11,0	14,7	
Red pública	7,0	87,5	13,0	61,9	31,0	67,4	51,0	68,0	
Manantial	0,0	0,0	3,0	14,3	4,0	8,7	7,0	9,3	
Tendencia poblacional caprina en los últimos 5 años									*
Sube	1,0	12,5	1,0	4,8	10,0	21,7	12,0	16,0	
Baja	3,0	37,5	16,0	76,2	32,0	69,6	51,0	68,0	
Se mantiene	4,0	50,0	4,0	19,0	4,0	8,7	12,0	16,0	
Forma de venta de caprinos									n.s.
Directamente	1,0	12,5	2,0	9,5	6,0	13,0	9,0	12,0	
Intermediario	5,0	62,5	13,0	61,9	31,0	67,4	49,0	65,3	
No vende	2,0	25,0	6,0	28,6	9,0	19,6	17,0	22,7	
Venta permanente de caprinos durante el año									n.s.
Si	2,0	25,0	8,0	38,1	21,0	45,7	31,0	41,3	
No	6,0	75,0	13,0	61,9	25,0	54,3	44,0	58,7	
Intercambio de reproductores entre explotaciones									n.s.
Si	4,0	50,0	12,0	57,1	16,0	34,8	32,0	42,7	
No	4,0	50,0	9,0	42,9	30,0	65,2	43,0	57,3	
Tipo de tenencia de tierra									n.s.
Propiedad	1,0	12,5	1,0	4,8	5,0	10,9	7,0	9,3	
Comunal	7,0	87,5	20,0	95,2	41,0	89,1	68,0	90,7	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. F.A.: Frecuencia absoluta; F.R.: Frecuencia relativa.

Tabla 30.2. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre grupos.

Variables	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Total		Sig.
	n = 8		n = 21		n = 46		n = 75		
	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	
Uso de abonos y productos fitosanitarios en cultivos									n.s.
Si	0,0	0,0	1,0	4,8	2,0	4,3	3,0	4,0	
No	8,0	100,0	20,0	95,2	44,0	95,7	72,0	96,0	
Suplementación estratégica alimentaria a caprinos									n.s.
Si	1,0	12,5	4,0	19,0	7,0	15,2	12,0	16,0	
No	7,0	87,5	17,0	81,0	39,0	84,8	63,0	84,0	
Forma de reposición de machos									n.s.
De criadores especializados	0,0	0,0	1,0	4,8	6,0	13,0	7,0	9,3	
De la misma explotación	8,0	100,0	20,0	95,2	40,0	87,0	68,0	90,7	
Forma de reposición de hembras									n.s.
De criadores especializados	0,0	0,0	1,0	4,8	4,0	8,7	5,0	6,7	
De la misma explotación	8,0	100,0	20,0	95,2	42,0	91,3	70,0	93,3	
Problemas para conseguir reproductores									n.s.
Si	8,0	100,0	19,0	90,5	39,0	84,8	66,0	88,0	
No	0,0	0,0	2,0	9,5	7,0	15,2	9,0	12,0	
Uso de corrales de madera, troncos y/o ramas									n.s.
Si	6,0	75,0	13,0	61,9	23,0	50,0	42,0	56,0	
No	2,0	25,0	8,0	38,1	23,0	50,0	33,0	44,0	
Uso de corrales de piedra									n.s.
Si	0,0	0,0	4,0	19,0	8,0	17,4	12,0	16,0	
No	8,0	100,0	17,0	81,0	38,0	82,6	63,0	84,0	
Inversiones durante los últimos 5 años									n.s.
Si	4,0	50,0	10,0	47,6	16,0	34,8	30,0	40,0	
No	4,0	50,0	11,0	52,4	30,0	65,2	45,0	60,0	
Realizan desparasitación externa									n.s.
Si	2,0	25,0	5,0	23,8	7,0	15,2	14,0	18,7	
No	6,0	75,0	16,0	76,2	39,0	84,8	61,0	81,3	
Realizan desparasitación interna									n.s.
Si	2,0	25,0	6,0	28,6	13,0	28,3	21,0	28,0	
No	6,0	75,0	15,0	71,4	33,0	71,7	54,0	72,0	
Enfermedad que tiene más repercusiones económicas en la explotación									n.s.
Ninguna enfermedad	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	6,5	3,0	4,0	
Ectima contagioso	2,0	25,0	7,0	33,3	13,0	28,3	22,0	29,3	
Neumonía	5,0	62,5	7,0	33,3	9,0	19,6	21,0	28,0	
Diarreas	1,0	12,5	2,0	9,5	4,0	8,7	7,0	9,3	
Parasitosis	0,0	0,0	1,0	4,8	5,0	10,9	6,0	8,0	
Fasciolosis	0,0	0,0	3,0	14,3	9,0	19,6	12,0	16,0	
Pedera	0,0	0,0	1,0	4,8	3,0	6,5	4,0	5,3	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. F.A.: Frecuencia absoluta; F.R.: Frecuencia relativa.

Tabla 30.3. Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones caprinas y significación a la prueba de χ^2 entre grupos.

Variables	Grupo 1 n = 8		Grupo 2 n = 21		Grupo 3 n = 46		Total n = 75		Sig.
	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	
Persona que gestiona la explotación									n.s.
El titular	8,0	100,0	21,0	100,0	43,0	93,5	72,0	96,0	
Un miembro de la familia	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	6,5	3,0	4,0	
Sexo del propietario									n.s.
Varón	2,0	25,0	13,0	61,9	22,0	47,8	37,0	49,3	
Mujer	6,0	75,0	8,0	38,1	24,0	52,2	38,0	50,7	
Escolaridad del propietario									n.s.
Sin estudios	2,0	25,0	6,0	28,6	17,0	37,0	25,0	33,3	
Primaria	5,0	62,5	7,0	33,3	19,0	41,3	31,0	41,3	
Secundaria	1,0	12,5	7,0	33,3	9,0	19,6	17,0	22,7	
Superior	0,0	0,0	1,0	4,8	1,0	2,2	2,0	2,7	
Continuidad de la explotación									n.s.
Si	7,0	87,5	19,0	90,5	35,0	76,1	61,0	81,3	
No	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,2	1,0	1,3	
No lo sabe	1,0	12,5	2,0	9,5	10,0	21,7	13,0	17,3	
Relevo generacional en la explotación									n.s.
Familiares	7,0	87,5	19,0	90,5	35,0	76,1	61,0	81,3	
No lo sabe	1,0	12,5	2,0	9,5	11,0	23,9	14,0	18,7	
Tiempo dedicado a criar cabras									n.s.
Menos de 5 años	1,0	12,5	0,0	0,0	8,0	17,4	9,0	12,0	
De 5 a 10 años	2,0	25,0	4,0	19,0	15,0	32,6	21,0	28,0	
Más de 10 años	5,0	62,5	17,0	81,0	23,0	50,0	45,0	60,0	
Problema más importante en la crianza de cabras									n.s.
No genera muchos ingresos económicos	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	6,5	3,0	4,0	
Presencia de enfermedades en la zona	3,0	37,5	2,0	9,5	9,0	19,6	14,0	18,7	
Causan deterioros en sus cultivos	3,0	37,5	11,0	52,4	26,0	56,5	40,0	53,3	
Los productos de la crianza son poco apreciados	1,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,3	
La explotación caprina requiere mucha dedicación en tiempo e inversión de dinero	0,0	0,0	4,0	19,0	5,0	10,9	9,0	12,0	
Presencia de depredadores	1,0	12,5	4,0	19,0	3,0	6,5	8,0	10,7	
Orientación productiva del ganado caprino									n.s.
Carne	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	10,9	5,0	6,7	
Leche	0,0	0,0	1,0	4,8	6,0	13,0	7,0	9,3	
Ambas	8,0	100,0	20,0	95,2	35,0	76,1	63,0	84,0	
Ordeña de cabras									n.s.
Si	8,0	100,0	21,0	100,0	40,0	87,0	69,0	92,0	
No	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	13,0	6,0	8,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. F.A.: Frecuencia absoluta; F.R.: Frecuencia relativa.

Tabla 31.1. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre grupos para las variables de las explotaciones caprinas apurimeñas.

Variables	Grupo 1 n=8		Grupo 2 n= 21		Grupo 3 n=46		Total n=75		Sig.
	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	
Distancia al núcleo urbano (km)	4,63	5,97	4,52	5,05	6,78	7,72	5,92	6,90	n.s.
Nº de caprinos por explotación	35,88 ^a	10,45	18,86 ^b	4,21	7,37 ^c	4,19	13,63	10,55	***
Machos mayores de 1 año	2,13 ^a	2,36	1,62 ^a	1,50	0,57 ^b	0,83	1,03	1,38	**
Hembras mayores de 1 año	15,25 ^a	7,78	9,29 ^b	3,65	3,30 ^c	2,63	6,25	5,50	***
Animales menores de 1 año	18,50 ^a	8,55	7,95 ^b	5,29	3,50 ^c	2,85	6,35	6,41	***
Hembras que se incorporan al ciclo productivo anual	4,25 ^a	2,05	2,81 ^b	1,03	1,07 ^c	0,71	1,89	1,50	***
Machos que se incorporan al ciclo productivo anual	1,00 ^a	0,00	0,95 ^a	0,22	0,30 ^b	0,47	0,56	0,50	***
Nº de animales muertos/año	5,00 ^a	2,83	4,24 ^a	3,06	1,35 ^b	1,10	2,55	2,53	***
Nº nacimientos/año	20,50 ^a	11,26	12,86 ^b	5,00	4,80 ^c	3,74	8,73	7,53	***
Cabras vendidas/año	4,00	3,38	2,10	2,74	2,46	3,21	2,52	3,11	n.s.
Cabritos autoconsumidos/año	0,75 ^a	0,89	0,86 ^a	0,79	0,20 ^b	0,50	0,44	0,70	***
Cabras autoconsumidas/año	3,25 ^a	2,92	1,81 ^{a,b}	1,91	1,13 ^b	1,65	1,55	1,97	*
Edad desvieje reproductoras (años)	4,19	0,53	4,12	0,74	3,77	1,21	3,91	1,04	n.s.
Edad desvieje reproductores (años)	3,44 ^a	1,43	1,69 ^b	1,17	1,76 ^b	1,23	1,92	1,33	**
Nº de vacunos	2,75 ^a	3,37	9,19 ^b	6,38	4,63 ^a	4,84	5,71	5,60	**
Nº de porcinos	2,63	2,83	2,43	3,38	1,24	2,43	1,72	2,80	n.s.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$). S.D.: desviación estándar.

Tabla 31.2. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre grupos para las variables de las explotaciones caprinas apurimeñas.

Variables	Grupo 1 n=8		Grupo 2 n= 21		Grupo 3 n=46		Total n=75		Sig.
	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	
Nº de ovinos	8,50 ^{a,b}	11,25	13,00 ^a	13,37	2,13 ^b	3,51	5,85	9,57	***
Nº de equinos	1,50 ^a	2,33	3,81 ^b	4,03	1,37 ^a	1,48	2,07	2,73	**
Nº de cuyes	24,38	18,60	18,43	26,92	17,65	14,73	18,59	19,10	n.s.
Nº de aves	15,25	10,48	11,43	10,24	10,72	8,66	11,40	9,29	n.s.
Primer parto (meses)	14,13	1,46	13,67	1,20	13,46	1,26	13,59	1,26	n.s.
Superficie en propiedad (ha)	0,01	0,04	0,14	0,65	0,21	0,81	0,17	0,72	n.s.
Superficie de uso comunal (ha)	1,88 ^a	1,62	5,40 ^b	4,92	1,61 ^a	1,65	2,70	3,37	***
Corrales de madera, troncos y/o ramas (m ²)	34,13	31,61	24,10	46,37	22,11	44,78	23,95	43,69	n.s.
Área techada corrales de madera, troncos y/o ramas (m ²)	3,50	9,90	0,38	1,75	5,91	12,13	4,11	10,28	n.s.
Corrales de piedra en propiedad (m ²)	0,00	0,00	33,10	97,63	11,83	33,09	16,52	57,99	n.s.
Nº de trabajadores por explotación	2,25 ^a	0,71	2,86 ^b	0,65	2,28 ^a	0,83	2,44	0,81	*
Edad del propietario (años)	42,63	9,35	52,24	13,25	47,96	14,30	48,59	13,71	n.s.
Horas dedicadas por propietario/día	5,63	1,19	5,29	0,96	5,52	0,84	5,47	0,91	n.s.
Horas dedicadas por los trabajadores/explotación/día	8,63 ^{a,b}	2,26	9,38 ^b	1,53	8,13 ^a	1,36	8,53	1,60	*
Unidades de trabajo-año (UTA)	1,08 ^{a,b}	0,28	1,18 ^b	0,19	1,02 ^a	0,17	1,07	0,20	**
Litros de leche/cabra/día [☆]	0,94	0,50	1,00	0,63	0,99	0,52	0,99	0,55	n.s.
Kilogramos de carne/cabra	14,63	2,20	15,83	2,99	15,61	2,67	15,57	2,71	n.s.
Edad de la cabra al sacrificio (años)	2,69	1,44	2,17	1,25	1,99	1,07	2,11	1,16	n.s.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$). S.D.: desviación estándar.[☆] Solo se considera los datos de los 69 productores que ordeñan.

Tabla 32. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre grupos para los indicadores de las explotaciones caprinas apurimeñas.

Variables	Grupo 1 n=8		Grupo 2 n= 21		Grupo 3 n=46		Total n=75		Sig.
	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	Media	S.D.	
Tasa de reposición (%)	28,33	5,19	28,59	9,19	35,95	26,88	33,07	21,86	n.s.
Tasa de mortalidad total (%)	13,75	7,36	23,06	16,87	20,97	20,75	20,78	18,73	n.s.
Vacunos por cabra	0,08	0,10	0,52	0,39	0,97	1,48	0,75	1,21	n.s.
Porcinos por cabra	0,08	0,08	0,14	0,23	0,33	1,11	0,25	0,88	n.s.
Ovinos por cabra	0,24	0,33	0,73	0,76	0,45	0,88	0,51	0,81	n.s.
Equinos por cabra	0,05	0,07	0,23	0,27	0,27	0,40	0,23	0,35	n.s.
Cuyes por cabra	0,66 ^a	0,41	1,03 ^a	1,55	3,55 ^b	4,74	2,53	4,00	*
Aves por cabra	0,45 ^a	0,35	0,60 ^a	0,52	2,01 ^b	2,27	1,45	1,93	**
Unidades ganaderas (UG)	10,10 ^a	3,93	15,64 ^b	8,03	7,10 ^a	5,29	9,81	7,08	***
Superficie agrícola utilizada/UG	0,17	0,13	0,35	0,27	0,37	0,44	0,34	0,38	n.s.
Superficie agrícola utilizada (SAU)	1,89 ^a	1,60	5,55 ^b	4,80	1,82 ^a	1,64	2,87	3,31	***
Superficie agrícola utilizada por cabra	0,06	0,06	0,33	0,32	0,36	0,49	0,32	0,43	n.s.
Unidad trabajo año por cabra	0,03 ^a	0,01	0,06 ^a	0,02	0,19 ^b	0,12	0,14	0,11	***

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001; n.s.: no significativo. Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa (P<0,05). S.D.: desviación estándar.

Tabla 33. Matriz de correlación de las variables cuantitativas seleccionadas con coeficiente de variación superior a 50%.

	DNU	NCE	MM1	HMI	AM1	HIC	MIC	TR	NAM	TM	NNA	CVA	CAV	CIC	CAC	EDM	VC	NV	PC	NP	OC	NO	EC	NE	CC	NC	AC	NA	UG	STG	SPU	SCU	SAU	SAUC	CMA	ATMA	CPP	UTAC	LLC	ECB							
DNU	1,00	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns																										
NCE	-0,12	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		
MM1	-0,25	0,44	1,00	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns																	
HMI	-0,11	0,81	0,28	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		
AM1	-0,05	0,86	0,27	0,41	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***			
HIC	-0,18	0,81	0,47	0,96	0,40	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***			
MIC	-0,14	0,62	0,35	0,69	0,36	0,66	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns																					
TR	-0,17	-0,20	0,29	-0,16	-0,25	0,00	-0,13	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns																				
NAM	-0,07	0,61	0,15	0,53	0,51	0,49	0,47	-0,22	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		
TM	0,04	-0,15	-0,21	-0,09	-0,12	-0,15	-0,09	-0,21	0,51	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns																		
NNA	-0,11	0,79	0,27	0,99	0,40	0,95	0,68	-0,16	0,56	-0,06	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns																
CVA	-0,09	0,38	0,19	0,32	0,31	0,31	0,50	-0,12	0,28	-0,03	0,32	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns															
CAV	-0,16	0,08	0,24	-0,04	0,12	0,05	-0,15	0,20	-0,05	-0,04	-0,03	-0,08	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns														
CIC	0,04	0,39	-0,01	0,40	0,30	0,35	0,44	-0,13	0,45	0,08	0,43	0,12	-0,19	1,00	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns												
CAC	-0,01	0,32	0,00	0,34	0,22	0,31	0,23	-0,18	0,15	-0,10	0,35	-0,11	-0,10	0,29	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns												
EDM	-0,06	0,29	0,25	0,24	0,21	0,27	0,06	0,02	0,12	0,03	0,25	0,02	0,07	-0,07	0,09	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns											
VC	-0,10	-0,36	-0,11	-0,28	-0,33	-0,23	-0,29	0,44	-0,20	0,03	-0,27	-0,17	0,18	-0,20	-0,14	-0,09	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
NV	-0,19	0,00	0,03	0,02	-0,03	0,07	0,13	0,10	0,20	0,12	0,04	0,11	0,01	0,05	0,01	-0,08	0,59	1,00	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns								
PC	-0,12	-0,18	0,02	-0,15	-0,18	-0,09	-0,20	0,45	-0,18	-0,12	-0,15	-0,13	0,10	-0,14	-0,14	-0,05	0,76	0,25	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
NP	-0,25	0,10	0,31	0,15	-0,03	0,24	0,03	0,30	-0,08	-0,21	0,17	-0,14	0,27	-0,14	-0,02	0,06	0,41	0,21	0,69	1,00	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
OC	0,21	-0,12	-0,03	-0,05	-0,16	-0,01	-0,11	0,21	0,16	0,33	-0,03	-0,26	0,00	0,09	0,03	0,25	0,45	0,33	0,37	0,24	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
NO	0,06	0,33	0,14	0,32	0,23	0,34	0,25	-0,08	0,49	0,23	0,33	-0,13	-0,10	0,39	0,25	0,09	0,00	0,31	-0,01	0,07	0,66	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
EC	-0,11	-0,30	-0,06	-0,21	-0,30	-0,16	-0,20	0,14	-0,16	0,18	-0,18	-0,20	0,28	-0,14	-0,06	-0,06	0,43	0,34	0,20	0,22	0,34	0,12	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
NE	-0,06	0,06	0,16	0,15	-0,07	0,21	0,23	0,00	0,11	0,05	0,17	-0,08	0,12	0,11	0,11	-0,12	0,13	0,47	0,04	0,34	0,32	0,48	0,61	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CC	-0,18	-0,38	-0,17	-0,35	-0,29	-0,32	-0,38	0,17	-0,27	0,13	-0,36	-0,18	0,11	-0,26	-0,18	-0,16	0,37	0,04	0,36	0,12	-0,02	-0,22	0,56	0,00	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
NC	-0,20	0,12	0,04	0,05	0,15	0,08	-0,01	0,04	0,02	-0,02	0,05	0,14	0,11	-0,15	0,00	0,08	0,06	0,12	0,06	0,11	-0,19	-0,14	0,14	0,02	0,57	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
AC	-0,13	-0,41	-0,22	-0,39	-0,30	-0,39	-0,44	0,12	-0,27	0,16	-0,38	-0,15	0,10	-0,21	-0,20	-0,15	0,38	-0,01	0,39	0,11	0,06	-0,21	0,53	-0,07	0,76	0,20	1,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
NA	-0,18	0,20	0,09	0,07	0,25	0,05	0,08	-0,05	0,17	0,03	0,11	0,35	0,11	0,04	-0,04	0,02	-0,04	0,04	0,03	0,03	-0,16	-0,13	0,00	-0,12	0,15	0,24	0,45	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
UG	-0,22	0,25	0,22	0,26	0,13	0,33	0,28	0,08	0,31	0,05	0,28	0,08	0,10	0,15	0,11	-0,02	0,45	0,88	0,29	0,47	0,41	0,53	0,42	0,74	0,00	0,17	-0,07	0,06	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
STG	-0,05	-0,20	-0,10	-0,14	-0,18	-0,18	0,00	-0,13	-0,05	0,01	-0,15	-0,02	-0,18	0,06	-0,18	0,09	-0,11	-0,10	-0,09	-0,17	-0,13	-0,07	-0,20	-0,17	-0,07	-0,11	0,09	0,08	-0,19	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
SPU	0,00	-0,07	0,15	-0,12	-0,04	-0,09	-0,11	0,10	0,03	0,14	-0,12	0,01	-0,07	-0,07	-0,08	-0,03	0,08	0,12	0,00	0,00	0,02	-0,07	0,09	0,06	0,02	0,01	-0,05	0,00	0,07	0,00	1,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
SCU	-0,23	0,12	0,14	0,15	0,03	0,19	0,26	-0,04	0,26																																						

Abreviaturas utilizadas en la matriz de correlación de la Tabla 33.

