



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela para Graduados



CARACTERIZACIÓN DE CAPRINOS CRIOLLOS DEL
NOROESTE DE CÓRDOBA MEDIANTE EL USO DE
CARACTERES MORFOESTRUCTURALES
Y POLIMORFISMOS PROTEÍNICOS.
SU RELACIÓN CON APTITUD PRODUCTIVA.

Maria Cristina Viviana Deza

Tesis

Para optar al Grado Académico de
Magíster en Ciencias Agropecuarias
Mención: Producción Animal

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Córdoba, 2007

**CARACTERIZACIÓN DE CAPRINOS CRIOLLOS DEL NOROESTE DE
CÓRDOBA MEDIANTE EL USO DE CARACTERES MORFOESTRUCTURALES
Y POLIMORFISMOS PROTEÍNICOS.
SU RELACIÓN CON APTITUD PRODUCTIVA.**

Maria Cristina Viviana Deza

Comisión Asesora de Tesis de Maestría

Director: Ing. Agr. (M.Cs.) Carlos Fernando BARIOGLIO

Asesores: Dra. Susana RUBIALES

Dra. Cristina Noemí GARDENAL

Tribunal Examinador de Tesis

Dra. Cristina Noemí GARDENAL

Ing. Agr. (M.Cs.) Ricardo CONSIGLI

Ing. Agr. (M.Cs.) Marcelo DE LEON

Presentación formal académica : 20 de Junio de 2007

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Universidad Nacional de Córdoba

Agradecimientos

A mi director de tesis, Ing. Agr. (M.Cs) Carlos Barioglio amigo del alma, quien confió en mí y me permitió los tiempos que necesitaba.

A las Dras Noemí Gardenal y Susana Rubiales, asesoras y amigas a quienes valoro por sus méritos académicos y humanos, y quienes generosamente compartieron sus saberes.

A las Dras Gabriela Pérez, y María del Pilar Díaz, cuya compañía, apoyo y conocimientos me animaron a iniciar y terminar la tesis y a quienes estaré siempre agradecida.

A las Med Vet. Laura Varela, Biol. Martha Villar, Ings. Agrs. Cecilia Pen y Cristina Bonardi que me ayudaron permanentemente a campo y en la preparación de las muestras de sangre compartiendo pocos medios y mucho espíritu de colaboración y turismo.

A mi mamá, que siempre me estimuló al perfeccionamiento constante.

A mi marido, al que amo y admiro profundamente y que es mi apoyo permanente.

A mis hijos, que le dan sentido y valor a todo lo que hago.

A mis hermanos que se hicieron un tiempo para ayudarme a revisar y ordenar la tesis, mostrando su cariño y unión permanente.

A los productores Jorge Luna, Marcelo Bianchi y Chichí Martines, Felisa Gonzales, Sra Ortega, Daniel Lastra, y al Sr. Rodríguez, que me permitieron el acceso a sus establecimientos, a sus animales y me agasajaron con sus mejores comidas, sus mates con pan caseero y sus conocimientos para hacer mas significativo el estudio de las poblaciones caprinas del noroeste de Córdoba.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, mi segundo hogar, que me dio la oportunidad de formarme y un espacio para mi crecimiento profesional y personal.

A la SECyT, que apoyó económicamente las investigaciones.

A quienes encuentren en esta tesis elementos útiles para su perfeccionamiento y desarrollo profesional.

A mis amigas/os y compañeras/os, que siempre me alentaron y apoyaron y a todos los que en su momento sumaron su granito de arena con sus conocimientos, sus palabras de aliento, y sus críticas constructivas.

A Dios nuestro señor y a la Virgen María, en quienes tengo depositada mi fe y de quienes recibo a diario la gracia de su protección.



*A mi esposo Gabriel.
A mis hijos Raúl, Fernando, Gustavo,
Federico, Santiago y Carolina.
A mi mamá y hermanos.*

Resumen

Los caprinos criollos del nor oeste de Córdoba, criados en ambientes agroecológicamente limitantes, representan un material genético valioso para pequeños productores por mejorar la dieta y calidad de vida de la familia. Estos animales que muestran una gran variabilidad policrómica y polimórfica, aún no han sido caracterizados morfológica ni productivamente. Cualquier acción en el campo de la mejora genética requiere del conocimiento de la estructura genética de la población a evaluar. La caracterización es el primer paso para avanzar en el mejoramiento de la biodiversidad productiva. Por tal motivo se estudiaron 225 cabras adultas, provenientes de 7 poblaciones representativas de sistemas tradicionales, utilizando como testigos dos poblaciones de razas puras (Anglo Nubian y Saanen). En todas las poblaciones se efectuaron simultáneamente estudios de variables morfométricas cuantitativas (15), variables fenotípicas cualitativas (11) y marcadores sanguíneos (14) con el objeto de caracterizar el ganado caprino criollo del noroeste de Córdoba. La aptitud productiva se evaluó teniendo en cuenta el desarrollo mamario y la apreciación del productor aceptando 3 modalidades (carne, leche y doble propósito). Se utilizaron distintas técnicas de análisis estadístico según la naturaleza de las variables, medidas (cuantitativas), observadas (cualitativas) y obtenidas (polimorfismos). Los estudios morfométricos no permitieron diferenciar con precisión aceptable las 7 poblaciones criollas cuando se compararon entre sí. Solo la asociación de los hatos criollos en una sola población mayor permitió lograr una tasa de asignación correcta global superior al 91,55% que permite discriminar satisfactoriamente a las criollas de las razas Saanen y Anglo Nubian utilizadas como testigos. El análisis de caracteres cualitativos permitió confirmar la similitud de las poblaciones caprinas criollas entre sí y su diferencia con las razas puras. Los caracteres que resultaron altamente discriminantes son los relacionados a perfil cefálico, tipo y largo de orejas, tipo y presencia de cuernos. Los polimorfismos sanguíneos no resultaron discriminantes para las tres poblaciones en estudio por lo que no permiten caracterizar las mismas. La alta variabilidad productiva observada en los caprinos criollos permite inferir que es posible seleccionar como pié de cría animales de mayor productividad adaptados a los ambientes áridos del noroeste de Córdoba.

Palabras Clave: discriminación, cabras criollas, aptitud productiva, variabilidad fenotípica y genotípica, análisis multi-variado.

Abstract

The Creole goats of the North West of Cordoba, bred in limiting environments, are a valuable genetic material to improve the small goat breeder's diet and quality of life. These animals exhibit great polychromic and polymorphic variability which has yet to be characterized.. Any action taken in the field of genetic improvement requires knowledge of the genetic structure of the population to be assessed. Characterization is the first step to improve productive biodiversity. To this aim 225 adult goats from 7 representative populations of traditional systems were studied and compared to two pure breed populations (Anglo Nubian y Saanen). Simultaneous studies of quantitative morphometric variables (15), qualitative variables (11) and blood markers (14) were carried out to characterize the Creole goats from the North West of Cordoba. Productive aptitude was evaluated taking into account udder development and producer assessment within 3 types (meat, milk and double purpose). Different statistical analysis techniques were used: qualitative, quantitative and polymorphisms. Morphometric studies did not accurately differentiate the 7 Creole populations themselves. The association in one bigger Creole population allowed for a correct global assignation (over 91.55%) that enabled satisfactory discrimination from the control breeds Saanen and Anglo Nubian. Qualitative analysis confirmed Creole goat populations are themselves similar but different from pure breeds. The highly discriminating characters were those related to cephalic profile, ear type and length, horn type and presence. Blood polymorphisms were not discriminating for the Creole nor the control populations, thus they do not serve the purpose of characterizing the populations. The high productive variability observed in Creole goats accounts for the selection as breeding goats of those best adapted to the arid North West of Cordoba region.

Keywords: discrimination, Creole goats, productive aptitude, phenotype and genotype variability, multi-varying analysis

TABLA DE CONTENIDOS

Agradecimientos	iii
Resumen	v
Palabras Clave:	v
Abstract	vi
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES GENERALES Y ENFOQUE DEL ESTUDIO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CARACTERÍSTICAS DE AMBIENTES LIMITANTES.....	5
POTENCIALIDAD PRODUCTIVA DEL CAPRINO.....	5
ORIGEN.....	6
CARACTERES MORFOESTRUCTURALES Y SU TRATAMIENTO	13
POLIMORFISMOS EN PROTEÍNAS	17
PROBLEMA.....	21
HIPÓTESIS	21
OBJETIVOS	21
Generales.....	21
Específicos	21
CAPÍTULO 2: MATERIAL Y MÉTODOS	22
ÁREA DE ESTUDIO	22
ANIMALES.....	23
PARÁMETROS MORFOESTRUCTURALES	24
Caracteres cuantitativos.....	24
Caracteres cualitativos.....	26
POLIMORFISMOS PROTEICOS	27
TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN	29
PARÁMETROS MORFOESTRUCTURALES CUANTITATIVOS.....	29
Etapa reductiva y exploratoria	30
Etapa predictiva o confirmatoria.....	32
MORFOESTRUCTURA CUALITATIVA	33
APTITUD PRODUCTIVA	35
TRATAMIENTO DEL POLIMORFISMO SANGUÍNEO	35
CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
MORFOESTRUCTURA CUANTITATIVA.....	38
Análisis discriminante de caracteres cuantitativos	42
Resultados de variables cuantitativas basado en nueve poblaciones..	42
Resultados variables cuantitativas en siete poblaciones criollas.....	43
Resultados variables cuantitativas en tres poblaciones (Criolla, Anglo	
Nubian y Saanen)	44
CARACTERES MORFOESTRUCTURALES CUALITATIVOS	46
Análisis multivariado de variables cualitativas	53

CARACTERIZACIÓN POR APTITUD PRODUCTIVA.....	57
Influencia de las distintas razas en la constitución de hatos del Noroeste de Córdoba	59
POLIMORFISMOS PROTEÍNICOS	60
Análisis de polimorfismos	60
En eritrocitos	64
En plasma.....	67
Comparación entre poblaciones.....	68
CAPITULO 4: CONCLUSIONES	74
Conclusiones parciales: morfoestructura cuantitativa . ¡Error! Marcador no definido.	
Conclusiones parciales: morfoestructura cualitativa ... ¡Error! Marcador no definido.	
Conclusiones: Aptitud productiva y caracteres asociados	¡Error! Marcador no definido.
Conclusiones: polimorfismos proteínicos	75
BIBLIOGRAFÍA.....	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Representación gráfica de las características morfoestructurales cuantitativas evaluadas en caprinos	24
Figura 3.1	Representación Gráfica mediante diagrama de dispersión de funciones canónicas de tres poblaciones caprinas	45
Figura 3.2a	Tipo de perfil en caprinos Criollos del NO	49
Figura 3.2b	Tipo de perfil en tres poblaciones caprinas	49
Figura 3.3a	Tamaño de orejas en caprinos Criollos del NO	50
Figura 3.3b	Tamaño de orejas en tres poblaciones caprinas	50
Figura 3.4	Dirección de orejas en caprinos Criollos del Noroeste de Córdoba	50
Figura 3.5	Tipo de cuernos en caprinos Criollos del Noroeste de Córdoba	51
Figura 3.6	Dirección de orejas en caprinos Criollos del Noroeste de Córdoba	51
Figura 3.7a	Tipo de hueso en caprinos Criollos del NO	52
Figura 3.7b	Tipo de hueso en tres poblaciones caprinas	52
Figura 3.8a	Aptitud productiva en caprinos Criollos del NO	53
Figura 3.8b	Aptitud productiva en tres poblaciones caprinas	53
Figura 3.9	Imagen global de las nueve poblaciones (siete Criollas del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen) en función de los componentes principales surgidos del análisis de correspondencias	54
Figura 3.10	Imagen global de las nueve poblaciones (siete Criollas del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen) en función de los componentes	55

principales surgidos del análisis de correspondencias

Figura 3.11	Dendograma en base a caracteres cualitativos para la población Criolla del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen	56
Figura 3.12	Aptitud productiva en cabras Criolla del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen, expresado en frecuencias absolutas	57
Figura 3.13	Perímetro torácico en cabras Criolla del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen, expresado en frecuencias absolutas	58
Figura 3.14	Representación esquemática de los loci que resultaron polimorficos en las cabras Criollas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen	64
Figura 3.15	Fenograma construido según el procedimiento UPGMA en base a los valores de distancia genética de Nei, sobre las nueve poblaciones caprinas (Criollas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen)	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Métodos de separación de proteínas sanguíneas de cabras criollas	28
Tabla 3.1	Caracteres morfoestructurales en siete poblaciones criollas del noroeste de Córdoba	38
Tabla 3.2	Caracteres morfoestructurales en tres poblaciones caprinas (Criollas del noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen)	39
Tabla 3.3	Caracteres morfoestructurales de cabras Criollas de distintas regiones de Argentina obtenidas por distintos autores	40
Tabla 3.4	Tasa de asignación correcta en porcentaje para cada una de las siete poblaciones criollas del NO de Córdoba	43
Tabla 3.5	Variables seleccionadas por Stepwise para tres poblaciones caprinas	44
Tabla 3.6	Tasa de asignación correcta en porcentaje para tres poblaciones caprinas	45
Tabla 3.7	Caracteres morfológicos cualitativos en caprinos Criollos de diferentes regiones del Noroeste de Cba	47
Tabla 3.8	Caracteres morfológicos cualitativos en caprinos Criollos del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen	48
Tabla 3.9	Denominación de las poblaciones según los distintos métodos de estudio utilizados	60
Tabla 3.10	Frecuencias genotípicas observadas en los loci que resultaron polimorficos en las poblaciones caprinas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen	61
Tabla 3.11	Frecuencias genotípicas observadas en los loci que resultaron polimorficos en las poblaciones caprinas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen	62
Tabla 3.12	Test de chi-cuadrado para la comparación de frecuencias alélicas entre las nueve poblaciones de cabras	69
Tabla 3.13	Variabilidad genética en las nueve poblaciones caprinas (Criollas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen)	70
Tabla 3.14	Matriz de coeficientes de distancia genética (debajo) e identidad (arriba de la diagonal) según Nei, 1972 en las nueve poblaciones caprinas (Criollas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen)	71

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES GENERALES Y ENFOQUE DEL ESTUDIO

“Bajo el término criollo solemos encontrar una gran diversidad genética en la forma de múltiples razas y poblaciones que aún hoy no han sido caracterizadas de acuerdo a criterios científicos modernos” (Delgado, 2000). La caracterización es el primer paso para avanzar en el mantenimiento y mejoramiento de la biodiversidad productiva y sustentable.

INTRODUCCIÓN

Los recursos ganaderos son un componente importante de la seguridad alimentaria en la mayor parte de los países en desarrollo en los que contribuyen de manera importante en el Producto Bruto Interno (P.B.I.), a la vez que sirven de alimento, abrigo, energía, fertilizante, ahorros y valor cultural (Cardellino, 2003).

La estructura genética de las poblaciones y su divergencia tienen un enorme interés en cuanto a la conservación de las especies ganaderas. Además, la caracterización de las poblaciones puede tener utilidad dentro de la producción animal, mediante cruzamientos de poblaciones alejadas que permiten obtener mayor vigor híbrido (Calvo y col., 2000). En la actualidad también se considera este tipo de estudios en proyectos que buscan reservorios genéticos para caracteres de adaptación a enfermedades, resistencia a la sequía o a ambientes limitantes y aquellos proyectos vinculados a sistemas productivos que permitan obtener certificación de productos con denominación de origen (Sherstha, 2005).

La estrecha relación entre los pueblos de la península ibérica y los de América Latina llega hasta la existencia de claras relaciones filogenéticas entre las razas de animales domésticos de uno y otro lado del Atlántico y entre los sistemas de cría aplicados en ambas orillas, al menos en lo referente a las razas autóctonas y criollas y sus sistemas tradicionales de explotación (Delgado, 2000).

Estos animales, ligados por siglos a los ambientes ecológicamente limitantes en que se desenvuelven, son los más apropiados para aportar al desarrollo económico sostenido y sostenible de la región, asegurando el arraigo de los pueblos a su tierra, evitando la implan-

tación de sistemas foráneos (generalmente muy agresivos con el medio) y exigentes de altas tecnologías importadas.

La magnitud de la importancia que ha adquirido la caracterización de los recursos zoogenéticos se evidencia en la constitución de una red iberoamericana de conservación de la biodiversidad de los animales domésticos locales para el desarrollo rural sostenible, al que Argentina ha adherido (Delgado, 2000). Los países miembros han solicitado que ésta desarrolle e implemente una estrategia mundial para la gestión de los recursos zoogenéticos, lo cual involucra, como primer paso, su caracterización y censo (Cardellino, 2003). Para ello se deberán realizar estudios que permitan obtener una descripción integral (Rodero y Herrera 2000; Hernández y col., 2002).

La cabra es, junto con el perro, el animal doméstico que acompaña al hombre desde hace más de 10 mil años (Agraz García, 1981).

Desde el inicio de la humanidad hasta nuestros días, la cabra ha constituido una de las especies domésticas más importantes para el hombre, como fuente de alimento (carne y leche), para su vestimenta (pelos y pieles), y para el control de las malezas, siendo además productora de abono orgánico de alta calidad (Boza, 1990).

De las cabras se obtiene el 3,62 % de la carne total mundial, así como el 10,3 % de la leche y el 13,4 % de las pieles (Morand Fehr y Boyazoglu, 1999). Gran parte de la producción la consume el propio criador, por lo que las cabras juegan un papel importante en la subsistencia de las comunidades, siendo su aporte mayor que el del ganado bovino u ovino (Agraz García, 1981; Arbiza Aguirre, 1986). FAO (2000) ha estimado que la demanda de carne se duplicará en 30 años y que la de leche crecerá a más del doble en el mismo período. No obstante ello, los recursos genéticos adaptados a distintos ambientes están desapareciendo rápidamente en todo el mundo.

El análisis de los sistemas de producción permite apreciar la diversidad de sus modalidades técnicas y sociales, pero también la gran aptitud de los caprinos para integrarse a esquemas de evolución diversos.

La cabra posee un espectro extraordinariamente amplio de recursos para adaptarse a distintos medios, estando presente en los dos extremos de la agricultura, aunque es más

frecuente encontrarla en áreas donde constituye, en ocasiones, la única fuente de carne y leche para el hombre (Devendra y Mc Leroy, 1986; Boza, 1990).

Según Sinn (1999), los rumiantes pequeños como ovinos y caprinos son una fuente valiosa de producción de alimentos, fibras y otros productos, especialmente para las comunidades con limitado acceso a la tierra y particularmente para ser criados por la mujer en el ámbito del sector rural. Para Boza (1990) el objetivo general de la explotación caprina en zonas áridas es contribuir a revalorizar dichas áreas, mediante la potenciación de sistemas pastoriles que permitan lograr sucesiones ecológicas de mayor productividad y estabilidad a través del manejo de la vegetación y el ganado.

Distintos autores (Arbiza Aguirre, 1986; Boza, 1990; Sinn y col., 1999) estiman que las cabras y las ovejas son la mejor elección entre los sistemas ganaderos de producción familiar y contribuyen a la fijación de la población en áreas marginales por las siguientes razones:

- Obtienen su alimento de una amplia variedad de hierbas, arbustos y árboles, residuos de cosecha y residuos de elaboración de alimentos. Esto se debe a que su hábito de pastoreo-ramoneo-broseo le permite optar por distintas fracciones del alimento en distintas etapas de año, lo que sumado a la movilidad del labio y el tamaño de la boca, las capacita para el consumo de alimentos que pueden estar limitados para otras especies (Boza, 1990; Sinn y col., 1999).
- Los caprinos tienen bacterias ruminales más variadas, estables y en mayor concentración, que les permiten lograr una mayor fermentación en el rumen. Esto sumado a un mayor consumo, una acción de masticación y rumia más completa, con abundante insalivación y un mayor pasaje del alimento por el sistema digestivo, explican esta capacidad de los caprinos para aprovechar alimentos ricos en fibra (Corey, 1993; Boza López, 1999).
- Tienen además tamaño pequeño, por lo que requieren menos alimento por animal. Esto es importante en áreas donde los recursos forrajeros o alimenticios son escasos (Loosli, 1984).
- Las cabras tienen un intervalo generacional corto, ya que su madurez sexual ocurre a los 6 meses aproximadamente y pueden tener alta prolificidad o partos múltiples, que pueden dar como resultado 2,1–3,3 crías por cabra por año con buen manejo (Loosli, 1984).

- En climas áridos, bajo condiciones ambientales extremas, muestran mejor adaptación que otros rumiantes domésticos, debido a su bajo recambio hídrico (Haffes, 1968) que permite resistir la deshidratación (Devendra y Mc Leroy, 1986). Incluso pueden sobrevivir tomando agua con concentraciones salinas superiores al 1% (Mount, 1974; Boza, 1990). Pueden soportar temperaturas elevadas (French, 1970; Raggi y Boza, 1986; Boza, 1990) y tienen un reciclaje de nitrógeno endógeno muy alto con escasa eliminación de urea por orina (Boza 1990; Gonzáles y col., 1990).

Todas estas ventajas biológicas confieren a los caprinos, adaptados a estos ambientes, una capacidad de sobrevivida excepcional a las condiciones agro-ecológicamente limitantes en las que se desarrollan.

Directamente relacionadas a las ventajas biológicas están las económicas y sociales. Así la combinación de madurez temprana, gestación corta y alta prolificidad resultan en una alta producción de chivitos por año (Fitzhugh y col., 1987), lo que sumado a una menor inversión inicial resulta en una mayor expectativa de rentabilidad que con otras actividades productivas como bovinos.

En definitiva, la habilidad de los caprinos para utilizar una amplia variedad de ambientes y el hecho de que representen menores inversiones y mayor producción potencial, comparado con la producción bovina, hacen de ellos un buen recurso para el desarrollo de ambientes agroecológicos y productivos limitantes, como los del noroeste de Córdoba, Argentina.

Distintos programas nacionales (Müeller, 2003), provinciales (Devandi 2001; Maggi y col., 2003; Programa Caprino Nacional, de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesa y Alimentos de la Nación, 2006) que involucran proyectos de investigación y extensión promueven la actividad caprina, transformándola en una importante alternativa de producción para pequeños productores de áreas no agrícolas. La potencialidad productiva de estos animales y el valor biológico de sus productos han determinado que se constituya en una de las bases del desarrollo regional del NO de Córdoba.

CARACTERÍSTICAS DE AMBIENTES LIMITANTES

Los caprinos tienen capacidad de adaptarse y producir en ambientes muy variados, pero es en los ambientes áridos y semiáridos donde manifiestan su verdadero potencial, transformando los montes y malezas en productos de alto valor biológico.

El clima es el factor determinante de las características de los ecosistemas limitantes. Argentina tiene dos tercios de su territorio comprendidos dentro de los ambientes árido y semiárido (SAGYP-CFA, 1995), por lo que es importante diseñar estrategias apropiadas para su desarrollo productivo y económico.

Unido al clima se suma el relieve, por lo general con una orografía marcada que impone un perfil edáfico muy frágil y menos desarrollado que en otras regiones de mejor aptitud agrícola y/o ganadera.

La vegetación típica de estos ambientes se caracteriza por la abundancia de especies ricas en componentes lignocelulósicos de escaso valor nutritivo, cuyo aprovechamiento queda limitado a los rumiantes, particularmente a la cabra, por su hábito ramoneador y marcada preferencia por la vegetación leñosa (Boza, 1990).

La cría de caprinos es, en muchos casos, la única actividad posible en los pastizales naturales marginales y montes arbustivos y arbóreos, dejando escaso margen para la diversificación y reconversión productiva (Müeller, 1994). Por ello el INTA lleva a cabo, conjuntamente con la FAO, un proyecto de caracterización y gestión de los recursos zoogenéticos de rumiantes menores en Argentina para su protección y valorización en la sustentabilidad de sistemas de producción de subsistencia.

POTENCIALIDAD PRODUCTIVA DEL CAPRINO

El potencial genético de la cabra está limitado por el ambiente climático, salud, estado nutricional y sistema de manejo impuesto por el hombre (Foote, 1990).

El manejo de los factores climáticos (tales como el fotoperíodo, temperatura y precipitación) en las zonas áridas puede centrarse sobre los patrones de producción de alimento, que por lo general se diferencian en períodos húmedos y secos. Una estrategia básica para optimizar el desempeño reproductivo y de producción de chivitos es hacer coincidir la

demanda nutricional con las curvas de producción anual de pastos (Foote, 1990). En estas condiciones de oferta forrajera restringida, los animales criollos son los que muestran mejor comportamiento debido a su adaptación (Müeller, 2004).

El desempeño reproductivo, condicionante del desempeño productivo, puede incrementarse por cruzamiento, incluyendo razas foráneas. No obstante, estos índices también pueden mejorarse a través de adecuación de prácticas de manejo del pastoreo (Foote, 1990), o por selección genética sin que signifiquen incrementos significativos en los costos de producción.

Los sistemas de cría caprina en estos ambientes son de tipo extensivo, más ligados a estrategias de autoconsumo que a producción, siendo las primeras poco dependientes de insumos externos. El producto principal es la obtención de “Chivitos mamones” pero la falta de manejo y tecnología apropiada redundan en una baja eficiencia productiva. La falta de mercados transparentes contribuye a que el producto presente fallas de calidad y terminación lo que finalmente resulta en un bajo precio pagado al productor (Maubecín, 1990; Deza y Arias, 2005).

Para el productor, lo importante es maximizar el retorno monetario del rebaño. En situaciones agroecológicas y económicas limitantes es económicamente más importante y sustentable la producción que optimice la utilización de los recursos disponibles. Los productores prefieren minimizar los costos y reducir los riesgos, antes que maximizar el ingreso en base a mayores inversiones, más aún si la comercialización de los productos es inestable. Bajo estas circunstancias, los animales criollos muestran una excelente adaptación a dichos sistemas permitiendo, además, el mantenimiento de los patrones culturales de las poblaciones involucradas (Holst, 1999).

ORIGEN

El ganado caprino presente en Latinoamérica exhibe alta variabilidad fenotípica (polimórfica y policrómica), por lo que resultaría difícil de describir. Dichos animales, producto de la introducción de ganado en pie durante la época de la conquista primero y de sucesivas introducciones después, estuvo sometido a cientos de años de crianza no contro-

lada en ambientes generalmente marginales (Maubecín, 1990). La selección natural fue modelando su estructura y adaptándolos al riguroso escenario del Chaco Árido de Argentina, hasta lograr la extraordinaria rusticidad de la que hace gala el actual “Pie de cría Criollo” (De Gea, 2001).