1	DNU	Distancia al núcleo urbano (km)	21	NO	Nº de ovinos
2	NCE	Nº de caprinos por explotación	22	EC	Equinos por cabra
3	MM1	Machos mayores de 1 año	23	NE	Nº de equinos
4	HM1	Hembras mayores de 1 año	24	CC	Cuyes por cabra
5	AM1	Animales menores de 1 año	25	NC	Nº de cuyes
6	HIC	Hembras que se incorporan al ciclo productivo anual	26	AC	Aves por cabra
7	MIC	Machos que se incorporan al ciclo productivo anual	27	NA	Nº de aves
8	TR	Tasa de reposición (%)	28	UG	Unidades ganaderas
9	NAM	Nº de animales muertos/año	29	STG	Superficie total utilizada/UG
10	TM	Tasa de mortalidad total (%)	30	SPU	Superficie en propiedad (ha)
11	NNA	Nº nacimientos/año	31	SCU	Superficie de uso comunal (ha)
12	CAV	Cabras vendidas/año	32	SAU	Superficie agrícola utilizada (SAU)
13	CIC	Cabritos autoconsumidos/año	33	SAUC	Superficie agraria utilizada por cabra
14	CAC	Cabras autoconsumidas/año	34	CMA	Corrales de madera, troncos y/o ramas (m ²)
15	EDM	Edad desvieje reproductores (años)	35	ATMA	Área techada corrales de madera, troncos y/o ramas (m ²)
16	VC	Vacunos por cabra	36	CPP	Corrales de piedra en propiedad (m ²)
17	NV	Nº de vacunos	37	UTAC	UTA por cabra
18	PC	Porcinos por cabra	38	LLC	Litros de leche/cabra/día
19	NP	Nº de porcinos	39	ECB	Edad de la cabra al sacrificio (años)
20	OC	Ovinos por cabra			

Formato 1
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA
FACULTAD DE VETERINARIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL Y DE LOS ALIMENTOS

ENCUESTA PARA LA CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LA CABRA APURIMEÑA

Fecha:

Nombre del criador:.....
 Comunidad ó zona:.....
 Distrito:.....
 Provincia:.....
 Altitud (msnm):.....
 Asociación a la que pertenece:No pertenece a una asociación ()
 ¿Desea integrar o conformar una asociación? Si () No ()
 Si desea integrar o conformar una asociación lo haría por:
 - Mejorar los canales y formas de comercialización ()
 - Conseguir apoyo técnico y económico del gobierno ()
 - Realizar compras de manera conjunta ()
 - Gestionar de mejor forma las explotaciones ()

I. CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN

1.1 Distancia al núcleo urbano (km):

1.2 Acceso: Camino de herradura () Camino afirmado () Carretera asfaltada ()

1.3 Energía eléctrica: Red pública () Grupo electrógeno () No usa ()

1.4 Procedencia del agua utilizada para la crianza de cabras:
 Río () Acequia () Pozo () Red pública () Otro ().....

1.5 Disposición de excretas (uso humano): Letrinas () Campo abierto () Red Pública ()

II. ESTRUCTURA DE LOS REBAÑOS

2.1 Censo de ganado caprino en la explotación

Número de animales machos mayores de un año	
Número de animales hembras mayores de un año	
Número de animales menores de un año	

2.2 Tendencia poblacional del ganado caprino en su explotación durante los últimos cinco años

Sube () Baja () Se mantiene ()

2.3 Cambios en la estructura del rebaño de acuerdo al ciclo productivo de la cabra

Número de hembras que se incorporan al ciclo productivo por año													
Número de machos que se incorporan al ciclo productivo por año													
Número de animales muertos al año													
Número de nacimientos al año													
¿Cómo vende los animales?	No venden ()	Directamente ()				Intermediario ()							
Realiza una venta permanente de animales durante el año	Si ()						No ()						
¿En qué meses vende los animales?	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	

ANEXOS DEL CAPÍTULO II

Número de animales destinados para venta por año	Cabritas(os).....	Otros
Número de animales destinados al autoconsumo por año	Cabritas(os).....	Otros
Realiza el destete	Si ()	No ()
Edad destete (días)		
Edad desvieje madres (años)		
Edad desvieje machos (años)		

2.4 Cantidad de ganado por especies que posee el criador

	N°	Pastan (Si/No)		N°	Pastan (Si/No)
Vacuno			Llama		
Porcino			Equinos		
Ovino			Cuyes		
Caprino			Asnos		
Alpaca			Aves		
Otro.....					

III. MANEJO REPRODUCTIVO DE CAPRINOS

3.1 ¿Utiliza registros de producción? Si () No ()

3.2 ¿Qué tipo de monta utiliza? Monta libre () Monta dirigida ()

3.3 ¿Qué método utiliza para sincronizar las cubriciones en su explotación?:

Tratamientos hormonales () Separar a los machos de las hembras () No sincroniza ()

3.4 ¿Intercambia sus reproductores machos en épocas de cubrición? Si () No ()

3.5 ¿Usa inseminación artificial? Si () No ()

3.6 ¿A los cuantos meses de edad en promedio realiza la primera cubrición?

3.7 ¿A los cuantos meses de edad en promedio se produce el primer parto?

3.8 Meses en los que paren más	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
3.9 Meses en los que abortan más	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

IV. MANEJO PRODUCTIVO

4.1 Régimen de tenencia de tierra	Superficie total (Ha)	Pastos permanentes (Ha)
Superficie de la unidad agropecuaria		
* En propiedad		
* En arrendamiento		
* Comunal		
4.2 Tipo y cantidad de hectáreas sembradas con plantas forrajeras	Cantidad total (Ha)	Destinado a su ganado caprino (Ha)
Alfalfa		
Otros.....		
Utiliza abonos y productos fitosanitarios en sus cultivos	Si ()	No ()

4.3 Tipo de pastoreo

Continuo () Rotacional () Transhumancia ()

4.4 Suplementación estratégica alimentaria de acuerdo al estado fisiológico Si () No ()

En la Gestación () Lactación () Pre - empadre () Otro

4.5 ¿Qué características toma en cuenta para la reposición de reproductores machos?

El largo del pelo () El color del pelo () El tamaño ()

La conformación () Si tiene cuernos () La edad ()

Otro.....

4.6 ¿Qué características toma en cuenta para la reposición de reproductores hembras?

El largo del pelo () El color del pelo () El tamaño ()

La conformación () Aptitud materna () La edad ()

Otro

4.7 ¿Cómo se obtienen los animales de reposición?

Machos	De criadores especializados ()	Hembras	De criadores especializados ()
	De la misma explotación ()		De la misma explotación ()
	Otro		Otro

4.8 ¿Tiene problemas para conseguir reproductores? Si () No ()

4.9 ¿Le interesan las hembras que tienen partos dobles? Si () No ()

4.10 Sistemas de producción utilizados

Sistema sin estabular () Sistema semi estabulado () Sistema estabulado ()

4.11 Tipo de identificación del animal

Crotal () Collar () Tatuaje () Incisión auricular () No se identifica ()

Otro

V. INSTALACIONES

5.1 Infraestructura presente para la crianza de cabras

	Propio (m ²)	Arrendado (m ²)	Área techada (m ²)
Almacenes ó graneros			
Silos			
Corrales de madera, troncos y/o ramas			
Corrales hechos de piedras			
Cercos de malla ganadera			
Bebederos			
Comederos			
Sombras			

5.2 ¿Hizo inversiones en la explotación caprina en los últimos 5 años? Si () No ()

¿En que rubro las realizó?:

Infraestructura () Mejoramiento de pastos cultivados () Compra de reproductores ()

Otro

VI. SANIDAD

6.1 ¿Utiliza un calendario ganadero? Si () No ()

6.2 Actividades sanitarias que realiza durante el año

Desparasitación externa () Desparasitación interna () Vacunaciones ()
Otro.....

6.3 ¿Cuál es la enfermedad que tiene más repercusiones económicas en su explotación?

Ninguna enfermedad () Ectima contagioso () Neumonía () Diarreas ()
Parasitosis () Fasciolosis () Pederia () Otro.....

VII. ASPECTOS LABORALES

7.1 ¿Quién realiza la gestión corriente y cotidiana de la explotación?

El titular () Un miembro de la familia () Otra persona sin parentesco familiar ()

7.2 Características de quienes laboran comúnmente y en forma diaria en la explotación	Edad (años)	Sexo	Horas de trabajo diario	Escolaridad*
Trabajador 1 Propietario (titular)				
Trabajador 2.....				
Trabajador 3.....				
Trabajador 4.....				

* (1) Sin estudios; (2) Primaria; (3) Secundaria; (4) Superior

VIII. OTROS ASPECTOS

8.1 ¿Su explotación va tener continuidad? Si () No () No lo sabe ()

8.2 ¿En el futuro quién se encargaría de su explotación caprina?

Familiares () Otros () No lo sabe ()

8.3 ¿Hace cuanto tiempo que cría cabras?

Menos de 5 años () De 5 a 10 años () Más de 10 años ()

8.4 ¿Para usted cuál es el más importante problema respecto a la crianza de ganado caprino?

No genera muchos ingresos económicos () Presencia de enfermedades en la zona ()

No hay apoyo de gobierno () Causan deterioros en sus cultivos ()

Existe problemas en la comercialización () Presencia de depredadores ()

Los productos de la crianza son poco apreciados por los consumidores ()

El consumo de los productos de la crianza es estacional ()

Existe problemas para conseguir trabajadores para la explotación ()

La explotación caprina requiere mucha dedicación en tiempo e inversión de dinero ()

8.5 ¿Cuál es la orientación productiva de su ganado caprino? Carne () Leche () Ambos ()

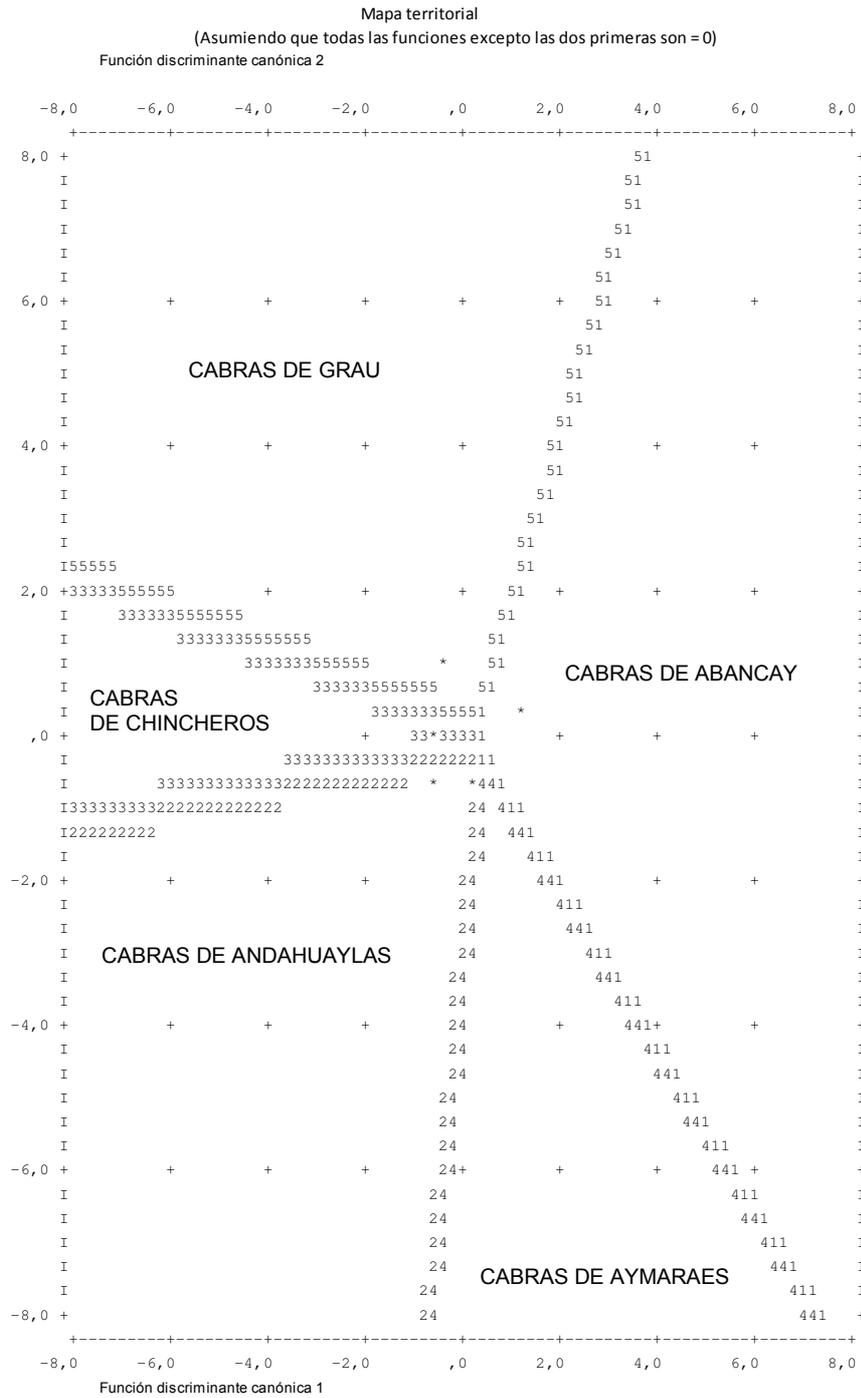
8.6 Ordeña a las cabras Si () No () ¿Cuántos litros de leche produce su cabra al día?

8.7 ¿Cuántos kilogramos de carne produce un cabrito/a?¿a qué edad (meses)?.....

8.8 ¿Cuántos kilogramos de carne produce un animal adulto?¿a qué edad (años)?.....

8.9 ¿Recibe ayuda del gobierno? Si () No (), estas ayudas son suficientes Si () No ()

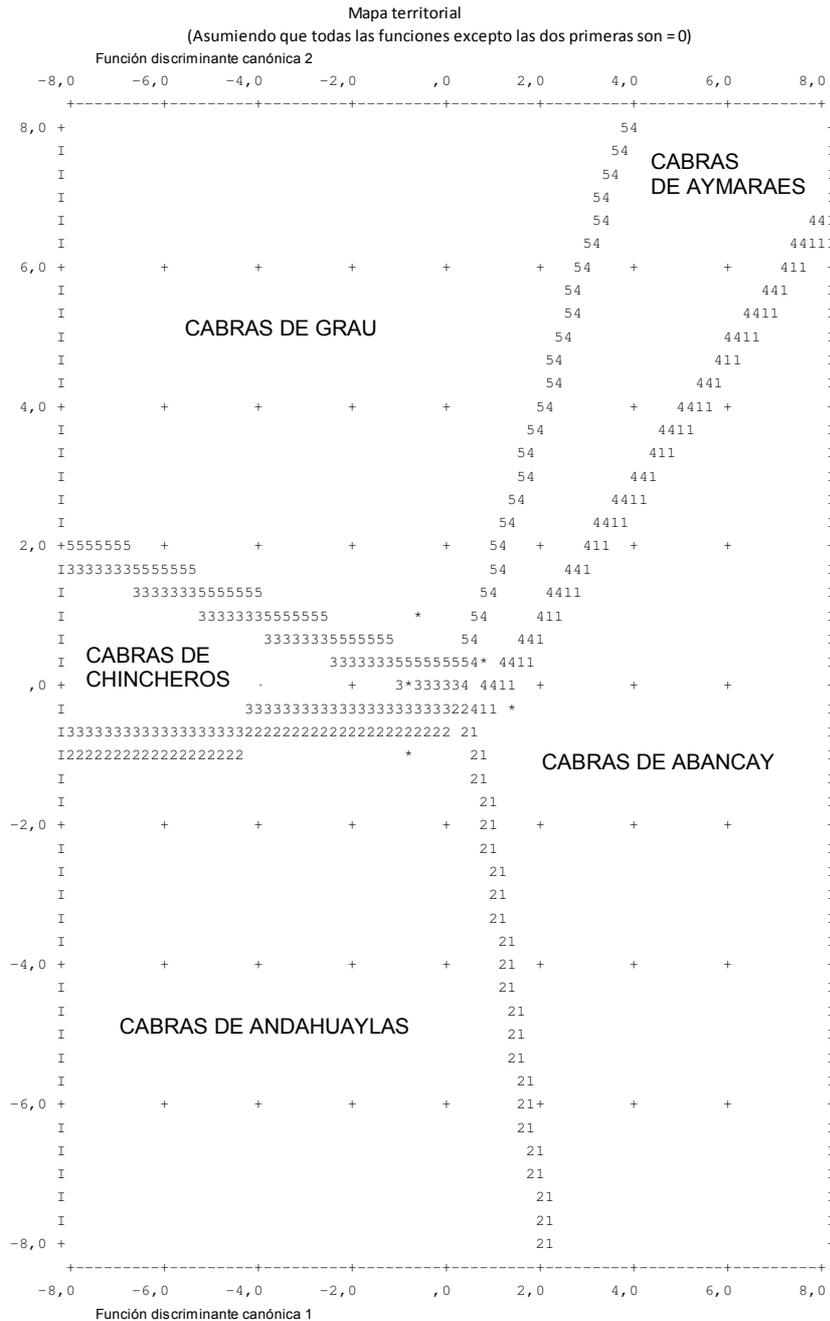
ANEXOS DEL CAPITULO III



Símbolos usados en el mapa territorial

Símbolo	Grupo	Etiqueta
1	1	Abancay
2	2	Andahuaylas
3	3	Chincheros
4	4	Aymaraes
5	5	Grau
*		Indica centroide

Figura 25. Mapa territorial discriminante de las cinco subpoblaciones caprinas considerando la muestra completa.



Símbolos usados en el mapa territorial

Símbolo	Grupo	Etiqueta
1	1	Abancay
2	2	Andahuaylas
3	3	Chincheros
4	4	Aymaraes
5	5	Grau
*		Indica centroide

Figura 26. Mapa territorial discriminante de las cinco subpoblaciones caprinas considerando solo a las hembras.