Con respecto a los genotipos locales, no se han encontrado en América indicios anteriores a la colonización. Los caprinos fueron introducidos en nuestro continente durante la Conquista provenientes de Europa, aunque se supone que también se introdujeron animales provenientes de África, que se intercambiaban en los distintos puertos durante la colonización (Shapiro y Barahona, 1997).

Desde que se iniciaron las corrientes colonizadoras y por más de 500 años, los caprinos introducidos en América han estado sujetos a selección natural, adaptándose bien a los distintos medios en que les ha tocado desempeñarse. Por ello representan un material genético valioso, especialmente para pequeños productores, donde la producción de cabras redundaría en el mejoramiento de la dieta y calidad de vida de la familia campesina en América (Shelton y Figueiredo, 1990). Estos animales que presentan características de adaptación tales como resistencia a enfermedades y parásitos, menor tamaño, mayor habilidad para conseguir alimento en ambientes restrictivos, etc., han dado origen a lo que actualmente se conoce como “criollo”, local o “nativo” (De Gea, 2001; Mariante y Egito, 2002).

Se cree que a la Argentina llegaron variedades de animales que se criaban en las provincias españolas de Andalucía y Galicia (Agraz García, 1981). Este autor supone que la cabra regional Argentina procede de la raza Blanca Celtibérica, de origen Prisco. Sin embargo Sánchez y col. (1997) plantea que en España se comenzó a trabajar con el concepto de raza a fines del siglo XXVII, por lo que sería muy poco probable que se hubiesen traído animales de pureza racial en el período de la conquista, aunque no se descarta que existan animales originarios de la región con características similares.

A modo de ampliación Sánchez y col. (1997), cuando se refiere al origen y formación de razas caprinas españolas, comenta la existencia de tres troncos europeos originarios:

- *C. Prisca* de perfil recto y cuernos en tirabuzón rectos hacia atrás, que dio origen entre otros a la Blanca Celtibérica. Estos dieron animales de buen desarrollo muscular y pobre producción de leche, quedando en la actualidad algunas razas locales de poco relieve.
- *C. Aegagrus*, de perfil cóncavo o subcóncavo y cuernos en arco, que dieron origen a las razas Alpinas o lecheras actuales que son animales angulosos, finos y buenos productores de leche.
- *C. Pirenaicas*, producto del cruzamiento de las dos líneas anteriores y con orientación productiva en función del ambiente en que se ha desarrollado y los objetivos productivos de los criadores.

Finalmente se refiere a la incorporación de animales tipo *C. Abisinio*, que entraron al país desde el sur. Estos animales son de perfil convexo y cuernos endebles de origen africano y aptitud doble propósito, con orejas largas, pendientes y anchas, en cuyo grupo se destaca el Nubian. Todos estos animales se incorporaron en mayor o menor medida a partir de las llegadas sucesivas de los barcos que traían ganado, en pie tanto para consumo como para cría y que, luego de su distribución, se fueron adaptando a las diversas condiciones en que les tocó vivir.

La mayor parte de los 677,2 millones de cabezas de caprinos censadas en el mundo se sitúan en los países en vías de desarrollo (Morand Fehr y Boyazoglú, 1999). En Argentina existen aproximadamente 4.061.402 cabezas caprinas, en manos de 50.000 pequeños productores de escasos recursos, las que se distribuyen especialmente en las zonas áridas y semiáridas (Censo Nacional Agropecuario 2002). La producción de cabras en el país se practica principalmente bajo sistemas extensivos en tierras marginales, no utilizables por la agricultura (Rivera y col., 2003) debido a la falta de lluvias por largos períodos, que se unen a temperaturas extremas que hacen difícil o muy costosa la implantación de especies forrajeras cultivadas. Más de la mitad del territorio cordobés queda comprendido en estas regiones, con una dotación aproximada de 180.258 animales que se ubican principalmente en el arco nor-noroeste de la Provincia de Córdoba, representando menos del 5 % del rebaño nacional. La cría de cabras en esos ambientes poco propicios por su topografía, clima y disponibilidad de recursos cumple una función de radicación y desarrollo de poblaciones rurales (Maubecín, 1990).

Al igual que en el centro oeste y norte del país, en Córdoba la actividad es llevada a cabo por pequeños productores que, generalmente, no invierten en tecnología ni realizan manejo reproductivo o alimenticio de sus animales (Maubecín, 1990). El rodeo está constituido principalmente por animales denominados genéricamente “criollos”, caracterizados por una amplia variabilidad morfológica, productiva y de adaptación (Maubecín, 1990; Deza y col., 2000), estando su productividad limitada por razones genéticas y nutricionales (Barioglio y col., 1997).

Una buena base genética para cualquier sistema de producción ganadera es contar con un genotipo bien adaptado al medio y al sistema de producción en que se desempeña. En lo que respecta a los caprinos, es frecuente encontrar genotipos adaptados a ambientes adversos o difíciles, pero por lo general son animales poco productivos (Rae, 1982; Shelton y Figueiredo, 1990). Este último autor sugiere que exigir mayor producción en un sistema significa mejorar también el manejo y alimentación de los animales, lo que no siempre es tenido en cuenta por los programas de desarrollo que incorporan genética de mayor productividad y por tanto, de mayores requerimientos. Debido a la demanda creciente de alimento de origen animal, los productores y los gobiernos de distintos países han establecido programas que inevitablemente llevan a la dilución del germoplasma local, por el uso intensivo de cruzamientos con animales de razas exóticas. Muchos de esos programas han fallado o están fracasando ya que por un lado, los animales introducidos mueren o logran índices productivos similares o menores a los logrados con animales locales, o bien son mayores los costos de producción por su menor rusticidad (Mariante y Egito, 2002).

Este proceso de incorporación de genética foránea tuvo comienzo en Argentina desde los inicios del siglo XX, con la importación de animales de razas exóticas de mayor productividad, que sustituyeron paulatinamente los animales criollos hasta llevarlos a una situación de riesgo de extinción en algunas localidades (Mariante y Egito, 2002; Deza y col., 2003; Müller, 2003). Esto ha llevado consigo una importante e irremediable pérdida de material genético para responder a situaciones no previstas, tales como condiciones climáticas adversas o aparición de enfermedades. Otra situación es la vinculada a la tipificación de productos y denominación de origen que requiere definir características genéticas y productivas, además de un origen histórico y geográfico (Rubino y col., 1999).

En términos generales, los cruzamientos absorbentes se llevan a cabo sobre la base de que las razas exóticas son más productivas que los ecotipos locales o criollos y que ellas promueven un incremento de la producción más rápido que el logrado por selección genética dentro de las razas locales. Estas ventajas aparentes suelen no cumplirse en la práctica (De Viries y Pelant, 1987). Una razón podría ser que el beneficio incremental que se obtiene en la producción por el cruzamiento, no logra compensar los mayores costos y riesgos asociados con la introducción (Ayallew y col., 2003). Para Shelton y Figueiredo (1990), los caprinos criollos siempre estarán más adaptados al medio por lo que, cuando se piensa en un programa de mejoramiento genético para producción de carne, los animales criollos son comparables y en ocasiones superiores a las razas introducidas (Figueiredo y col., 1987).

Según Mariante y Egito (2002), un programa de estudio del caprino criollo debe incluir los siguientes estados:

- a- identificación de las poblaciones en estado avanzado de dilución genética.
- b- caracterización genotípica y fenotípica del germoplasma, y
- c- evaluación del potencial productivo.

Para la conservación de recursos zoogenéticos y su manejo racional es necesario que se conozca la utilidad histórica, cultural, científica y económica de los mismos (Lauvergne y col., 1987). Las poblaciones tradicionales están en áreas aisladas, generalmente bajo condiciones de manejo difíciles, lo que ha favorecido la acumulación de genes con efecto visible aun en caracteres externos del animal. Rodero y col. (1992; 1996) consideran que para mantener la biodiversidad zoogenética es necesario contar con un censo etnológico de los recursos. Para ello es esencial definir los perfiles fenotípicos y genéticos de las razas en riesgo de extinción, como una instancia anterior y necesaria para su protección. El perfil fenotípico se construye con todos los caracteres que definen una raza en particular, el genético se obtiene a través de las frecuencias alélicas de los polimorfismos sanguíneos o microsatelitales.

Lauvergne (1982) introdujo el concepto de razas estandarizadas, diferenciándolo de las poblaciones tradicionales o no modificadas por el hombre, por contener un grupo de alelos de caracteres visibles en estado homocigota. Este estado se logra mediante la selección dirigida en sucesivas generaciones sobre una población que inicialmente pudo haber

tenido gran variabilidad. Anteriormente Quittet (1978) aseveraba que las razas se definen por sus caracteres de tipo anatómico (color, talla, forma de cabeza), y fisiológicos vinculados a las aptitudes productivas (carne, leche, fibra). Para el mismo autor, en las antiguas razas las aptitudes y los caracteres de conformación se encuentran ligados y se seleccionaron simultáneamente.

Por esto, el primer problema a confrontar en las poblaciones en estudio es el interrogante acerca de si la población puede considerarse tradicional o estandarizada, para lo que la comparación con otras razas estandarizadas es una alternativa (Rodero y col., 1996).

La descripción del perfil fenotípico se ha utilizado desde siempre para caracterizar las razas, asumiendo que las frecuencias fenotípicas definen el perfil fenotípico visible. Para Lauvergne (1982), el perfil fenotípico es menos exacto que el genético pero es aún muy usado a nivel general para definir si una población o raza puede considerarse tradicional o estandarizada. Para el perfil genético de las cabras, Rodero y col. (1996) trabajaron con las siguientes variables: tamaño de oreja, presencia de cuernos, mameas, largo de pelo, tipo de pigmento, alteración de la pigmentación, tipo de hemoglobina, transferrina, albúmina y catalasa entre otros. Los fenotipos y los genotipos usualmente coinciden porque la mayoría de los caracteres tienen herencia codominante.

El amplio rango de variación observado en los polimorfismos sanguíneos indicaría que dichos caracteres son neutrales a la selección natural o artificial (Rodero y col., 1996).

Para caracterizar fenotípicamente y genotípicamente las poblaciones en estudio, Jordana y Ribó (1993) y Jordana y col. (1993) establecieron que el conocimiento de los caracteres morfológicos puede proveer información útil para conocer relaciones genéticas entre las razas y su potencial productivo: carne, leche y doble propósito. Rodero y col. (1992, 1996) utilizaron perfiles fenotípicos obtenidos de un amplio rango de caracteres, tanto de atributos exteriores como de polimorfismos sanguíneos.

Con respecto a las cabras en Argentina y en la provincia de Córdoba, existen individuos con características zootécnicas básicas de la cabra criolla pero con algunos rasgos de otras razas de pelo o leche, provenientes de cruzamientos más recientes con razas puras

introducidas en este siglo tal el caso de las razas Saanen, Togenburgn, Anglo Nubian y Angora entre otras (De Gea, 2001; Deza y col., 2003).

Estos antecedentes, sumados a la falta de consenso entre los productores para definir criterios de estandarización racial, justifican la gran variabilidad morfométrica, (Holst, 1999), de coloración de capa, genética y productiva que se evidencia en los animales criollos de Argentina y de Córdoba.

Como hemos dicho, para conocer y proteger estos recursos es necesario un estudio detallado de las razas naturalizadas que permita describirlas, utilizando caracterización genética y fenotípica.

Por largo tiempo, la caracterización de distintas razas de animales domésticos estuvo basada casi exclusivamente en una apreciación fenotípica (morfológica y productiva). Esto ha sido a menudo insuficiente para distinguir si una raza estaba fuertemente influenciada por factores ambientales. En Latinoamérica es probable que animales nativos con un origen común hayan recibido distintos nombres en diversas regiones, sin que se conozca si constituyen una población genéticamente similar.

Aun perteneciendo a un tronco o raza común, el aislamiento geográfico, la adaptación a distintos nichos ecológicos, etc. podrían haber acumulado alelos distintos, por lo que la caracterización genética permitiría la identificación de ese grupo mayor del cual fue aislado (Mariante y Egito, 2002). La diferencia genética entre dos poblaciones es uno de los criterios que pueden ser utilizados como un descriptor objetivo y confiable de diferenciación de poblaciones. La determinación del grado de similitud o de diferencia entre poblaciones puede ayudar a decidir qué población podría ser conservada. Esto es particularmente importante cuando los esfuerzos físicos y económicos son escasos. En definitiva, a la hora de elegir la raza o los individuos a conservar, se deberá tener en consideración toda la información sobre:

- a- caracteres de importancia económica,
- b- características adaptativas,
- c- presencia de genes únicos,
- d- importancia de la raza en los sistemas de producción local (Mariante y Egito, 2002).

Dado que es preciso conocer, rescatar y mejorar los recursos zoogenéticos locales (Delgado, 2000), se deben realizar estudios que permitan obtener una descripción integral (Delgado, 2000; Rodero y Herrera, 2000; Hernández y col., 2002).

CARACTERES MORFOESTRUCTURALES Y SU TRATAMIENTO

Hasta la década de los 80 se caracterizaba a los animales de manera descriptiva, sin que estos aportes tuvieran valor discriminante para diferenciar las poblaciones o asignar individuos a una población con un nivel de confianza (Agraz García, 1976; Cima García, 1986; García Dory y col., 1990; Cima García, 1996).

Bajo esquemas de producción tradicional, la selección de cabras se realiza sobre la base de la apariencia física de cada individuo, sin que se conozca la relación que existe entre estos criterios y la productividad de las mismas. En este proceso el productor otorga a la conformación del animal un peso especial, por cuanto lo asocia con el desempeño productivo futuro, aunque no existe suficiente información que correlacione específicamente la productividad con caracteres morfoestructurales ni cualitativos (Meza, 1990).

En la búsqueda de esta relación se desarrolló el estudio de la Biotipología y con ella la definición del tipo o conformación ideal en función de la producción específica que se pretende (Cima García, 1986). Siguiendo esta línea, Agraz García (1976) realizó innumerables mediciones de animales de distintas razas y sexos, pero sólo llegó a publicar los estadísticos simples, como la media y su desviación estándar y algunos índices zoométricos de interés descriptivo que asoció a biotipos productivos, aunque sin valor discriminante.

Siguiendo con la tendencia descriptiva, García Dory y col. (1990) clasifican a los caprinos en tres grupos, en función de sus proporciones corporales: **pequeños**, que determina pesos vivos medios que oscilan entre 20 y 25 Kg. en las hembras y 30 a 40 Kg. en los machos, **medios** con pesos de 30 a 35 Kg. en las hembras y 50 a 55 Kg. en los machos y **grandes** o alargados, que dan lugar a unos pesos de 45 a 50 Kg. para las hembras y 80 a 100 Kg. para los machos.

Cima García (1996) por su parte explica que el estudio de la tipología, atendiendo a ciertas regiones corporales, se vincula a la orientación productiva, de tal modo que el formato corporal de los animales podría oscilar entre el rectangular, rollizo y compacto típico

de los productores de carne y el enjuto y anguloso característico de los animales de aptitud lechera. El estudio del tipo o tipología ha permitido no sólo distinguir razas entre sí sino también en el aspecto funcional, catalogando a las razas como de aptitud lechera, carnicera o doble propósito. Así los animales carniceros tienen, como mencionamos, un formato corporal rectangular, rollizo y compacto mientras que los del tipo lechero son enjutos y angulosos.

Se ha visto que la mayoría de los genes que influyen en la configuración de un animal tienen una acción común sobre las distintas regiones, por lo que la formación de una parte está estrechamente relacionada con la formación de la otra parte del cuerpo (Lerner y Donald, 1967).

Como ya dijimos, en décadas recientes el mejoramiento de las razas caprinas se basó fundamentalmente en cruzamientos con razas mejoradas en contra de las nativas (Herrera y col., 1996). Esta tendencia está comenzando a revertirse a favor de una mayor focalización por las razas nativas. En la actualidad se invierte dinero en la identificación de productos con identidad geográfica, histórica y productiva asociados a criterios de calidad definidos, por lo que se trabaja en la asociación de caracteres morfológicos y productivos vinculados a la composición del producto con miras a una denominación de origen y por ende a un mayor valor del producto (Sánchez y col., 2000).

Los caracteres morfológicos como orejas, cuernos y cuerpo han servido como base para clasificar los recursos caprinos (Mason y Maule, 1960; Epstein, 1969; Mason, 1981; Arbiza Aguirre, 1986). Históricamente, los caracteres cualitativos como tipo de perfil, tamaño y dirección de oreja, tipo de cuernos y color de capa, han sido los criterios que primaron en la determinación del origen y pertenencia de los animales a un grupo racial (Agraz García, 1981; Cima García, 1986; García Dory, 1990; Cima García, 1996). Así, Mason (1981) define y discrimina las distintas razas a nivel mundial en función de sus características morfoestructurales cualitativas más significativas, como son tipo de cuerno, tipo de perfil, tamaño y dirección de orejas, tamaño del animal. Estos caracteres son utilizados por la bibliografía tradicional (Agraz García, 1981; FAO 1987) para describir las distintas razas agregando su aptitud productiva.

En la actualidad se continúa con caracterizaciones descriptivas de razas para el conocimiento de la biodiversidad existente en distintas regiones. Estos trabajos permiten tener una buena descripción de la raza, desde las medidas zoométricas hasta la confección de índices de tipo etnológicos y funcionales, tales como los realizados por Álvarez y col. (2000a); Álvarez y col. (2000b); Rodero y col. (2003); Bedotti y col. (2004), aunque no permiten la discriminación racial ni discernir sobre si pertenecen a troncos comunes o no.

Siguiendo estas líneas de caracterización, De Gea y col. (2005) describen a las cabras criollas de las sierras de los Comechingones de Córdoba, como “animales eumétricos de perfil recto o subcóncavo y de temperamento tranquilo”, de color predominantemente blanco por selección a favor de dicho carácter. El pelo puede ser corto y brillante o presentar fibras largas y lisas (lacias) o débilmente onduladas (tipo angora), siendo el color predominante de capa el negro y caoba, al que le siguen los colores compuestos como rosillo, mora, overas y alazanas. Esta amplia variedad no cuantificada, que sirve para describir la población y poner en evidencia la alta variabilidad que muestran los caracteres en estos animales, no permite sin embargo discriminar el origen de los mismos, definir si constituyen una población única ni, eventualmente, correlacionarlo con la aptitud productiva.

En la actualidad, y gracias a los nuevos recursos informáticos en relación al procesamiento de técnicas estadísticas, es factible evaluar el poder discriminante, las tasas de asignación correcta de una técnica discriminante y el valor de probabilidad asociado a los test que deciden la incorporación (o no) de una variable como discriminadora en dicha regla, razón por la que se los incorporó a este tipo de estudios.

El método de análisis de discriminación multifactorial no limita la cantidad de variables a monitorear y al mismo tiempo confirma la capacidad discriminante de cada variable. Sin embargo, desde un punto de vista práctico es aconsejable considerar sólo aquellas variables que puedan intervenir en la diferenciación de los animales de distintas poblaciones (Herrera y col., 1996). Los mismos autores, buscando un método basado en características de fácil monitoreo que pudiera por un lado aportar a la caracterización etnológica y por el otro servir de discriminante racial, contrastaron la capacidad de discriminación de 10 medidas zoométricas utilizando tres métodos de análisis discriminante: simple, canónico y “stepwise”. Eso les permitió diferenciar cinco razas caprinas del sur de España y encontrar su relación con la habilidad productiva, a la vez que comprobar el valor discriminante del

perfil cefálico, de fácil observación, en la discriminación de estas razas. Dicho estudio determinó que la circunferencia de muñeca, circunferencia de pecho, profundidad de pecho, longitud y anchura de grupa y altura del hombro eran las variables que más aportaban a la discriminación entre esas razas. Otros autores que utilizaron análisis discriminante para caracterizar caprinos han sido Katsumata y col. (1981) con cabras asiáticas; Rodero y col. (1996) y Capote y col. (1998) en cabras españolas, Deza y col. (2003) en cabras criollas del NO de Córdoba y Lanari y col. (2003) con cabras criollas Neuquinas.

Por su parte, Nozawa y col. (1978) compararon la estructura genética de las cabras locales del área central de Mongolia, utilizando información de polimorfismo genético y características morfoestructurales cuantitativas (Nyamsamba y col., 2003), mientras que Crepaldi y col. (2001) utilizaron caracteres morfométricos y marcadores moleculares para estudiar la divergencia genética entre 5 poblaciones de cabras de los Alpes.

Las razas nativas de Jordania fueron identificadas por Ismail y col. (2005), mediante la utilización de 20 variables morfométricas a las que se les aplicaron diferentes métodos de análisis discriminante (simple, canónico y step-wise).

Capote y col. (1998) estudiaron la variabilidad poblacional en cabras de Canarias, analizando 12 variables cuantitativas y dos cualitativas, donde, mediante el análisis de varianza, el test de independencia de Chi cuadrado y el análisis canónico discriminante, revelaron la existencia de 3 tipos y 2 subtipos de cabras.

En Argentina se iniciaron estudios de caracterización en cabras criollas utilizando caracteres morfoestructurales y análisis multivariados. Lanari y col. (2003) caracterizaron los ecotipos locales de cabras criollas de Neuquén, Argentina, con 14 caracteres cualitativos y 30 cuantitativos, mientras que (Deza y col., 2003) utilizaron este método trabajando con 15 caracteres cuantitativos, para caracterizar 4 poblaciones de caprinos criollos de Córdoba. De ellos, doce fueron necesarios para explicar la variabilidad entre poblaciones, siendo los caracteres asociados a tamaño corporal los que contribuyeron en mayor proporción, seguidos por aquellos relacionados con los anchos, alturas y finalmente diámetro de hocico, elemento que no se había trabajado con anterioridad en la bibliografía.

Finalmente, Ozoje (2002) evalúa la incidencia de los caracteres cuantitativos y su relación con caracteres cualitativos en cabras africanas mientras que Deza y col. (2003)

asocian los caracteres morfoestructurales cuantitativos con los cualitativos en cabras criollas del NO de Córdoba y dos razas puras Anglo Nubian y Saanen.

La diferenciación por habilidad productiva en referencia a las variables sanguíneas polimórficas y a los resultados morfométricos confirman el éxito de esta metodología para la diferenciación por tipo productivo: carne, leche y doble propósito (Jordana y col., 1993a; Herrera y col., 1996). Por su parte, Sánchez y col. (2000) encontraron correlación entre aspectos morfométricos y productivos cuando los utilizaron para caracterizar razas ovinas Gallegas.

Una evaluación adecuada de los caprinos en cuanto a su conformación implica desarrollar un sistema de evaluación que permita una medición de los aspectos más importantes, como tamaño y profundidad corporal, características de la ubre y el cálculo de los valores genéticos estimados para estas características (Valencia Posadas y col., 2002). Este tipo de programas puede ayudar a las autoridades y a los propios productores a diagnosticar y mejorar sus condiciones de producción y calidad de productos (Valencia Posadas y col., 2002).

POLIMORFISMOS EN PROTEÍNAS

La estructura genética de una especie es la distribución de la variación genéticamente determinada dentro y entre poblaciones, resultante de la acción de procesos como la selección natural, migración y deriva génica (Roderick, 1996).

Los integrantes de una población local, o demo, comparten un conjunto de genes llamado “*pool*” génico, el cual puede caracterizarse por medio de las frecuencias de las variantes (alelos) de cada gen.

El estudio de la migración de las proteínas bajo la influencia de un campo eléctrico, dio origen a uno de los principales métodos de investigación del genotipo a nivel molecular. Este método se origina con el desarrollo de la electroforesis en geles de almidón (Smit-hies, 1955), y la visualización histoquímica de las enzimas en los geles que continuaron con los estudios de Harris y Hopkinson (1976). Gracias al desarrollo y amplia utilización de esta técnica en estudios de polimorfismo a nivel poblacional, se puso de manifiesto que la gran mayoría de las poblaciones naturales conservan altos niveles de variabilidad en

genes estructurales, lo cual revolucionó la comprensión de los procesos de la micro y macro evolución.

Numerosos investigadores han utilizado las proteínas enzimáticas y no enzimáticas para estudiar la variabilidad genética de las poblaciones naturales, flujo génico, hibridación, relaciones filogenéticas (Watanabe, 1971; Ordás y San Primitivo, 1986; Kotzé, 1992; Nguyen y col., 1992; Nozawa 1993; Rodríguez y Cara, 1997; Kmiec, 1999a; 1999b; Menrad y col., 2002), así como para estudiar la evolución en las especies (Nozawa 1994).

La información que proveen las proteínas enzimáticas puede provenir:

- a- de las isozimas, que son enzimas funcionalmente similares, producidas por diferentes loci,
- b- de las alozimas, que son variantes codificadas por diferentes alternativas alélicas del mismo locus.

Tanto las isozimas como las alozimas pueden ser separadas sobre la base de cargas netas y tamaño (Murphy y col., 1990).

El estudio de los marcadores genéticos polimórficos, basados en las variantes de las proteínas detectadas por métodos electroforéticos, son una herramienta que puede ser utilizada para estudiar la diferenciación genética entre poblaciones (Nyamsamba y col., 2003) o bien, como criterios de selección para obtener mejoras en la producción (Kmiec, 1991; 1992; 1999b).

Una población puede caracterizarse genéticamente por medio de índices que reflejan la cantidad de variabilidad génica que alberga. Uno de ellos es la cantidad de loci polimórficos (P). Un locus es polimórfico cuando posee dos o más alelos, el más raro de los cuales tiene una frecuencia no menor a 0,01 o 0,05 (criterios del 99 % o del 95%). Otra medida de la variabilidad genética de una población es la heterocigosis media (H), es decir la proporción de loci para los cuales se espera que un individuo representativo de la población sea heterocigota (Hartl y Clark, 1997).

Dentro de cada demo, se dice que los apareamientos ocurren al azar (panmixia) cuando cualquier individuo de un sexo tiene la misma probabilidad de aparearse con cualquier individuo del sexo opuesto. El matemático inglés G. H. Hardy y el filósofo alemán W. Weinberg demostraron independientemente en el año 1908 que en una población

panmíctica de reproducción sexual (donde además no actúa ninguna fuerza que cambie las frecuencias alélicas, es decir, no hay deriva génica, migración, mutación ni selección natural) las frecuencias genotípicas en un locus no cambian de una generación a la siguiente y responden a la forma general $p^2: 2pq: q^2$, donde p y q son las frecuencias de dos alelos alternativos en el locus, $2pq$ la frecuencia esperada de individuos heterocigotas y p^2 y q^2 las de los respectivos homocigotas. Cuando una población es desviada de la panmixia por algún motivo, basta una sola generación de apareamientos al azar para que las frecuencias genotípicas vuelvan a los valores de equilibrio (Futuyma, 1997).

Para estudiar la variabilidad genética dentro de las poblaciones estudiadas se cuentan las frecuencias fenotípicas a partir de las cuales se calculan las frecuencias alélicas y genotípicas esperadas y observadas en el equilibrio de Hardy–Weinberg y se estiman los valores de diversidad y diferenciación. Las diferencias entre razas se calculan mediante la distancia genética de Nei (1972).

El grado de diferenciación del conjunto de genes de las poblaciones es el resultado de la acción combinada de deriva génica, selección natural y flujo génico. La diferenciación genética entre pares de poblaciones puede ser cuantificada mediante índices de distancia genética. El índice más utilizado es D_N propuesto por Nei (1972), que mide el número medio de codones diferentes por locus genético estructural, acumulados desde que las poblaciones iniciaron su divergencia. Sin embargo el análisis de las matrices de distancia puede ser difícil cuando el número de poblaciones es grande por lo que se han desarrollado diversos métodos que permiten resumirlos gráficamente. Uno de los más utilizados es el del “vecino más próximo”. Este método construye un diagrama de líneas ramificado (dendograma o árbol) en el cual las poblaciones más parecidas genéticamente se unen en un nudo, y el largo de las ramas que conducen a cada población son proporcionales a la distancia genética.

Ordás y San Primitivo (1986) usaron ampliamente los polimorfismos sanguíneos para estudiar la variabilidad entre las poblaciones y para estimar las diferencias genéticas entre razas de distintas especies domésticas entre ellas los perros. Para Toro Ibáñez (2000) el estudio de marcadores sanguíneos polimórficos debe ser aplicado como criterio de selección, para obtener mejoras en la producción.

Las relaciones filogenéticas entre cabras nativas distribuidas en distintas regiones de Asia, han sido extensamente estudiadas utilizando el polimorfismo sanguíneo por Katsumata y col. (1981; 1982; 1983; 1988); Nozawa y Shotake (1994); Nozawa y col. (1988; 1995; 1999) y Shotake y col. (1986). Estos análisis permitieron mostrar una estrecha relación entre numerosas razas de cabras de origen asiático a excepción de las provenientes de la India que mostraron mayor divergencia (Nyamsamba y col., 2003).

Numerosos autores trabajaron en el estudio de las relaciones genéticas entre distintas razas europeas y de éstas con sus ancestros (Barbancho y col., 1980; Pepin y Nguyen, 1991; Menrad y col., 1994; Rodero y col., 1997).

Pepin y Nguyen (1991) colectaron información del polimorfismo genético, e investigaron mediante un análisis poblacional las diferencias entre 5 razas de cabras, 2 de ellas europeas (Alpino Francesas y Saanen) y 3 africanas. Se usaron 3 proteínas sanguíneas usualmente polimórficas y 6 sistemas de grupos sanguíneos. Los métodos utilizados para medir la distancia genética separaron dos grandes grupos, uno que reúne las razas europeas y otro las africanas.

Nozawa y col. (1999) reportaron la estructura genética de las cabras locales del área central de Mongolia. Posteriormente, utilizando información de proteínas sanguíneas y características morfoestructurales (Nyamsamba y col., 2003) trabajaron con 33 loci de los cuales sólo 12 resultaron polimórficos. Si bien la heterocigosis media encontrada en las poblaciones de Mongolia no se diferenciaba marcadamente de las de otras regiones de Asia, la construcción del árbol en base a las distancias de Nei logró separar claramente los animales de la región de Mongolia de los del resto, a la vez que logró unirlos estrechamente entre sí, por lo que el autor sugiere que el método es apropiado para diferenciar poblaciones.

Deza y col. (2000), en cabras regionales del centro de Argentina, encontraron 8 loci proteicos polimórficos sobre un total de 14, que sirvieron para caracterizar diferentes poblaciones. Los mismos autores, incorporando nuevas poblaciones regionales, detectaron otro locus polimórfico, llevando a 9 los loci que son útiles para caracterizar las poblaciones caprinas en la región (Deza y col., 2003).

Finalmente, Orozco Piñán (2001) cuestiona el empleo de los marcadores genéticos en el estudio y definición de razas, aunque asume el valor de los mismos para conocer el porcentaje de heterosis de las poblaciones y el posible estudio de asociaciones entre algunos locus con características productivas o adaptativas.

PROBLEMA

Los caprinos criollos de Córdoba, adaptados a ambientes marginales, no responden a un morfotipo homogéneo y definido de animales, ni han sido sometidos a crianza controlada con criterios productivos, lo que imposibilita conocer su verdadero potencial productivo para contribuir al desarrollo de las economías regionales.

HIPÓTESIS

- Los caprinos criollos del NO de Córdoba, a pesar de su alta heterogeneidad fenotípica, constituyen una población única.
- No existe relación entre fenotipo y/o genotipo con la aptitud productiva.

OBJETIVOS

Generales

- Estimar los niveles de variabilidad en los caprinos criollos del centro-noroeste de la provincia de Córdoba.
- Verificar si constituyen una población única de animales, en lo que respecta al fenotipo y genotipo.
- Verificar si existe relación entre el fenotipo y aptitud productiva.

Específicos

Caracterizar al caprino criollo a través de los siguientes ejes de análisis:

- A- su morfoestructura cuantitativa,
- B- su morfoestructura cualitativa,
- C- su aptitud productiva, y
- D- estudios de polimorfismos proteínicos.

CAPÍTULO 2: MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio tuvo su trabajo de campo en un área ubicada en el noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina, en los departamentos de Ischilín y Cruz del Eje, comprendidos dentro del dominio climático semidesértico, con excesivo déficit de agua y sin invierno térmico. Se ubica entre los 30° y 30,7° de latitud sur y los 84,3° y 85° de longitud oeste.

Esta región se seleccionó por poseer el 33,5 % de los caprinos de la provincia de Córdoba (Censo Nacional Agropecuario 2002) y por tener características agro-ecológicas que limitan la introducción de razas exóticas tales como la Anglo Nubian o Saanen. Estas razas manifiestan un desempeño productivo muy inferior al esperado debido a la falta de adaptación, que se manifiesta en la alta mortalidad y una menor respuesta productiva. La dificultad para encontrar alimento y agua de calidad y cantidad, sumado a las condiciones climáticas imperantes, exigen a estos animales un gran esfuerzo, limitando el reemplazo de las poblaciones de criollos observado en otros departamentos, como Río Seco.

En la zona se tomaron 5 localidades, totalizando 7 poblaciones de animales criollos, Las mismas fueron seleccionadas por técnicos regionales, por ser representativas en cuanto a procedencia y características de los animales. En la zona de La libertad, Departamento Ischilín, se registraron dos hatos relativamente cercanos, por encontrar características aparentemente distintas dentro de los criollos. Los criterios utilizados en la selección de los hatos fueron: que no existieran indicios ni antecedentes inmediatos de introducción de sangre exótica en los mismos y la similitud fenotípica de esos animales con los observados en la zona. A continuación se describen brevemente las poblaciones establecidas.

Población 1: Unidad Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Departamento Santa María. Constituida en 1992, a partir de animales criollos provenientes del norte de Córdoba, seleccionados con iguales criterios a los utilizados para definir el resto de las poblaciones y utilizados inicialmente para evaluar potencial reproductivo bajo situaciones no limitantes. Se muestrearon 21 animales sobre un total de 48.

Población 2: Deán Funes, Departamento Ischilín. Se muestrearon 36 animales sobre una población de 365.

Población 3: Villa de Soto, Departamento Cruz del Eje. Se muestrearon 28 animales sobre una población de 120 animales.

Población 4: Las Chacras, Departamento Ischilín. Se muestrearon 18 animales sobre una población de 66.

Población 5: La Libertad 1, Departamento Ischilín. Se muestrearon 15 animales sobre una población de 65 animales.

Población 6: Las Toscas, Departamento Ischilín. Se muestrearon 15 animales sobre una población de 52.

Población 7: La Libertad 2, Departamento Ischilín. Se muestrearon 15 animales sobre una población de 78.

Población 8: Anglo Nubian de la Cabaña de Villa de María del Río Seco. Se muestrearon 40 animales sobre una población de 120.

Población 9: Saanen de la Cabaña de los Tres Luises, Pcia. de Buenos Aires. Se muestrearon 38 animales sobre una población de 135.

ANIMALES

En total se evaluaron 226 animales a saber; 148 cabras criolla adultas del noroeste de la provincia de Córdoba, 40 cabras Anglo Nubian y 38 cabras Saanen, estos dos últimos lotes tomados como testigos, por ser cabañas representativas a escala nacional. En cada establecimiento, se seleccionó aleatoriamente un número variable de cabras adultas de más de 3 años de edad (6 dientes permanentes), por considerar que ya han concluido su desarrollo. Los animales mostraban una correcta condición corporal entre 2,7 y 3 puntos y una condición sanitaria buena. A cada animal se le extrajeron muestras de sangre y se le evaluaron parámetros morfológicos cuantitativos y cualitativos simultáneamente. Todos los animales se identificaron con caravana.

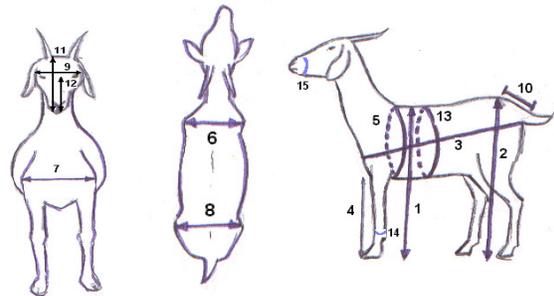
PARÁMETROS MORFOESTRUCTURALES

Caracteres cuantitativos

Para la evaluación de los parámetros morfológicos cuantitativos se registraron por única vez observaciones de quince (15) variables morfométricas, consideradas por distintos autores como más discriminantes (Figura 2.1). Las alzadas se midieron con un bastón zométrico consistente en una escuadra ajustable con pie de rey de 1,50 m de altura y 1 cm. de precisión, Los anchos se midieron con escuadra ajustable de mano, el resto de las mediciones se realizó con una cinta métrica calibrada. Como puede observarse, todas estas variables son de naturaleza continua, lo que habilita el uso de las herramientas multivariadas clásicas, en principio. Los puntos corporales, utilizados como referencia, son los que mencionan Aparicio (1960) para caballos. Luego éstos son modificados y utilizados en caprinos por Agraz García (1976) y en rumiantes menores por Rodero (1994). Posteriormente, Herrera y col. (1996) los reduce a los que considera más discriminantes y Deza y col. (2003) agregan nuevos puntos de observación entre las poblaciones.

15 caracteres morfoestructurales cuantitativos

1. Alzada a la cruz (ACR.) *
2. Alzada a la grupa (AG) *
3. Diámetro longitudinal (DL) *
4. Altura al esternon (AES) *
5. Diámetro dorsoesternal (DD) *
6. Diámetro bicostal (DB) **
7. Distancia entre encuentros (DE) **
8. Anchura de grupa (AG) **
9. Anchura de cabeza (ACF) **
10. Longitud de grupa (LG) ***
11. Longitud de la cabeza (LCF) ***
12. Longitud de la cara (LR) ***
13. Perímetro torácico (PT) ***
14. Perímetro de caña (PC) ***
15. Diámetro del hocico (DH) ***



* Se mide en cm con escuadra Pie de Rey

** Se mide en cm con calibre chico

*** Se mide en cm con cinta métrica

Figura 2.1

Representación gráfica de las características morfoestructurales cuantitativas evaluadas en caprinos.

Puntos corporales, ubicación en el animal

1. Alzada a la cruz (ACR); medida desde el suelo al punto culminante de la cruz (región interescapular) (cm.). *Withers height*
2. Alzada a la grupa (AG); medida desde el suelo al punto más culminante de la región sacra (cm). *Rump height*
3. Diámetro longitudinal (DL); medido entre la región exterior de la articulación escápulo - humeral y la punta de la nalga (extremidad posterior del isquion) (cm). *Body length*
4. Altura del esternón (AES); medida del suelo al esternón (cm). *Breastbone height*
5. Diámetro dorsoesternal (DD), medido desde el punto más culminante interescapular y el esternal inferior, a nivel del olécranon (cm). *Chest depth*
6. Diámetro bicostal (DB); medido por detrás de los codos a nivel de la quinta costilla, de costillar a costillar (cm). *Shoulder size*
7. Distancia entre encuentros (DE), medida entre los puntos más craneales y laterales del húmero (en su articulación escápulo-humeral) (cm). *Shoulder point width*
8. Anchura de la grupa (AG); medida entre las tuberosidades laterales del coxal (espina iliaca ventral caudal del ilion) (cm). *Rump width*
9. Anchura de la cabeza (ACF), medida entre los arcos cigomáticos (cm). *Head width*
10. Longitud de grupa (LG); medida entre el punto más lateral de la tuberosidad coxal y el punto más caudal de la nalga (olio-isquiática) (cm). *Rump length*
11. Longitud de la cabeza (LCF); medida desde el punto más culminante del occipital hasta el más rostral del labio maxilar (cm). *Head length*
12. Longitud de la cara (LR); medida entre la línea imaginaria que une al ángulo interno de los ojos y el punto más rostral del nasal (cm). *Face length*
13. Perímetro torácico (PI); medición que parte desde el punto dorsal más declive de la región interescapular hacia la región esternal inferior para volver al punto de partida (cm). *Toraxix depth*
14. Perímetro de caña (PC); medido en el tercio medio de la región metacarpiana del miembro izquierdo (cm). *Shin circumference*
15. Diámetro del hocico (DH) a la altura de la comisura de los labios (cm). *Muzzle Diameter*

Caracteres cualitativos

Los 11 caracteres cualitativos, con sus 36 modalidades asociadas, se determinaron por apreciación visual. Los caracteres utilizados son aquellos descritos por la bibliografía como de mayor poder discriminante. Las modalidades se codificaron con números según la escala que aparece indicada a continuación. Nótese que dichos valores numéricos son meramente códigos para referenciar la modalidad de la variable cualitativa, lo cual será respetado a la hora de realizar el análisis estadístico correspondiente.

1. **Perfil cefálico (PC):** 1 recto, 2 subcóncavo, 3 convexo.
2. **Tamaño de las orejas (TO):** 1 largas (superaban la comisura de los labios), 2 medianas, 3 cortas o pequeñas.
3. **Dirección de las orejas (DO):** 1 erguidas, 2 horizontales, 3 pendientes.
4. **Tipo de cuernos (TC):** 1 otros tipos, 2 atrás en espiral (Prisco) nacen en forma paralela hacia tras y se abren luego hacia fuera de manera espiralada, 3 rectos (Bezoar), 4 forma de cimitarra o arco (Aegagrus), 5 sin cuernos.
5. **Uniformidad de capa (UC):** 1 uniforme, 2 manchado, 3 doble capa.
6. **Color predominante de capa (CC):** 1 negro, 2 marrón, 3 tostado, 4 gris, 5 moro, 6 blanco
7. **Presencia de pelo (PP):** 1 con capa, 2 con chilla, 3 sin chilla.
8. **Largo del pelo (LP):** 1 corto, 2 mediano, 3 largo.
9. **Tipo de hueso (TH):** 1 plano, 2 redondo.
10. **Aptitud productiva (AP):** 1 carne, 2 leche, 3 doble propósito
11. **Presencia de mameas (PM):** 1 con mameas, 2 sin mameas.

Los caracteres cualitativos enumerados como 1, 4 y 9 son los que se utilizan frecuentemente para determinar el origen racial en cabras españolas. El carácter número 10 se registró teniendo en cuenta el desarrollo mamario y la apreciación del productor. El resto se codificó en función de las distintas modalidades que asumía cada variable en las poblaciones tomando como patrones las utilizadas para caracterización racial.

POLIMORFISMOS PROTEICOS

Las muestras de sangre se obtuvieron por punción de la vena yugular, de cada individuo, con jeringa heparinizada. Luego de colocadas en tubos, dichas muestras fueron mantenidas a 4° C hasta su inmediata derivación al laboratorio, donde se separaron los eritrocitos del plasma. Los glóbulos rojos se lavaron posteriormente con una solución salina y se lisaron con agua destilada (dilución 1:2). Tanto el plasma como los glóbulos rojos se almacenaron a -20° C para su posterior análisis. Las muestras de plasma se congelaron sin diluir. Antes de la electroforesis se realizó una dilución 1:5 con *buffer* tris-HCl 0,05 M, pH 6,8. La especificación siguiente aclara la definición de variables relevadas y su notación a usarse en el próximo capítulo.

- ❖ En glóbulos rojos (eritrocitos) se evaluaron hemoglobina (Hb); catalasas (Cat); esterasa 1 y 2 (Es-1 y Es-2); enzima málica (Me); fosfo-gluco-mutasa (Pgm-1 y Pgm-2), glucosa-fosfato-isomerasa (Gpi) y las siguientes dehidrogenasas: lactato (Ldh), isocitrato (Idh), malato (Mdh) y glucosa-6-fosfato (G6pdh).
- ❖ En plasma: Albúmina (Alb); Transferrinas (Tf).

Los lisados de glóbulos rojos se sometieron a electroforesis vertical en gel de almidón según la técnica de Smithies (1955), modificada por Boyer y Hiner (1963). Luego de la migración, se emplearon procedimientos de tinción específica propuestos por Shaw y Prasad (1970) y Harris y Hopkinson (1976) para revelar la actividad de las siguientes enzimas: catalasas (Cat), esterasas (Es-1 y Es-2), enzima málica (Me), fosfo-gluco-mutasa (Pgm-1 y Pgm-2), glucosa-fosfato-isomerasa (Gpi) y las siguientes dehidrogenasas: lactato (Ldh), isocitrato (Idh), malato (Mdh) y glucosa-6-fosfato (G6pdh). También se analizaron los fenotipos electroforéticos de β hemoglobina (β Hb), de fácil visualización directa en el gel. Las cadenas de globina fueron disociadas por incubación de glóbulos rojos lisados en presencia de 8M urea y β -mercaptoetanol. Dichas cadenas se separaron por electroforesis en acetato de celulosa, con buffer Tris-Bórico-EDTA, Ph 8,9, Urea 8 M (Hammerberg y col. 1974). Las cadenas de β globina fueron separadas por electroforesis en gel de poliacrilamida, en presencia de urea 8M. En ambos casos se uso Coomassie Blue R 250 para teñir.

La separación de la proteína plasmática se realizó por electroforesis en gel de poliacrilamida con una concentración de acrilamida al 7,5%. Los geles fueron teñidos con Coomassie Blue R 250. Los loci analizados fueron transferrina (Tf) y albúmina (Al). La

Tabla 2.1 resume los métodos electroforéticos utilizados para la preparación de muestras de proteínas sanguíneas en caprinos, para su posterior procesamiento.

Tabla 2.1
Métodos de separación de proteínas sanguíneas de cabras criollas

Proteína	Locus	Nº EC	Sistema	Buffer	Gel buffer
β Hemoglobina	βHb	-	PAGE ^a	Tris-glicina-8M urea pH 8,6	Tris-HCl-8M urea 8,6
Catalasa	Cat	1.11.1.6	STAGE ^b	EDTA tris bórico, pH 8,6	Tris-Borate-EDTA ^c , pH8,6
Enzima málica	Me	1.1.1.40	STAGE	EDTA tris bórico, pH 8,6	Tris-Borate-EDTA ^c , pH8,6
Glucosa6-fosfatodehidrogena	G6pdh	1.1.1.49	STAGE	EDTA tris bórico, pH 8,6	Tris-Borate-EDTA ^c , pH8,6
Fosfoglucomutasa 1 y 2	Pgm-1 Pgm-2	5.4.2.2	STAGE	EDTA tris bórico, pH 8,6	Tris-Borate-EDTA ^c , pH8,6
Lactato dehidrogenasa	Ldh	1.1.1.27	STAGE	EDTA tris bórico, pH 8,6	Tris-Borate-EDTA ^c , pH8,6
Esterasa 1 y 2	Es-1 Es-2	3.1.1.1	STAGE	EDTA tris bórico, pH 8,6	Tris-Borate-EDTA ^c , pH8,6
Malato dehidrogenasa	Mdh	1.1.1.37	STAGE	Tris - Citrico, pH 6,3	Tris- Citrico, 6,3 ^d
Isocitrato dehidrogenasa	Idh	1.1.1.42	STAGE	Tris - Citrico, pH 6,3	Tris- Citrico, 6,3 ^d
Glucosa fosfato isomerasa	Gpi	5.3.1.9	STAGE	EDTA tris-bórico, pH 8,6	Tris-Borate-EDTA ^c , pH8,6
Transferrina	Tf	-	STAGE	Tris-glycine, pH 8,3	Tris-HCl, pH 8,6
Albúmina	Al	-	PAGE	Tris-glycine, pH 8,3	Tris-HCl, pH 8,6

^aPAGE: electroforesis en gel de Poliacrilamida.

^bSTAGE: electroforesis en gel de Almidón.

^cMarker and Faulhaber (1965)

^dGardenal y Blanco (1985)

Nomenclatura

El análisis de los patrones de bandas obtenidas permitió asignar los genotipos correspondientes a cada fenotipo electroforético. De acuerdo con lo establecido para otras especies (Futuyma, 1997), cada zona de actividad que corresponde a una isozima distinta, es decir el producto de la actividad de un locus determinado, se designa mediante las iniciales del nombre de la enzima con la primera letra en mayúscula. Como cada locus puede tener 2 o más alelos activos (alelos múltiples), se producirán variantes alozímicas, las cuales se representan con letras mayúsculas. Así, los que migraron más rápidamente al ánodo se designaron con la letra “A”, y a los siguientes “B”, “C”, etc., en orden decreciente a la movilidad anódica.

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

Dada la diferente naturaleza de las variables medidas (cuantitativas), observadas (cualitativas) y obtenidas (polimorfismo), el análisis estadístico fue, primeramente, definido en función del tipo de característica, para luego ser reunido en uno, según hayan sido los resultados parciales. Es bueno aclarar que en diversas referencias bibliográficas hemos encontrado un tratamiento único a nivel estadístico, lo que es, desde el punto de vista matemático, incorrecto, dado que mezcla la naturaleza propiamente dicha de los indicadores seleccionados. A tal fin, a continuación planteamos lo realizado para cada situación enunciada en los párrafos anteriores.

PARÁMETROS MORFOESTRUCTURALES CUANTITATIVOS

Se realizó un análisis exploratorio, describiendo a cada población en base a un análisis univariado, usando estadísticos de posición y dispersión (a saber, media, desviación estándar, y CV). Se aplicó un test de Bonferroni para comparaciones múltiples de las poblaciones, *a posteriori* de realizar un ANOVA con un factor de tratamientos, siendo este las poblaciones (lugar de origen) de animales. El análisis estadístico se realizó con el programa InfoStat.

Dado que el conjunto de variables cuantitativas es indagado en cada individuo, se genera para cada uno una serie de observaciones que por provenir, precisamente, de cada animal, no pueden considerarse independientes. Estas series (observaciones multivariadas) son obtenidas en cada *cluster*, que para este caso es el sujeto. Cuando existen varias réplicas de series de observaciones, en una o varias poblaciones, la naturaleza de las asociaciones entre las mismas se indaga por medio de matrices de varianzas y covarianzas (ya no son escalares propiamente dichos) y es sobre esta matriz que deben basarse los métodos para detectar o no diferencias entre poblaciones o patrones involucrando un subconjunto de éstas. Por ello, en este trabajo, una vez estudiado el comportamiento de cada variable se utilizaron técnicas de análisis multivariados, como a continuación se exponen, a los fines de detectar grupos particulares de animales e identificar cuál es el conjunto de características morfológicas que lo caracterizan.

Según Jonson y Dean (1988), mediante el estudio multivariado de poblaciones se puede:

- Simplificar la estructura de datos: transformando un conjunto grande de variables interdependientes en otro menor de variables independientes, llamados factores, con significado e interpretación propia.
- Clasificar individuos: ubicando las observaciones dentro de grupos o bien concluir que los individuos están dispersos aleatoriamente en el multiespacio.
- Examinar la interdependencia entre variables.
- Analizar la dependencia de las variables entre sí, mediante la estrategia de modelación (análisis de regresión múltiple o de correlación canónica).
- Formulación de prueba de hipótesis: a partir de un conjunto de datos, se proponen modelos de tipo de análisis de la varianza, que permitan verificar hipótesis estadísticas en función de parámetros estimables.

Los métodos estadísticos multivariados pueden agruparse en dos conjuntos, a saber:

- a- los que permiten extraer información acerca de la interdependencia entre las variables que caracterizan a cada uno de los individuos, como el análisis factorial, el cual puede estar basado en el análisis de componentes principales, análisis de conglomerados o “clusters”, análisis de correlación canónica, análisis de ordenamiento multidimensional (“multidimensional scaling”) y algunos métodos no paramétricos.
- b- los que permiten extraer información acerca de la dependencia entre una o varias variables con otra u otras variables, cuyos ejemplos lo constituyen el análisis de regresión multivariado, el análisis de contingencia múltiple y el análisis discriminante, entre otros.

Caracterizados en función de su objetivo central, los métodos multivariados que fueron útiles en este trabajo pueden presentarse como sigue.

Etapa reductiva y exploratoria

Dado que su meta es comprender la naturaleza de la variable y sus relaciones y/o covariación con el resto y lograr un diagnóstico o descripción global, en este trabajo fueron implementados diversos tipos de técnicas de reducción (de la dimensión de trabajo) y caracterización (de poblaciones). Así, el análisis factorial (basado en el método algebraico de los componentes principales) fue lo primero a usar a los fines de estudiar la interdependen-

cia entre las variables y reducir el conjunto de variables a uno menor, considerados ahora factores o ejes de análisis.