Tabla 27. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre subpoblaciones para los parámetros morfométricos de machos de cabra apurimeña.

Variables (cm)	Subpoblaciones (machos)																		
	Abancay n = 17			Andahuaylas n = 9			Chincheros n = 7			Aymaraes n = 5			Grau n = 6						
	Media	S.D.	C.V. (%)	Media	S.D.	C.V. (%)	Media	S.D.	C.V. (%)	Media	S.D.	C.V. (%)	Media	S.D.	C.V. (%)	Media	S.D.	C.V. (%)	Sig.
ALCR	70,06 ^a	3,78	5,40	66,44 ^a	3,47	5,22	66,29 ^a	6,29	9,49	66,80 ^a	4,71	7,05	70,83 ^a	4,40	6,21	n.s.			
DL	73,71 ^a	5,41	7,33	68,78 ^{a,b}	3,90	5,67	70,43 ^{a,b}	7,89	11,21	65,40 ^b	3,44	5,25	73,67 ^{a,b}	5,47	7,42	*			
DE	28,24 ^a	4,59	16,26	27,78 ^a	4,09	14,71	28,43 ^a	4,16	14,62	27,20 ^a	4,38	16,11	30,17 ^a	3,66	12,12	n.s.			
DB	20,12 ^a	2,39	11,90	20,11 ^a	2,57	12,79	21,29 ^a	2,06	9,67	19,40 ^a	3,36	17,33	19,83 ^a	2,99	15,10	n.s.			
LG	17,94 ^a	1,40	7,81	16,61 ^a	0,86	5,17	17,07 ^a	2,01	11,77	16,20 ^a	1,68	10,38	17,67 ^a	1,66	9,42	n.s.			
AG	15,44 ^a	1,20	7,75	14,28 ^a	0,44	3,09	14,57 ^a	1,72	11,79	14,20 ^a	1,89	13,32	15,25 ^a	1,17	7,69	n.s.			
LC	21,82 ^a	2,16	9,89	20,39 ^a	1,17	5,72	20,93 ^a	2,21	10,54	21,00 ^a	2,92	13,88	21,58 ^a	1,43	6,62	n.s.			
AC	14,15 ^a	0,75	5,27	13,39 ^a	0,70	5,21	14,07 ^a	1,57	11,13	13,70 ^a	0,67	4,90	14,42 ^a	0,80	5,56	n.s.			
PT	89,38 ^a	6,85	7,67	88,94 ^a	5,58	6,28	90,29 ^a	9,45	10,46	86,40 ^a	6,66	7,70	88,17 ^a	6,91	7,84	n.s.			
PC	10,88 ^a	0,78	7,18	9,72 ^b	0,62	6,36	10,43 ^{a,b}	1,30	12,51	10,20 ^{a,b}	0,57	5,59	12,08 ^c	1,56	12,93	**			
Índices																			
ICO	82,62 ^a	5,21	6,30	77,42 ^b	3,81	4,93	78,11 ^{a,b}	5,57	7,13	76,00 ^b	5,80	7,63	83,68 ^a	4,11	4,91	*			
ITO	72,26 ^a	8,94	12,37	73,01 ^a	7,11	9,74	75,37 ^a	4,54	6,02	71,78 ^a	9,16	12,76	65,73 ^a	6,08	9,24	n.s.			
ICE	65,24 ^a	5,36	8,21	65,76 ^a	3,27	4,98	67,23 ^a	2,23	3,31	65,86 ^a	5,74	8,72	66,92 ^a	3,50	5,23	n.s.			
IPE	86,21 ^a	4,85	5,63	86,09 ^a	3,71	4,31	85,37 ^a	2,18	2,56	87,58 ^a	5,10	5,82	86,48 ^a	3,33	3,85	n.s.			
IPRO	105,29 ^a	6,95	6,60	103,56 ^a	4,49	4,34	106,26 ^a	6,78	6,38	98,26 ^a	8,24	8,38	104,28 ^a	9,55	9,16	n.s.			
IMETO	12,21 ^a	0,87	7,13	10,97 ^b	0,97	8,86	11,57 ^{a,b}	0,98	8,51	11,84 ^{a,b}	0,76	6,39	13,65 ^c	0,97	7,11	***			
IPRP	40,33 ^a	6,41	15,89	41,73 ^a	5,32	12,75	42,74 ^a	2,39	5,59	40,66 ^a	5,26	12,93	42,47 ^a	2,81	6,62	n.s.			
IPET	22,06 ^a	1,61	7,28	21,52 ^a	0,96	4,46	21,96 ^a	1,21	5,53	21,18 ^a	1,26	5,96	21,57 ^a	1,58	7,31	n.s.			
IPEL	25,63 ^a	1,78	6,94	25,04 ^a	1,54	6,15	25,74 ^a	1,32	5,13	24,20 ^a	1,13	4,68	24,93 ^a	1,59	6,37	n.s.			

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar; C.V.: coeficiente de variabilidad. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) éstas se indican con letras distintas en la misma fila.

Tabla 28. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre subpoblaciones para los parámetros morfométricos de hembras de cabra apurimeña.

Variables (cm)	Subpoblaciones (hembras)															Grau n = 34	Sig.
	Abancay n = 31			Andahuaylas n = 36			Chincheros n = 31			Aymaraes n = 33			Grau n = 34				
	Media	S.D.	C.V. (%)	Media	S.D.	C.V. (%)	Media	S.D.	C.V. (%)	Media	S.D.	C.V. (%)	Media	S.D.	C.V. (%)		
ALCR	66,55 ^a	4,75	7,14	64,42 ^a	3,31	5,13	65,81 ^a	3,20	4,86	66,21 ^a	3,98	6,01	69,79 ^b	3,85	5,52	***	
DL	71,13 ^a	7,89	11,10	67,29 ^{b,c}	3,83	5,70	70,18 ^{b,c}	3,76	5,35	66,33 ^b	5,28	7,96	74,50 ^d	3,69	4,96	***	
DE	29,94 ^{a,b}	3,08	10,28	28,92 ^a	1,46	5,05	30,13 ^{a,b}	1,91	6,34	30,27 ^b	1,74	5,74	32,29 ^c	2,08	6,45	***	
DB	23,94 ^a	3,17	13,25	21,61 ^b	1,82	8,44	22,65 ^{a,b}	1,91	8,42	23,39 ^a	2,11	9,00	23,81 ^a	2,13	8,95	***	
LG	18,19 ^a	2,03	11,14	16,40 ^b	0,83	5,04	16,92 ^b	0,88	5,18	17,76 ^a	1,31	7,35	17,78 ^a	0,77	4,33	***	
AG	15,52 ^{a,b,c}	1,57	10,14	14,53 ^b	0,69	4,72	14,97 ^{b,c}	0,88	5,91	15,77 ^a	1,01	6,39	15,85 ^a	0,83	5,24	***	
LC	22,97 ^a	1,94	8,43	20,42 ^b	0,96	4,70	20,56 ^b	1,16	5,64	21,88 ^c	1,45	6,64	21,93 ^c	1,19	5,45	***	
AC	13,66 ^a	0,76	5,54	13,61 ^a	0,67	4,90	13,73 ^a	0,62	4,49	13,89 ^a	0,82	5,88	14,44 ^b	0,67	4,65	***	
PT	94,42 ^a	8,44	8,94	88,96 ^b	5,62	6,32	93,50 ^a	6,14	6,57	94,24 ^a	4,74	5,02	98,47 ^c	6,03	6,13	***	
PC	9,76 ^a	1,21	12,40	8,75 ^b	0,66	7,54	9,32 ^a	0,73	7,78	9,74 ^a	0,94	9,61	9,85 ^a	0,72	7,34	***	
Índices																	
ICO	75,41 ^a	6,19	8,21	75,84 ^a	5,15	6,79	75,21 ^a	3,99	5,31	70,45 ^b	5,25	7,45	75,81 ^a	4,02	5,30	***	
ITO	80,13 ^a	8,37	10,44	74,74 ^b	5,04	6,75	75,34 ^b	6,36	8,44	77,31 ^{a,b}	5,79	7,49	73,79 ^b	5,44	7,37	**	
ICE	59,71 ^a	3,87	6,48	66,71 ^b	2,66	3,99	66,83 ^b	2,62	3,92	63,68 ^c	4,25	6,67	65,95 ^b	2,80	4,25	***	
IPE	85,94 ^a	9,51	11,07	88,66 ^a	3,62	4,09	88,53 ^a	4,36	4,92	89,00 ^a	5,06	5,69	89,19 ^a	3,49	3,92	n.s.	
IPRO	106,81 ^a	8,44	7,91	104,60 ^a	5,84	5,58	106,73 ^b	5,07	4,75	100,43 ^c	8,74	8,71	106,91 ^a	5,38	5,03	***	
IMETO	10,35 ^{a,b}	1,12	10,84	9,85 ^b	0,68	6,86	9,98 ^{a,b}	0,61	6,12	10,35 ^a	0,99	9,52	10,02 ^{a,b}	0,65	6,44	*	
IPRP	45,03 ^a	3,95	8,78	44,96 ^a	2,62	5,82	45,81 ^a	2,46	5,37	45,90 ^a	3,93	8,56	46,33 ^a	2,88	6,21	n.s.	
IPET	23,35 ^{a,b}	2,20	9,41	22,59 ^a	1,27	5,63	22,75 ^a	1,21	5,31	23,86 ^b	1,50	6,27	22,75 ^a	1,26	5,52	**	
IPEL	27,37 ^a	2,78	10,17	25,50 ^b	1,37	5,36	25,74 ^b	1,25	4,84	26,88 ^a	2,19	8,16	25,52 ^b	1,32	5,18	***	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar; C.V.: coeficiente de variabilidad. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) éstas se indican con letras distintas en la misma fila.

Tabla 29.1. Frecuencias absolutas y relativas para las variables morfológicas cualitativas en las cabras de las diferentes provincias de la región Apurímac de Perú y significación a la prueba de χ^2 .

Variables	Provincia		Abancay		Andahuaylas		Chincheros		Aymaraes		Grau		Entre provincias		Sig.						
	Sexo	Categorías	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra		Macho	Hembra				
	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.		F.A.	F.R.				
Color de capa	Blanco	0	0,0	1	3,2	1	11,1	3	8,3	0	0,0	1	3,2	1	20,0	0	0,0	4	11,8	n.s.	
	Oscuro	3	17,6	7	22,6	2	22,2	6	16,7	1	14,3	12	38,7	3	60,0	7	21,2	1	16,7	5	14,7
Perfil frontonasal	Manchado	9	52,9	16	51,6	3	33,3	15	41,7	5	71,4	7	22,6	1	20,0	13	39,4	5	83,3	19	55,9
	Otro	5	29,4	7	22,6	3	33,3	12	33,3	1	14,3	11	35,5	0	0,0	13	39,4	0	0,0	6	17,6
Tamaño de orejas	Convexo	6	35,3	9	29,0	3	33,3	6	16,7	1	14,3	3	9,7	3	60,0	5	15,2	1	16,7	13	38,2
	Recto	8	47,1	19	61,3	5	55,6	28	77,8	4	57,1	28	90,3	1	20,0	27	81,8	4	66,7	21	61,8
Disposición de orejas	Cóncavo	3	17,6	3	9,7	1	11,1	2	5,6	2	28,6	0	0,0	1	20,0	1	3,0	1	16,7	0	0,0
	Grandes	5	29,4	6	19,4	0	0,0	5	13,9	2	28,6	5	16,1	0	0,0	6	18,2	2	33,3	13	38,2
Tipo de cuernos	Medianas	9	52,9	20	64,5	6	66,7	21	58,3	2	28,6	17	54,8	2	40,0	24	72,7	4	66,7	15	44,1
	Pequeñas	3	17,6	5	16,1	3	33,3	10	27,8	3	42,9	9	29,0	3	60,0	3	9,1	0	0,0	6	17,6
Longitud de pelo	Erectas	0	0,0	2	6,5	0	0,0	6	16,7	1	14,3	2	6,5	1	20,0	0	0,0	1	16,7	1	2,9
	Horizontales	10	58,8	17	54,8	5	55,6	18	50,0	3	42,9	13	41,9	2	40,0	22	66,7	4	66,7	9	26,5
Disposición de cuernos	Calidas	7	41,2	12	38,7	4	44,4	12	33,3	3	42,9	16	51,6	2	40,0	11	33,3	1	16,7	24	70,6
	Ausentes	1	5,9	2	6,5	1	11,1	2	5,6	3	42,9	0	0,0	2	40,0	7	21,2	0	0,0	0	0,0
Tipo de cuernos	Espiral	9	52,9	7	22,6	6	66,7	18	50,0	3	42,9	13	41,9	2	40,0	3	9,1	5	83,3	7	20,6
	Rectos	0	0,0	3	9,7	0	0,0	1	2,8	0	0,0	1	3,2	0	0,0	1	3,0	0	0,0	0	0,0
Longitud de pelo	Arqueados	7	41,2	19	61,3	2	22,2	15	41,7	1	14,3	17	54,8	1	20,0	22	66,7	1	16,7	27	79,4
	Largo	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	14,3	0	0,0	1	20,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Longitud de pelo	Mediano	8	47,1	1	3,2	1	11,1	0	0,0	3	42,9	2	6,5	2	40,0	2	6,1	3	50,0	4	11,8
	Corto	9	52,9	30	96,8	8	88,9	36	100,0	3	42,9	29	93,5	2	40,0	31	93,9	3	50,0	30	88,2

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; F.A.: Frecuencia absoluta; F.R.: Frecuencia relativa (%).

Tabla 29.2. Frecuencias absolutas y relativas para las variables morfológicas cualitativas en las cabras de las diferentes provincias de la región Apurímac de Perú y significación a la prueba de χ^2 .

Variables	Provincia		Abancay		Andahuaylas		Chincheros		Aymaraes		Grau		Entre provincias Sig.											
	Sexo	Categorías	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra										
	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.	F.A.	F.R.										
Perilla ó Barbilla	Si		17	100,0	19	61,3	4	44,4	18	50,0	7	100,0	17	54,8	5	100,0	11	33,3	6	100,0	23	67,6	***	n.s.
	No		0	0,0	12	38,7	5	55,6	18	50,0	0	0,0	14	45,2	0	0,0	22	66,7	0	0,0	11	32,4		
Raspil	Si		12	70,6	7	22,6	4	44,4	8	22,2	5	71,4	13	41,9	3	60,0	2	6,1	5	83,3	18	52,9	n.s.	***
	No		5	29,4	24	77,4	5	55,6	28	77,8	2	28,6	18	58,1	2	40,0	31	93,9	1	16,7	16	47,1		
Pelliza	Si		2	11,8	0	0,0	1	11,1	1	2,8	0	0,0	0	0,0	1	20,0	0	0,0	1	16,7	1	2,9	n.s.	n.s.
	No		15	88,2	31	100,0	8	88,9	35	97,2	7	100,0	31	100,0	4	80,0	33	100,0	5	83,3	33	97,1		
Calzón	Si		2	11,8	2	6,5	1	11,1	3	8,3	1	14,3	3	9,7	3	60,0	1	3,0	0	0,0	3	8,8	n.s.	n.s.
	No		15	88,2	29	93,5	8	88,9	33	91,7	6	85,7	28	90,3	2	40,0	32	97,0	6	100,0	31	91,2		
Arropo	Si		2	11,8	0	0,0	0	0,0	2	5,6	0	0,0	0	0,0	2	40,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	n.s.	n.s.
	No		15	88,2	31	100,0	9	100,0	34	94,4	7	100,0	31	100,0	3	60,0	33	100,0	6	100,0	34	100,0		
Mamellas	Si		2	11,8	4	12,9	0	0,0	8	22,2	2	28,6	8	25,8	0	0,0	2	6,1	0	0,0	16	47,1	n.s.	**
	No		15	88,2	27	87,1	9	100,0	28	77,8	5	71,4	23	74,2	5	100,0	31	93,9	6	100,0	18	52,9		
Piel y mucosas pigmentadas	Si		9	52,9	21	67,7	8	88,9	28	77,8	7	100,0	29	93,5	5	100,0	27	81,8	6	100,0	32	94,1	*	*
	No		8	47,1	10	32,3	1	11,1	8	22,2	0	0,0	2	6,5	0	0,0	6	18,2	0	0,0	2	5,9		
Pezuñas pigmentadas	Si		16	94,1	31	100,0	8	88,9	34	94,4	7	100,0	29	93,5	5	100,0	31	93,9	6	100,0	32	94,1	n.s.	n.s.
	No		1	5,9	0	0,0	1	11,1	2	5,6	0	0,0	2	6,5	0	0,0	2	6,1	0	0,0	2	5,9		

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; F.A.: Frecuencia absoluta; F.R.: Frecuencia relativa (%).