Con todas las respuestas de cada uno de los animales ($n= 226$) se construyó una base de datos en forma de matriz, siendo cada registro (fila) un determinado individuo y cada columna su respuesta a cada una de las variables evaluadas. Dicha matriz fue sometida a un *análisis factorial*, como una primera instancia de reducción de la información multidimensional. El análisis factorial, según Manly (1986) es una técnica exploratoria-descriptiva de gran utilidad para obtener *insights* de la estructura de datos multivariados. Esta herramienta estadística tiene la idea básica de describir al conjunto original de p variables, en términos de un número menor de factores o componentes principales, de forma tal de dilucidar la relación entre las mismas. El modo de determinar el número suficiente de nuevos factores puede realizarse mediante diversos indicadores, sobre la base de que logren explicar la estructura de variación de los datos. En este trabajo, para tal fin, se fijó como criterio que la varianza acumulada por los componentes principales rotados ortogonalmente por medio del método denominado *Varimax* explicara, como mínimo, el 80% de dicha variación y sus autovalores fueran mayores o iguales a 1 (Johnson y Wichern, 1989). La ilustración de estos nuevos factores se realiza mediante gráficos de tipo biplot, que son en esencia, diagramas de dispersión.

En base a esos componentes, nuevos ejes de análisis para la determinación del patrón morfológico de los individuos (independientemente de qué población provenían), se prosiguió el análisis en busca de la identificación de grupos “naturales” de animales. Esto fue realizado a través de un análisis de agrupamientos con las variables seleccionadas por el análisis factorial, previamente y sometidas a una transformación de estandarización. Dicha estandarización se realizó debido a que las variables gozaban de valores muy diferentes de variabilidad.

Muchos son los procedimientos propuestos para este tipo de análisis: los jerárquicos y los de partición. En este trabajo, la técnica utilizada fue el método jerárquico de Ward con distancia euclidiana (Johnson y Wichern, 1994).

En términos generales, esta técnica permite conocer cómo se agrupan los individuos, caracterizados por las variables de mayor peso en la identificación del patrón mor-

fológico, al ir asociando a cada uno de ellos con aquellos otros de quienes menos se diferencia. El método comienza calculando las distancias de cada individuo al resto de los otros individuos, formando así grupos por un proceso de aglomeración o división. Con la aglomeración, todo individuo comienza siendo único en grupos unitarios; los grupos cerrados son gradualmente concatenados hasta que, finalmente, todos los individuos están en un solo grupo (en este caso, toda la población estudiada). Así, el hecho de que dos individuos se encuentren próximos, no significa que sean iguales, sino que su similaridad los diferencia de los que se encuentran a mayor distancia. Lo que se obtiene, entonces, son grupos de individuos relativamente homogéneos, no similares a los restantes (Chatfield y Collins, 1980). En este trabajo, asumimos como hipótesis que cada rebaño pertenecía a un genotipo diferente e indagamos cómo es que entre éstos había similitud o no.

Esto permite la conformación de una ilustración gráfica en forma de árbol jerárquico usualmente conocida como dendograma. En este gráfico, la abscisa representa cada uno de los individuos adecuadamente individualizado y la ordenada un índice que mide la “distancia” existente entre grupos cuyos mayores valores representan una menor diferenciación entre los mismos. Esto será mostrado en el capítulo de Resultados.

Etapa predictiva o confirmatoria

Se aplicaron métodos confirmativos a los fines de verificar hipótesis previas de pertenencia de los individuos a las distintas poblaciones, basadas tanto en la presencia de tres grupos étnicos diferentes (tres razas) como en la presencia de diferencias regionales. El método central fue el análisis discriminante cuadrático, el cual provee matrices con las tasas de asignaciones correctas de dichas poblaciones por parte de la regla estimada de discriminación. Este análisis permite discriminar grupos preidentificados y clasificar nuevos casos dentro de los grupos conocidos en función a que se obtenga la mayor tasa en la asignación. Determina si, en función de las variables originales disponibles, los grupos quedan suficientemente discriminados y, lo más valioso, genera una función o regla algebraica, basada en un subconjunto de variables, las cuales se constituyen en las características de mayor peso en la discriminación. Surge, entonces, como respuesta la chance de la pertenencia de un individuo desconocido en su origen en alguna de las poblaciones input. El criterio para la selección de las variables de discriminación fue en función del método de Stepwise (Johnson y Witchern, 1994).

La bondad o no del subgrupo de variables en generar una regla de clasificación de poblaciones es mostrada por medio de tasas de clasificación correcta o, en su defecto, tasas de error en dicha asignación. Al igual que en la etapa anterior, se trabajó con todas las variables cuantitativas en su versión estandarizada (vía puntajes Z). Como las poblaciones fueron representadas por muestras de tamaños muy diferentes, se colocaron probabilidades a priori para el cálculo de las tasas de error, de tipo Jackknife o de validación cruzada (Johnson y Witchern, 1994).

Resumiendo, en este trabajo hemos aplicado algunas técnicas de análisis multivariado procurando obtener criterios para la discriminación de las razas caprinas. Hemos puesto especial énfasis en el uso del análisis discriminante como una herramienta valiosa y simple para tal tarea analítica. Esto permitió identificar las características morfológicas que hacen la mayor contribución a las variaciones de raza, como un medio de explicar un patrón en la población caprina estudiada. Antes de eso, la matriz de datos fue tratada usando el análisis de factores principales (mediante componentes principales) para reducir la dimensión de los datos sin demasiada pérdida de información.

MORFOESTRUCTURA CUALITATIVA

- Se calcularon las frecuencias absolutas de las modalidades adoptadas para cada carácter cualitativo, primero en las distintas poblaciones por separado y luego tomando a las criollas como una única población. Se obtuvieron descripciones y asociaciones de naturaleza simple, mediante la observación de la moda y la ilustración por medio de gráficos de torta, para representar la frecuencia relativa y absoluta de cada carácter en la población criolla, así como algunos diagramas de barras, para representar el comportamiento que asumía cada raza, en cada modalidad del carácter cualitativo. Posteriormente se llevaron a cabo diversas estrategias de modelación (tablas de contingencia divariadas y modelos log-lineales) a los fines de verificar asociaciones significativas entre dichas variables y por ende, poder identificar con ellos algún patrón de similitud entre las poblaciones, en un intento de análisis paralelo al cuantitativo. Con frecuencia, algunas variables cualitativas o categóricas pueden ser de utilidad para la construcción del “discriminador”, por ejemplo, la presencia o ausencia de un determinado rasgo específico en un animal, o la apariencia del mismo pueden ser clasificadores importantes. Sin embargo esto no puede ser incorporado al análisis que se describió para el caso cuantitativo, debido a la mezcla de naturalezas de las variables. Para lograrlo se procedió jerárquicamente, analizando primeramente las tablas de contingencia logradas al cruzar la pertenencia a los grupos o poblaciones y cada una de las variables cualitativas. Este

es un enfoque de tipo divariado, el cual generalizamos estimando modelos log-lineales (Ato García y López García, 1996). Estos modelos proponen analizar la estructura de la dependencia en dichas tablas con más de dos variables categóricas, mediante modelos lineales generalizados. Persiguen la realización de un análisis minucioso de la asociación entre las variables cruzadas en la tabla multidimensional. Definido así, los modelos log-lineales estimados en este trabajo, consideraron las siguientes características:

- no se estableció ninguna distinción entre variables explicativas y de respuesta,
- todos los componentes sistemáticos admitieron solamente variables categóricas,
- término de error Poisson,
- función de enlace logarítmica, $\eta = \log(\mu)$.

Por último, para comprender el perfil global se llevó a cabo un análisis de **correspondencia múltiple** (Johnson y Witchern, 1994), sobre la base de 11 caracteres **cualitativos** morfoestructurales, con sus 36 modalidades asociadas. Se trabajó sobre una población total de $n=225$ individuos, pertenecientes a 9 orígenes diferentes (poblaciones), a fin de comprender la estructura de asociación que caracteriza el aporte de cada variante a la caracterización de poblaciones. Este análisis permite indagar acerca de las relaciones de dependencia entre las variables categóricas, observadas a los animales. Este método, uno de los más recientes del análisis multivariado, analiza además cómo está estructurada esta asociación, describiendo “proximidades” que permiten identificar “categorías causa de asociación”. Es, en síntesis, un caso particular del análisis factorial, por lo que sus resultados pueden ser presentados gráficamente sobre ejes de coordenadas, lo cual aporta una gran ayuda a la interpretación de los resultados.

Los individuos (animales) fueron indagados a nivel de variables independientes y de su pertenencia a las diferentes poblaciones, sugiriendo por medio de *valores-de test* para cada modalidad de cada una de las variables categóricas, criterios para identificar aquellas que son importantes en la estructura de asociación conjunta. Estos valores equivalen a las coordenadas o porción de “masa” (esto es, proporción de esta modalidad en el total) transformadas en puntajes Z. Por lo tanto, valores que superen a **1,96** o inferiores a **-1,96** ocupan una posición significativa: los valores significativos corresponden a las modalidades que ocupan un lugar significativo sobre el eje factorial, y por lo tanto, ayudan a su interpretación.

La asociación entre las variables es visualizada en planos factoriales a los fines de interpretar cómo se manifiesta dicha relación de interdependencia. Esas figuras son presentadas para ilustrar la semejanza entre los individuos, así como para mostrar la distorsión de algunas de las modalidades con el común de las restantes. Posteriormente se realizó una visualización global de las 9 poblaciones (7 criollas, 1 Anglo Nubian y 1 Saanen), en función de los componentes principales surgidos del análisis de correspondencia. Finalmente se elaboró un dendograma, basado en una medida de similitud, para los caracteres cualitativos para tres poblaciones: criollas (reuniendo las siete ya mencionadas), Saanen y Nubian.

APTITUD PRODUCTIVA

A partir de las frecuencias absolutas de los caracteres cualitativos se realizó un gráfico de torta para apreciar el comportamiento del carácter en las poblaciones criollas y de barras para apreciar el comportamiento del carácter en las 3 poblaciones (Criollas, Anglo Nubian y Saanen) en las modalidades aptitud productiva y perímetro torácico.

TRATAMIENTO DEL POLIMORFISMO SANGUÍNEO

Los integrantes de una población local, o demo, comparten un conjunto de genes llamado “pool” génico, el cual puede caracterizarse por medio de las frecuencias de las variantes (alelos) de cada gen, por lo que luego de asignar los genotipos correspondientes a cada fenotipo electroforético, en función de los patrones de bandas, se obtuvieron las frecuencias de los alelos codominantes por conteo directo, asumiendo equilibrio de Hardy-Weinberg. Según este concepto, cuando una población es desviada de la panmixia (apareamientos al azar) por algún motivo, basta una sola generación de apareamientos al azar para que las frecuencias genotípicas vuelvan a los valores de equilibrio (Futuyma, 1997). La significación de las desviaciones entre las frecuencias genotípicas de los alelos observados y esperados según el equilibrio de Hardy y Weinberg se comprobaron mediante el “Test exacto de Hardy y Weinberg”, análogo al test exacto de Fisher para tablas de contingencia 2x2 (Weir, 1996). Este test evita las dificultades que posee el test de χ^2 cuando las frecuencias de algunas clases son bajas, como sucede frecuentemente al analizar datos genéticos de una población.

Dentro de cada demo, se dice que los apareamientos ocurren al azar (panmixia) cuando cualquier individuo de un sexo tiene las mismas probabilidades de aparearse con cualquier individuo del sexo opuesto. El matemático inglés G. H. Hardy y el filósofo alemán W. Weinberg demostraron independientemente en el año 1908 que en una población panmíctica de reproducción sexual (donde además no actúa ninguna fuerza que cambie las frecuencias alélicas, es decir, no hay deriva génica, migración, mutación ni selección natural) las frecuencias genotípicas en un locus no cambian de una generación a la siguiente y responden a la forma general $p^2: 2pq: q^2$, donde p y q son las frecuencias de dos alelos alternativos en el locus, $2pq$ la frecuencia esperada de individuos heterocigotas y p^2 y q^2 las de los respectivos homocigotas. Una vez obtenidos los fenotipos y asignados los genotipos correspondientes se realizaron pruebas de Chi-cuadrado entre los valores observados y esperados para las diferentes clases fenotípicas. También se llevaron a cabo pruebas de independencia entre poblaciones, para cada marcador genético siguiendo el mismo método estadístico.

Dado que una población puede caracterizarse genéticamente por medio de índices que reflejan la cantidad de variabilidad genética que alberga, el nivel de polimorfismo dentro de cada grupo de animales se estimó mediante cálculo de frecuencias alélicas, heterocigosis media (H), heterocigosis en cada locus (h), número medio de alelos por locus (A) y porcentaje de loci polimórficos (P). Un locus es polimórfico cuando posee dos o más alelos, el más raro de los cuales tienen una frecuencia no menor a 0,01 o 0,05 (criterios de 99 % o del 95%). La H , es decir la proporción de loci para los cuales se espera que un individuo representativo de la población sea heterocigota, es otra medida de la variabilidad génica de una población que sirve para caracterizarla (Hartl y Clark, 1997).

La divergencia genética entre las 7 poblaciones de cabras criollas entre sí y de cada una éstas, con respecto a las poblaciones de razas puras Saanen y Nubian. se estableció mediante la estadística F de Wright. Se estimó la divergencia genética entre las distintas subpoblaciones, mediante el cálculo de F_{ST} (Futuyma, 1997), como sigue:

$$F_{ST} = H_T - H_S/H_T$$

donde H_T representa la heterocigosis esperada de un individuo de la población total con apareamientos al azar y H_S la heterocigosis esperada de un individuo de una subpoblación con apareamientos al azar.

Se calculó la distancia genética (D) por el índice de similitud de Roger (Futuyma, 1997)

$$D = 1 - \text{Similitud}$$

Con la información obtenida, se calcularon los coeficientes de identidad (IN) entre los posibles individuos dentro del rebaño y luego se estimaron las matrices de distancia genética (DN) según Nei. Para resumir las relaciones entre poblaciones se construyeron fenogramas (árboles) con las distancias anteriormente mencionadas según el procedimiento UPGMA (Sneath y Sokal, 1973). Todos los cálculos se realizaron utilizando la corrección de Levene, para muestras pequeñas, que provee el programa BIOSYS-1 (Swofford y Selander, 1989).

CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MORFOESTRUCTURA CUANTITATIVA

A nivel descriptivo se presentan (Tabla 3.1) los estadísticos resumen de los caracteres morfoestructurales para las 7 poblaciones criollas del NO de Córdoba. Se puede apreciar que todas las variables presentan diferencias significativas entre al menos una de las poblaciones. Las variables que más evidenciaron patrones diferentes fueron Diámetro dorsoesternal, Largo de cara y Perímetro torácico; por otro lado, las que mostraron menos diferenciación fueron Altura a la grupa, Diámetro longitudinal y Perímetro de caña. La población 1 (Unidad Experimental) mostró los menores valores en la mayoría de las variables, mientras que la población 2 (Deán Funes) los superiores para la mayoría de las variables, es decir, poseen los animales más grandes. Podemos decir que la alta variabilidad observada en los animales criollos podría explicarse, en parte, por la procedencia de los animales, el criterio de manejo y selección aplicado por el productor.

Tabla 3.1
Caracteres morfoestructurales en siete poblaciones criollas del noroeste de Córdoba
(Los resultados se expresan en Media \pm Desviación Estándar)

Variable	UNID.EXP.		DEAN FUNES		V. DE SOTO		LAS CHACRAS		LA LIBERTAD 1		LAS TOSCAS		LA LIBERTAD 2	
	Media n=21	D.E.	Media n=36	D.E.	Media n=28	D.E.	Media N=18	D.E.	Media n=15	D.E.	Media n=15	D.E.	Media n=15	D.E.
ACR	65,55 a	5,02	69,31 abc	5,06	66,34 ab	4,38	68,51abc	3,12	70,35 ac	3,25	72,63 c	3,28	71,09 bc	3,49
AG	67,78 ab	4,14	70,49 b	4,74	66,41 a	4,16	70,76 b	2,34	69,17 ab	2,41	71,61 b	2,77	72,2 b	3,96
DL	70,05 a	4,21	76 b	5,49	68,93 a	3,65	77,33 b	4,44	77,61b	3,38	79,67 b	3,64	75,43 b	3,74
AES	37,94 a	3,51	38,22 abc	4,81	35,9 a	3,5	36,66ab	3,25	39,15 abc	1,59	40,25 bc	3,14	41,84 c	2,67
DD	78,44 ab	3,91	86,28 cd	4,69	78,36 a	4,53	83,33bc	3,68	83,43 bcd	5,01	88,87 d	3,16	84,33 cd	3,84
DB	16 a	1,18	18,24 b	1,82	21,08 c	1,62	17,23 ab	1,17	16,28 a	1,23	17,17 ab	0,89	16,44 a	0,84
DE	16,79 a	1,12	18,99 b	1,31	21,88 c	1,43	18,5 b	1,22	18,75b	1,6	18,96 b	0,94	18,04 ab	0,8
AG	15,75 a	1,36	17,99 b	2,3	20,54 c	1,36	17,27 ab	2,49	15,89 a	1,59	16,41ab	1,29	15,75 a	1,13
ACF	12,36 a	0,57	13,14 a	1,73	17,91 b	1,93	13 a	0,42	12,52 a	0,62	13,29 a	0,5	12,35 a	0,57
LG	20,82 ab	1,81	23,2 c	1,61	20,02 a	1,87	22,64 bc	1,56	19,4 a	1,43	19,53 a	0,81	19,4 a	1,53
LCF	21,74 a	1,29	24,35 c	1,52	22,93 ab	1,09	23,56 bc	1,37	23,03 abc	0,97	24 bc	0,82	22,77 ab	1,08
LR	15 a	1,14	16,98 d	1,12	15,25 ab	0,93	15,49 abc	0,82	16,41 cd	0,61	17,18 d	0,94	16,23 bcd	0,56
PT	77,95 a	3,05	86,95 cd	3,94	79,35 ab	4,78	84,06 bc	3,78	86 cd	6,32	90,67 d	4,69	86,9 cd	4,5
PC	8,3 a	0,51	9,45 b	0,6	8,6 a	0,58	8,77 a	0,37	8,71 a	0,41	8,83 a	0,41	8,43 a	0,44
DH	21,73 ab	1,92	21,86 ab	2,86	20,69 a	1,3	23,17 b	1,54	22,57 ab	1,52	23,47 b	1,55	22,08 ab	1,47

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,01$)

A posteriori, se incluyeron las dos poblaciones de razas puras, Anglo Nubian y Saanen haciendo una comparación de 9 poblaciones (no mostrado). Se obtuvieron diferencias significativas entre todas las poblaciones para todas las variables, aunque las razas

Saanen y Anglo Nubian manifestaron posiciones intermedias a las mostradas por las subpoblaciones criollas, razón por la que no se puede utilizar para discriminar de manera independiente a los animales de razas puras de aquellos de origen criollo. Por esa causa se decidió trabajar con una única población de Criollas (148 animales) y compararlas directamente con Saanen y Anglo Nubian, utilizadas como testigos, aplicando igual secuencia de análisis.

En la Tabla 3.2 se presentan los resultados de la comparación de las 3 poblaciones que muestran que, salvo Largo de cabeza y Largo de cara, todas las variables presentan diferencias significativas entre algunas de las razas. Esto permite presumir que la población criolla puede ser analizada como una población única e independiente y que es posible diferenciarla de las otras dos.

Tabla 3.2
Caracteres morfoestructurales en tres poblaciones caprinas (Criollas del noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen)
 (Los resultados se expresan en Media \pm Desviación Estándar)

Variable	CRIOLLA			ANGLO NUBIAN			SAANEN		
	Media n=148	DE	CV	Media n= 40	DE	CV	Media n= 37	DE	Cv
Al. a cruz	68,74 a	4,73	6,88	70,54 ab	3,99	5,66	73,14 b	4,02	5,50
Al. a grupa	69,52 a	4,26	6,13	71,56 ab	3,86	5,40	73,73 b	4,05	5,49
Diám. long.	74,46 a	5,66	7,61	73,62 a	4,78	6,49	79,81 b	5,40	6,77
Alt. estern	38,22 a	3,96	10,37	40,33 b	3,34	8,27	38,71 ab	3,95	10,20
Diám. dorsoestr	83,09 a	5,55	6,68	82,88 a	4,26	5,14	91,92 b	3,93	4,27
Diám. bicost	17,85 b	2,23	12,48	15,46 a	1,15	7,45	20,01 c	1,66	8,30
Dist. encuent	19,04 b	1,98	10,41	17,91 a	1,07	6,00	20,81 c	1,48	7,09
Anch. grupa	17,47 b	2,46	14,08	15,21 a	1,21	7,94	19,17 c	1,29	6,72
Anch. cabeza	13,79 b	2,38	17,26	12,11 a	0,61	5,05	13,53 b	0,61	4,54
L. de grupa	21,05 b	2,21	10,52	19,96 a	1,25	6,25	23,34 c	1,22	5,22
L. de cabeza	23,61 a	1,49	6,39	22,79 a	1,38	6,07	23,61 a	2,16	9,12
L. de cara	16,08 a	1,24	7,69	16,42 a	1,07	6,54	16,59 a	1,27	7,64
Per. de torax	84,16 a	5,99	7,12	85,23 a	4,88	5,72	98,99 b	3,88	3,92
Per. de caña	8,8 b	0,64	7,29	8,09 a	0,44	5,40	9,11 b	0,42	4,57
Diám. hocico	22,04 a	2,11	9,56	21,77 a	1,78	8,10	23,14 b	1,33	5,77

Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0,01)

Del análisis inferencial realizado para estas tres poblaciones, se desprende que las variables Diámetro Bicostal, Distancia entre encuentros, Anchura de Grupa y Largo de grupa, son las que muestran diferencias significativas. Se pone de manifiesto que los ani-

males Criollos en su conjunto, si bien muestran una altura corporal menor a las Anglo Nubian y Saanen; Altura a la cruz (68,74cm), Altura a la grupa (69,52cm), y Altura al esternón (38,22cm); evidencian un tamaño corporal intermedio entre las razas puras, y claramente mayor al descrito por FAO y por Devendra (1981) para animales Criollos de Argentina.

Por su parte, las variables de Largo de cabeza y Largo de cara no mostraron diferencias significativas entre las poblaciones estudiadas (23,61; 22,79 y 23,61) para Criollas, Anglo Nubian y Saanen respectivamente, las que sí se diferencian marcadamente de las medidas tomadas por Agraz García (1976) en criollas cordobesas (18,5 cm).

A fin de poder comparar los resultados con los de otros autores en la [Tabla 3.3](#) se presenta una comparación entre los valores de media obtenidos para distintos caracteres morfoestructurales de hembras caprinas criollas, reportados en distintos lugares de Argentina y en diferentes épocas.

Tabla 3.3
Caracteres morfoestructurales de cabras Criollas de distintas regiones de Argentina obtenidas por distintos autores

<u>Variable</u>	Noroeste Córdoba (1)	Córdoba (2)	Sigo Estero (2)	Catamarca (2)	Come chingones (3)	Colorada Pampeana (4)	Neuquina (5)
Al. a cruz	68,74 ± 4,73	70	76	71	65-80	64,22	64,1 ± 3,3
Al. a grupa	69,52 ± 4,26	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Diám.long.	74,46 ± 5,66	72	76	80	73-85	70,88	72,3 ± 4,7
Alt. estern	38,22 ± 3,96	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Diám.dorsoestr	83,09 ± 5,55	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Diám. bicost	17,85 ± 2,23	s/d	s/d	s/d	s/d	22,78	18,0 ± 1,8
Dist. encuent	19,04 ± 1,98	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Anch. grupa	17,47 ± 2,46	16	17,5	17,5	s/d	16,26	15,4 ± 1,1
Anch. cabeza	13,79 ± 2,38	13	13,5	13,5	s/d	13,14	12,6 ± 0,6
L. de grupa	21,05 ± 2,21	s/d	s/d	s/d	s/d	21,84	21,7 ± 0,71
L. de cabeza	23,28 ± 1,49	14	17	17	s/d	23,95	23,3 ± 1,4
L. de cara	16,08 ± 1,24	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Per. de torax	84,16 ± 5,99	80	81	82	80-92	85,9	81,1 ± 7,8
Per. de caña	8,8 ± 0,64	s/d	s/d	s/d	s/d	8,88	8,6 ± 0,7
Diám. hocico	22,04 ± 2,11	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d

(1) En estudio (2) Agraz García, 1976 (3) De Géa, 2005 (4) Bedotti, 2004 (5) Lanari, 2003

Como se observa, se utilizan menos variables descriptivas que las recogidas en este estudio, aunque se pone en evidencia que existen diferencias entre poblaciones en, al menos, un carácter. Se destaca que dichos parámetros no pueden ser sometidos a análisis es-

tadístico pero sí a una comparación simple de sus medias (Agraz García 1976; Lanari y col., 2003; Bedotti y col., 2004; De Géa y col., 2005).

Con respecto a las medidas zoométricas que tomó Agraz García (1976) en las que compara los animales criollos de Córdoba, Santiago del Estero y Catamarca en las categorías macho y hembra adultos, hace casi 30 años, podemos observar en la [Tabla 3.3](#) que en el caso de las hembras, el carácter Altura a la cruz se mostró siempre mayor a las poblaciones criollas en estudio (70; 76 y 71 cm *versus* 68,74 cm) respectivamente, aunque esto fuera una diferencia leve. Dicha diferencia, en el caso de los animales de Córdoba estudiados con anterioridad, se podría deber a un mayor crecimiento de los mismos por mayor disponibilidad de alimento y tamaños de población efectiva mayor que los actuales y no necesariamente a poblaciones distintas.

En la misma tabla se presentan los datos de las cabras tipo Criollos de las Sierras de los Comechingones descriptos por De Gea y col. (2005). Estos últimos son de menor tamaño en casi todas las variables descriptas, diferenciándose con claridad de las del NO de Córdoba. Las cabras criollas Neuquinas, descriptas por Lanari y col. (2003), por su parte, resultan más parecidas a las cabras criollas de las Sierras de Comechingones y a las Coloradas Pampeanas descriptas por Bedotti y col. (2004) en las que se declara un origen asiático a través de la introducción de razas como la Angora. Como se desprende del cuadro anterior, los distintos autores resaltan aquellas medidas que parecen ser más distintivas a simple vista, tales como Altura a la grupa, Largo de cuerpo o Largo de cara. Lanari y col. (2003) utilizan estos caracteres para la discriminación de animales en Argentina y por lo que se puede observar, las cabras de las distintas regiones presentan características diferenciales que podrían atribuirse a distintas causas, entre ellas y como principal el efecto fundador de alguna población de animales que pudieron haber sido de regiones de España originariamente distintas a las del NO de Córdoba. En segundo lugar, la acción del ambiente, con características de restricción de recursos, lo que provocó la generación de estrategias de adaptación que pudieron haber permitido por un lado el desarrollo de determinados biotipos y por el otro haber afectado el tamaño y medidas de los animales. Por último citamos un efecto de introducción de razas que tuvieron mayor o menor impacto en el transcurso del tiempo. Lo anterior explicaría, en parte, que en Córdoba se encuentren dos biotipos distintos de Cabras Criollas, el de las Sierras de los Comechingones descriptas por De

Gea y col. (2005) más pequeñas y chilludas y las descriptas en este artículo. Las características de menor tamaño, y presencia de capa larga o pelos en las primeras, las asemeja a los animales del tipo pelo largo de Neuquén, descritas por Lanari y col. (2003), que al decir de De Gea y col. (2005) parecerían haber tenido influencia de razas como la Angora en su constitución, mientras que las Cabras criollas del NO de Córdoba muestran mayor desarrollo corporal, y una impronta más parecida a las razas Anglo Nubian y Saanen, de las que se reconoce mayor presencia en la zona.