Tabla 30. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza del color de capa frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Machos				Hembras				Machos				Hembras					
	Categorías	N	Media	S.D.	Sig.	n	Media	S.D.	Variables	Categorías	n	Media	S.D.	Sig.	n	Media	S.D.	Sig.
ALCR	Blanco	2	64,0	1,4	n.s.	9	66,9	2,8	AG	Blanco	2	13,5	0,7	n.s.	9	15,2	1,3	n.s.
	Oscuro	10	66,9	4,9		37	66,1	4,4		Oscuro	10	14,6	1,6		37	15,4	1,2	
	Manchado	23	68,4	4,0		70	67,1	4,7		Manchado	23	14,9	1,1		70	15,4	1,2	
	Otro	9	71,2	5,0		49	66,0	3,6		Otro	9	15,6	1,5		49	15,1	1,1	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2		Total	44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Blanco	2	65,0 ^a	2,8	*	9	70,7	4,7	LC	Blanco	2	20,5 ^a	0,7	*	9	21,0	1,3	n.s.
	Oscuro	10	67,4 ^{ab}	5,8		37	70,2	5,2		Oscuro	10	20,5 ^a	2,7		37	21,5	1,7	
	Manchado	23	72,0 ^{bc}	5,7		70	69,9	6,6		Manchado	23	21,0 ^a	1,3		70	21,8	1,7	
	Otro	9	74,8 ^c	4,3		49	69,4	5,4		Otro	9	23,1 ^b	1,9		49	21,3	1,6	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8		Total	44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Blanco	2	27,5 ^a	2,1	**	9	30,2	2,9	AC	Blanco	2	14,0	0,0	n.s.	9	13,9	0,7	n.s.
	Oscuro	10	25,8 ^a	5,3		37	29,7	2,0		Oscuro	10	13,7	1,1		37	13,9	0,6	
	Manchado	23	28,0 ^a	3,5		70	30,8	2,7		Manchado	23	13,9	0,8		70	14,0	0,8	
	Otro	9	32,1 ^b	2,0		49	30,1	2,0		Otro	9	14,6	1,1		49	13,7	0,7	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4		Total	44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Blanco	2	19,0 ^a	2,8	*	9	22,9	2,4	PT	Blanco	2	88,5 ^{ab}	4,9	*	9	93,9	8,6	n.s.
	Oscuro	10	19,4 ^a	3,1		37	23,0	2,5		Oscuro	10	86,2 ^a	6,9		37	93,2	6,3	
	Manchado	23	19,7 ^a	2,0		70	23,4	2,4		Manchado	23	88,0 ^{ab}	6,4		70	94,9	7,1	
	Otro	9	22,4 ^b	2,0		49	22,6	2,3		Otro	9	94,3 ^b	6,0		49	92,8	6,8	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4		Total	44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Blanco	2	16,0 ^a	0,0	*	9	17,3	1,3	PC	Blanco	2	9,5	0,0	n.s.	9	9,6	1,0	n.s.
	Oscuro	10	16,6 ^a	1,6		37	17,2	1,4		Oscuro	10	10,3	1,2		37	9,6	1,0	
	Manchado	23	17,2 ^a	1,5		70	17,6	1,6		Manchado	23	10,9	1,2		70	9,6	1,0	
	Otro	9	18,6 ^b	1,0		49	17,3	1,0		Otro	9	10,7	1,0		49	9,3	0,9	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4		Total	44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 31. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza del perfil frontonasal frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Categorías	Machos			Hembras			Variables	Categorías	Machos			Hembras						
		N	Media	S.D.	Sig.	n	Media			S.D.	n	Media	S.D.	Sig.					
ALCR	Convexo	14	69,4	4,1	n.s.	36	68,6 ^a	4,9	**	AG	Convexo	14	15,0	1,6	n.s.	36	15,6	1,1	n.s.
	Recto	22	68,1	4,3		123	66,1 ^a	3,8			Recto	22	15,0	1,0		123	15,2	1,1	
	Cóncavo	8	67,8	6,5		6	63,3 ^b	4,7			Cóncavo	8	14,6	1,7		6	15,4	1,6	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2			Total	44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Convexo	14	70,9	5,9	n.s.	36	72,5 ^a	5,0	**	LC	Convexo	14	21,5	2,0	n.s.	36	22,0 ^a	1,4	*
	Recto	22	72,8	4,8		123	69,2 ^a	5,7			Recto	22	21,1	1,7		123	21,3 ^b	1,6	
	Cóncavo	8	67,6	8,0		6	68,2 ^b	9,3			Cóncavo	8	21,3	2,9		6	22,4 ^b	2,9	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8			Total	44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Convexo	14	28,6	5,2	n.s.	36	31,0	2,1	n.s.	AC	Convexo	14	14,1	1,0	n.s.	36	14,1	0,8	n.s.
	Recto	22	28,0	3,6		123	30,2	2,4			Recto	22	14,0	0,9		123	13,8	0,7	
	Cóncavo	8	28,5	4,1		6	29,0	3,1			Cóncavo	8	13,6	1,1		6	13,7	1,0	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4			Total	44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Convexo	14	20,6	3,2	n.s.	36	22,5	2,2	n.s.	PT	Convexo	14	89,5	7,6	n.s.	36	94,3	5,5	n.s.
	Recto	22	20,0	2,1		123	23,3	2,4			Recto	22	89,5	5,7		123	94,0	7,3	
	Cóncavo	8	19,9	2,5		6	21,7	2,3			Cóncavo	8	86,4	8,7		6	87,9	6,5	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4			Total	44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Convexo	14	17,3	1,6	n.s.	36	17,6	1,3	n.s.	PC	Convexo	14	10,4	0,8	n.s.	36	9,8	0,9	n.s.
	Recto	22	17,4	1,6		123	17,3	1,4			Recto	22	10,9	1,2		123	9,4	0,9	
	Cóncavo	8	16,9	1,7		6	17,6	1,9			Cóncavo	8	10,6	1,7		6	8,9	1,0	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4			Total	44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 32. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza del tamaño de orejas frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Machos			Hembras			Machos			Hembras				
	Categorías	N	S.D.	Media	S.D.	Sig.	n	Media	S.D.	Sig.	n	Media	S.D.	Sig.
ALCR	Grandes	9	71,7 ^a	4,6	69,3 ^a	4,6	9	16,0 ^a	1,0	***	35	15,8 ^a	1,1	*
	Medianas	23	69,2 ^a	3,8	66,1 ^b	3,9	23	15,0 ^b	1,2		97	15,2 ^b	1,1	
	Pequeñas	12	64,7 ^b	3,6	64,8 ^b	3,4	12	13,8 ^c	1,0		33	15,1 ^b	1,0	
	Total	44	68,5	4,6	66,5	4,2	44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Grandes	9	76,3 ^a	2,9	73,2 ^a	5,0	9	22,2	1,5	***	35	22,2 ^a	1,5	**
	Medianas	23	72,1 ^b	4,7	69,1 ^b	5,8	23	21,2	2,2		97	21,5 ^b	1,7	
	Pequeñas	12	65,8 ^c	5,8	68,6 ^b	5,7	12	20,8	1,9		33	20,9 ^b	1,3	
	Total	44	71,2	6,0	69,8	5,8	44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Grandes	9	29,7	4,5	30,9	2,1	9	14,8 ^a	0,8	n.s.	35	14,1	0,7	n.s.
	Medianas	23	28,0	4,7	30,2	2,5	23	13,9 ^b	0,8		97	13,8	0,8	
	Pequeñas	12	27,9	2,8	29,8	2,2	12	13,5 ^b	0,9		33	13,8	0,8	
	Total	44	28,3	4,2	30,3	2,4	44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Grandes	9	21,1	2,8	22,7	2,4	9	93,7 ^a	6,6	n.s.	35	95,7	5,3	n.s.
	Medianas	23	20,3	2,7	23,2	2,3	23	88,9 ^{ab}	5,9		97	93,6	7,0	
	Pequeñas	12	19,3	1,8	23,1	2,8	12	85,4 ^b	7,0		33	92,6	8,1	
	Total	44	20,2	2,5	23,1	2,4	44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Grandes	9	18,6 ^a	1,1	17,6 ^a	1,2	9	11,7 ^a	0,9	*	35	10,0 ^a	0,9	**
	Medianas	23	17,4 ^b	1,4	17,5 ^a	1,5	23	10,7 ^b	1,0		97	9,4 ^b	0,9	
	Pequeñas	12	16,1 ^c	1,2	16,8 ^b	1,1	12	9,9 ^c	1,1		33	9,2 ^b	1,0	
	Total	44	17,3	1,6	17,4	1,4	44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 33. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la disposición de orejas frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Machos			Hembras			Variables	Machos			Hembras								
	Categorías	N	S.D.	Sig.	n	S.D.		Categorías	n	S.D.	Sig.	n	S.D.	Sig.					
ALCR	Erectas	3	63,0 ^a	5,0	**	11	63,1 ^a	3,1	***	AG	Erectas	3	13,5 ^a	1,8	*	11	14,6 ^a	0,8	**
	Horizontales	24	67,5 ^a	3,2		79	65,5 ^a	3,5			Horizontales	24	14,7 ^a	1,2		79	15,1 ^a	1,1	
	Caídas	17	70,8 ^b	5,1		75	68,1 ^b	4,4			Caídas	17	15,5 ^b	1,2		75	15,6 ^b	1,1	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2			Total	44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Erectas	3	65,0 ^a	9,8	*	11	67,9 ^a	5,0	***	LC	Erectas	3	19,5 ^a	2,3	*	11	20,6 ^a	0,7	*
	Horizontales	24	70,3 ^{a,b}	5,6		79	67,9 ^a	5,1			Horizontales	24	20,8 ^a	1,8		79	21,3 ^a	1,6	
	Caídas	17	73,6 ^b	4,8		75	72,1 ^b	5,9			Caídas	17	22,2 ^b	1,9		75	21,9 ^b	1,7	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8			Total	44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Erectas	3	26,3	3,1	n.s.	11	29,3 ^a	1,4	**	AC	Erectas	3	13,2 ^a	1,8	*	11	13,6 ^a	0,6	**
	Horizontales	24	27,4	4,4		79	29,9 ^a	2,4			Horizontales	24	13,8 ^a	0,7		79	13,7 ^a	0,7	
	Caídas	17	29,9	3,5		75	30,9 ^b	2,3			Caídas	17	14,4 ^b	0,9		75	14,1 ^b	0,8	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4			Total	44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Erectas	3	18,7 ^a	1,5	*	11	21,7	1,4	n.s.	PT	Erectas	3	80,3 ^a	5,9	**	11	89,1 ^a	5,0	*
	Horizontales	24	19,5 ^a	2,4		79	23,1	2,6			Horizontales	24	87,4 ^a	5,8		79	93,5 ^b	7,2	
	Caídas	17	21,4 ^b	2,4		75	23,2	2,3			Caídas	17	92,6 ^b	6,4		75	94,9 ^b	6,7	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4			Total	44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Erectas	3	15,7 ^a	1,8	*	11	16,3 ^a	1,0	**	PC	Erectas	3	10,2	2,3	n.s.	11	8,8 ^a	0,5	*
	Horizontales	24	17,0 ^a	1,4		79	17,2 ^b	1,5			Horizontales	24	10,5	1,2		79	9,5 ^b	1,0	
	Caídas	17	18,0 ^b	1,6		75	17,8 ^c	1,2			Caídas	17	10,9	1,0		75	9,6 ^b	0,9	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4			Total	44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 34. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza del tipo de cuernos frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Machos				Hembras				Machos				Hembras						
	Categorías	N	Media	S.D.	Sig.	n	Media	S.D.	Sig.	Variables	Categorías	n	Media	S.D.	Sig.	n	Media	S.D.	Sig.
ALCR	Ausentes	7	64,6 ^a	2,4	*	11	64,3	3,1	n.s.	AG	Ausentes	7	14,0	1,0	n.s.	11	14,9 ^a	0,9	***
	Espiral	25	69,0 ^b	4,6		48	66,6	4,5			Espiral	25	14,9	1,3		48	15,0 ^a	1,0	
	Rectos	0	0,0	0,0		6	63,7	5,2			Rectos	0	0,0	0,0		6	14,2 ^a	0,5	
	Arqueados	12	69,5 ^b	4,7		100	67,0	4,0			Arqueados	12	15,4	1,5		100	15,6 ^b	1,1	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2			Total	44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Ausentes	7	68,3	6,0	n.s.	11	67,4	5,4	n.s.	LC	Ausentes	7	20,0	1,2	n.s.	11	20,6	0,9	n.s.
	Espiral	25	70,9	6,1		48	68,8	5,5			Espiral	25	21,7	1,9		48	21,3	1,9	
	Rectos	0	0,0	0,0		6	69,3	6,7			Rectos	0	0,0	0,0		6	21,1	2,1	
	Arqueados	12	73,6	5,1		100	70,7	5,9			Arqueados	12	21,1	2,3		100	21,8	1,5	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8			Total	44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Ausentes	7	27,0	1,5	n.s.	11	30,6 ^{a,b}	1,4	*	AC	Ausentes	7	13,6	0,5	n.s.	11	13,5	0,5	n.s.
	Espiral	25	29,1	3,8		48	29,6 ^b	2,5			Espiral	25	14,0	0,9		48	13,8	0,8	
	Rectos	0	0,0	0,0		6	28,7 ^b	1,4			Rectos	0	0,0	0,0		6	13,5	0,5	
	Arqueados	12	27,5	5,7		100	30,7 ^a	2,3			Arqueados	12	14,0	1,2		100	14,0	0,8	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4			Total	44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Ausentes	7	19,3	2,1	n.s.	11	23,6 ^a	2,2	**	PT	Ausentes	7	86,7	7,5	n.s.	11	95,2 ^a	4,6	*
	Espiral	25	20,6	2,2		48	22,0 ^b	2,1			Espiral	25	89,4	6,4		48	91,7 ^b	6,9	
	Rectos	0	0,0	0,0		6	22,7 ^{a,b}	2,2			Rectos	0	0,0	0,0		6	90,7 ^b	3,6	
	Arqueados	12	19,8	3,3		100	23,5 ^a	2,5			Arqueados	12	89,3	7,6		100	94,9 ^a	7,1	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4			Total	44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Ausentes	7	16,3	0,7	n.s.	11	16,4 ^a	1,0	*	PC	Ausentes	7	10,2	0,8	n.s.	11	9,9	0,9	n.s.
	Espiral	25	17,4	1,6		48	17,2 ^{a,b}	1,3			Espiral	25	10,8	1,4		48	9,4	1,1	
	Rectos	0	0,0	0,0		6	17,9 ^b	1,6			Rectos	0	0,0	0,0		6	9,1	0,7	
	Arqueados	12	17,6	1,7		100	17,6 ^b	1,4			Arqueados	12	10,7	0,9		100	9,5	0,9	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4			Total	44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 35. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la longitud de pelo frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Categorías	Machos			Hembras			Variables	Categorías	Machos			Hembras						
		N	Media	S.D.	Sig.	n	Media			S.D.	n	Media	S.D.	Sig.					
ALCR	Largo	2	68,0	4,2	n.s.	0	0,0	0,0	n.s.	AG	Largo	2	15,3	2,5	n.s.	0	0,0	0,0	n.s.
	Mediano	17	68,1	5,5		9	68,1	3,8			Mediano	17	14,8	1,5		9	15,6	1,1	
	Corto	25	68,8	4,1		156	66,5	4,2			Corto	25	15,0	1,2		156	15,3	1,1	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2			Total	44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Largo	2	73,0	7,1	n.s.	0	0,0	0,0	n.s.	LC	Largo	2	21,5	0,7	n.s.	0	0,0	0,0	n.s.
	Mediano	17	70,3	6,9		9	72,4	4,4			Mediano	17	21,4	2,5		9	21,7	2,1	
	Corto	25	71,7	5,3		156	69,7	5,9			Corto	25	21,1	1,7		156	21,5	1,6	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8			Total	44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Largo	2	29,5	0,7	n.s.	0	0,0	0,0	n.s.	AC	Largo	2	14,5	0,7	n.s.	0	0,0	0,0	n.s.
	Mediano	17	28,1	4,8		9	30,4	1,8			Mediano	17	13,9	1,0		9	13,9	0,8	
	Corto	25	28,4	4,0		156	30,3	2,4			Corto	25	14,0	0,9		156	13,9	0,8	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4			Total	44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Largo	2	20,5	0,7	n.s.	0	0,0	0,0	n.s.	PT	Largo	2	86,5	3,5	n.s.	0	0,0	0,0	n.s.
	Mediano	17	20,1	2,5		9	22,7	2,5			Mediano	17	88,1	7,7		9	94,7	4,2	
	Corto	25	20,2	2,6		156	23,1	2,4			Corto	25	89,7	6,5		156	93,8	7,1	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4			Total	44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Largo	2	17,3	3,9	n.s.	0	0,0	0,0	n.s.	PC	Largo	2	11,3	1,1	n.s.	0	0,0	0,0	n.s.
	Mediano	17	17,4	1,7		9	17,5	0,9			Mediano	17	10,7	1,4		9	9,5	0,9	
	Corto	25	17,2	1,3		156	17,4	1,4			Corto	25	10,6	1,1		156	9,5	1,0	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4			Total	44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 36. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de perilla o barbilla frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Categorías	Machos			Hembras			Variables	Categorías	Machos			Hembras						
		N	Media	S.D.	Sig.	n	Media			S.D.	n	Media	S.D.	Sig.					
ALCR	Si	39	68,5	4,7	n.s.	88	67,1	4,1	n.s.	AG	Si	39	15,0	1,4	n.s.	88	15,5	1,1	n.s.
	No	5	67,8	3,6		77	65,9	4,3			No	5	14,4	0,5		77	15,2	1,2	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2			Total	44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Si	39	71,3	6,3	n.s.	88	70,8	5,7	*	LC	Si	39	21,3	2,1	n.s.	88	21,8	1,8	*
	No	5	70,6	1,7		77	68,7	5,8			No	5	20,6	0,9		77	21,2	1,4	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8			Total	44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Si	39	28,2	4,4	n.s.	88	30,7	2,3	*	AC	Si	39	14,1	0,9	n.s.	88	14,0	0,8	n.s.
	No	5	29,4	1,9		77	29,8	2,3			No	5	13,3	0,8		77	13,8	0,7	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4			Total	44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Si	39	20,1	2,6	n.s.	88	23,6	2,3	**	PT	Si	39	88,7	7,1	n.s.	88	95,3	7,3	**
	No	5	20,8	1,9		77	22,4	2,3			No	5	91,1	4,6		77	92,3	6,1	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4			Total	44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Si	39	17,3	1,6	n.s.	88	17,6	1,4	*	PC	Si	39	10,8	1,2	n.s.	88	9,5	0,9	n.s.
	No	5	16,9	1,0		77	17,2	1,3			No	5	9,8	0,8		77	9,4	1,0	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4			Total	44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 37. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de raspil frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Machos			Hembras			Machos			Hembras			
	Categorías	N	Media S.D.	Sig.	n	Media S.D.	Categorías	n	Media S.D.	Sig.	n	Media S.D.	Sig.
ALCR	Si	29	68,8 5,3	n.s.	48	67,6 4,0	AG	29	15,0 1,5	n.s.	48	15,4 1,1	n.s.
	No	15	67,8 3,0		117	66,1 4,2	No	15	14,7 1,0		117	15,3 1,2	
	Total	44	68,5 4,6		165	66,5 4,2	Total	44	14,9 1,3		165	15,3 1,1	
DL	Si	29	71,0 6,4	n.s.	48	72,1 5,9	LC	29	21,4 2,2	n.s.	48	21,5 1,5	n.s.
	No	15	71,6 5,3		117	68,9 5,6	No	15	20,9 1,6		117	21,6 1,7	
	Total	44	71,2 6,0		165	69,8 5,8	Total	44	21,3 2,0		165	21,5 1,7	
DE	Si	29	28,2 4,7	n.s.	48	31,1 2,6	AC	29	14,0 1,0	n.s.	48	14,0 0,7	n.s.
	No	15	28,5 3,1		117	30,0 2,2	No	15	13,9 0,8		117	13,8 0,8	
	Total	44	28,3 4,2		165	30,3 2,4	Total	44	14,0 0,9		165	13,9 0,8	
DB	Si	29	20,1 2,7	n.s.	48	23,6 2,6	PT	29	88,9 7,5	n.s.	48	96,8 7,1	***
	No	15	20,4 2,1		117	22,8 2,3	No	15	89,1 5,5		117	92,6 6,5	
	Total	44	20,2 2,5		165	23,1 2,4	Total	44	88,9 6,8		165	93,9 6,9	
LG	Si	29	17,4 1,6	n.s.	48	17,5 1,2	PC	29	10,7 1,2	n.s.	48	9,5 0,8	n.s.
	No	15	17,0 1,6		117	17,4 1,5	No	15	10,5 1,1		117	9,5 1,0	
	Total	44	17,3 1,6		165	17,4 1,4	Total	44	10,7 1,2		165	9,5 1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 38. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de pelliza frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Categorías	Machos			Hembras			Variables	Categorías	Machos			Hembras				
		N	Media	S.D.	Sig.	n	Media			S.D.	n	Media	S.D.	Sig.			
ALCR	Si	5	69,4	5,6	n.s.	2	68,5	6,4	n.s.	5	15,0	1,2	n.s.	2	15,8	1,1	n.s.
	No	39	68,3	4,5		163	66,5	4,2		39	14,9	1,4		163	15,3	1,1	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2		44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Si	5	72,2	4,4	n.s.	2	73,0	8,5	n.s.	5	20,8	1,9	n.s.	2	21,5	0,7	n.s.
	No	39	71,1	6,2		163	69,8	5,8		39	21,3	2,0		163	21,5	1,7	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8		44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Si	5	26,0	6,8	n.s.	2	31,5	3,5	n.s.	5	13,8	0,4	n.s.	2	14,8	1,1	n.s.
	No	39	28,6	3,7		163	30,3	2,4		39	14,0	1,0		163	13,9	0,8	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4		44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Si	5	20,0	2,8	n.s.	2	22,5	3,5	n.s.	5	90,0	6,5	n.s.	2	94,5	12,0	n.s.
	No	39	20,2	2,5		163	23,1	2,4		39	88,8	6,9		163	93,8	6,9	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4		44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Si	5	17,2	2,1	n.s.	2	17,3	1,8	n.s.	5	11,4	1,3	n.s.	2	9,3	1,1	n.s.
	No	39	17,3	1,5		163	17,4	1,4		39	10,6	1,1		163	9,5	1,0	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4		44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 39. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de calzón frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Categorías	Machos			Hembras			Variables	Categorías	Machos			Hembras				
		N	Media	S.D.	Sig.	n	Media			S.D.	n	Media	S.D.	Sig.			
ALCR	Si	7	66,7	5,0	n.s.	12	66,7	4,7	n.s.	7	14,3	1,6	n.s.	12	15,5	1,3	n.s.
	No	37	68,8	4,5		153	66,5	4,2		37	15,0	1,3		153	15,3	1,1	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2		44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Si	7	68,7	6,2	n.s.	12	70,7	6,1	n.s.	7	22,0	2,4	n.s.	12	21,2	1,8	n.s.
	No	37	71,7	5,9		153	69,8	5,8		37	21,1	1,9		153	21,6	1,6	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8		44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Si	7	29,7	3,4	n.s.	12	30,8	2,4	n.s.	7	14,0	0,5	n.s.	12	13,7	0,5	n.s.
	No	37	28,1	4,3		153	30,3	2,4		37	14,0	1,0		153	13,9	0,8	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4		44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Si	7	21,0	2,6	n.s.	12	23,8	2,9	n.s.	7	90,0	7,1	n.s.	12	95,6	8,3	n.s.
	No	37	20,0	2,5		153	23,0	2,4		37	88,7	6,9		153	93,7	6,8	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4		44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Si	7	16,7	1,6	n.s.	12	16,9	1,1	n.s.	7	10,4	1,1	n.s.	12	9,2	1,1	n.s.
	No	37	17,4	1,5		153	17,4	1,4		37	10,7	1,2		153	9,5	0,9	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4		44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 40. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de arropo frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Categorías	MACHOS			HEMBRAS			Variables	Categorías	MACHOS			HEMBRAS			
		N	Media	S.D.	Sig.	n	Media			S.D.	n	Media	S.D.	Sig.		
ALCR	Si	4	67,0	3,4	n.s.	2	66,0	0,0	n.s.	4	13,9	0,8	2	14,0	0,0	n.s.
	No	40	68,6	4,7		163	66,6	4,2		40	15,0	1,3	163	15,3	1,1	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2		44	14,9	1,3	165	15,3	1,1	
DL	Si	4	71,3	7,4	n.s.	2	68,5	2,1	n.s.	4	22,0	1,8	2	19,8	0,4	n.s.
	No	40	71,2	5,9		163	69,9	5,9		40	21,2	2,0	163	21,5	1,6	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8		44	21,3	2,0	165	21,5	1,7	
DE	Si	4	30,3	3,4	n.s.	2	28,0	1,4	n.s.	4	14,1	0,3	2	13,5	0,7	n.s.
	No	40	28,1	4,2		163	30,3	2,4		40	14,0	1,0	163	13,9	0,8	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4		44	14,0	0,9	165	13,9	0,8	
DB	Si	4	20,5	2,6	n.s.	2	19,0	0,0	*	4	90,5	7,4	2	79,5	0,7	**
	No	40	20,2	2,5		163	23,1	2,4		40	88,8	6,9	163	94,0	6,8	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4		44	88,9	6,8	165	93,9	6,9	
LG	Si	4	16,6	1,7	n.s.	2	16,0	0,0	n.s.	4	10,8	1,3	2	7,5	0,0	**
	No	40	17,4	1,6		163	17,4	1,4		40	10,7	1,2	163	9,5	0,9	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4		44	10,7	1,2	165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 41. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la presencia de mamellas frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Categorías	Machos			Hembras			Variables	Categorías	Machos			Hembras				
		N	Media	S.D.	Sig.	n	Media			S.D.	n	Media	S.D.	Sig.			
ALCR	Si	4	65,5	7,0	n.s.	38	67,1	3,6	n.s.	4	13,9	1,7	n.s.	38	15,3	1,0	n.s.
	No	40	68,8	4,3		127	66,4	4,4		40	15,0	1,3		127	15,3	1,2	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2		44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Si	4	69,8	10,8	n.s.	38	70,9	5,1	n.s.	4	20,4	2,6	n.s.	38	21,2	1,2	n.s.
	No	40	71,4	5,5		127	69,5	6,0		40	21,4	2,0		127	21,6	1,7	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8		44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Si	4	26,3	5,3	n.s.	38	30,5	2,1	n.s.	4	13,4	1,5	n.s.	38	13,9	0,7	n.s.
	No	40	28,5	4,1		127	30,2	2,4		40	14,0	0,9		127	13,9	0,8	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4		44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Si	4	20,0	1,4	n.s.	38	22,8	2,1	n.s.	4	87,3	11,0	n.s.	38	92,9	6,4	n.s.
	No	40	20,2	2,6		127	23,1	2,5		40	89,1	6,5		127	94,1	7,1	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4		44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Si	4	16,5	2,3	n.s.	38	17,3	1,3	n.s.	4	10,1	1,9	n.s.	38	9,3	0,8	n.s.
	No	40	17,4	1,5		127	17,4	1,4		40	10,7	1,1		127	9,5	1,0	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4		44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 42. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de la piel y mucosas pigmentadas frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Machos			Hembras			Variables	Machos			Hembras			
	Categorías	n	Media S.D.	Sig.	n	Media S.D.		Categorías	n	Media S.D.	Sig.	n	Media S.D.	Sig.
ALCR	Si	35	68,1 4,6	n.s.	137	66,5 4,3	AG	Si	35	14,8 1,3	n.s.	137	15,4 1,1	n.s.
	No	9	69,8 4,4		28	66,6 4,0		No	9	15,2 1,3		28	15,1 1,2	
	Total	44	68,5 4,6		165	66,5 4,2		Total	44	14,9 1,3		165	15,3 1,1	
DL	Si	35	70,9 6,0	n.s.	137	70,0 5,9	LC	Si	35	21,0 1,9	*	137	21,4 1,5	*
	No	9	72,7 5,8		28	68,9 5,7		No	9	22,4 2,1		28	22,3 2,1	
	Total	44	71,2 6,0		165	69,8 5,8		Total	44	21,3 2,0		165	21,5 1,7	
DE	Si	35	28,0 4,2	n.s.	137	30,4 2,4	AC	Si	35	14,0 1,0	n.s.	137	13,9 0,7	n.s.
	No	9	29,6 4,2		28	29,8 2,1		No	9	14,0 0,9		28	13,9 0,9	
	Total	44	28,3 4,2		165	30,3 2,4		Total	44	14,0 0,9		165	13,9 0,8	
DB	Si	35	20,2 2,6	n.s.	137	23,1 2,5	PT	Si	35	89,0 6,9	n.s.	137	94,2 7,2	n.s.
	No	9	20,0 2,1		28	22,8 2,1		No	9	88,8 6,9		28	92,3 5,7	
	Total	44	20,2 2,5		165	23,1 2,4		Total	44	88,9 6,8		165	93,9 6,9	
LG	Si	35	17,2 1,6	n.s.	137	17,3 1,3	PC	Si	35	10,7 1,2	n.s.	137	9,5 1,0	n.s.
	No	9	17,7 1,3		28	17,7 1,6		No	9	10,7 0,9		28	9,5 0,8	
	Total	44	17,3 1,6		165	17,4 1,4		Total	44	10,7 1,2		165	9,5 1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 43. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de pezuñas pigmentadas frente a los parámetros morfométricos de la cabra apurimeña macho y hembra.

Variables	Machos			Hembras			Machos			Hembras								
	Categorías	n	S.D.	Sig.	n	Media	S.D.	Variables	Categorías	n	Media	S.D.	Sig.					
ALCR	Si	42	68,5	4,6	n.s.	157	66,4	4,2	AG	Si	42	14,9	1,3	n.s.	157	15,3	1,1	n.s.
	No	2	66,5	4,9		8	69,0	2,7		No	2	14,0	0,0		8	15,1	1,1	
	Total	44	68,5	4,6		165	66,5	4,2		Total	44	14,9	1,3		165	15,3	1,1	
DL	Si	42	71,3	6,1	n.s.	157	69,8	5,9	LC	Si	42	21,3	2,1	n.s.	157	21,5	1,6	n.s.
	No	2	69,0	2,8		8	70,4	3,8		No	2	21,0	0,0		8	21,9	1,7	
	Total	44	71,2	6,0		165	69,8	5,8		Total	44	21,3	2,0		165	21,5	1,7	
DE	Si	42	28,5	4,1	n.s.	157	30,3	2,4	AC	Si	42	14,0	1,0	n.s.	157	13,9	0,8	n.s.
	No	2	25,0	5,7		8	30,5	1,8		No	2	14,0	0,0		8	13,8	1,0	
	Total	44	28,3	4,2		165	30,3	2,4		Total	44	14,0	0,9		165	13,9	0,8	
DB	Si	42	20,2	2,6	n.s.	157	23,1	2,4	PT	Si	42	88,9	7,0	n.s.	157	93,9	7,0	n.s.
	No	2	19,5	2,1		8	22,8	1,8		No	2	90,0	2,8		8	93,6	7,0	
	Total	44	20,2	2,5		165	23,1	2,4		Total	44	88,9	6,8		165	93,9	6,9	
LG	Si	42	17,4	1,6	n.s.	157	17,4	1,4	PC	Si	42	10,7	1,2	n.s.	157	9,5	1,0	n.s.
	No	2	16,0	0,0		8	17,4	1,0		No	2	10,3	1,1		8	9,9	0,7	
	Total	44	17,3	1,6		165	17,4	1,4		Total	44	10,7	1,2		165	9,5	1,0	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo; S.D.: desviación estándar. En caso de existir diferencias ($P < 0,05$) entre categorías éstas se indican con letras distintas en la misma columna.

Tabla 44.1. Resumen de los resultados agrupados por sexo del análisis de varianza de las variables morfométricas debido al factor morfológico de la cabra peruana apurimeña.

Variables	A		B		C		D		E		F		G	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
ALCR	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	***	**	***	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
DL	*	n.s.	n.s.	**	***	***	*	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
DE	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*
DB	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
LG	*	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	*	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*
AG	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	*	*	**	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LC	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
AC	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
PT	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	**
PC	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Color de pelo (A), perfil frontonasal (B), tamaño de orejas (C), disposición de orejas (D), tipo de cuernos (E), longitud de pelo (F), perilla o barbilla (G), raspil (H), pelliza (I), calzón (J), arropo (K), mamellas (L), piel y mucosas pigmentadas (M), pezúñas pigmentadas (N). * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

Tabla 44.2. Resumen de los resultados agrupados por sexo del análisis de varianza de las variables morfométricas debido al factor morfológico de la cabra peruana apurimeña.

Variables	H		I		J		K		L		M		N	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
ALCR	n.s.	*	n.s.											
DL	n.s.	**	n.s.											
DE	n.s.	**	n.s.											
DB	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.						
LG	n.s.													
AG	n.s.													
LC	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.									
AC	n.s.													
PT	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
PC	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.						

Color de pelo (A), perfil frontonasal (B), tamaño de orejas (C), disposición de orejas (D), tipo de cuernos (E), longitud de pelo (F), perilla o barbilla (G), raspil (H), pelliça (I), calzón (J), arropo (K), mamellas (L), piel y mucosas pigmentadas (M), pezuñas pigmentadas (N). * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; n.s.: no significativo.

Tabla 45. Valores medios de las variables morfoestructurales e índices zométricos en machos (♂) y hembras (♀) de diferentes países

♂ (cm)	PERÚ		ARGENTINA		MÉXICO		ESPAÑA		PERÚ		ARGENTINA		MÉXICO		ESPAÑA	
	Cabra Apurimeña	Cabra colorada Pampeana (Bedotti et al., 2004)	Caprinos nativos de Puebla (Hernández et al., 2002)	Cabra Blanca de Rasquera (Carné et al., 2007)	Cabra Apurimeña	Cabra colorada Pampeana (Bedotti et al., 2004)	Caprinos nativos de Puebla (Hernández et al., 2002)	Cabra Blanca de Rasquera (Carné et al., 2007)	Cabra Apurimeña	Cabra colorada Pampeana (Bedotti et al., 2004)	Caprinos nativos de Puebla (Hernández et al., 2002)	Cabra Blanca de Rasquera (Carné et al., 2007)	Caprinos nativos de Puebla (Hernández et al., 2002)	Cabra Blanca de Rasquera (Carné et al., 2007)		
ALCR	68,5	73,2	65,3	77,1	66,6	64,2	ALCR	77,1	66,6	64,2	62,2	71,9	62,2	62,2	71,9	
DL	71,2	82,2	62,8	75,1	69,9	70,9	DL	75,1	69,9	70,9	62	71,1	62	71,1		
DE	28,3	36,1	28,6	36,2	30,3	31,4	DE	36,2	30,3	31,4	28,8	33,3	28,8	33,3		
DB	20,2	23,8	18,1	19,4	23,1	22,8	DB	19,4	23,1	22,8	18,9	18,3	18,9	18,3		
LG	17,3	25,2	20,5	22,1	17,4	21,8	LG	22,1	17,4	21,8	19,3	20,5	19,3	20,5		
AG	14,9	17,9	12,6	15,9	15,3	16,3	AG	15,9	15,3	16,3	13,6	15,8	13,6	15,8		
LC	21,3	25,6	18,2	24,2	21,5	24	LC	24,2	21,5	24	18	23,3	18	23,3		
AC	14	16,6	11,6	13,2	13,9	13,1	AC	13,2	13,9	13,1	10,7	12,3	10,7	12,3		
PT	88,9	100,8	78	94,5	93,9	85,9	PT	94,5	93,9	85,9	79,5	87,4	79,5	87,4		
PC	10,7	10,9	9	10,5	9,5	8,9	PC	10,5	9,5	8,9	8,4	9,4	8,4	9,4		
Índices																
ICO	80,2	81,7	-	79,6	74,6	82,7	ICO	79,6	74,6	82,7	-	81,5	-	-	81,5	
ITO	72	65,9	-	53,4	76,2	71,1	ITO	53,4	76,2	71,1	-	55,2	-	-	55,2	
ICE	66	64,9	-	54,9	64,7	54,9	ICE	54,9	64,7	54,9	-	52,7	-	-	52,7	
IPE	86,3	70,9	-	73	88,3	74,6	IPE	73	88,3	74,6	-	78	-	-	78	
IPRO	104,2	112,3	-	103,2	105,1	110,5	IPRO	103,2	105,1	110,5	-	101,4	-	-	101,4	
IMETO	12	10,8	-	11,2	10,1	10,4	IMETO	11,2	10,1	10,4	-	10,7	-	-	10,7	
IPRP	41,3	49,3	-	46,9	45,6	48,9	IPRP	46,9	45,6	48,9	-	46,3	-	-	46,3	
IPET	21,8	24,2	-	-	23,1	25,4	IPET	-	23,1	25,4	-	-	-	-	-	
IPEL	25,3	34,5	-	-	26,2	34	IPEL	-	26,2	34	-	-	-	-	-	

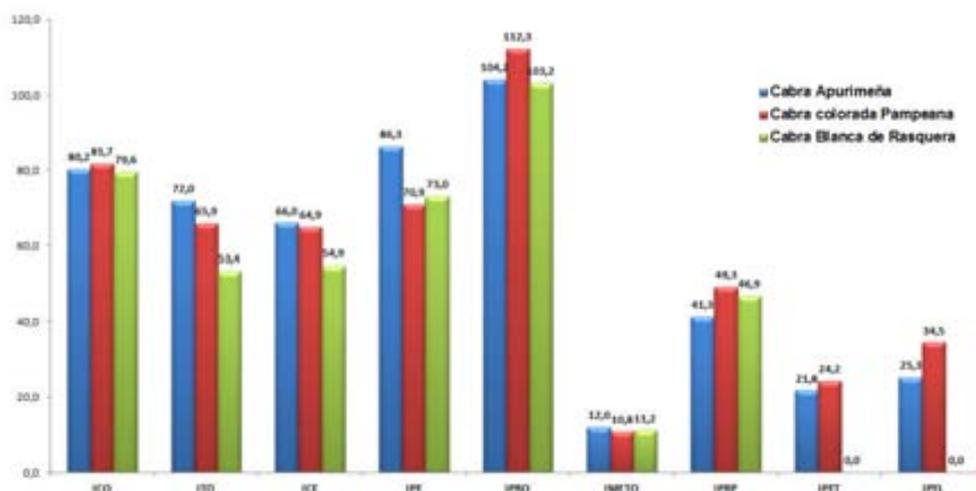


Figura 27. Comparación entre diferentes países respecto a los índices zoométricos promedio de caprinos machos.

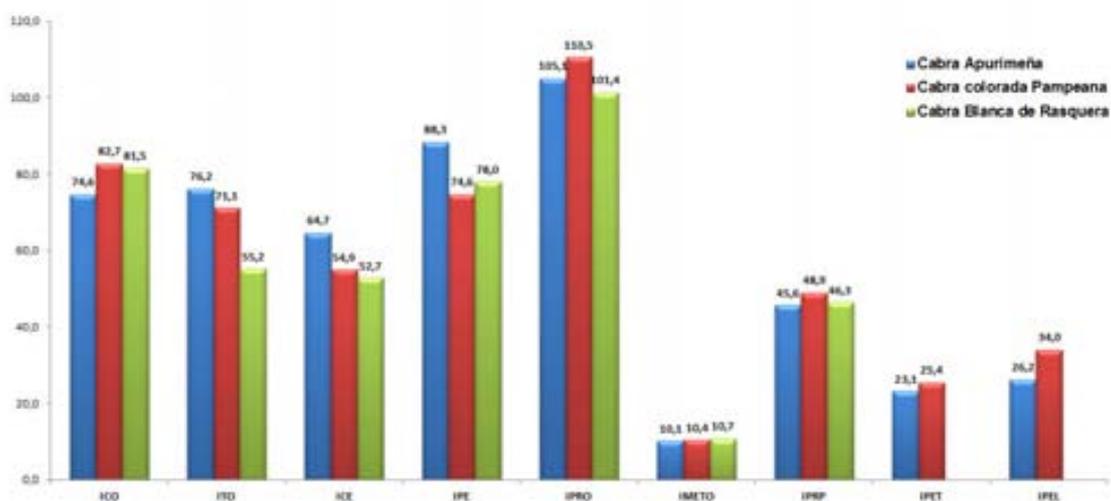


Figura 28. Comparación entre diferentes países respecto a los índices zoométricos promedio de caprinos hembras.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA
FACULTAD DE VETERINARIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL Y DE LOS ALIMENTOS

FICHA PARA LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA CABRA APURIMEÑA

Nombre del criador:.....

Comunidad ó zona:..... Distrito Provincia.....

Altitud.....

Fecha:

Nº	Identificación individual del animal				
Variables de estado					
1	Sexo (Macho "M"/Hembra "H")				
2	Boqueo (4D, 6D, 8D, BLL)				
3	Condición corporal (Bueno/Regular/Malo)				
Variables cualitativas					
4	Color de capa				
	4.1 Blanco				
	4.2 Oscuro				
	4.3 Manchado				
	4.4 Otro				
5	Perfil fronto nasal				
	5.1 Convexo				
	5.2 Recto				
	5.3 Cóncavo				
6	Tamaño de orejas				
	6.1 Grandes				
	6.2 Medianas				
	6.3 Pequeñas				
7	Disposición de las orejas				
	7.1 Erectas				
	7.2 Horizontales				
	7.3 Caídas				
8	Tipo de cuernos				
	8.1 Ausentes				
	8.2 Espiral				
	8.3 Rectos				
	8.4 Arqueados				
9	Longitud de pelo				
	9.1 Largo				
	9.2 Mediano				
	9.3 Corto				
10	Perilla ó Barbilla (Si/No)				
11	Raspil (Si/No)				
12	Pelliza (Si/No)				
13	Calzón (Si/No)				
14	Arropo (Si/No)				
15	Mamellas (Si/No)				
16	Pigmento de piel y mucosas (Si/No)				
17	Pigmento de pezuñas (Si/No)				
Variables cuantitativas					
18	Alzada a la cruz (ALCR)				
19	Diámetro longitudinal (DL)				
20	Diámetro dorso esternal (DE)				
21	Diámetro bicostal (DB)				
22	Longitud de la grupa (LG)				
23	Anchura de la grupa (AG)				
24	Longitud de la cabeza (LC)				
25	Anchura de la cabeza (AC)				
26	Perímetro del tórax (PT)				
27	Perímetro de la caña (PC)				

ANEXOS DEL CAPITULO IV

Tabla 7. Rango alélico (pb) y número total de alelos observados en la población global y en las subpoblaciones caprinas de la región Apurímac de Perú.