Análisis discriminante de caracteres cuantitativos

RESULTADOS DE VARIABLES CUANTITATIVAS BASADO EN NUEVE POBLACIONES

En primera instancia, como fue mencionado, se realizó un análisis discriminante considerando las 9 poblaciones (7 criollas, Anglo Nubian y Saanen) a fin de establecer si era factible diferenciarlas entre sí, con una tasa de error aceptable, o si por el contrario se debían agrupar las poblaciones criollas en una única (confirmando las observaciones del análisis anterior).

El método de selección de variables, de tipo *Stepwise*, indicó que 13 de las 15 variables debían permanecer en el proceso discriminante. Sólo se eliminaron Altura a la cruz y Largo de cara, lo que puso en evidencia la dificultad de encontrar buenos descriptores. Los resultados de las tasas de asignación correcta, obtenidos por validación cruzada, expresados en porcentajes, para las nueve poblaciones en estudio dieron los siguientes valores: Unidad Experimental 28,57%; Deán Funes 80,56%; Villa de Soto 89,29%; Las Chacras 27,78%; La Libertad I 0,00%; Las Toscas 0,00%; La Libertad II 0,00%; Anglo Nubian 87,5% y Saanen 94,59%.

El análisis discriminante cuadrático determinó una tasa de error total muy alta (40%) confundiendo demasiado a las poblaciones de animales criollos, particularmente a los pertenecientes a los lotes 5, 6 y 7, donde no se logró asignar correctamente ningún individuo. En tanto las poblaciones 2 y 3 de Criollas (Deán Funes y Villa de Soto), 8 (Anglo Nubian) y 9 (Saanen), quedaron correctamente asignadas con valores superiores al 80% de asignación correcta.

Dado que en el caso de las criollas, la tasa de asignación correcta en algunas poblaciones (5, 6 y 7) fue nula, se asume que el nivel de confusión entre las poblaciones criollas permite inferir que constituyen una única población.

RESULTADOS VARIABLES CUANTITATIVAS EN SIETE POBLACIONES CRIOLLAS

Aún asumiendo que podría tratarse de una población única, pero buscando un mayor nivel de explicación y análisis, se estudió el comportamiento de las Criollas entre sí, utilizando el mismo procedimiento analítico. En este caso se necesitaron prácticamente todas las variables (14) para discriminar las poblaciones criollas y el porcentaje de asignación correcta dentro de cada población fue aún más bajo. La tasa de error total en este caso fue mayor al anterior (55,4 %) y nuevamente las poblaciones mejor asignadas fueron la 2 y 3 con un 7,1 y 11 % de error solamente (ver Tabla 3.4). Si bien mejoró levemente el porcentaje de clasificación correcta para las primeras poblaciones, las últimas siguieron totalmente confundidas. Nuevamente se nota que las únicas subpoblaciones que se pueden identificar son Deán Funes y Soto, mientras que el resto mantiene una tasa de error muy alta. Esto obligaría a reunir las en una sola población, inclusive desde el punto de vista metodológico, ya que para clasificar a sus individuos hizo falta de prácticamente todas las variables. Todo esto confirmó entonces la conveniencia de trabajar con una población de criollas única.

Tabla 3.4

Tasa de asignación correcta en porcentaje para cada una de las siete poblaciones criollas del NO de Córdoba.

Población	Unidad Experim.	Dean Funes	Villa de Soto	Las Chacras	La Liber- tad I	Las Toscas	La Liber- tad II	TOTALES
Tasa Correcta (%)	29	89	92,9	22	0	0	0	44,6
Tasa de Error (%)	71	11	7,1	88	100	100	100	54,4

Resultados previos de nuestro grupo, (Deza y col., 2003), al comparar entre sí 4 poblaciones de criollas del NO de Córdoba lograron, mediante el uso jerárquico de las técni-

cas de análisis factorial seguido de análisis discriminante, una tasa de asignación total correcta del 86,40%, la que consideraron muy satisfactoria. El análisis sólo no consideró como importantes a 3 caracteres (AIG, DL y DD), las que no constituyen variables con peso dentro de los 4 factores que contribuyeron a explicar la mayor porción de la variabilidad total de los datos. Salvo la población de Quilino, el resto logró una tasa de asignación correcta por lo menos aceptable. La mayor distancia geográfica de estas poblaciones y el menor número de individuos podría haber justificado la mayor facilidad de asignación correcta de los individuos dentro de las subpoblaciones criollas.

RESULTADOS VARIABLES CUANTITATIVAS EN TRES POBLACIONES (CRIOLLA, ANGLO NUBIAN Y SAANEN)

Finalmente y a partir de la evidencia anterior, se asumió que los animales Criollos constituían una misma población independientemente de su procedencia, por lo que se realizó nuevamente el análisis, ahora contando con otra estructura de datos para la población “criolla”, es decir, con un *n* mayor. Con esto se procedió a discriminarlas respecto de las poblaciones Anglo Nubian y Saanen.

Tabla 3.5

Variables seleccionadas por *Stepwise* para tres poblaciones caprinas

n = 225	Lambda de Wils	F	P
Per Torax PT	0,330	62,820	0,000
Per Cania PC	0,261	27,540	0,000
Diam Bic DB	0,227	10,040	0,000
Lag Grup LG	0,241	17,000	0,000
Lar Cara LC	0,216	4,430	0,013
Diam Dor DD	0,220	6,360	0,021
Diam Long DL	0,220	6,230	0,002
Dis Encue DE	0,216	4,200	0,016
Anc Cabe ACF	0,212	2,550	0,080
Al Grup AIG	0,213	2,940	0,055
Lar Cabe LCF	0,209	1,000	0,368

En esta etapa, aparece una nueva combinación de variables surgidas del proceso de selección. La [Tabla 3.5](#) (arriba) presenta las 11 variables que mejor explican la variabilidad entre dichas poblaciones, siendo eliminadas: Altura a la cruz, Altura al esternón, Ancho de grupa, y Diámetro de hocico, caracteres estos que se diferencian de los descriptos para otras poblaciones criollas de Argentina y sur oeste de Córdoba.

En esta situación se mejora la tasa de asignación correcta global, por lo que se logra discriminar satisfactoriamente a las poblaciones (Tabla 3.6 y Figura 3.1).

Tabla 3.6

Tasa de asignación correcta en porcentaje para tres poblaciones caprinas

Población	Criollas Noroeste de Córdoba	Anglo Nubian	Saanen	TOTALES
Tasa Correcta (%)	95,94	75	91,89	91,55

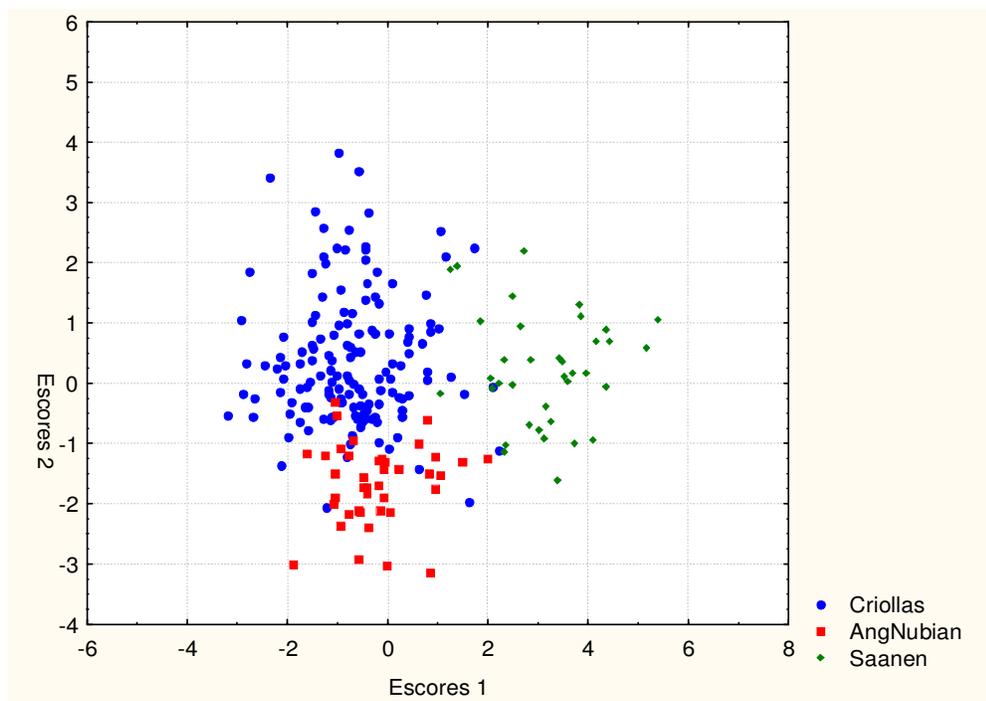


Figura 3.1

Representación Gráfica mediante diagrama de dispersión de funciones canónicas de tres poblaciones caprinas

La inclusión de los animales criollos en una sola población logra mejorar significativamente la tasa de clasificación global correcta llevándola al 91,55 % de los casos. En el caso de la población criolla específicamente, llega al 95,945%, lo cual es muy satisfactorio (Tabla 3.6, arriba).

Así, los caracteres morfoestructurales cuantitativos que más discriminan a los Caprinos Criollos de Córdoba son los siguientes, (acompañados por sus valores promedios): Perímetro torácico (84,16 cm), Perímetro de caña (8,8 cm), Diámetro bicostal (17,85 cm), Largo de grupa (21,05 cm), Largo de cara (16,08 cm), Diámetro dorsoesternal (83,09 cm), Diámetro longitudinal (74,46 cm), Distancia entre encuentros (19,04 cm), Anchura de cabeza (13,79 cm), Altura a la grupa (69,52 cm) y Largo de cabeza (23,61 cm).

En la misma Figura 3.1 arriba podemos observar un Diagrama de Dispersión de los factores estimados, donde cada punto representa un individuo de la población a la que hace referencia su color. Mediante esta representación grafica se puede observar que el nivel de solapamiento o superposición entre los individuos de las tres poblaciones es bastante bajo, siendo los individuos de la población Anglo Nubian los que tienden a confundirse con mayor facilidad por incluirse dentro de las otras poblaciones.

CARACTERES MORFOESTRUCTURALES CUALITATIVOS

Del análisis exploratorio previo, comparando las 9 poblaciones de manera independiente, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las variables cualitativas, razón por la que se trabajó sólo con las 7 poblaciones Criollas. A continuación se presentan primero los resultados del análisis entre las 7 poblaciones de criollas y luego tomando todas las criollas entre sí en una sola población comparándolas con Saanen y Anglo Nubian, a los fines de seleccionar caracteres morfoestructurales cualitativos.

Las Tabla 3.7 y Tabla 3.8 presentan estos resultados para todas las poblaciones criollas y para las tres poblaciones tomando a las criollas como una sola con los valores de los caracteres discriminados por modalidad expresados en frecuencia absoluta.

Se fijó como criterio a priori aceptar como significativos, para describir a las poblaciones y razas, aquellos parámetros que intrapoblacionalmente estuviesen presentes en al menos el 60% de los individuos.

Mason (1981) destaca la utilidad de tomar caracteres como largo y dirección de las orejas, tipo y largo de cuerno y tipo de perfil para diferenciar razas. Si bien estos criterios no sirvieron en este estudio para diferenciar subpoblaciones de animales criollos, resultaron significativos para diferenciar animales criollos de Saanen y Anglo Nubian.

Tabla 3.7

Caracteres morfológicos cualitativos en caprinos Criollos de diferentes regiones del Noroeste de Cba

Carácter	Variantes	n=148	n=21	n=36	n=28	n=18	n=15	n=15	n=15
		Total	Pobl 1	Pobl 2	Pobl 3	Pobl 4	Pobl 5	Pobl 6	Pobl 7
PERFIL									
Peril Cefal	Recto	110	15	31	28	10	10	8	8
	Subcóncavo	35	6	2	0	8	5	7	7
	Convexo	3	0	3	0	0	0	0	0
OREJAS									
Tamaño	Largas	41	11	6	3	6	4	3	8
	Medianas	97	10	27	20	12	10	11	7
	Cortas	10	0	3	5	0	1	1	0
Dirección	Paradas	21	9	2	6	4	0	0	0
	Hacia adelan	28	4	7	0	0	7	7	3
	Pendientes	99	8	27	22	14	8	8	12
CUERNOS									
	Sin cuernos	31	5	7	4	13	1	0	1
	Espiral	109	13	26	23	4	14	15	14
	Rectos	4	1	3	0	0	0	0	0
	Arco	4	2	0	1	1	0	0	0
CAPA									
Uniform	Uniforma	88	12	22	16	11	11	5	11
	Manchado	50	7	13	5	7	4	10	4
	Doble capa	10	2	1	7	0	0	0	0
Color predom	Blanco	68	9	14	19	11	7	4	4
	Negro	20	1	8	0	2	1	4	4
	Marrón	20	5	2	4	0	3	3	3
	Tostado	25	3	7	3	3	1	4	4
	Gris	15	3	5	2	2	3	0	0
PELO									
Presencia	Con capa	26	1	3	16	5	0	0	1
	Con chilla	13	5	3	3	1	1	0	0
	Sin pelo	109	15	30	9	12	14	15	14
HUESO									
Tipo	Plano	30	3	3	5	12	2	4	1
	Redondo	118	18	33	23	6	13	11	14
APTITUD									
Productiva	Carne	85	19	33	20	1	4	1	7
	Leche	23	2	3	3	15	0	0	0
	Doble P.	40	0	0	5	2	11	14	8
MAMELAS									
	Con	116	17	32	20	10	15	14	8
	Sin	24	4	4	0	8	0	1	7

Los valores representan las frecuencias absolutas

Tabla 3.8

Caracteres morfológicos cualitativos en caprinos Criollos del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen

CARÁCTER	CÓDIGO DE VARIANTE	CRIOLLAS	ANGL.NUB	SAANEN	TOTALES
		n=148	n=40	n=37	n=225
PERFIL CEF.					
Recto	1	110	0	0	110
Subcóncavo	2	35	0	37	72
Convexo	3	3	40	0	43
TAM. OREJA					
Largas	1	41	40	0	81
Medianas	2	97	0	2	99
Cortas	3	10	0	35	45
DIR. OREJA					
Paradas	1	17	0	34	51
Inclin.adel.	2	32	0	3	35
Pendientes	3	99	40	0	139
CUERNOS					
Otros	1	0	2	0	2
Espiral	2	109	3	0	112
Arco	3	4	34	0	38
Rectos	4	4	0	36	40
Sin cuernos	5	31	1	1	33
UNIF.CAPA					
Uniforme	1	88	18	37	143
Manchado	2	50	22	0	72
Doble capa	3	10	0	0	10
COLOR CAPA					
Negro	1	20	7	0	27
Marrón	2	16	16	0	32
Tostado	3	38	14	0	52
Gris	4	6	0	0	6
Blanco	5	68	3	37	108
PRES.PELO					
Con capa	1	26	0	0	26
Con chilla	2	13	0	0	13
Sin chilla	3	109	40	37	186
LARGO PELO					
Corto	1	89	38	37	164
Intermedio	2	53	2	0	55
Largo	3	6	0	0	6
T. HUESO					
Plano	1	30	34	37	101
Redondo	2	118	6	0	124
APTITUD					
Doble prop.	1	40	0	0	40
Leche	2	23	40	37	100
Carne	3	85	0	0	85
MAMELAS					
Con	1	124	33	27	184
Sin	2	24	7	10	41

Los valores representan las frecuencias absolutas

De las variables cualitativas se estimaron además las frecuencias absolutas de la población total y para cada rebaño, las que posteriormente se graficaron en función de sus frecuencias relativas (ver Figuras 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6, abajo).

Se observa una gran capacidad de marcación (invasión) del tipo de oreja de las razas puras cuando es cruzado con animales criollos, no obstante y a juzgar en términos de población, dicha presencia perdería importancia en sucesivas generaciones, por lo que la existencia de individuos con tipo de oreja de una u otra raza no significa necesariamente un índice de invasión racial significativo.

Del análisis de la información se desprende que la población Criolla del NO de Córdoba puede ser caracterizada por:

Tipo de perfil (PC): donde 4 de 7 poblaciones criollas muestran un perfil predominantemente recto (PC 1). (Figura 3.2a) El valor promedio de las 7 poblaciones (74%) contrasta marcadamente con el perfil convexo de las Anglo Nubian (PC 3)) y el subcóncavo de las Saanen (PC 2). (Figura 3.2b)

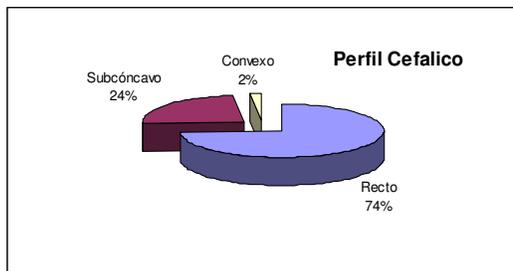


Figura 3.2a
Tipo de perfil en caprinos Criollos del NO

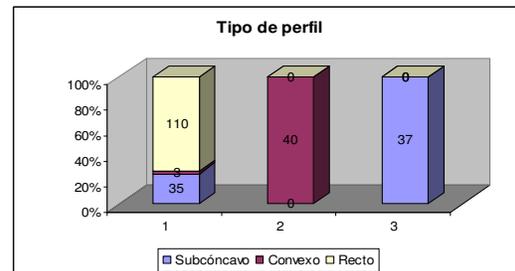


Figura 3.2b
Tipo de perfil en tres poblaciones caprinas

Tamaño de las orejas (TO): al igual que el anterior, 4 de 7 poblaciones criollas muestra un largo de oreja mediano y el valor promedio de todas las poblaciones criollas da una proporción del 65.54% de los individuos con orejas medianas (TO 2). Figura 3.3a) Esto también contrasta con Anglo Nubian que son Largas (TO 1) y con Saanen que son cortas (TO 3). (Figura 3.3b)

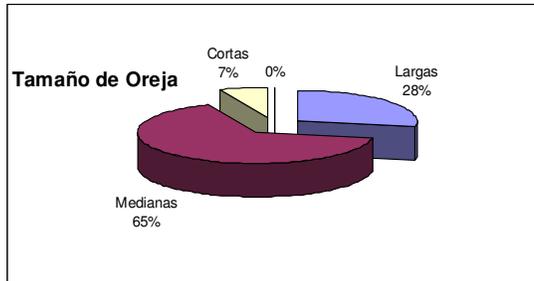


Figura 3.3a
Tamaño de orejas en caprinos Criollos del NO

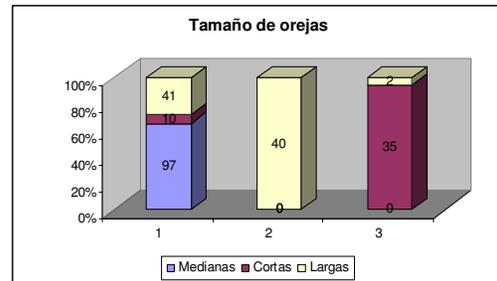


Figura 3.3b
Tamaño de orejas en tres poblaciones caprinas

Dirección de orejas (DO): 3 de 7 poblaciones se muestran homogéneas, de ellas 1 tiene las orejas inclinadas hacia delante (DO 2) y las otras 2 son pendientes (DO3). El promedio de todas las criollas por su parte muestra un 66.89% de los casos con orejas pendientes, carácter que comparten con las cabras Anglo Nubian. (Figura 3.4)

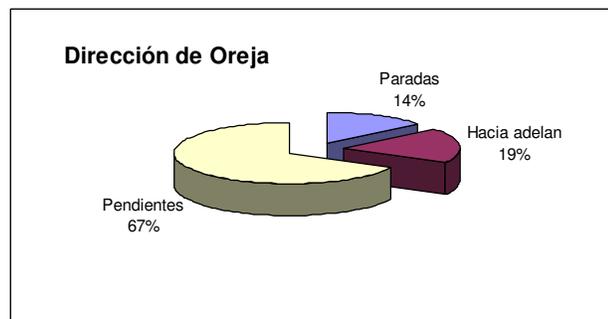


Figura 3.4
Dirección de orejas en caprinos Criollos del Noroeste de Córdoba

Tipo de Cuernos (TC): el 73.65% de los animales criollos presentan cuernos espiralados hacia atrás (TC2), descritos por Agraz García (1986) como pertenecientes al grupo de cabras *priscas* (Blanca Celtibérica) que dieron origen a las cabras en Argentina. Esto las diferenciaría marcadamente del tipo de cuerno recto y/o en arco, característicos de las cabras Anglo Nubian y Saanen. (Figura 3.5)

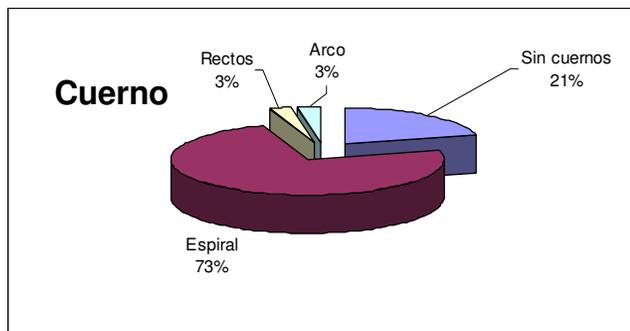


Figura 3.5

Tipo de cuernos en caprinos Criollos del Noroeste de Córdoba

Los 7 rebaños muestran homogeneidad intrapoblacional aunque se destaca la población 4 por ser la única donde predominan los animales sin cuernos, carácter que podría estar vinculado a un criterio de selección aplicado por el productor.

Uniformidad de capa (CP): 5 de 7 poblaciones criollas mostraron uniformidad en este carácter. En 4 de ellos predominó la capa uniforme (CP1) y en la restante la capa manchada (CP2). El valor promedio de todos los hatos criollos con su 59,5 % no logró superar el límite mínimo impuesto a priori para su aceptación. Comparado con razas puras vemos que en Saanen la capa es totalmente uniforme (CP1), mientras no es así en Anglo Nubian donde se acepta diversidad de capa.

Color (CO): Sólo 2 de 7 poblaciones mostraron uniformidad intra rebaño, el resto mostró una marcada policromía aunque con mayor tendencia al blanco. Este carácter, al igual que el anterior, no serviría para mostrar similitud o diferencia con razas puras y ambos se muestran muy viciados por los criterios de selección del productor. (Figura 3.6)

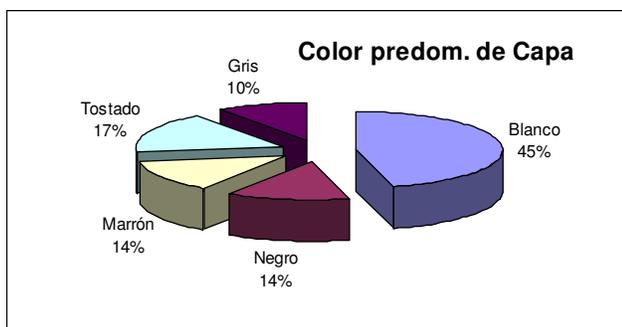


Figura 3.6

Dirección de orejas en caprinos Criollos del Noroeste de Córdoba

Presencia de pelos (PP): El carácter considerado, vinculado a la presencia de doble capa puede deberse a 2 situaciones:

a- presencia de genes provenientes de razas pilíferas de origen asiático como la Angora, detectados en los animales criollos del sur de Argentina (Lanari y col., 2003) y sur de Córdoba (DeGea y col., 2005),

b- presencia de alelos recesivos o atávicos provenientes de las cabras españolas originales. Este carácter puede manifestarse con capa completa, esto es, el animal con una alta proporción de su cuerpo cubierto de una capa larga de pelos; con chilla en la grupa y cuarto trasero (calzón) o sin pelos. Las cabras criollas estudiadas muestran una alta proporción (73.64%) de los animales con pelos cortos (sin chilla), lo que puede sugerir un esfuerzo de selección por eliminar ese carácter de las majadas tal como lo ocurrido en las razas puras como Saanen y Anglo Nubian o la presencia de animales sin chilla en el origen de los caprinos criollos del NO de Córdoba.

Largo del pelo (LP): A diferencia de lo esperado el carácter pelo corto no logró marcar dominancia en la cabra criolla, encontrándose una alta proporción (48,6%) de animales con pelo mediano. En cuanto a la homogeneidad intra-poblacional, esta fue más marcada ya que 6 de 7 poblaciones mostró uno de los criterios con más de 60% de los casos positivos. Esta condición debería continuar bajo estudio, dado que la recolección de datos se realizó preferentemente durante otoño-invierno, la presencia de pelo mediano podría perderse por pelecho en primavera-verano, dando mayor proporción de animales de pelo corto.