Locus	Rango alélico (pb)	Población total	Número de alelos				
			Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau
BM1329	169-181	7	7	6	7	6	7
BM1818	116-270	12	8	7	7	5	10
BM6506	206-220	8	6	7	5	6	4
BM6526	155-189	13	10	11	10	11	7
BM8125	114-122	5	3	3	4	5	5
CSR247	218-242	8	7	8	7	7	7
CSR60	75-87	7	4	6	7	5	6
CSS66	183-257	18	9	9	11	12	11
ETH10	203-213	6	5	2	4	5	5
ETH225	134-150	5	3	2	5	2	2
HAUT27	132-152	10	4	5	7	9	7
HSC	274-304	13	9	12	10	8	9
ILSTS11	272-286	6	4	5	6	3	4
ILSTS19	146-158	6	5	3	5	6	5
MM12	92-120	10	8	8	10	7	9
INRA5	141-147	4	4	4	4	4	4
INRA63	159-171	6	4	4	4	5	4
MAF65	116-144	11	9	11	10	9	9
MAF209	105-107	2	2	2	2	2	2
McM527	156-178	8	7	4	7	5	5
OarFCB11	133-155	9	7	7	7	8	8
OarFCB48	147-171	11	9	10	10	8	9
OarFCB304	133-169	10	8	6	9	8	8
SPS115	246-252	4	3	3	2	3	2
SRCRSP5	165-189	11	8	6	10	8	8
SRCRSP8	224-244	6	5	6	6	5	6
SRCRSP23	81-113	15	11	13	11	9	8
SRCRSP24	145-173	12	8	7	11	7	7
TGLA122	136-148	7	7	6	7	7	4
Número total de alelos		250	184	183	205	185	182

Tabla 8.1. Secuencias de los cebadores de los 29 marcadores microsatélites utilizados en el estudio.

Microsatélites Locus	Secuencia del Cebador	Referencia
BM1329	F: TTG TTT AGG CAA GTC CAA AGT C R: AAC ACC GCA GCT TCA TCC	Bishop <i>et al.</i> (1994)
BM1818	F: AGC TGG GAA TAT AAC CAA AGG R: AGT GCT TTC AAG GTC CAT GC	Li <i>et al.</i> (2002)
BM6506	F: CAT GCC AAA CAA TAT CCA GC R: TGA AGG TAG AGA GCA AGC AGC	Bishop <i>et al.</i> (1994)
BM6526	F: CAT GCC AAA CAA TAT CCA GC R: TGA AGG TAG AGA GCA AGC AGC	Bishop <i>et al.</i> (1994)
BM8125	F: CTC TAT CTG TGG AAA AGG TGG G R: GGG GGT TAG ACT TCA ACA TAC G	Bishop <i>et al.</i> (1994)
CSRD247*	F: GGA CTT GCC AGA ACT CTG CAA T R: CAC TGT GGT TTG TAT TAG TCA GG	FAO (2004)
CSRM60	F: AAG ATG TGA TCC AAG AGA GAG GCA R: AGG ACC AGA TCG TGA AAG GCA TAG	Moore <i>et al.</i> (1994)
CSSM66	F: ACA CAA ATC CTT TCT GCC AGC TGA R: AAT TTA ATG CAC TGA GGA GCT TGG	Barendse <i>et al.</i> (1994)
ETH10*	F: GTT CAG GAC TGG CCC TGC TAA CA R: CCT CCA GCC CAC TTT CTC TTC TC	Solinas-Toldo <i>et al.</i> (1993)
ETH225	F: GAT CAC CTT GCC ACT ATT TCC T R: ACA TGA CAG CCA GCT GCT ACT	Barendse <i>et al.</i> (1994)
HAUT27	F: TTT TAT GTT CAT TTT TTG ACT GG R: AAC TGC TGA AAT CTC CAT CTT A	Thieven <i>et al.</i> (1997)
HSC	F: CTG CCA ATG CAG AGA CAC AAG A R: GTC TGT CTC CTG TCT TGT CAT C	Scott <i>et al.</i> (1992)
ILSTS11*	F: GCT TGC TAC ATG GAA AGT GC R: CTA AAT TGC AGA GCC CTA CC	Luikart <i>et al.</i> (1999)
ILSTS19	F: AGG GAC CTC ATG TAG AAG C R: ACT TTT GGA CCC TGT AGT GC	Bouzada <i>et al.</i> (2006)
INRA5	F: CAA TCT GCA TGA AGT ATA AAT AT R: CTT CAG GCA TAC CCT ACA CC	Vaiman <i>et al.</i> (1994)
INRA63*	F: ATT TGC ACA AGC TAA ATC TAA CC R: AAA CCA CAG AAA TGC TTG GAA G	Vaiman <i>et al.</i> (1994)
MAF65*	F: AAA GGC CAG AGT ATG CAA TTA GGA G R: CCA CTC CTC CTG AGA ATA TAA CAT G	Li <i>et al.</i> (2002)
MAF209*	F: GAT CAC AAA AAG TTG GAT ACA ACC GTG G R: TCA TGC ACT TAA GTA TGT AGG ATG CTG	Luikart <i>et al.</i> (1999)
McM527*	F: GTC CAT TGC CTC AAA TCA ATT C R: AAA CCA CTT GAC TAC TCC CCA A	Hulme <i>et al.</i> (1994)
MM12	F: CAA GAC AGG TGT TTC AAT CT R: ATC GAC TCT GGG GAT GAT GT	Mommens & Coppieters (1994)

* Marcadores microsatélite recomendados por FAO/ISAG (FAO, 2004).

Tabla 8.2. Secuencias de los cebadores de los 29 marcadores microsatélites utilizados en el estudio.

Microsatélites Locus	Secuencia del Cebador	Referencia
OarFCB11	F: GGC CTG AAC TCA CAA GTT GAT ATA TCT ATC AC R: GCA AGC AGG TTC TTT ACC ACT AGC ACC	Yang <i>et al.</i> (1999)
OarFCB48*	F: GAG TTA GTA CAA GGA TGA CAA GAG GCA C R: GAC TCT AGA GGA TCG CAA AGA ACC AG	Yang <i>et al.</i> (1999)
OarFCB304	F: CCC TAG GAG CTT TCA ATA AAG AAT CGG R: CGC TGC TGT CAA CTG GGT CAG GG	Yang <i>et al.</i> (1999)
SPS115	F: AAA GTG ACA CAA CAG CTT CTC CAG R: AAC GAG TGT CCT AGT TTG GCT GTG	Moore <i>et al.</i> (1993)
SRCRSP5*	F: GGA CTC TAC CAA CTG AGC TAC AAG R: TGA AAT GAA GCT AAA GCA ATG C	Li <i>et al.</i> (2002)
SRCRSP8*	F: TGC GGT CTG GTT CTG ATT TCA C R: CCT GCA TGA GAA AGT CGA TGC TTA G	Luikart <i>et al.</i> (1999)
SRCRSP23*	F: TGA ACG GGT AAA GAT GTG R: TGT TTT TAA TGG CTG AGT AG	Luikart <i>et al.</i> (1999)
SRCRSP24	F: AGC AAG AAG TGT CCA CTG ACA G R: TCT AGG TCC ATC TGT GTT ATT GC	Visser <i>et al.</i> (2011)
TGLA122	F: CCC TCC TCC AGG TAA ATC AGC R: AAT CAC ATG GCA AAT AAG TAC ATA C	Georges <i>et al.</i> (1992)

* Marcadores microsatélite recomendados por FAO/ISAG (FAO, 2004).

Tabla 9. Tamaños de alelos privados (AP) en pares de bases por locus y su respectiva frecuencia en cada provincia de la región Apurímac.

Locus	Provincia										Total AP obs.
	Abancay		Andahuaylas		Chincheros		Aymaraes		Grau		
	n=25	n=25	n=25	n=25	n=25	n=25	n=25	n=25	n=25		
AP	Frec.	AP	Frec.	AP	Frec.	AP	Frec.	AP	Frec.		
BM1818	-	-	-	-	254	0,03	-	-	116	0,04	4
	-	-	-	-	268	0,03	-	-	120	0,04	-
BM6506	206	0,02	220	0,02	-	-	-	-	-	-	2
BM6526	-	-	-	-	177	0,08	169	0,06	-	-	2
CSRM60	-	-	-	-	75	0,02	-	-	-	-	1
CSSM66	221	0,02	257	0,03	-	-	209	0,03	-	-	3
ETH10	203	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1
ETH225	-	-	-	-	134	0,02	-	-	-	-	2
	-	-	-	-	144	0,02	-	-	-	-	-
HAUT27	-	-	-	-	134	0,03	148	0,04	-	-	2
HSC	-	-	304	0,07	-	-	278	0,04	-	-	2
INRA63	-	-	-	-	-	-	-	-	159	0,06	1
McM527	166	0,04			178	0,02	-	-	-	-	2
OarFCB11	153	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1
OarFCB304	-	-	-	-	169	0,02	-	-	-	-	1
SPS115	252	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1
SRCRSP5	-	-	-	-	-	-	189	0,02	-	-	1
SRCRSP23	-	-	81	0,02	83	0,06	-	-	-	-	2
Total AP obs.	6		4		10		5		3		28

Tabla 10.1. Parámetros de diversidad genética respecto a las cabras de la provincia de Abancay, para los distintos marcadores microsatélite analizados: riqueza alélica (RA), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e), y valores de $f \approx F_{IS}$.

Locus	Provincia de Abancay					
	RA	PIC	H_o	H_e	$f \approx F_{IS}$	Sig. ^a
BM1329	6,749	0,792	0,800	0,818	0,042	n.s.
BM1818	7,945	0,799	0,696	0,820	0,174	n.s.
BM6506	5,783	0,617	0,667	0,658	0,008	*
BM6526	9,120	0,782	0,583	0,807	0,297	*
BM8125	3,000	0,552	0,880	0,623	-0,395	*
CSR247	6,652	0,694	0,720	0,728	0,031	n.s.
CSRM60	4,000	0,656	0,800	0,710	-0,107	n.s.
CSSM66	8,830	0,821	0,545	0,840	0,371	**
ETH10	4,706	0,529	0,480	0,584	0,198	n.s.
ETH225	2,892	0,145	0,160	0,150	-0,043	n.s.
HAUT27	3,997	0,469	0,455	0,514	0,139	n.s.
HSC	8,710	0,802	0,682	0,822	0,193	n.s.
ILSTS11	3,706	0,403	0,320	0,468	0,334	*
ILSTS19	4,920	0,637	0,542	0,690	0,235	*
MM12	7,621	0,737	0,783	0,768	0,004	n.s.
INRA5	4,000	0,648	0,680	0,698	0,046	n.s.
INRA63	3,583	0,433	0,208	0,539	0,627	**
MAF65	8,681	0,774	0,760	0,794	0,064	n.s.
MAF209	2,000	0,284	0,360	0,343	-0,029	n.s.
McM527	6,705	0,556	0,542	0,580	0,087	*
OarFCB11	6,748	0,785	0,840	0,812	-0,014	n.s.
OarFCB48	8,791	0,828	0,739	0,846	0,148	*
OarFCB304	7,420	0,629	0,739	0,681	-0,064	n.s.
SPS115	2,760	0,302	0,320	0,351	0,109	n.s.
SRCRSP5	7,744	0,806	0,720	0,827	0,150	n.s.
SRCRSP8	4,760	0,681	0,600	0,728	0,196	n.s.
SRCRSP23	10,440	0,836	0,800	0,850	0,079	n.s.
SRCRSP24	7,515	0,712	0,600	0,736	0,204	*
TGLA122	6,581	0,631	0,583	0,660	0,137	n.s.
Promedio	6,081	0,632	0,607	0,671	0,116	***

^a Significancia estadística del valor de probabilidad obtenido en la prueba de HWE: n.s. (no significativo); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Tabla 10.2. Parámetros de diversidad genética respecto a las cabras de la provincia de Andahuaylas, para los distintos marcadores microsatélite analizados: riqueza alélica (RA), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (Ho) y esperada (He), y valores de $f \approx F_{IS}$.

Locus	Provincia de Andahuaylas					
	RA	PIC	Ho	He	$f \approx F_{IS}$	Sig. ^a
BM1329	5,998	0,774	0,708	0,803	0,139	n.s.
BM1818	6,845	0,715	0,773	0,752	-0,004	n.s.
BM6506	6,563	0,611	0,667	0,654	0,001	n.s.
BM6526	10,314	0,838	0,750	0,854	0,143	n.s.
BM8125	3,000	0,521	0,640	0,601	-0,045	n.s.
CSR247	7,278	0,740	0,720	0,771	0,087	n.s.
CSR60	5,946	0,757	0,720	0,789	0,107	n.s.
CSS66	9,000	0,796	0,579	0,819	0,317	n.s.
ETH10	2,000	0,359	0,667	0,469	-0,405	n.s.
ETH225	1,998	0,136	0,160	0,147	-0,067	n.s.
HAUT27	4,992	0,542	0,542	0,572	0,074	n.s.
HSC	11,795	0,856	0,818	0,868	0,080	n.s.
ILSTS11	4,543	0,373	0,250	0,407	0,404	**
ILSTS19	3,000	0,557	0,667	0,635	-0,029	n.s.
MM12	7,569	0,787	0,750	0,813	0,099	n.s.
INRA5	3,999	0,590	0,583	0,641	0,112	n.s.
INRA63	3,960	0,535	0,458	0,605	0,262	n.s.
MAF65	10,694	0,841	0,875	0,854	-0,003	n.s.
MAF209	2,000	0,212	0,200	0,241	0,189	n.s.
McM527	3,999	0,540	0,542	0,589	0,102	*
OarFCB11	6,924	0,765	0,800	0,794	0,012	n.s.
OarFCB48	9,114	0,655	0,640	0,675	0,072	n.s.
OarFCB304	5,913	0,642	0,625	0,685	0,109	n.s.
SPS115	2,826	0,358	0,217	0,436	0,518	**
SRCRSP5	5,985	0,702	0,500	0,740	0,343	**
SRCRSP8	5,826	0,731	0,739	0,767	0,059	n.s.
SRCRSP23	11,897	0,842	0,750	0,857	0,146	n.s.
SRCRSP24	6,504	0,645	0,583	0,691	0,176	n.s.
TGLA122	5,932	0,577	0,400	0,604	0,356	*
Promedio	6,083	0,621	0,597	0,660	0,116	***

^a Significancia estadística del valor de probabilidad obtenido en la prueba de HWE: n.s. (no significativo);

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Tabla 10.3. Parámetros de diversidad genética respecto a las cabras de la provincia de Chincheros, para los distintos marcadores microsatélite analizados: riqueza alélica (RA), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (Ho) y esperada (He), y valores de $f \approx F_{IS}$.

Locus	Provincia de Chincheros					
	RA	PIC	Ho	He	$f \approx F_{IS}$	Sig. ^a
BM1329	6,784	0,776	0,708	0,804	0,140	n.s.
BM1818	6,900	0,726	0,650	0,758	0,167	n.s.
BM6506	4,969	0,641	0,565	0,694	0,207	n.s.
BM6526	9,493	0,824	0,760	0,841	0,116	n.s.
BM8125	3,760	0,461	0,600	0,510	-0,158	n.s.
CSR247	6,815	0,677	0,609	0,708	0,162	n.s.
CSRM60	6,738	0,767	0,880	0,797	-0,084	n.s.
CSSM66	10,707	0,807	0,667	0,822	0,212	n.s.
ETH10	4,000	0,435	0,579	0,482	-0,175	n.s.
ETH225	4,167	0,155	0,167	0,158	-0,034	n.s.
HAUT27	6,899	0,644	0,450	0,674	0,355	**
HSC	9,807	0,840	0,739	0,855	0,158	*
ILSTS11	5,802	0,569	0,619	0,630	0,042	n.s.
ILSTS19	4,944	0,650	0,680	0,700	0,049	n.s.
MM12	9,203	0,800	0,800	0,822	0,048	n.s.
INRA5	4,000	0,611	0,542	0,661	0,201	n.s.
INRA63	3,752	0,401	0,375	0,463	0,210	n.s.
MAF65	9,825	0,852	0,880	0,866	0,004	n.s.
MAF209	2,000	0,298	0,480	0,365	-0,297	n.s.
McM527	6,464	0,678	0,520	0,717	0,293	*
OarFCB11	6,706	0,744	0,600	0,773	0,243	**
OarFCB48	9,158	0,758	0,833	0,780	-0,047	n.s.
OarFCB304	7,932	0,647	0,680	0,682	0,024	n.s.
SPS115	2,000	0,364	0,292	0,478	0,408	n.s.
SRCRSP5	9,255	0,797	0,800	0,819	0,044	*
SRCRSP8	5,712	0,590	0,583	0,635	0,102	n.s.
SRCRSP23	10,581	0,846	0,800	0,860	0,090	n.s.
SRCRSP24	10,291	0,812	0,600	0,832	0,298	*
TGLA122	6,507	0,664	0,640	0,699	0,105	n.s.
Promedio	6,730	0,649	0,624	0,686	0,111	***

^a Significancia estadística del valor de probabilidad obtenido en la prueba de HWE: n.s. (no significativo); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Tabla 10.4. Parámetros de diversidad genética respecto a las cabras de la provincia de Aymaraes, para los distintos marcadores microsatélite analizados: riqueza alélica (RA), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e), y valores de $f \approx F_{IS}$.