Tipo de Hueso (TH): 6 de 7 poblaciones criollas mostraron alta homogeneidad en el criterio, siendo solamente la población 4 la que mostró un tipo de hueso plano comparable a las razas lecheras como Saanen y Anglo Nubian. El resto se caracterizó por su hueso redondo típico de las razas no lecheras. (Figura 3.7a) (Figura 3.7b)

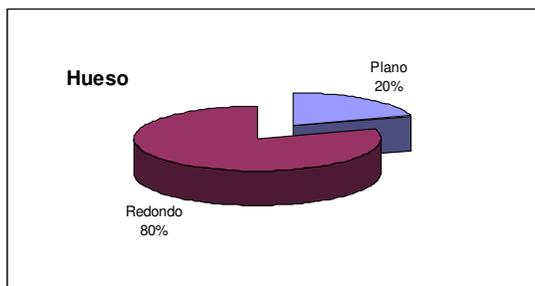


Figura 3.7a
Tipo de hueso en caprinos Criollos del NO

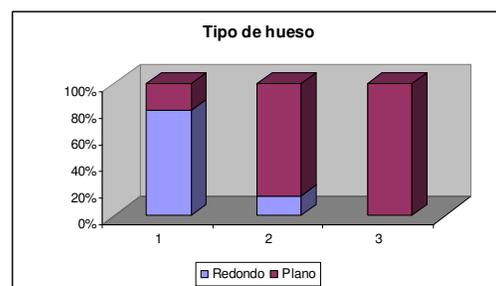


Figura 3.7b
Tipo de hueso en tres poblaciones caprinas

Aptitud productiva (AP): 6 de 7 poblaciones se mostraron homogéneas. Tres de ellas con aptitud cárnica, 2 doble propósito y sólo una lechera, coincidiendo esta última con la población 4 de hueso plano. (Figura 3.8a) Los autores españoles asocian el tipo de hueso con la aptitud productiva, tal el caso de las razas puras Saanen y Anglo Nubian. (Figura 3.8b)

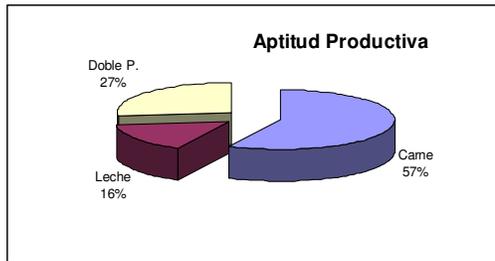


Figura 3.8a
Aptitud productiva en caprinos Criollos del NO

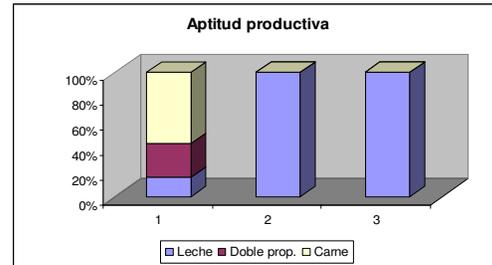


Figura 3.8b
Aptitud productiva en tres poblaciones caprinas

Presencia de mamelas (PM): el carácter presencia de mamelas ha demostrado una incidencia alta en general en los rebaños criollos estudiados (82.86%).

Análisis multivariado de variables cualitativas

Se presentan los resultados del análisis de correspondencia múltiple sobre la base de 10 caracteres cualitativos morfoestructurales con sus 30 modalidades asociadas.

Se eliminó color de capa dado el alto número de modalidades que podía adoptar. Se eliminaron la modalidad 1 y 5 de Tipo de Cuerno y la modalidad 2 de Uniformidad de Capa, por no aportar a la discriminación, quedando las restantes incluidas en la discriminación entre las 9 poblaciones. Se trabajó sobre una población total de 225 individuos pertenecientes a 9 orígenes diferentes, a fin de determinar el aporte de cada variante a la caracterización de poblaciones.

En la Figura 3.9 se presenta una ilustración (Biplot) del análisis múltiple de asociación, construida con todas las 9 poblaciones, utilizando los componentes principales.

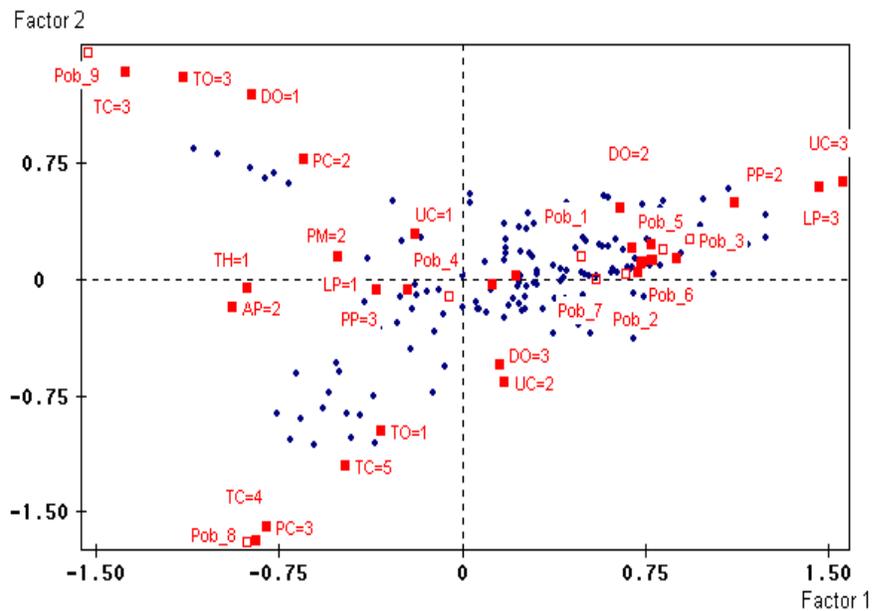


Figura 3.9

Imagen global de las nueve poblaciones (siete Criollas del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen) en función de los componentes principales surgidos del análisis de correspondencias

En Rojo se indican los caracteres cualitativos con las modalidades con que integran las componentes principales que se utilizan para la representación, en azul aparecen indicados los individuos. Las poblaciones se encuentran representadas con los cuadritos vacíos. En el primer corte longitudinal, a la altura del 0 en el eje X, podemos observar que se dividen con claridad los animales Criollos hacia los cuadrantes de la derecha y las dos razas (Anglo Nubian y Saanen) en los cuadrantes de la izquierda, lo que permitiría confirmar la similitud de las poblaciones de caprinos criollos entre sí y su diferenciación con los animales de razas puras.

El comportamiento y distribución de las poblaciones según el eje de las Y es el siguiente: en el cuadrante izquierdo se observa una diferencia ortogonal que separa con claridad las poblaciones Anglo Nubian (cuadrante izquierdo inferior) de Saanen (cuadrante izquierdo superior), mientras que no se observa el mismo comportamiento en las poblaciones de caprinos criollos, concentradas en el cuadrante derecho. La separación de las poblaciones Anglo Nubian y Saanen estaría justificada por el tipo y dirección de oreja, tipo de

cuerno y perfil cefálico, coincidiendo así en las descripciones realizadas para cada una de las razas por distintos autores. (FAO, 1987, Arbiza Aguirre 1986, etc.).

Sólo la población 4 (Las Chacras) muestra similitud intermedia entre las dos razas puras al distribuirse a la izquierda del cero. Esta similitud la podríamos explicar por:

- uniformidad de capa (1) *uniforme*,
- Largo de pelo (1) *corto*. Presencia de mamelas (2) *sin mamelas*,
- presencia de pelo (3) *sin capa*
- Aptitud Productiva (2) *lecheras*
- Tipo de hueso (1) *plano*.

Sánchez y col., (1996) plantea una asociación entre tipo de hueso plano y aptitud lechera, por lo que los animales de la población 4 de caprinos Criollos parecen mostrar una tendencia a la aptitud lechera que no se observa en el resto de las poblaciones caprinas criollas. Esto último podría basarse en el criterio de selección utilizado por el productor.

A continuación se presenta la Figura 3.10 con una ampliación del cuadrante derecho superior que concentran las 6 poblaciones criollas (P1; P2; P3; P5; P6; P7). En el cuadrante izquierdo y muy cerca del resto se ubica la población P4 de caprinos criollos.

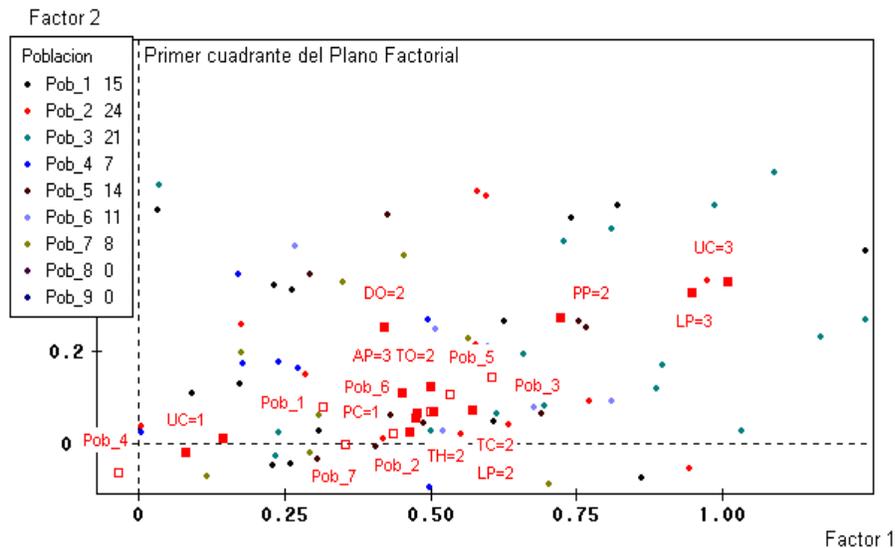


Figura 3.10

Imagen global de las nueve poblaciones (siete Criollas del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen) en función de los componentes principales surgidos del análisis de correspondencias

Esta agrupación esta justificada por

- U. de capa (1) *uniforme*;
- Perfil cefálico (1) *recto*;
- Tamaño de oreja (2) *mediano*;
- Tipo de cuerno (2) *espiral*,
- Largo de pelo (2) *intermedio*.

Las modalidades de las variables que se mencionan a continuación justifican las dispersiones observadas sobre el cuadrante superior derecho y que tienden a justificar la separación de las poblaciones P3, P5 y P6 de las restantes. Estas variables serían Dirección de oreja (2) inclinada hacia adelante, Presencia de pelo (2) con chilla, Uniformidad de capa (3) doble capa y Largo de pelo (3) largo.

En este cuadrante se encuentra el 67,5 % de los animales criollos, donde la población P1 está representada en un 71%, la P2 = 66,6 %, P3 = 75%, P5 = 93,3%, P6 = 73,3%, mientras que las poblaciones menos representadas son P7 = 53% y P4 = 39%.

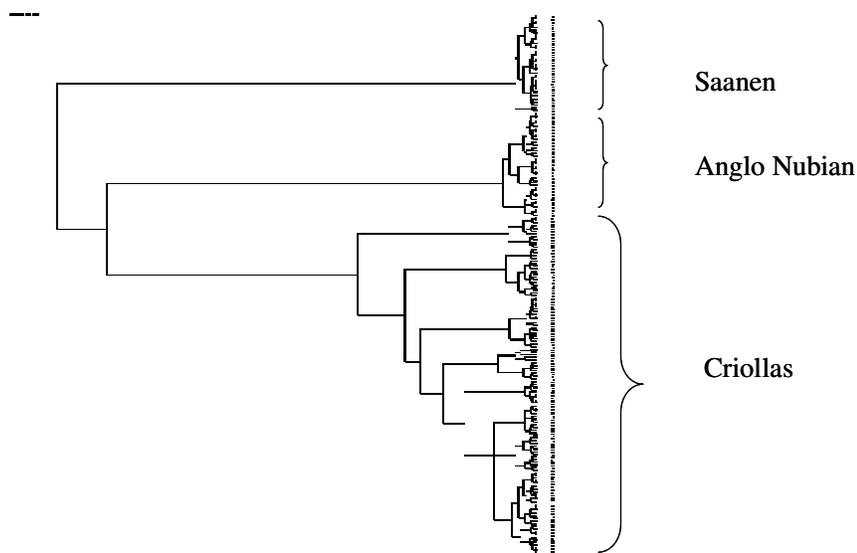


Figura 3.11

Dendrograma en base a caracteres cualitativos para la población Criolla del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen

Finalmente, en la Figura 3.11 (arriba) se presenta el Dendrograma, realizado en base a caracteres cualitativos.

CARACTERIZACIÓN POR APTITUD PRODUCTIVA

Mientras la totalidad de las Saanen y Anglo Nubian son lecheras, sólo una baja proporción de criollas se muestran como tal, resultando las modalidades carne y doble-propósito discriminantes para criollas.

En la Figura 3.12 se presentan las modalidades de aptitud productiva en cabras, en función de las frecuencias absolutas que adquieren estas modalidades en las tres poblaciones (criollas, Anglo Nubian y Saanen).

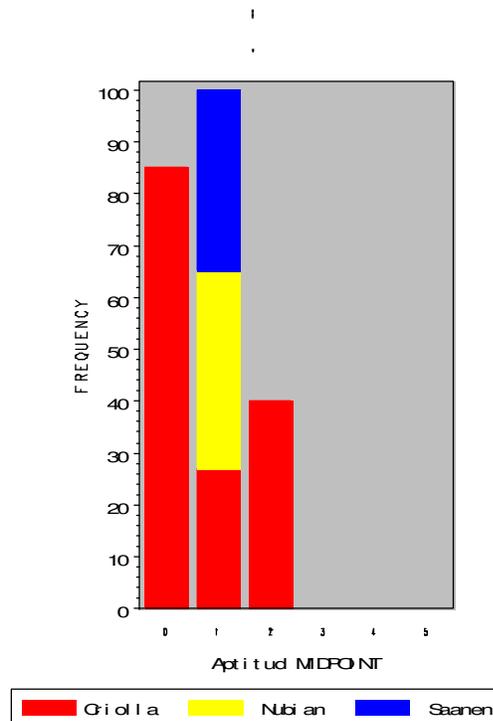


Figura 3.12

Aptitud productiva en cabras Criolla del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen, expresado en frecuencias absolutas

Las aptitudes Carniceras se grafican en el extremo izquierdo, al lado de la barra de las frecuencias, las Lecheras en la barra central y Doble propósito en la barra derecha. En color se presentan los individuos de cada modalidad por población. Como podemos apreciar la barra del medio concentra la mayor cantidad de animales, pero estos están compuestos por todos los individuos provenientes de las razas puras más algunos criollos, mientras

queda evidenciado que los animales criollos muestran un comportamiento predominantemente no lechero.

En el caso de los animales criollos de la región del noroeste de Córdoba, su estructura corporal tiene un gran predominio de tipo rectangular. Como hemos dicho, los mismos se caracterizan por la producción de “chivitos mamones” (terminados a leche en un plazo de 30-60 días), producto que no requiere más habilidad productiva que una buena fertilidad y alta prolificidad de los padres. En los establecimientos de cría tradicional, la leche no es aprovechada por lo que la cabra se seca para que el animal no se desgaste ni presente enfermedades mamarias. Estas prácticas han llevado a una selección negativa, eliminando desarrollo de ubre y producción de leche para evitar problemas con el uso y destino de la leche. Por el contrario, aquellos productores que por cuestiones culturales o capacidad empresarial se orientaron al aprovechamiento de la leche aunque sea como actividad secundaria, habrían fijado intuitivamente aquellos caracteres de mayor producción que hoy se ven en algunos rebaños.

El Perímetro de tórax por su parte es una variable de alto poder discriminante entre razas puras. En el gráfico de la Figura 3.13 podemos apreciar la distribución de los animales en función del perímetro torácico.

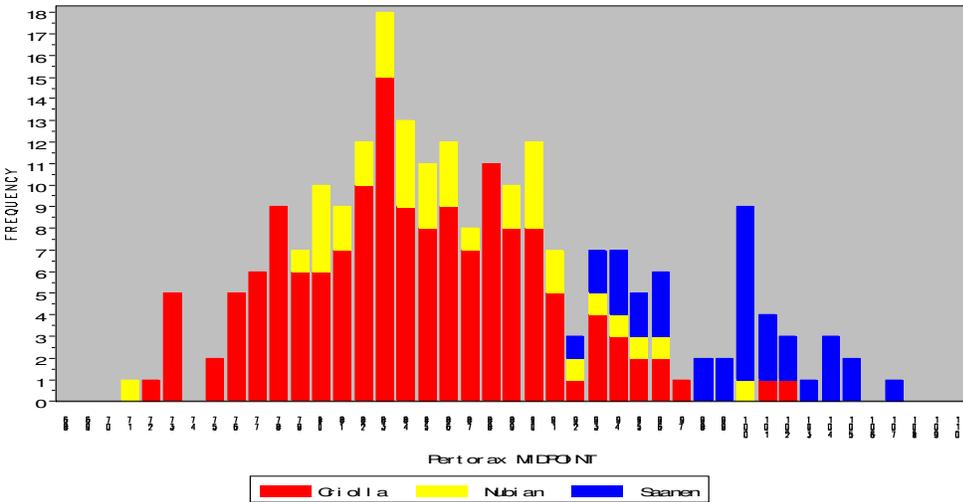


Figura 3.13

Perímetro torácico en cabras Criolla del Noroeste de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen, expresado en frecuencias absolutas

De izquierda a derecha sobre el eje de las x se distribuyen los perímetros en escala creciente. Los animales criollos, en rojo, muestran mayor variabilidad, pero claramente inferiores a los de los animales Saanen, marcadamente lecheros.

Este carácter es asociado en la bibliografía (Cima García, 1996) con el mayor desarrollo del sistema cardiaco y por ende con una mayor capacidad para producción de leche. Los individuos Anglo Nubian, en una posición intermedia, podrían justificarse en su origen de animales cruza, Anglo de origen Alpino lechero y Nubian carnívoros, con menor nivel de especialización en su biotipo productivo.

En el caso de animales criollos, sólo unos pocos animales entran en el rango de los Saanen, y por lo general se concentran en valores menores de perímetro torácico. Dada la asociación de aptitud productiva con perímetro torácico podemos inferir que existe una proporción de animales criollos que mostraría aptitud lechera por lo que sería recomendable su selección para la constitución de majadas más productivas y adaptadas a ambientes restrictivos.

Influencia de las distintas razas en la constitución de hatos del Noroeste de Córdoba

Si asumimos que **tipo de perfil** es un marcador de origen racial, podemos inferir que las cabras Criollas del NO de Córdoba provienen mayoritariamente de troncos de animales *prisca* de perfil recto y cuernos en tirabuzón, sin aptitud lechera. La presencia de más de un 15% de animales de perfil subconvexo y hueso plano de alta correlación con aptitud productiva lechera, sumado a la proporción de un 16% de animales lecheros y 27% de animales de aptitud doble propósito, permite inferir la presencia de animales de tipo *aegagrus* y *pirenaicos* en la constitución original de estos rebaños. La raza Anglo Nubian producto del cruzamiento de animales de origen *aegagrus* y *abisinios* (africanos) de inclusión más reciente en nuestro país, ha marcado su influencia en el carácter, largo de oreja de herencia simple. La existencia de animales de menor censo en los rebaños, caracterizados por menor tamaño corporal y presencia de pelaje de doble capa similares a los descritos por De Gea y col., (2005) cuando se refiere a los caprinos de Sierras de los Comechingones, induce a pensar que dichos animales han sido introducidos desde esas regiones por

trueques realizados entre los productores, o entre éstos y los acopiadores (cabriteros) sin que se evidencie influencia de razas asiáticas en la constitución de estos rebaños.

POLIMORFISMOS PROTEÍNICOS

Análisis de polimorfismos

En la Tabla 3.9 se presenta la denominación de las poblaciones en estudio y su correspondencia con los códigos asignados en el estudio morfométrico cuali y cuantitativo, así como el número de datos efectivamente aceptados por población, luego de eliminar los defectuosos o dudosos.

Tabla 3.9

Denominación de las poblaciones según los distintos métodos de estudio utilizados

Población Original	Nombre de Población	Población equivalente morfotipo	n
1	LA LIBERTAD I	(P 5)	15
2	LAS TOSCAS	(P 6)	15
3	LA LIBERTAD II	(P 7)	15
4	LAS CHACRAS	(P 4)	18
5	CAMPO EXP	(P 1)	34
6	D. FUNES	(P 2)	33
7	V. DE SOTO	(P 3)	28
8	NUBIAN V.M.R.S	(P 8)	39
9	SAANEN	(P 9)	37

n= tamaño muestral

Aunque el modo de herencia de las variantes proteínicas observadas no fue determinado por segregación familiar, los patrones electroforéticos obtenidos fueron similares a los descritos para otras especies de mamíferos, donde el control genético está bien establecido. La frecuencia alélica se calculó asumiendo herencia codominante de los alelos.

Las enzimas y proteínas analizadas brindan información sobre un total de 14 loci.

En la Tabla 3.10 se presentan las frecuencias genotípicas absolutas en los loci que resultaron polimórficos para cada una de las 9 poblaciones estudiadas, siendo enzima Mállica (Me) y Hemoglobina (Hb) las más variables.

Tabla 3.10

Frecuencias genotípicas observadas en los loci que resultaron polimórficos en las poblaciones caprinas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen

Locus	Genotipo	Poblac	Poblac	Poblac	Poblac	Poblac	Poblac	Poblac	Poblac	Poblac
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
		U.Exp.	Dean Funes	Villa de Soto	Las Chacras	La Libertad I	Las Toscas	La Libertad II	Anglo Nubian	Saanen
Cat	AA	30	4	22	9	7	10	6	28	5
	AB	4	12	6	7	2	3	7	10	10
	BB	0	17	0	2	6	2	2	1	22
Me	AA	0	0	0	0	0	2	4	0	0
	AB	2	5	1	0	0	2	6	2	1
	AC	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	BB	31	24	24	16	15	9	5	32	34
LDH	BC	1	3	3	2	0	2	0	1	2
	AC	0	1	0	0	1	0	0	2	0
	BC	2	2	3	0	3	1	0	4	4
G6PDH	CC	32	29	25	12	11	14	15	33	33
	AA	0	0	1	0	2	4	4	3	3
	AB	4	3	5	3	5	7	6	11	6
HB	BB	26	27	22	15	8	4	5	25	20
	AB	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	BB	33	22	23	18	10	12	15	33	21
	BC	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Tf	BD	0	7	5	0	5	3	0	6	12
	DD	0	1	0	0	0	0	0	0	4
	AA	15	12	14	14	7	4	7	4	20
	AB	13	11	12	3	7	11	8	17	17
	BB	6	6	1	1	0	0	0	19	0

En la Tabla 3.11 se muestran las frecuencias alélicas de los loci polimórficos en las poblaciones caprinas de Córdoba, incluidas las de dos razas puras, Anglo Nubian y Saanen.

Tabla 3.11

Frecuencias genotípicas observadas en los loci que resultaron polimórficos en las poblaciones caprinas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen

Locus	Alelo	Población								
		1 L.Lib 1	2 L.Tos	3 L.Lib2	4 L.Chc	5 U.Exp.	6 Dn.F	7 V.Soto	8 A.Nub.	9 Saanen
CAT	(N)	15	15	15	18	34	33	28	39	37
	A	.667	.767	.633	.694	.941	.303	.893	.846	.270
	B	.333	.233	.367	.306	.059	.697	.107	.154	.730
ME	(N)	15	15	15	18	34	32	28	36	37
	A	.000	.067	.167	.000	.029	.078	.018	.042	.014
	B	1.000	.867	.833	.944	.956	.875	.929	.931	.959
	C	.000	.067	.000	.056	.015	.047	.054	.028	.027
LDH	(N)	15	15	15	12	34	32	28	39	37
	A	.000	.000	.000	.000	.000	.016	.000	.026	.000
	B	.067	.033	.000	.000	.029	.031	.054	.051	.054
	C	.933	.967	1.000	1.000	.971	.953	.946	.923	.946
GPDH	(N)	15	15	15	18	30	30	28	39	29
	A	.300	.500	.467	.083	.067	.050	.125	.218	.207
	B	.700	.500	.533	.917	.933	.950	.875	.782	.793
	C	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
βHB	(N)	15	15	15	18	34	32	28	39	37
	A	.000	.000	.000	.000	.015	.000	.000	.000	.000
	B	.833	.900	1.000	1.000	.985	.828	.911	.923	.730
	C	.000	.000	.000	.000	.000	.031	.000	.000	.000
	D	.167	.100	.000	.000	.000	.141	.089	.077	.270
TF	(N)	14	15	15	18	34	29	27	40	37
	A	.750	.633	.733	.861	.632	.603	.741	.313	.770
	B	.250	.367	.267	.139	.368	.397	.259	.688	.230

Sólo seis de los 14 loci resultaron polimórficos en al menos una de las poblaciones estudiadas, siendo éstos: Catalasa. (Cat), Enzima Málica (Me), lactatodehidrogenasa (Ldh), Glucosa 6 fosfato dehidrogenasa (Gpdh), Hemoglobina (Hb), y Transferrina (Tf).

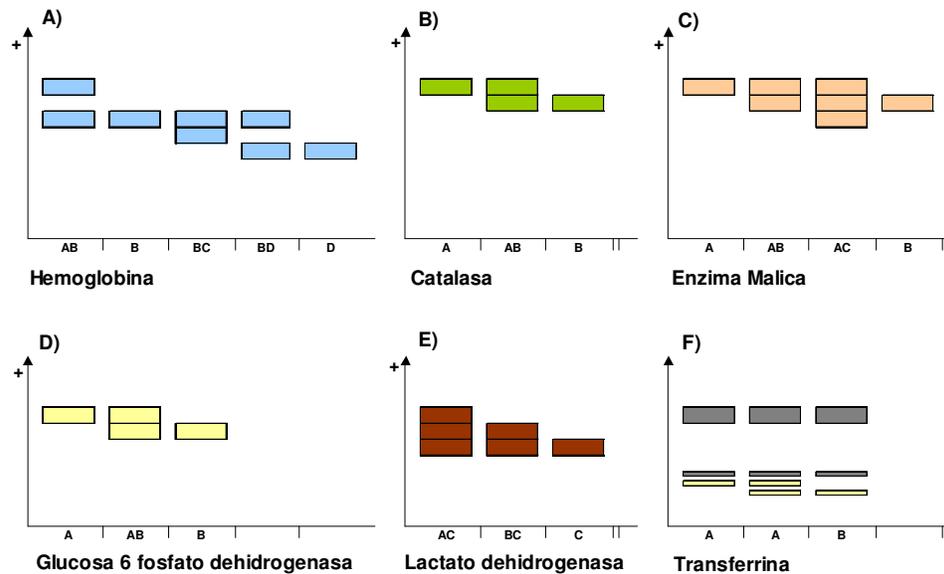
Los loci Albúmina (Alb), Glucosa fosfoisómera (Gpi), Isocitratodehidrogenasa (Idh), Malatodehidrogenasa (Mdh), Fosfoglucomutasa 1 y 2 (Pgm-1 y 2) y Esterasa 1 y 2 (Est-1 y 2) fueron monomórficos para el mismo alelo en todas las muestras estudiadas. A

diferencia de este trabajo el locus Alb se mostró polimórfico en varias razas caprina Españolas (Barbancho y col., 1980; Rodero y col., 1997) en cabras Saanen en Japón (Nozawa y col., 1978) y en cabras Criollas de Neuquén (Lanari y col., 2003), mientras que los locus Est 1 y Pgm-2 se mostraron polimórficos en las poblaciones de cabras criollas del departamento Colón (Deza y col., 2000) y el locus Est-1 mostró polimorfismo en una población del noroeste de Córdoba Argentina (Deza y col., 2003).