Locus	Aymaraes					
	RA	PIC	H_o	H_e	$f \approx F_{IS}$	Sig. ^a
BM1329	5,826	0,739	0,739	0,772	0,065	n.s.
BM1818	4,898	0,628	0,714	0,686	-0,017	n.s.
BM6506	5,652	0,628	0,565	0,671	0,179	n.s.
BM6526	10,201	0,823	0,880	0,839	-0,028	n.s.
BM8125	4,758	0,641	0,560	0,692	0,210	n.s.
CSR247	6,735	0,667	0,600	0,696	0,158	n.s.
CSR60	5,000	0,715	0,640	0,752	0,169	n.s.
CSS66	11,894	0,865	0,600	0,876	0,338	***
ETH10	4,652	0,494	0,565	0,543	-0,020	n.s.
ETH225	1,792	0,040	0,042	0,041	-0,000	n.s.
HAUT27	8,891	0,792	0,870	0,812	-0,049	n.s.
HSC	7,624	0,723	0,739	0,752	0,040	n.s.
ILSTS11	2,826	0,396	0,522	0,502	-0,017	n.s.
ILSTS19	5,975	0,727	0,760	0,763	0,025	n.s.
MM12	6,755	0,773	0,880	0,802	-0,078	n.s.
INRA5	3,946	0,560	0,600	0,626	0,063	*
INRA63	4,520	0,502	0,520	0,552	0,078	n.s.
MAF65	8,463	0,795	0,880	0,817	-0,057	n.s.
MAF209	2,000	0,189	0,160	0,211	0,262	n.s.
McM527	4,944	0,638	0,440	0,689	0,379	**
OarFCB11	7,508	0,793	0,880	0,818	-0,056	n.s.
OarFCB48	7,258	0,632	0,720	0,661	-0,069	n.s.
OarFCB304	7,598	0,760	0,640	0,790	0,210	n.s.
SPS115	2,960	0,430	0,458	0,536	0,165	*
SRCRSP5	7,746	0,818	0,800	0,838	0,066	n.s.
SRCRSP8	5,000	0,653	0,632	0,694	0,117	n.s.
SRCRSP23	8,280	0,818	0,760	0,838	0,113	n.s.
SRCRSP24	6,919	0,705	0,417	0,732	0,448	***
TGLA122	6,890	0,771	0,760	0,800	0,070	n.s.
Promedio	6,121	0,645	0,633	0,683	0,095	***

^a Significancia estadística del valor de probabilidad obtenido en la prueba de HWE: n.s. (no significativo); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Tabla 10.5. *Parámetros de diversidad genética respecto a las cabras de la provincia de Grau, para los distintos marcadores microsatélite analizados: riqueza alélica (RA), contenido de información polimórfica (PIC), heterocigosis observada (Ho) y esperada (He), y valores de $f \approx F_{IS}$.*

Locus	Grau				$f \approx F_{IS}$	Sig. ^a
	RA	PIC	Ho	He		
BM1329	6,583	0,778	0,667	0,806	0,194	*
BM1818	9,738	0,831	0,870	0,848	-0,003	n.s.
BM6506	3,973	0,552	0,609	0,616	0,034	n.s.
BM6526	6,735	0,709	0,560	0,744	0,266	*
BM8125	4,466	0,343	0,280	0,370	0,262	n.s.
CSR247	6,798	0,752	0,652	0,784	0,190	*
CSR60	5,944	0,743	0,680	0,776	0,144	n.s.
CSS66	10,249	0,796	0,652	0,818	0,224	***
ETH10	4,509	0,406	0,360	0,445	0,210	n.s.
ETH225	2,000	0,215	0,190	0,245	0,245	n.s.
HAUT27	6,280	0,645	0,560	0,686	0,204	n.s.
HSC	8,747	0,814	0,833	0,833	0,021	n.s.
ILSTS11	3,972	0,375	0,217	0,400	0,474	**
ILSTS19	4,758	0,603	0,560	0,658	0,169	n.s.
MM12	8,684	0,829	0,880	0,847	-0,018	n.s.
INRA5	3,989	0,595	0,760	0,657	-0,137	n.s.
INRA63	3,935	0,503	0,440	0,590	0,273	n.s.
MAF65	8,641	0,816	0,920	0,836	-0,080	n.s.
MAF209	2,000	0,252	0,280	0,295	0,072	n.s.
McM527	4,892	0,617	0,760	0,669	-0,116	n.s.
OarFCB11	7,506	0,762	0,640	0,791	0,211	*
OarFCB48	7,984	0,677	0,840	0,708	-0,167	n.s.
OarFCB304	7,646	0,697	0,640	0,726	0,138	n.s.
SPS115	2,000	0,357	0,304	0,466	0,366	n.s.
SRCRSP5	7,509	0,776	0,720	0,801	0,121	n.s.
SRCRSP8	5,993	0,729	0,565	0,763	0,280	n.s.
SRCRSP23	7,890	0,803	0,760	0,824	0,098	n.s.
SRCRSP24	6,466	0,661	0,680	0,698	0,046	*
TGLA122	4,000	0,526	0,560	0,566	0,030	n.s.
Promedio	5,996	0,626	0,601	0,664	0,116	***

^a Significancia estadística del valor de probabilidad obtenido en la prueba de HWE: n.s. (no significativo); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Tabla 11. Valores de $f \approx F_{IS}$ que indican el exceso (valor -) o déficit (valor +) de heterocigotos por locus para las cinco subpoblaciones caprinas apurimeñas.

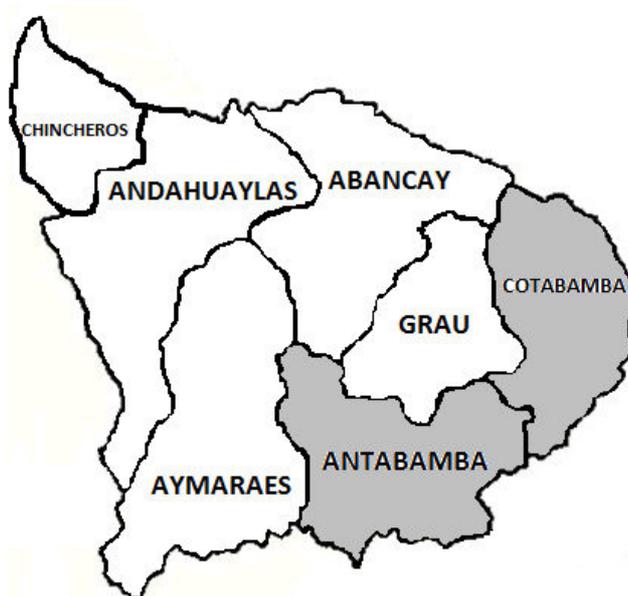
Locus	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau
BM1329	0,042 n.s.	0,139 n.s.	0,140 n.s.	0,065 n.s.	0,194 *
BM1818	0,174 n.s.	-0,004 n.s.	0,167 n.s.	-0,017 n.s.	-0,003 n.s.
BM6506	0,008 *	0,001 n.s.	0,207 n.s.	0,179 n.s.	0,034 n.s.
BM6526	0,297 *	0,143 n.s.	0,116 n.s.	-0,028 n.s.	0,266 *
BM8125	-0,395 *	-0,045 n.s.	-0,158 n.s.	0,210 n.s.	0,262 n.s.
CSRD247	0,031 n.s.	0,087 n.s.	0,162 n.s.	0,158 n.s.	0,190 *
CSRM60	-0,107 n.s.	0,107 n.s.	-0,084 n.s.	0,169 n.s.	0,144 n.s.
CSSM66	0,371 **	0,317 n.s.	0,212 n.s.	0,338 ***	0,224 ***
ETH10	0,198 n.s.	-0,405 n.s.	-0,175 n.s.	-0,020 n.s.	0,210 n.s.
ETH225	-0,043 n.s.	-0,067 n.s.	-0,034 n.s.	-0,000 n.s.	0,245 n.s.
HAUT27	0,139 n.s.	0,074 n.s.	0,355 **	-0,049 n.s.	0,204 n.s.
HSC	0,193 n.s.	0,080 n.s.	0,158 *	0,040 n.s.	0,021 n.s.
ILSTS11	0,334 *	0,404 **	0,042 n.s.	-0,017 n.s.	0,474 **
ILSTS19	0,235 *	-0,029 n.s.	0,049 n.s.	0,025 n.s.	0,169 n.s.
MM12	0,004 n.s.	0,099 n.s.	0,048 n.s.	-0,078 n.s.	-0,018 n.s.
INRA5	0,046 n.s.	0,112 n.s.	0,201 n.s.	0,063 *	-0,137 n.s.
INRA63	0,627 **	0,262 n.s.	0,210 n.s.	0,078 n.s.	0,273 n.s.
MAF65	0,064 n.s.	-0,003 n.s.	0,004 n.s.	-0,057 n.s.	-0,080 n.s.
MAF209	-0,029 n.s.	0,189 n.s.	-0,297 n.s.	0,262 n.s.	0,072 n.s.
McM527	0,087 *	0,102 *	0,293 *	0,379 **	-0,116 n.s.
OarFCB11	-0,014 n.s.	0,012 n.s.	0,243 **	-0,056 n.s.	0,211 *
OarFCB48	0,148 *	0,072 n.s.	-0,047 n.s.	-0,069 n.s.	-0,167 n.s.
OarFCB304	-0,064 n.s.	0,109 n.s.	0,024 n.s.	0,210 n.s.	0,138 n.s.
SPS115	0,109 n.s.	0,518 **	0,408 n.s.	0,165 *	0,366 n.s.
SRCRSP5	0,150 n.s.	0,343 **	0,044 *	0,066 n.s.	0,121 n.s.
SRCRSP8	0,196 n.s.	0,059 n.s.	0,102 n.s.	0,117 n.s.	0,280 n.s.
SRCRSP23	0,079 n.s.	0,146 n.s.	0,090 n.s.	0,113 n.s.	0,098 n.s.
SRCRSP24	0,204 *	0,176 n.s.	0,298 *	0,448 ***	0,046 *
TGLA122	0,137 n.s.	0,356 *	0,105 n.s.	0,070 n.s.	0,030 n.s.
TOTAL	0,116 ***	0,116 ***	0,111 ***	0,095 ***	0,116 ***

Significancia estadística del valor de probabilidad obtenido en la prueba de HWE: n.s. (no significativo);
* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Tabla 12. Distancias (km) entre las principales localidades de la región Apurímac.

Provincia	Abancay	Andahuaylas	Chincheros	Aymaraes	Grau
(Localidad)	(Abancay)	(Andahuaylas)	(Chincheros)	(Chalhuanca)	(Chuquibambilla)
Abancay	-				
Andahuaylas	138	-			
Chincheros	226	88	-		
Aymaraes	121	259	347	-	
Grau	105	244	331	226	-

Fuente: INEI (1996).

**Figura 10.** Mapa de la región Apurímac.

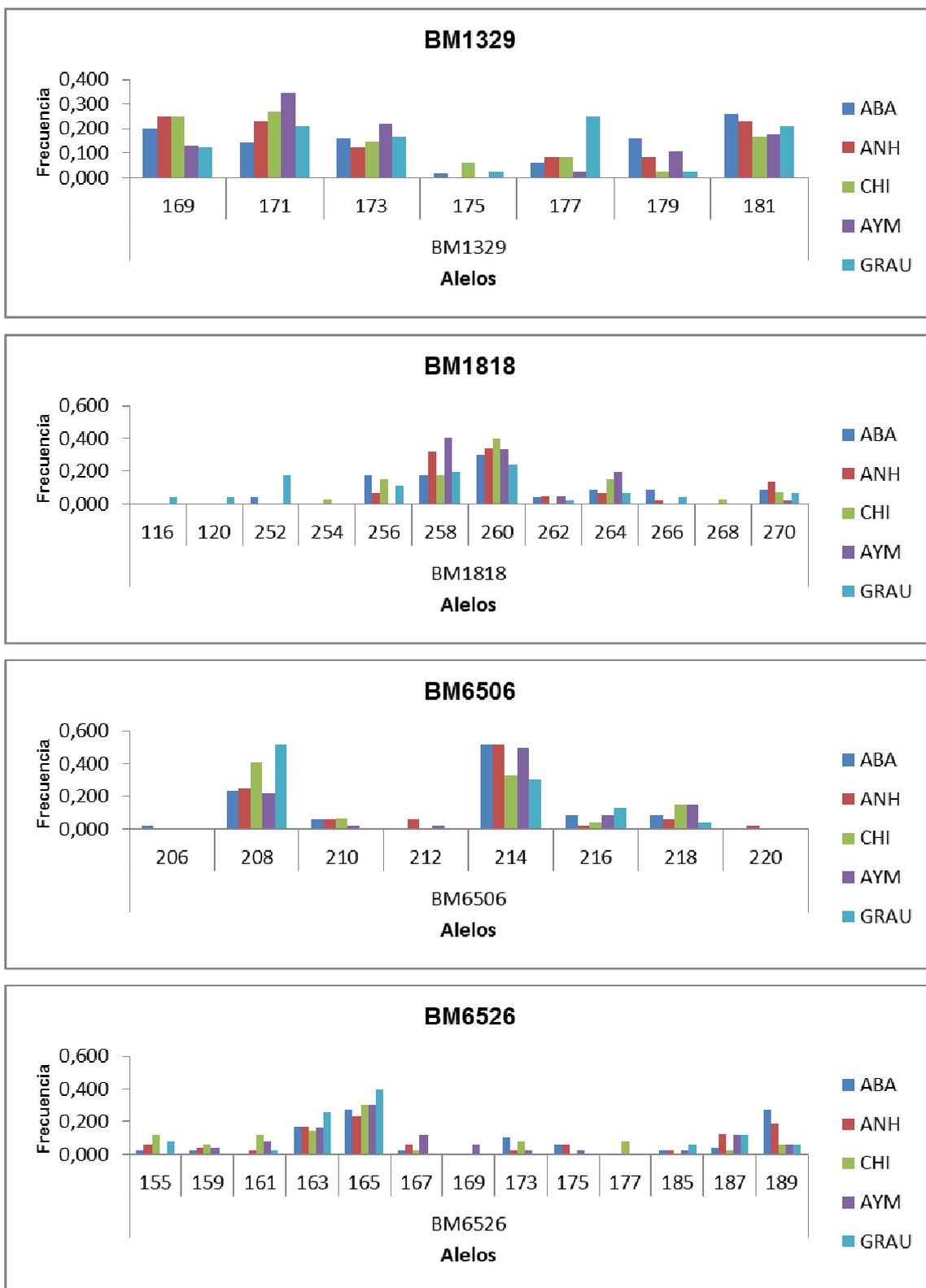


Figura 11.1. Histogramas de las frecuencias alélicas de los 29 microsatélites en la cabra apurimeña por subpoblaciones (Abancay [ABA]; Andahuaylas [ANH]; Chincheros [CHI]; Aymaraes [AYM] y Grau).

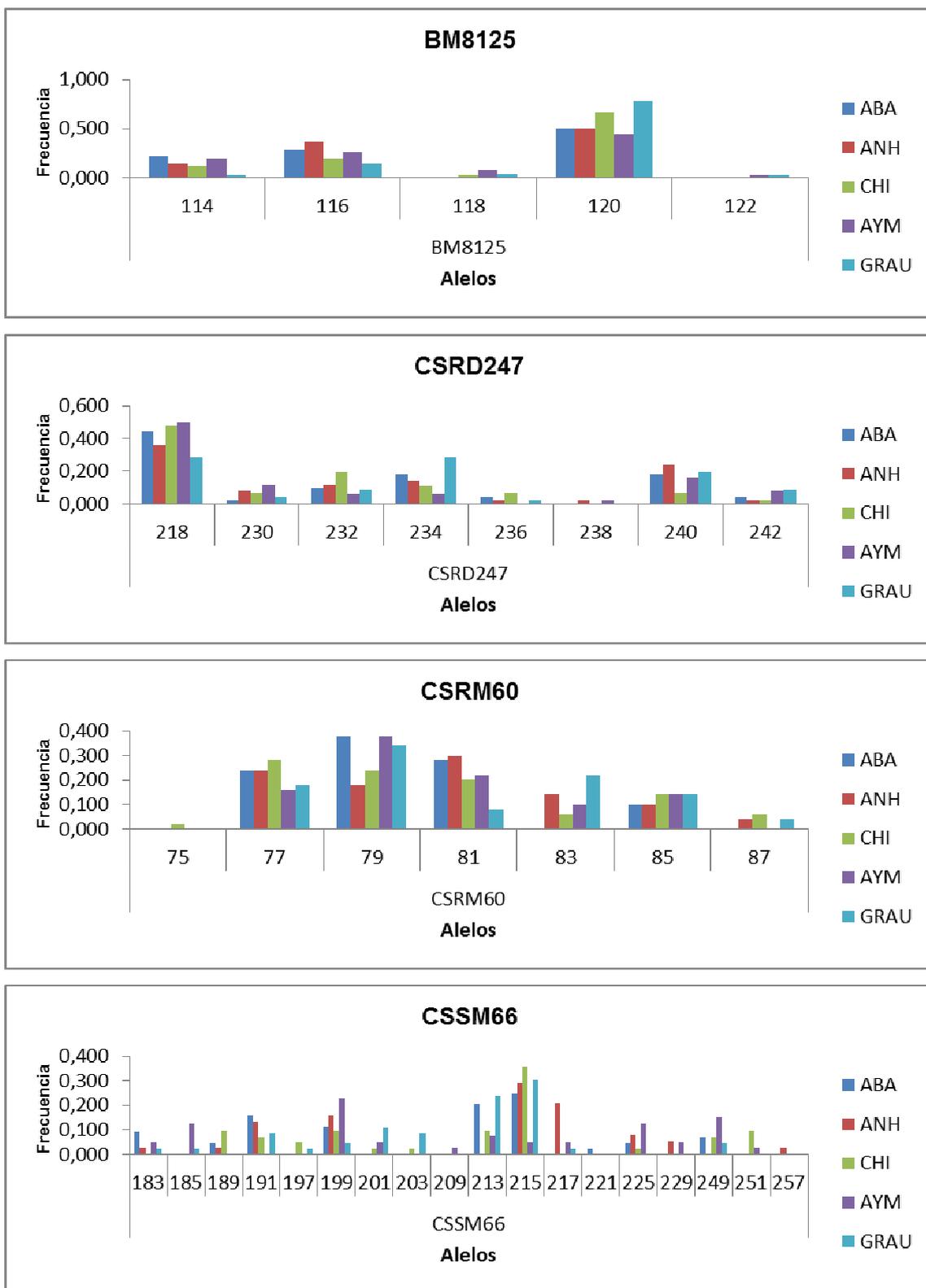


Figura 11.2. Histogramas de las frecuencias alélicas de los 29 microsatélites en la cabra apurimeña por subpoblaciones (Abancay [ABA]; Andahuaylas [ANH]; Chincheros [CHI]; Aymaraes [AYM] y Grau).

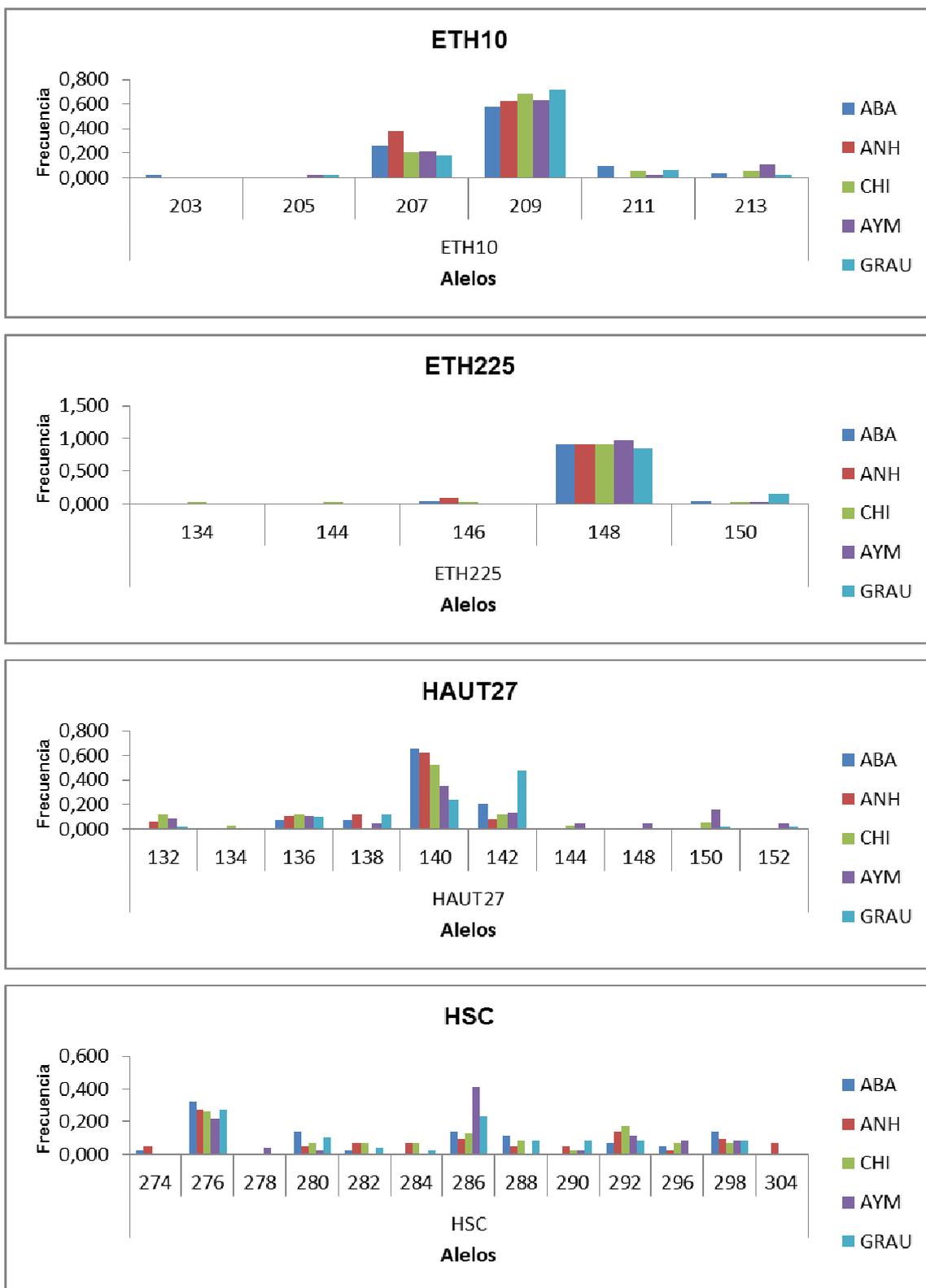


Figura 11.3. Histogramas de las frecuencias alélicas de los 29 microsatélites en la cabra apurimeña por subpoblaciones (Abancay [ABA]; Andahuaylas [ANH]; Chincheros [CHI]; Aymaraes [AYM] y Grau).