Tal como se observa en la Tabla 3.11 arriba, se detectaron cuatro (4) alelos codominantes en el locus Hemoglobina (Hb): A, B, C, D; tres (3) alelos codominantes en los locus Lactato de hidrogenasa (Ldh) A, B, C y Enzima Málica (Me) A, B, C y Glucosa 6 fosfato dehidrogenasa (G6pdh) A, B, C y dos (2) alelos codominantes en Catalasa (Cat) A, B y en Transferrina (Tf) A, B. Los loci Albúmina (Alb), Esterasa 1 y 2 (Es-1 y 2); Fosfoglucomutasa (Pgm1 y 2), Glucosa-fosfato-isomerasa (Gpi), Malato dehidrogenasa (Mdh), e Isocitrato dehidrogenasa (Idh) fueron monomórficos en todas las poblaciones.

Las frecuencias genotípicas observadas no fueron significativamente diferentes de las esperadas según el equilibrio de Hardy–Weinberg. Esto indica que no hay evidencia de que los apareamientos no ocurrieran al azar en estos planteles ni de que los alelos considerados están afectados por la selección artificial ejercida por el productor.

A continuación se presenta un análisis detallado del comportamiento de los loci que resultaron polimórficos. En la Figura 3.14 se presentan los fenotipos que asumieron los loci que resultaron polimórficos.



Referencias: A, AB, B, BC, BD, C son fenotipos

Figura 3.14

Representación esquemática de los loci que resultaron polimórficos en las cabras Criollas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen

EN ERITROCITOS

Hemoglobina:

La hemoglobina corrida en electroforesis en gel de almidón reveló cinco genotipos. AB, BB, BC, BD y DD. (Figura 3.14 A, arriba).

Luego de la disociación de las cadenas de hemoglobina, éstas se corrieron sobre acetato de celulosa en urea 8M. Los α -polipéptidos migraron catódicamente, mientras β -polipéptidos migraron anódicamente; las cadenas α mostraron bandas catódicas simples, es decir monomórficas, mientras que las cadenas β se mostraron polimórficas. Para obtener una mejor resolución de los patrones electroforéticos, las muestras se corrieron sobre geles de poliacrilamida en presencia de urea 8M. Los fenotipos obtenidos fueron similares a los logrados en gel de almidón y pueden ser interpretados como el producto de cuatro alelos codominantes en el locus β HB. En todos los rebaños el alelo B fue claramente predomi-

nante, mientras que el alelo A se encontró en un individuo de la población de la Unidad Experimental y el alelo C en dos animales de la población de Deán Funes. Nozawa y col. (1978), trabajando con cabras Saanen japonesas, también reportaron que el locus α Hb era monomórfico, mientras que el locus β Hb mostraba cuatro genotipos, determinados por tres alelos codominantes. En cabras Españolas, distintos estudios realizados en diversas razas caprina Negra Serrana, (Rodero y col., 1992); Blanca Andaluza y Negra Andaluza, (Rodero y col., 1997); Murciana, Granadina, Malagueña y Serrana Andaluza, (Barbancho y col., 1980) y en otras razas nativas de España (Tuñón y col., 1989; García-Casas y col., 1992) detectaron dos alelos, siendo A el de mayor frecuencia en todas la razas. Sobre la base de esta mayor frecuencia, el alelo B observado en nuestras muestras Tabla 3.10 arriba podría ser equivalente al alelo A de una de las razas Japonesas y al de las cabras Hispánicas. Este punto sólo se podría clarificar por estudios de comparativos con muestras sometidas a electroforesis simultáneamente en el mismo gel. El alelo Hb D, detectado por Deza y col. (2000) en las poblaciones de Colón e Ischilín con una frecuencia de 0,1 fue detectado en cabras Saanen Francesas con una frecuencia de 0,15 (Pepin y Nguyen, 1991). En el presente estudio aparece claramente el alelo D en las poblaciones criollas número 1, 2, 6 y 7, y en las poblaciones Anglo Nubian y Saanen. La presencia del alelo C se detecta a través del heterocigota BC y está presente solamente en dos individuos de la población de Deán Funes (6) en la que se evidencia una alta heterocigosis. Alguno de estos alelos, C o D, podría corresponderse con el encontrado por Lanari y col. (2003), sobre el que los autores asientan, en parte, las particularidades de las cabras Neuquina. Con los datos disponibles al presente, no es posible definir si esta similitud se debe a un origen común de los animales o bien ser un carácter no asociado a origen y distribución de las razas. Niamsamba y col. (2003) encontró 4 fenotipos de β Hb y 2 fenotipos de α Hb, siendo el fenotipo II el más frecuente.

Pieragostini y col. (1994) utilizando la frecuencia génica de las Hb A y B en ovinos para relacionarlo con la distribución geográfica y ésta con la adaptación, determinó que los animales que portaban Hb B toleraban mejor la anemia que los que tenían HB A, mientras que Evans y col. (1963) y Radhakrishnan y col. (1972), refieren que los animales portadores de Hb A son más resistentes a *Haemonchus contortus* que los portadores de HbB; esta contraposición podría deberse en parte a problemas de identificación de los alelos. Estu-

dios de este tipo serían apropiados en nuestras poblaciones para identificar adaptación a enfermedades y presencia de reservorios genéticos para adaptación a las mismas.

Catalasa:

Se encontraron tres genotipos que fueron designados como: AA, BB y AB (Figura 3.14 B), los cuales podrían ser explicados por la presencia de alelos A y B codominantes, siendo el B predominante en las muestras de Deán Funes y Saanen Tabla 3.10 En las razas Blanca y Negra Andaluza de España se encontraron dos alelos, uno rápido (*F fast*) y otro lento (*S slow*), siendo este último el de mayor frecuencia en ambos casos, 0,53 y 0,84 respectivamente (Rodero y col., 1997). Existe la probabilidad de equivalencia entre estos alelos y los alelos A y B detectados en este estudio.

Para el caso de estudios de catalasas en cabras de Asia, en animales Saanen Japonesas el locus *Cat* fue monomórfico (Nozawa y col., 1978), mientras que Nyamsamba y col. (2003), encontraron 2 fenotipos en cabras de Mongolia (AA; AB), siendo en este caso el alelo A (rápido) el más frecuente.

Enzima Mállica:

Luego de la separación electroforética, se distinguieron cinco genotipos: AA, AB, AC, BB y BC (Figura 3.14 C) y (Tabla 3.10 arriba). El genotipo AA aparece sólo en las muestras de Las Toscas y La Libertad 2 (Poblaciones 2 y 3) Dto. Ischilín. El genotipo AC aparece sólo en la población 8 (Anglo Nubian) en una frecuencia muy baja mientras que BC aparece en 7 de las 9 poblaciones. El genotipo BB se mostró como el más frecuente, estando presente en todas las poblaciones. Rasero y col. (1989) también encontraron tres alelos para este locus en tres poblaciones de cabras de Sicilia, Italia.

Glucosa 6 fosfato dehidrogenasa:

Se encontraron tres variantes genotípicas de *G6pdh* a las que se denominaron AA, AB y BB. El homocigota AA, presente en 6 de las 9 poblaciones, no había sido descrito con anterioridad para cabras tipo criollo de Córdoba. En todos los rebaños se encontró predominancia del alelo B, salvo en las poblaciones 2 y 3 (Figura 3.14 D) (Tabla 3.10, arriba)

Fosfoglucomutasa:

De la observación de los patrones de banda de esta enzima se deduce la existencia de dos loci diferentes, Pgm-1 y Pgm-2. En el presente estudio se mostraron monomórficos para todas las poblaciones. Deza y col. (2000) detectaron la presencia de dos alelos, A y B en Pgm-2 en otras poblaciones de cabras criollas no incluidas en el presente trabajo. Estudios en cabras Fawn mejoradas y Boer no mostraron variación en este locus (Menrad y col. 1994).

Lactato-dehidrogenasa:

Se encontraron tres genotipos luego de la separación electroforética AC, BC y CC (Figura 3.14 E). El único patrón homocigota podría corresponder a una banda simple anódica determinada por el alelo C. Los otros fenotipos observados podrían corresponder a heterocigotas AC (encontrados en Deán Funes –Ischilín, Anglo Nubian y La Libertad 1) y a BC, observado en cabras de todas las poblaciones salvo Las Toscas (P2) y Las Chacras (P4). (Figura 3.14 E) (Tabla 3.10, arriba)

Esterasas:

Se encontraron dos zonas de actividad, que correspondieron a dos loci diferentes (Es-1 y Es-2); ambas zonas resultaron monomórficas en este estudio, Deza y col (2000 y 2003) reportan un comportamiento polimórfico de los loci Es-1 y Es-2, siendo el alelo A el predominante.

Los loci Ldh, G6pdh y Es-2 fueron monomórficos en cabras Saanen Japonesas (Nozawa y col. 1978), mientras que Nyambamba y col. (2003) reportan el comportamiento polimórfico de la Esterasa D, aunque con una frecuencia muy baja de los alelos que denominan 2 y 3.

EN PLASMA**Transferrina:**

Este locus ha sido el más utilizado y estudiado por los distintos autores en caprinos, mostrándose siempre polimórfico.

Tras la separación de las proteínas séricas se individualizaron las bandas de transferrina Tf, observándose tres genotipos AA, AB y BB (Figura 3.14 F).

Los genotipos con una banda simple son los homocigotas AA y el BB. Las dos bandas representan el genotipo heterocigota AB. Ambos alelos estuvieron presentes en las 9 poblaciones, si bien la frecuencia para el alelo B fue nula o muy baja, salvo en la población de Anglo Nubian.

Distintos autores han descrito en cabras 4 alelos de transferrinas codominantes TfA; TfB; (Watanabe y Suzuki 1996), TfC; TfD (Ostehoff y Ward-Cox 1972). En cabras Fawn mejoradas y Boer en Alemania, Menrad y col. (1994) encontraron tres genotipos, mientras que en cabras Españolas (Murciana, Granadina, Malagueña, Serrana y Andaluza) se observaron cuatro genotipos determinados por tres alelos: A, B y C, siendo el último de muy baja frecuencia (Garzón y col. 1976; Barbancho y col. 1980; Rodero y col. 1997). Por su parte, Osterhoff y Ward-Cox (1972) detectaron un alelo Tf D en cabras Boer Sudafricanas. Al momento el alelo A ha sido reportado como el más frecuente en las distintas razas, excepto en Saanen japonesas (Watanabe, 1971), y Boer donde el alelo B se mostró como el más común. En nuestros rebaños el alelo A predominó en todas las muestras tanto en su forma homocigota como heterocigota. La población Saanen de este estudio mostró al alelo B sólo en su condición de heterocigota (Tabla 3.10, arriba).

En síntesis, las frecuencias alélicas encontradas en este estudio se corresponden con datos publicados donde el alelo TfA es más frecuente en cabras europeas (Odermantt y col., 1973; Ricordeau, 1981; Tuñón y col 1989), el alelo TfB es encontrado en baja frecuencia en cabras Alemanas mejoradas (Watanabe 1971). Nyamsamba y col (2003), reportan 3 genotipos con 2 alelos, siendo el alelo A el más frecuente.

Comparación entre poblaciones

Los loci Cat, Gpdh, Hb y Tf mostraron frecuencias alélicas significativamente diferentes de acuerdo con el origen poblacional de la muestra, con una $p < 0,05$, mientras que Me lo hizo con una $p = 0,06$ y Ldh no resultó con diferencia estadísticamente significativa Tabla 3.12.

Tabla 3.12

Test de chi-cuadrado para la comparación de frecuencias alélicas entre las nueve poblaciones de cabras

Locus	No. de alelos	χ^2	D.F.	P
Cat	2	138.099	8	0.00000
Me	3	25.540	16	0.06085
Ldh	3	11.314	16	0.78968
Gpdh	2	53.892	8	0.00000
Hb	4	59.232	24	0.00008
Tf	2	55.656	8	0.00000
(Totales)		343.733	80	0.00000

P<0,05 es significativo

En el locus Cat el alelo A fue el de mayor frecuencia en las poblaciones 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 8, mientras que en las poblaciones 6 y 9 el más común fue el alelo B. Las cabras de raza Anglo Nubian presentaron una mayor frecuencia de alelo B del locus Tf, mientras que en las poblaciones de raza criolla y Saanen predominó el alelo A. En el locus Me se presentaron los alelos A, B y C; el alelo B fue el más frecuente en todas las poblaciones, siendo monomórfico en la población 1. En el caso de Ldh las poblaciones 3 y 4 se mostraron monomórficas para el alelo C que resultó el más frecuente en todas las poblaciones; el alelo A se presentó en baja frecuencia en las poblaciones 6 y 8. En Gpdh los alelos A y B estuvieron presentes en todas las poblaciones, siendo el B el más frecuente salvo en la población 2.

El locus Hb, con 4 alelos, se mostró monomórfico para el alelo B (el más frecuente) en las poblaciones 3 y 4. En este caso se destaca la aparición del alelo A en la población 5 de Unidad Experimental con frecuencia baja (0,015). Otro alelo de baja frecuencia es el C presente en la población 6 (0,031).

La Tabla 3.13 muestra el número medio de alelos por locus (A), porcentaje de loci polimórficos (P) y heterocigosis media observada (H_o) y esperada (H_e).

Tabla 3.13

Variabilidad genética en las nueve poblaciones caprinas (Criollas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen)

Poblacion	N medio. de alelos por locus (A)	Porcentaje de loci polimorficos (P)	Heterocigosis media	
			H observada (H _o)	H esperada (H _e)
1. LA LIBERTAD I	1.4 (.2)	35.7	.131 (.050)	.134 (.052)
2. LAS TOSCAS	1.5 (.2)	35.7	.152 (.062)	.157 (.060)
3. LA LIBERTAD II	1.3 (.1)	28.6	.124 (.055)	.137 (.060)
4. LAS CHACRAS	1.3 (.1)	28.6	.060 (.031)	.068 (.035)
5. NUBIAN V.M.R.S	1.6 (.2)	42.9	.098 (.036)	.105 (.039)
6. DEAN FUNES	1.7 (.2)	35.7	.110 (.038)	.123 (.045)
7. CAMPO EXPERIME	1.5 (.2)	21.4	.058 (.028)	.063 (.034)
8. VA DE SOTO	1.5 (.2)	42.9	.090 (.035)	.087 (.032)
9. SAANEN	1.4 (.1)	28.6	.104 (.043)	.113 (.049)

(Error estándar)

Las poblaciones de cabras criollas de Villa de Soto (población 7) y las cabras Anglo-Nubian de Villa de María de Río Seco (población 8), presentaron los mayores porcentajes de loci polimórficos (*P*). En el caso del ható Nubian, dicho plantel fue conformado por animales procedentes de Canadá y Australia lo que explica el alto *P* observado. Las poblaciones 1, 2 y 3 correspondientes a la región de Quilino, fueron las de mayor heterocigosis media. esto es debido probablemente a la estrategia de cruzamiento utilizada por el productor, en el sentido de evitar el cruzamiento entre parientes.

La Tabla 3.14 muestra los valores de distancia genética de Nei (DN) entre poblaciones.

Tabla 3.14

Matriz de coeficientes de distancia genética (debajo) e identidad (arriba de la diagonal) según Nei, 1972 en las nueve poblaciones caprinas (Criollas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen)

Población	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 LA LIBERT 1	*****	.993	.993	.993	.987	.981	.993	.981	.986
2 LAS TOSCAS	.007	*****	.996	.981	.982	.966	.987	.984	.968
3 LA LIBERT 2	.007	.004	*****	.986	.978	.973	.983	.975	.976
4 LAS CHACRAS	.007	.019	.015	*****	.991	.980	.995	.973	.978
5 CAMPO EXP.	.013	.018	.022	.009	*****	.966	.998	.989	.957
6 D. FUNES	.019	.035	.027	.020	.034	*****	.970	.967	.994
7 V. SOTO	.007	.014	.017	.005	.002	.031	*****	.985	.966
8 NUBIAN V	.020	.016	.025	.028	.011	.034	.015	*****	.953
9 SAANEN	.015	.032	.024	.022	.044	.006	.035	.048	*****

Las poblaciones 6 y 9 (Deán Funes y Saanen) presentaron la mayor distancia genética (0,035 y 0,048) con las poblaciones restantes, mostrando alta similitud entre ellas. Esto se evidencia en el fenograma construido sobre la base de los datos de distancias de Nei que se muestra en la Figura 3.15, donde se observan a estas poblaciones en una rama separada y alejada del resto.

Las poblaciones Las Toscas y La Libertad 2, muy cercanas entre sí, se unen con la población de La Libertad 1. Esto estaría indicando que los productores, podrían estar intercambiando reproductores de la zona. Para explicar con precisión este resultado, se deberá indagar en el origen de los animales que conformaron los hatos desde su inicio, así como la procedencia de los machos que fueron incluidos en los servicios. Los resultados aquí presentados solo indican que tienen una escasa vinculación con las razas puras.

La población Anglo Nubian se separa claramente de las poblaciones nativas, lo cual indica que las cabras criollas tienen poca influencia de esta raza a nivel del genotipo.

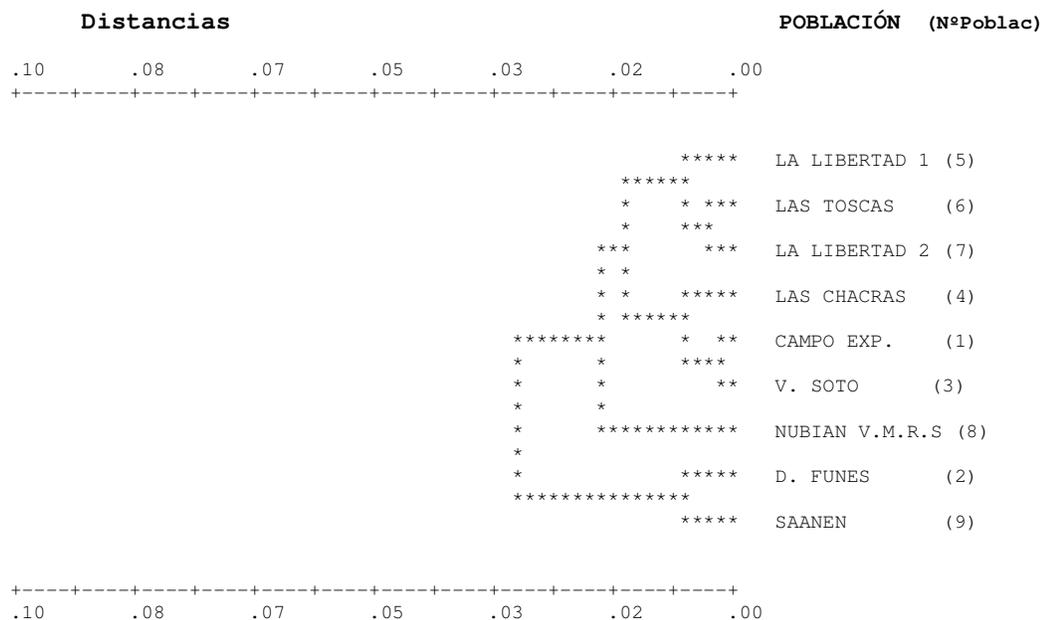


Figura 3.15

Fenograma construido según el procedimiento UPGMA en base a los valores de distancia genética de Nei, sobre las nueve poblaciones caprinas (Criollas del NO de Córdoba, Anglo Nubian y Saanen)

Llama la atención, por otra parte, la similitud genética entre el plantel de Deán Funes y el Saanen aunque el productor de ésta localidad podría haber recibido flujo génico de reproductores de éste origen en generaciones anteriores.

El grupo compuesto por las poblaciones 5, 6 y 7 de la región Quilino, Dto. Ischilín, puede explicarse en la mayor cercanía geográfica, que permite un mayor flujo de genes, dado por las prácticas usuales de los productores de intercambiar sus animales.

Los valores de distancia de Nei obtenidos para cabras nativas de Mongolia (Nyamsamba y col, 2003) fueron considerablemente menores (0,0002–0,0038) a los obtenidos para nuestras poblaciones, lo que podría explicarse por:

- a- mayor número de loci polimórficos;
- b- mayor cercanía genética entre animales por asentamientos históricos más prolongados, aunque los autores concluyen que las cabras descenden de colonias ancestrales muy pequeñas.

Rodero Serrano y col. (1992) obtuvieron valores de distancia genética menores a los de este estudio cuando compararon poblaciones caprinas de una misma raza, mientras que para Tuñón y col. (1989) las distancias genéticas obtenidas fueron altas al comparar distintas razas españolas.

Para Orozco Piñán (2001) el concepto de raza, desde el punto de vista genético, es aceptable sólo para genes cualitativos, cuya herencia es generalmente de tipo codominante y conocida, pero no para caracteres de herencia compleja, por lo que sugiere que los marcadores pueden utilizarse para conocer el porcentaje de heterocigosis de la población; también son útiles para programas de mejoramiento y asociaciones con otros caracteres, pero no para asociaciones entre poblaciones.

Lanari y col. (2003) y Deza y col. (2003) encontraron alelos característicos para algunos loci en las poblaciones en estudio, que les permitieron inferir un valor discriminante de los mismos, los que son coherentes con la heterogeneidad observada en las poblaciones. No obstante, al trabajar con mayor número de muestreos en poblaciones geográficamente más cercanas entre sí e incorporando poblaciones de razas puras, el resultado que se obtuvo fue la reducción del poder discriminante, con una pérdida de identidad de las poblaciones. Esto induce a pensar que probablemente los polimorfismos sanguíneos encontrados no estén asociados a factores raciales o de tipo, y que no sean útiles para discriminar caprinos criollos del NO de Córdoba. De cualquier manera, estos estudios sirven de base para realizar un análisis comparativo entre poblaciones criollas y planteles de razas puras y determinar el nivel de similitud o divergencia entre las mismas.

CAPITULO 4: CONCLUSIONES

Los caracteres morfoestructurales cuantitativos resultan apropiados para discriminar con precisión los animales Criollos de los de las razas Anglo Nubian y Saanen.

La variabilidad de las subpoblaciones criollas podría explicarse por la procedencia, particularmente la región, sugiriendo con esto la definición de estrategias de cría o selección diferencialmente aplicadas por los productores.

Los caracteres morfoestructurales cuantitativos que más discriminan a los Caprinos Criollos de Córdoba son los siguientes, acompañados por sus valores promedios: Perímetro torácico (84,16 cm), Perímetro de caña (8,8 cm), Diámetro bicostal (17,85 cm), Largo de grupa (21,05 cm), Largo de cara (16,08 cm), Diámetro dorsoesternal (83,09 cm), Diámetro longitudinal (74,46 cm) , Distancia entre encuentros (19,04 cm), Anchura de cabeza (13,79 cm), Altura a la grupa (69,52 cm) y Largo de cabeza (23,61 cm).

Los caracteres morfoestructurales cualitativos, de herencia simple, resultan apropiados para discriminar los animales Criollos de los de las razas Anglo Nubian y Saanen.

Los caracteres relacionados a perfil cefálico, tipo y largo de oreja y tipo de cuerno, fueron los de mayor poder discriminante, coincidiendo con los criterios utilizados por distintos autores.

La variabilidad productiva de las cabras criollas muestra que son predominantemente “cabriteras” (57%), pero existe una alta proporción de animales doblepropósito (27%) y de tendencia lechera (16%) que permiten inferir una mayor adaptación a los ambientes restrictivos en que se desempeñan, por lo que se pueden seleccionar como pie de cría.

La muy baja presencia de animales con doble capa o de fibra lleva a pensar que los animales criollos del NO de Córdoba no han tenido influencia importante de animales de razas asiáticas como la Angora, por lo que se diferencian de los descriptos para el sur de la provincia.

Sólo 6 de los 14 loci estudiados resultaron polimórficos en las poblaciones estudiadas. Estos son Catalasas, Enzima málica, Glucosa 6 fosfato dehidrogenasa, Lactato dehidrogenasa, β Hemoglobina y Transferrina.

No se detectó ningún alelo que sea claramente discriminante de tipo racial.

Se encontró un nuevo genotipo de Enzima málica (Me), el AA no descrito con anterioridad por la bibliografía consultada. El genotipo AA de Glucosa 6 fosfato dehidrogenasa, no había sido encontrado con anterioridad en animales criollos de Córdoba.

El uso de polimorfismos sanguíneos sirve de base para determinar el nivel de similitud o divergencia entre poblaciones criollas y planteles de razas puras, pero no aportan a la discriminación racial.

Dado que las poblaciones que aparecen más cercanas son U. Experimental (Departamento Colón), con Villa de Soto (departamento Cruz del Eje) y éstas con Las Chacras (Departamento Ischilín), donde no reconocen ninguna posibilidad de contacto anterior, se puede inferir que el pool genético de las cabras criollas ha tenido un origen común y han estado sometidos a las fuerzas de deriva génica y efecto fundador, que posteriormente puede haber tenido modificaciones debido a la constitución de rebaños pequeños donde se limita la expresión de aquellos alelos poco frecuentes o por el contrario éstos logran un efecto fundacional en nuevas poblaciones a las que migran.

Conclusiones Generales:

Se confirmó la alta variabilidad de los caprinos criollos del NO de Córdoba en cuanto a su morfoestructura cuantitativa, cualitativa, aptitud productiva y polimorfismo sanguíneo. Los estudios morfométricos no permitieron diferenciar con precisión aceptable las 7 poblaciones criollas cuando se compraron entre sí.

La comparación con razas puras, que pudieron haber influenciado la constitución de los rebaños en los últimos tiempos, permitió verificar que los caprinos criollos del NO de Córdoba, constituyen una población distinta y claramente diferenciable cuando se aplican descriptores morfoestructurales, sean estos cuantitativos o cualitativos.

La variabilidad basada en los polimorfismos sanguíneos utilizados en este estudio no resultó concluyente como para incluirla en la caracterización de dichos animales.