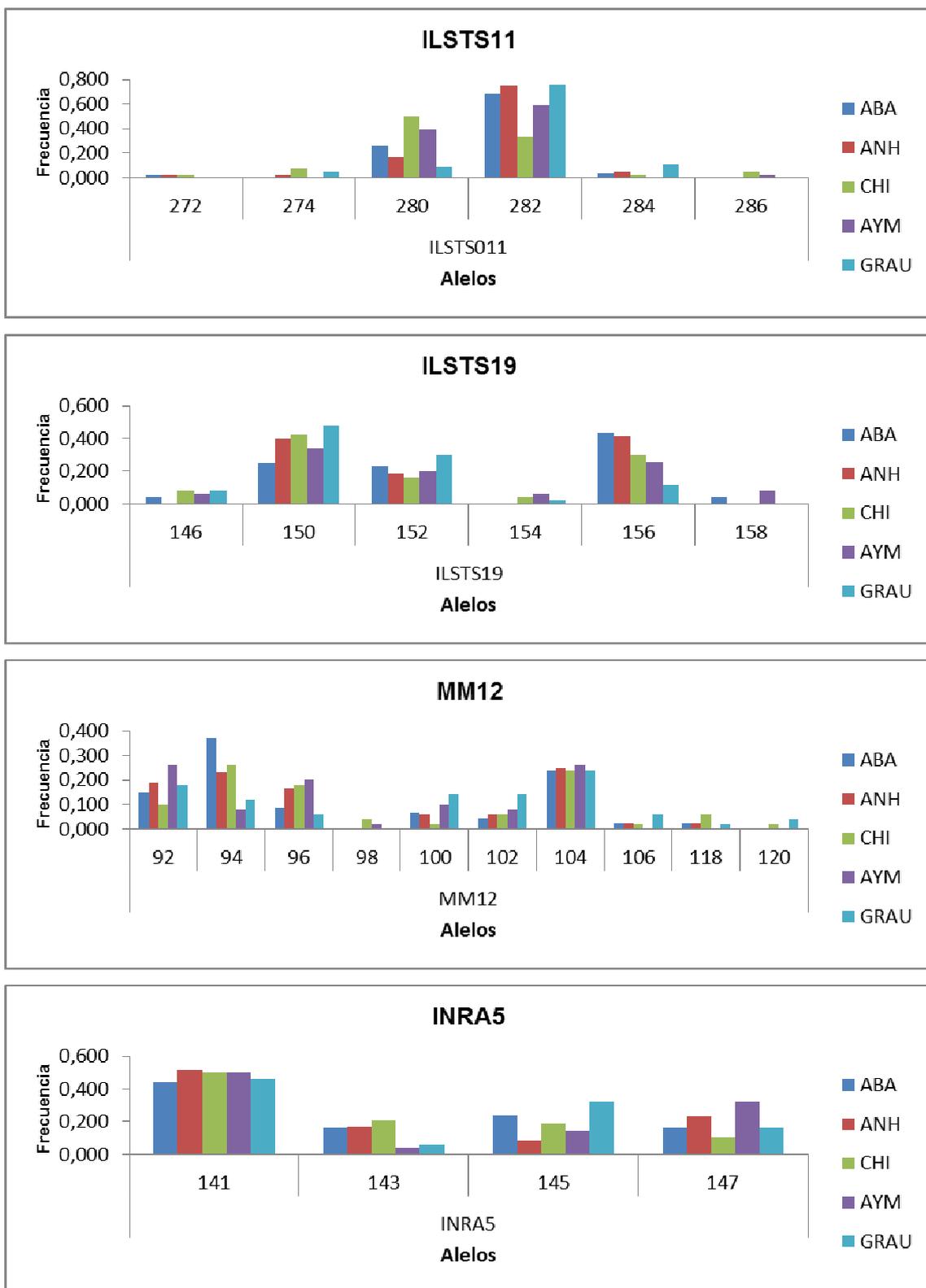


Figura 11.4. Histogramas de las frecuencias alélicas de los 29 microsatélites en la cabra apurimeña por subpoblaciones (Abancay [ABA]; Andahuaylas [ANH]; Chincheros [CHI]; Aymaraes [AYM] y Grau).

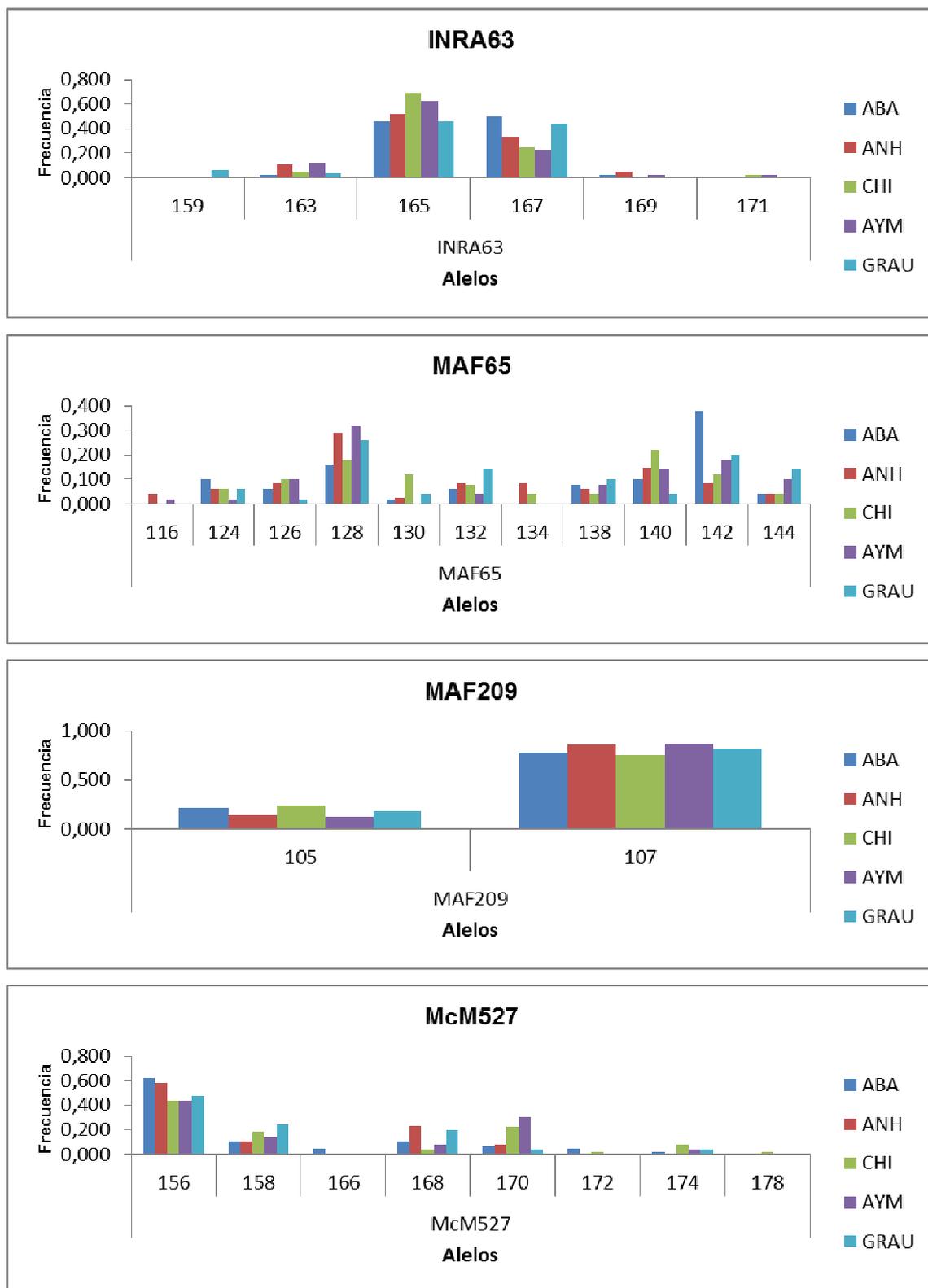


Figura 11.5. Histogramas de las frecuencias alélicas de los 29 microsatélites en la cabra apurimeña por subpoblaciones (Abancay [ABA]; Andahuaylas [ANH]; Chincheros [CHI]; Aymaraes [AYM] y Grau).

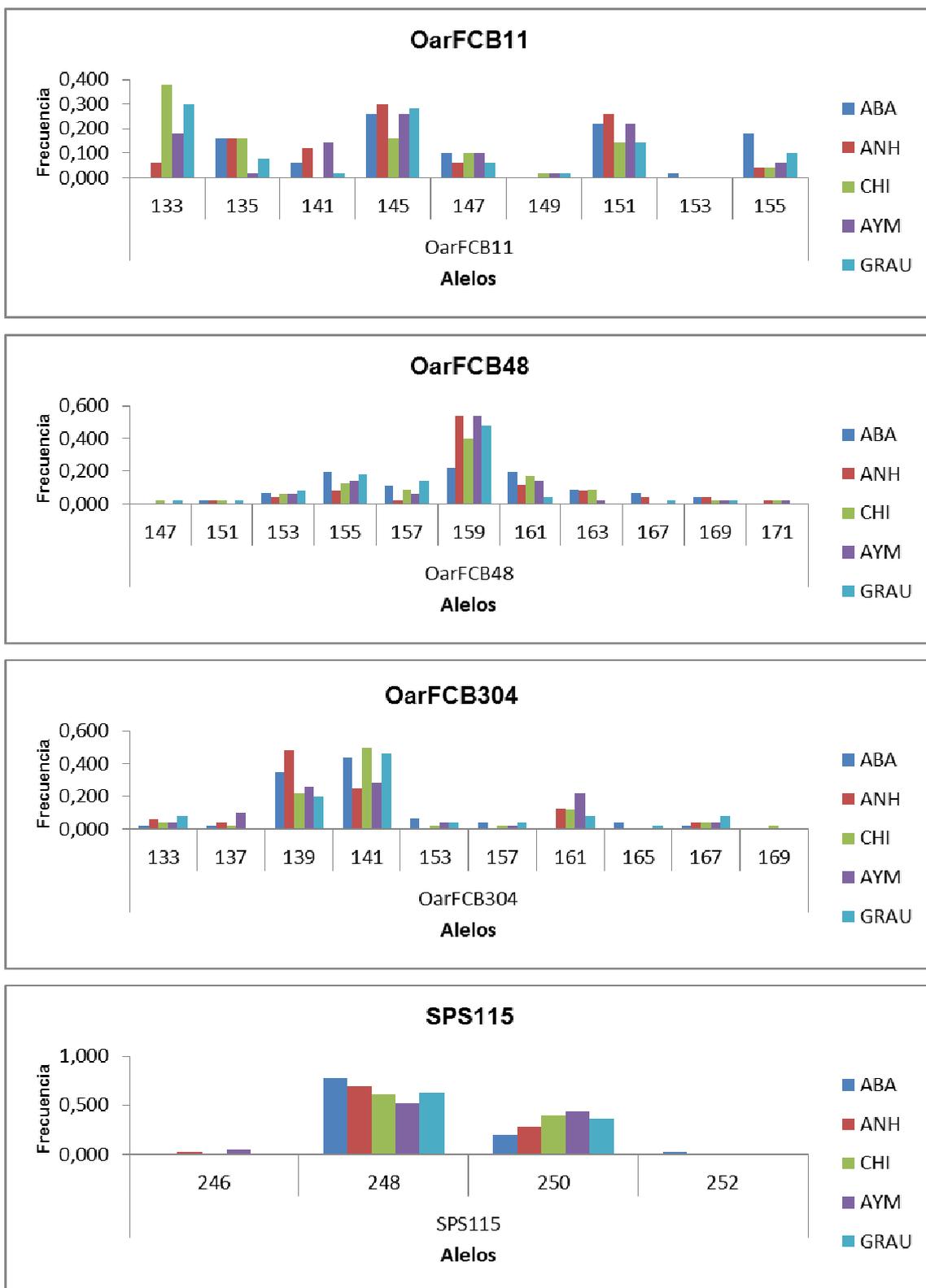


Figura 11.6. Histogramas de las frecuencias alélicas de los 29 microsatélites en la cabra apurimeña por subpoblaciones (Abancay [ABA]; Andahuaylas [ANH]; Chincheros [CHI]; Aymaraes [AYM] y Grau).

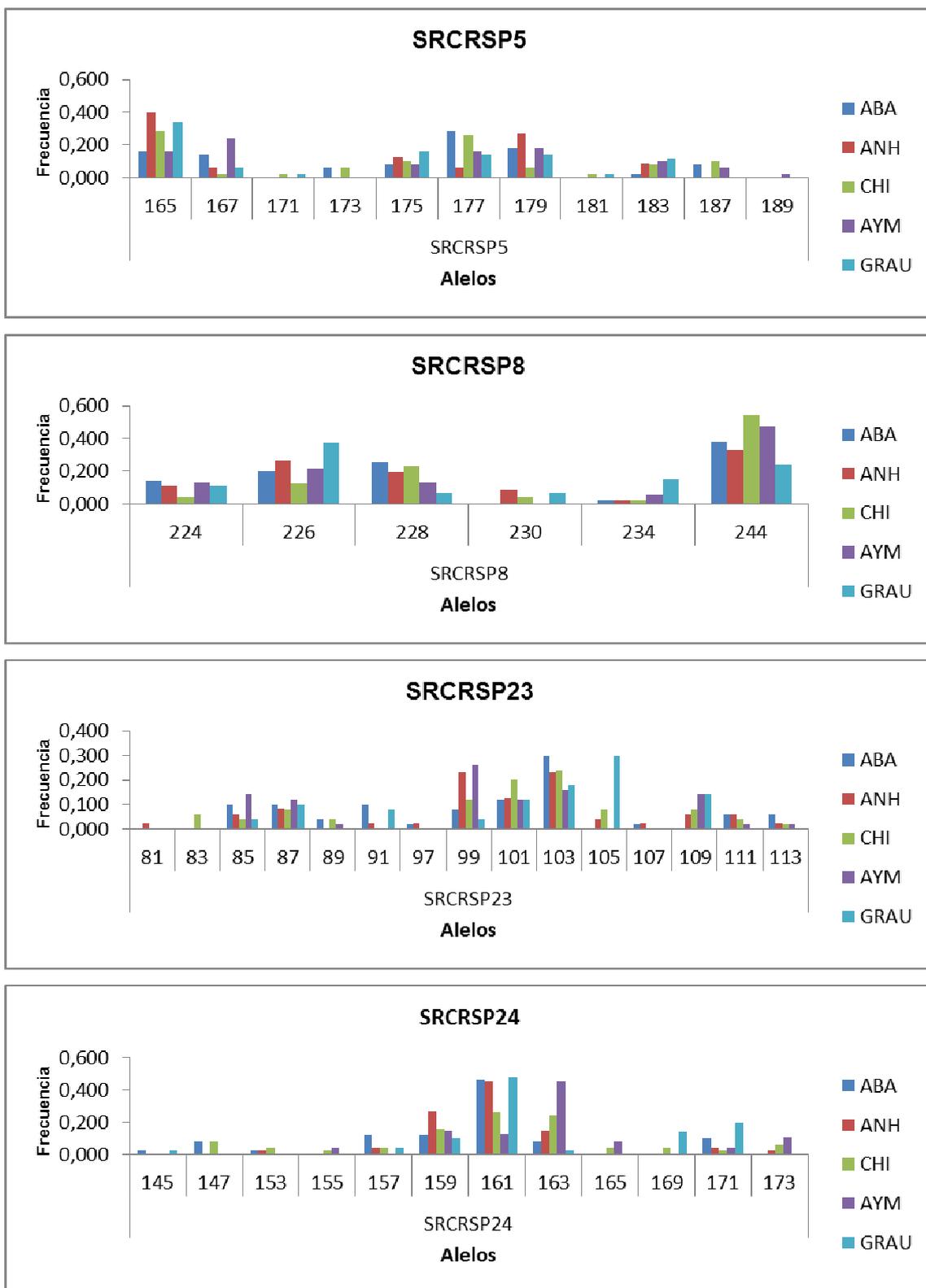


Figura 11.7. Histogramas de las frecuencias alélicas de los 29 microsatélites en la cabra apurimeña por subpoblaciones (Abancay [ABA]; Andahuaylas [ANH]; Chincheros [CHI]; Aymaraes [AYM] y Grau).

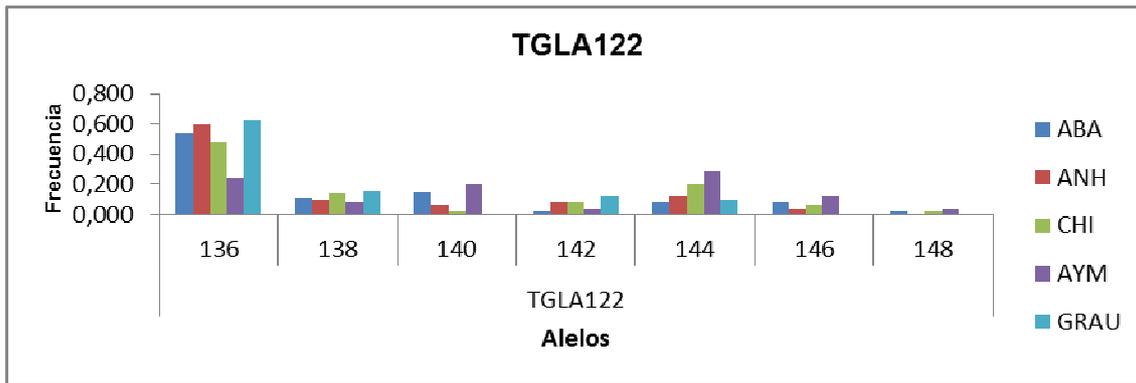


Figura 11.8. Histogramas de las frecuencias alélicas de los 29 microsatélites en la cabra apurimeña por subpoblaciones (Abancay [ABA]; Andahuaylas [ANH]; Chincheros [CHI]; Aymaraes [AYM] y Grau).