Dado que el poder discriminante de los caracteres morfoestructurales cuantitativos y cualitativos resultó más concluyentes que el aportado por el polimorfismo sanguíneo, es posible disponer de instrumentos ágiles y económicos para la toma de decisión en la selección de reproductores con mira a la constitución de hatos de animales criollos.

Las cabras del NO de Córdoba muestran características predominantemente cabriteras, pero la presencia de animales de aptitud doble propósito y lecheros en estos hatos aporta un diferencial de selección importante a la hora de iniciar la elección del “Pie de Cría” con animales de mayor producción adaptados a las condiciones agro-ecológicas limitantes en que les toca vivir.

Líneas de acción sugeridas

Se podría proponer un modelo de selección en base a criterios morfoestructurales, que contemplen caracteres cuali- cuantitativos definidos, para ser aplicados como criterios de selección que conduzcan a una menor variabilidad de los animales criollos del NO de Córdoba, con miras a una denominación de origen. Este modelo puede ser complementado con la adición de caracteres asociados a tipo y desarrollo de ubre, los que por su alta correlación con producción de leche podrían ir fortaleciendo el desarrollo de animales con carácter doble propósito aptos para el desarrollo en los ambientes de baja disponibilidad de alimento en que les toca desempeñarse.

Es necesario estudiar si la variabilidad observada en las subpoblaciones criollas puede explicarse por las estrategias de cría o selección diferencialmente aplicadas por los productores.

La relación de aptitud productiva con caracteres cualitativos y cuantitativos de valor discriminante presupone una línea de estudio para lograr discriminaciones más precisas y explicativas.

Estudios de polimorfismos proteínicos de alelos de hemoglobina serían apropiados en nuestras poblaciones para identificar adaptación a enfermedades y presencia de reservorios genéticos para adaptación a las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agraz García, A. 1976. Medidas zoométricas de tres razas caprinas en Argentina. Hemisferio Sur. 268pp.
- Agraz García, A. 1981. Cría y explotación de la cabra en América Latina. Hemisferio Sur, Argentina, 360 pp.
- Álvarez, S.; Fresno, M.; Capote, J.; Delgado, J.V. y Barba, C. 2000a. Estudio para la caracterización de la raza ovina Canaria. Arch. Zoot. 49: 209-215.
- Álvarez, S.; Fresno, M.; Capote, J.; Delgado, J.V. y Barba, C. 2000b. Estudio para la caracterización de la raza ovina Palmera. Arch. Zoot. 49: 217-222.
- Aparicio, G. 1960. Exterior de los grandes animales domésticos. Imprenta Moderna Córdoba, España 325 pp.
- Arbiza Aguirre; S. I. 1986. Producción de caprinos. AGT Editor. México. 695 pp.
- Ato García, M.; López García, J.J. 1996. Análisis Estadístico para Datos Categóricos. Edit. Síntesis, Madrid.
- Ayalew, W.; Rischkowsky, B.; King, J.M.; Bruns, E. 2003. Crossbreds did not generate more net benefits than indigenous goats in Ethiopian smallholdings. Elsevier Science Inc. Agricultural Systems 73:1137-1156 .
- Barbancho, M.; Llanes, D.; Morera, L., Garzón, R.; Rodero, A. 1980. Biochemical polymorphisms in spanish goat breeds.I. murciana, Granadina, Malagueña and Serrana Andaluza. Arch. Zoot. 29: 259-274.
- Barioglio, C.; Deza, C.; Arias, M.; Varela, L.; Bonardi, C. y Villar, M. 1997. Evaluación de algunos parámetros reproductivos en cabras regionales. Agriscientia Vol XIV: 37-42.
- Bedotti, D., A. G. Gómez Castro, M. Sánchez Rodríguez y J. Martos Peinado. 2004. Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra colorada pampeana Arch. Zoot. 53: 261-271.
- Boyer, S. and Hiner, H. 1963. Modified apparatus for starch electrophoresis. J.Lab. Clin. Med. 61:879-881.
- Boza, J. 1990. Sistemas de producción caprina en las zonas áridas del sureste de la Península Ibérica. Terra Arida Nº 10: 23-35. Chile.
- Boza López, J. 1999. Animales y ambiente. Curso internacional de Producción y calidad de leche caprina y ovina. Chillán. Chile. 31-36pp.
- Calvo, J.H., Lobera, J.; Osta, R.; Zaragoza, P. 2000. Caracterización genética de la raza porcina Chato Murciano Arch. Zoot. 49:53-58.
- Capote, J.; Delgado, J.V.; Fresno, M.; Camacho, M.E.; Molina, A. 1998. Morphological variability in the Canary goat population. Small Rumin. Res. 27:167-172.
- Cardellino, R.A. 2003 Animal Genetic Resources Conservation and development: the role of FAO. Arch. Zoot. 52:185-192.
- Censo Nacional Agropecuario,(CNA) 2002 <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>

- Chatfield, C.; Collins, A.J. 1980. *Introduction to Multivariate Analysis*. Chapman and Hall. New York.
- Cima García; Manuel 1986. Estudio biotipológico de las razas bovinas autóctonas del principado de Asturias. Asociación de criadores de ganado vacuno selecto de razas Asturianas. Principado de Asturias. Consejería de Agricultura y Pesca. España.
- Cima García; Manuel. 1996. El ganado vacuno de la raza Asturiana de los Valles. Edic. ASEAVA. España. 545pp.
- Corcy, J. 1993. *La Cabra*. Edit. AEDOS. Mundi Prensa. España. 307 pp.
- Crepaldi, P.; Negrini, R.; Milanese, E.; Gomi, C.; Cicogna, M. and Ajmone-Marsan, P. 2001. Diversity in five goat populations of the Lombardy Alps: comparison of estimates obtained from morphometric traits and molecular markers. *J. Anim. Breeding and Genetics*. Vol: 118 Issue 3. Page 173.
- De Gea, G.S. 2001. *La cabra criolla de las Sierras de Los Comechingones, Córdoba, Argentina*. Universidad Nacional de Río IV. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Dpto de Imprenta y Publicaciones. 110 pp.
- De Géa, G.S.; Petryna, A.M; Mellano, A.; Bonvillani, A.; Turiello, P. 2005. El ganado caprino en la Argentina. Publicación de la Universidad Nacional de Río IV.
- Delgado, J.V. 2000. La conservación de la biodiversidad de los animales domésticos locales para el desarrollo rural sostenible. *Arch. Zoot.* 49: 317-326.
- Devandi, C. 2001. Proyecto Caprino Lechero de la provincia de Córdoba. Agencia Córdoba Ciencia. www.agenciabciencia.gov.ar
- Devendra, C and Mc Leroy, J. 1986. *Producción de cabras y ovejas en los trópicos*. Edit. Manual Moderno. México 295 pp.
- De Viries, J.; Pelant, R.K. 1987. Social implications of goats herding by pastoral people with emphasis on East Africa. In Santana O.P., A.G. da Silva, W. Foote (Eds) *Proceedings of the Fourth International Conference on Goats*. Vol II. Brasilia – Brasil. Symposia Abstracts: 837-849.
- Deza, C.; Pérez, G.T; Cardenal, C.N.; Varela, L.; Villar, M.; Rubiales, S. and Barioglio, C. 2000. Protein polymorphism in native goats from central Argentina. *Small Rumin. Res.* 35: 195-201.
- Deza, C; Bascur, I.; Pérez, G.; Díaz, M.P.; Barioglio, C.F. 2003. Identificación de caracteres morfoestructurales y de polimorfismos sanguíneos en cabras Criollas del C-NO de Córdoba, Argentina. *Rev AGRISCIENTIA*, V XX:69-77.
- Deza, C; Arias, M. 2005. *Caprinos. Manual de teórico prácticos de la asignatura Rumiantes Menores*, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Biblioteca de la FCA-UNC.
- Epstein, H. 1969. *Domestic animals of China*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal. Bucks, England. pp 68n
- Esteban C. y Tejón, 1986. Catálogo de razas autóctonas españolas I. Especies ovinas y caprinas. Edit. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. pp 201-207.

- Evans, J.V.; Blunt, M.H.; and Southcott, W.H. 1963. The effects of infection with *Haemonchus contortus* on sodium and potassium concentrations in the erythrocytes and plasma of different haemoglobine type. *Aust. J. Agric. Res.* 14:547-558.
- FAO Oficina Regional para América Latina y el Caribe 1987. Tecnología de la producción caprina. Santiago de Chile. Serie técnica 240 pp.
- FAO 2000. www.fao.org
- Figueiredo, E.A.P.; Pant, K.; Lima, F.A.M. y Fernández, A.A. 1987. Brazilian goats: genetic resources in :Proceeding of the Fourth International Conference on Goats..683-699 pp. Brazilia, Brazil.
- Fitzhugh A.; Omin, J.F.; Someneye, P.P.; Sádahme, A.E. 1987. Integration of gotas with crop production and other livestock production systems. In Santana O.P., A.G.da Silva, W.C. Foote (Eds) Proceedings of the Fourth International Conference on Goats. Vol II, 8-13. Brasil Symposia Abstracts p. 933-945.
- Foote, W. 1990. Reproductive management of goat steck in arid zones. *Terra Arida* N° 10: 44-54.
- French, M.H. 1970. Observaciones sobre las cabras 2° imp FAO. *Estudios Agropecuarios* N° 80. Roma. (cit. por Boza López 1990).
- Futuyma, D.J. 1997. *Evolutionary Biology*. Tirad Edition. Sinauer Associates. Sunderland.
- García Casas, C.; Moreno, A.; Capote, J.; de la Haba, M.R. 1992. Caracterizacion of the canary racial goats groups with erythrocyte genetic markers. *Small Rumin. Res.* 7: 361-368.
- García Dory, M.A., S. Martinez Vicente y F. Orozco Piñan 1990. Guía de campo de las razas autoctonas de España. Edit. Alianza. España 228pp.
- Gardenal, N.; Blanco, A. 1985. Polimorfismo enzimático en *Calomys musculinus*: nueva estimación. *Mendeliana* 7: 3-12.
- Garzón, R.; Zarazaga, I.; Vallejo, M.; Rodero, A. 1976. Polimorfismo bioquímico de la raza caprina granadina. *Arch. Zoot.* 25: 147-152.
- Gonzales, J.; Salieron, V.; Ramos, A.; Silva J.; Boza, J. 1990. Población microbiana ruminal. *Microbios* 62:75-81.
- Hafez, E.S. 1968. *Adaptation of domestic animals*. Lea & Febiger. Filadelfia. pp 3-13.
- Hammemberg, B.; Brett, I.; Kitche, H. 1974. Ontogeny of hemoglobins in sheep. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 241, 672-680.
- Harlt, D.L. & Clark, A.G. 1997. *Principles of population genetics*. Third Edition. Sinauer Associates. Sunderland.
- Harris, H.; Hopkinson, D.A. 1976. *Handbook of Enzyme Electrophoresis in Human genetics*. North Holland, Amsterdam, 352 pp.
- Hernandez Zepeda, J.S.; Franco Guerra, F.J.; Herrera García, M.; Rodero Serrano, E.; Sierra Vázquez, A.C.; Bañuelos Cruz, A.; Delgado Bermejo, J.V. 2002. Estudio de los recursos genéticos de México: características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Arch. Zoot.* 51: 53 -64

- Herrera, M.; Rodero, E.; Gutierrez, M.J.; Peña, F.; Rodero, J.M. 1996. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Rumin. Res.* 22: 39-47.
- Holst, P.J. 1999. Recording and on-farm evaluations and monitoring: breeding and selection. *Small Rumin. Res.* 34:197-202.
- Ismail S. Zaitouna, Mohammad J. Tabbaaa and Salwa Bdourb. 2005. Differentiation of native goat breeds of Jordan on the basis of morphostructural characteristics. *Small Rumin. Res.* Vol. 56, 1-3:173-182.
- Jhonson, R.A. y Dean, W. 1988 *Multivariate Statistical Análisis Edition Applied*. Prentice Hall International. Inc. 607 pp.
- Johnson, R. A.;Witchern, D. W. 1994. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall. 3rd edition. New Jersey.
- Johnson, R.A. and D.W. Wichern, 1989. *Applied Multivariate Statistical Analysis (2° Ed)* Prentice Hall International, N.Y., U.S.A. 260pp.
- Jordana, J. and Ribo O.1993a. Relaciones filogenéticas entre razas ovinas españolas obtenidas a partir del estudio de caracteres morfológicos. *Invest. Agr. Prot. Sanit. Anim.* 6: 255-237.
- Jordana, J.; Ribó, O. and Pelegrini, M. 1993b. Análisis of genetic relationship from morphological characters in Spanish gotas breedes. *Small Rumin. Res.* 12:301-314.
- Katsumata, M.; Nozawa, K.; Amano, T.; Shinjo, A.; Abe, T. 1981. Blood protein gene constitution of the Japanese Saanen breed of goat. *Jpn. J. Zootec. Sci.*52: 553-561.
- Katsumata, M.; Amano, T.; Tanaka,K.; Nozawa, K.; Bank, K.; Lee, C., 1982. Blood protein variations of the Korean native gotas. *Jpn. J. Zootec. Sci.* 53:521-527.
- Katsumata, M.; Nozawa, K.; Amano, T.; Martojo, H.; Abdulgani, K.; Nadjib,H. 1983. Morphological characteristics and blood protein gene constitution of Indonesian goats. *Rep. Soc. Res. Native Livestock* 10: 146-154.
- Katsumata, M.; Amano, T.; Nozawa, K.; Tsunoda, K.; Namikawa, T.; Tsunoda, Y., Faruque, M., 1988. Body measurements and blood protein variations of native gotas in Bangladesh. *Rep. Soc. Res. Native Livestock* 12: 199-210.
- Kmiec, M., 1991. Reproduction and sex distribution in sheep depending on haemoglobin phenotype. *Genetica Polonica* Vol. 32 N° 4: 245-249.
- Kmiec, M.,1992. Association between transferrin polymorphism and some biochemical characters of blood in lambs of Polish long- wool sheep. *Genetica Polonica*, Vol 33 N° 2: 147-152.
- Kmiec, Marek. 1999a. Transferrin Polimorphism versus Growth Rate in Lambs, Polish Long-wool Sheep. I. Frequency of genes and genotypes of transferrin in flock of Polish Long-wool Sheep. *Arch. Tierz, Dummerstorf* 42 Vol 4: 393-402.
- Kmiec, Marek. 1999b. Transferrin Polimorphism versus Growth Rate in Lambs, Polish Long-wool Sheep. II. Analysis of relation between transferrin polymorphism of lamb blood serum versus growth rate of lambs up to age of 5 months. *Arch. Tierz, Dummerstorf* 42 Vol 5: 469-479.

- Kotzé, A. 1992 The genetic characterization of animals using basic biochemical techniques. ARC Animal Improvement Institute, Private Bag X2, Irene 0062, Republic of South Africa.
- Lanari, M.R.; Taddeo, H.; Domingo, H.; Pérez Centeno, M.; Gallo, L. 2003. Phenotypic differentiation of exterior traits in local Criollo Goat Population in Patagonia (Argentina).
- Lauvergne, J.J. 1982. Traditional populations and first standardised breeds of ovine and caprine in the Mediterranean. Proceeding of INRA Collague N° 47: 77-94.
- Lauvergne, J.J.; Renieri C.; and Audiot, A., 1987. Estimating erosion of phenotypic variation in French goat population. *J. Hered* 78: 307-314.
- Lerner, I.M. and Donald, H.P. 1967. Modern Developments in Animal Breeding. Academic Press, London, 295 pp.
- Loosli, J.K. 1984. Small ruminant role in meeting world food supplies. In: Haelin G.F., D.L. Ace (Eds.) Extension Goats Handbook. Extension Service. USDA. Washinton DC, Vol. c-3.p 3.
- Maggi, V.D.; Deza., C.; Ferrer, G. 2003. Desarrollo de la economía regional basada en la caprinocultura de la región Quilino. Reconocimiento a la buena gestión municipal 2003. Senado de la Nación Argentina. Comisión de asuntos administrativos y municipales. www.senado.gov.ar
- Manly Bryan, F.J. 1986. Multivariate Statistical Methods. Chapman and Hall A Primer. 159 pp.
- Mariante, A. S. and Egito, A.A. 2002. Animal genetic resources in Brazil: result of five centuries of natural selection. *Elsevier Science Inc. Teriogenology* 57:223-235.
- Markert, C.L.; Faulhaber, I. 1965. Lactate dehydrogenase isozyme patterns of fish. *J. Exp. Zool.* 159, 319-325.
- Mason, I.L., and Maule, J.P. 1960. The indigenous livestock of eastern and southern Africa. *Tec. Commun.* N° 14. Commonwealth Agricultural Bureaux. UK. (Citado por Devendra, 1986).
- Mason, I.L. 1981. In: Gall, C. (ed). Breeds in Goat Production, Chapter 3. Academic Press. New York, p. 603-619.
- Maubecin, R. 1990. Manejo Reproductivo de un hato caprino. Universidad Nacional de Córdoba. Folleto N° 5 Biblioteca de la FCA-UNC.
- Menrad, M.; Müller, E.; C-H. Stier; Geldermann, H.; Gall, C. 1994. Protein polymorphisms in the blood of German Improved Fawn and Boer goats. *Small Rumin. Res.* 14:49-54.
- Menrad, M.; C-H. Stier; Geldermann, H.; Gall, C.F. 2002. A study on the Changthangi pashmina and the Bakerwali goat breeds in Kashmir I. Analysis of blood protein polymorphisms and genetic variability within and between the populations. *Small Rumin. Res.* 43: 3-14.
- Meza, H.C. 1990 Retrospectiva y perspectivas del mejoramiento genético caprino en México. Memoria VI Reunión Nacional Sobre Caprinocultura San Luis de Potosí México 201-209 pp.

- Morand Fehr, P and Boyazoglu, J. 1999. Present state and future outlook of the small ruminant sector. *Small Rumin. Res.* 34:175-188.
- Mount, L.E. 1974. Thermal neutrality. En :Heat los from animals and man. Assesment and Control . Montheiyh and Mount Eds. Butterworths. Londres 1974, p. 425-439.
- Müeller, J. 1994. INTA El programa de investigación y extensión del INTA en caprinos. VII Reunión Nacional de Producción Caprina. Bariloche, 2.4 noviembre (Archivo pdf) <http://bases.inta.gov.ar/proyectos/menu.asp>
- Müeller, J. 2003. Caracterización y gestión de los recursos zoogenéticos de rumiantes menores locales en Argentina. Proyecto INTA Código 1445. Conservación de recursos Zoogenéticos. <http://bases.inta.gov.ar/proyectos/menu.asp>
- Murphy, R; J. Sites; D. Buth abd C. Haufler 1990. Proteins: Isozyme Electrophoresis. Chapter 4. Molecular Systematics (Second Edition) Hillis, D.; C. Moritz and B. Mable Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. USA.
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *American Naturalist* 106: 283-292.
- Nguyen, T.C.; Morera, L.; Llanes, D. y Leger, P. 1992. Sheep blood polymorphism and genetic divergence between French Rambouillet and Spanish Merino: role of genetic drift. *Animal Genetics* 23:325-333.
- Nozawa, K. 1993. Genetic diversity in wild animal species. *Chicusan No Kentyu* 47: 71-75. (Citado por Nyamsamba 2003).
- Nozawa, K.; Shinjo, A.; Shotake, T. 1978. Populations genetics of farm animals. III. blood proteins variation in the meet goats in Okinawa Islands of Japan. *Z. Tierzücht. Zuchgsbiol.* 95, 60-77.
- Nozawa, K.; Katsumata, M.; Hasnath, M.A.; Mostafe, K.; Faruque, M. 1988. Coat-color polymorphism in the black Bengal gotas. *Rep. Soc. Res. Native Livestock* 12: 187-198.
- Nozawa, K.; Shokate, T. 1994. Native goats of Japan. In *Studies on the Evolutionof Native Livestock as Animal Genetic Resources*, Kagoshima University, Japan. pp. 34-49.
- Nozawa, K.; Kikkawa, Y.; Tsunoda, K.; Okamoto,S.; Zho, J.; Liu, A.; Shi,L. 1995. Gene constitution of the Yunnan native goats in China. *Rep. Soc. Res. Native Livestock* 15: 131-142.
- Nozawa, K.; Maeda, Y.; Tanabe, Y.; Zhanchiv, T.; Tumennasan, H.; Tsendsuren, T. 1999. Gene constitution of native gotas in Mongolia. *Rep. Soc. Res. Native Livestock* 17: 83-93.
- Nyamsamba, D.; Nombra, K.; Nozawa, K.; Yokohama, M.; Yo.Zagdsuren, K.; Amano, T. 2003. Genetic relationship among Mongolian native goat populations estimated by blood protein polymorphism. *Small Rumin. Res.* 47: 171-181.
- Ordás y San Primitivo, F. 1986. Genetic variation in blood proteins within and between spanish dairy sheep. *Animal Genetics* 17: 255-266.
- Orozco Piñan, F. 2001. Utilización demarcadores genéticos en estudios de razas de animales. Su problemática. *Arch. Zoot.* 50: 59-65.

- Osterhoff, D.R.; Ward-Cox, I.S. 1972. Serum polymorphism in three South African goat breeds. proc. 12th Eur. Conf. Anim. Blood Grps Biochem. Polymorphism, Budapest, Hungary, pp. 579-582.
- Osterhoff, D.R.; Schmid, D.O.; Schoeman, S.M. 1987. The estabily of genetic markers as identified in goats. South African J. Anim. Sci. 17, 133-137.
- Ozoje, M.O. 2002. Incidence and relative effects of qualitative traits in west African dwarf goat. Small Rumin. Res. Vol 43:1:97-100.
- Pépin, L.; Nguyen, T.C. 1991. Blood groups and protein polymorphism in five goat breeds (*Capra hircus*) Animal Genetics 25: 333-336.
- Pieragostini, E.; Darío, C.; Bufano, G. 1994. Hemoglobin phenotypes and hematological factors in Leccese sheep. Small Rumin. Res. 13: 177-185.
- Quittet, E. 1978. La Cabra: guía práctica para el ganadero. Edit Mundiprensa. España.
- Radhakrishnan, G.V. Bradley, R.E. and Loggins, R.E. 1972. Host responses of worm-free Florida native and rambouillet lambs experimentally infected wit *Haemonchus contortus*. Am. J. Vet. Res., 33:817-823
- Rae, E. 1982. Breeding in sheep and goats production. Ed By Coop I.E. Elsevier Scientific 15-53 pp.
- Raggi, L.A., Boza, J. 1986. Avances en alimentación. Monografía Medicina Veterinaria 1: 28-34.
- Rasero, R., Di-Stasio, L. Giaccone, P y Facello, C. 1989. Malic enzyme polymorphism in gotas. Anim. Genetics 20 (1):80
- Rivera G. M.; Alanis, G. A.; Chaves, M. A.; Ferrero, S. B. and Morello, H. H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. Small Rumin. Res. Vol 48, I2:109-117.
- Roderick, G.K. 1996. Geographic structure of insect populations: gene flow, phylogeography and their uses. Annual Review of Entomology 41: 325-352.
- Rodero Serrano, E; de la Haba Giraldo, M.R.; Zamorano Serrano, M.J.; Rodero Franganillo, A. y González Martínez, A. 1992. Study of genetic variability of the Negra Serrana goat breed. Arch. Zoot. 41: N° 154 (extra); p.538-541.
- Rodero, E.; de la Haba, M.R.; Rodero, A. y Herrera, M. 1996. Genetic and phenotypic profiles of endangered Andalusian sheep and goat breeds. Animal Genetic Resource information N° 19. FAO.
- Rodero, E.; de la Haba, M.R. and Rodero, A. 1997. Genetic study of Andalusia's ovine and caprine breeds. J. Anim. Breed. Genet. 114: 143-161. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.
- Rodero, E y Herrera, M. 2000. El concepto de raza. Un enfoque epistemológico. Arch. Zoot. 49: 5-16.
- Rodero, E.; Herrera, M.; Peña, F.; Molina, A.; Varela, M.; Sepúlveda, N. 2003. Modelo morfoestructural de los caprinos lecheros españoles. Florida y Payoya en sistemas extensivos. Rev Científica FCV-LUZ/Vol. XIII, N° 5: 403-412.

- Rodríguez Gallardo, P.P. y Cara, A. 1997. La raza caballar Menorquina. Grupos sanguíneos y polimorfismos bioquímicos. Arch Zoot. 46:145-151.
- Rodríguez, M.; Fernández, G.; Silveira, C.; Delgado, J.V. 2001. Estudio étnico de los bovinos criollos del Uruguay: análisis biométrico. Arch. Zoot. 50: 113-118.
- Rubino, R.; Morand Fehr, P.; Renieri, C.; Peraza, C.; Sarti, F.M. 1999. Typical products of the small ruminant sector and the factors affecting their quality. Small Rumin. Res. 34:289-302.
- SAGPyA 2006. www.sagpya.mecon.gov.ar
- SAGYP-CFA, 1995 El Deterioro de las Tierras en la República Argentina. La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGYP) y el Consejo Federal Agropecuario (CFA) en Alerta Amarillo. 180
- Sánchez Rodríguez, M.; Mata Moreno, C.; Gómez Castro, A.G.; Domenech García, V.; Rodríguez Alcalde, J. 1997. Gestión de Explotaciones de Ovino Caprino. Ref.367017. Programa de doctorado bienio 96/98 Universidad Internacional de Andalucía. Universidad de Córdoba. España.
- Sánchez, L.; Gonzáles-Carril, J.A.; Otero, M. 2000. Caracterización etnológica del cerdo Celta. Arch. Zoot. 49: 175-177.
- Schapiro, A. y Barahona, M. 1997. Lechería caprina nacional. Información básica. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación .
- Shaw, C. And Prasad, R. 1970. Starch gels electrophoresis of enzymes. A compilation of recipes. Bioche. Genet. 4: 297-320.
- Shelton, J.M.; Figueiredo, E.A. 1990. Programa de mejoramiento genético en caprinos en el norte de Brasil. Terra Arida N° 10: 16-22.
- Shotake, T.; Amano, T.; Namikawa, T.; Cyril, H.; 1986. Morphological characteristics and blood protein gene constitution of Sri Lankan goats. Rep. Soc. Res. Native Livestock 11: 155-163.
- Shrestha J.N.B. 2005. Conserving domestic animal diversity among composite populations Small Rumin. Res. 56 : 3-20.
- Sinn, R.; Ketzis, J.; Chen, T. 1999. The role of woman in the sheep and goat sector. Small Rumin. Res. 34:259-269.
- Smithies, A. 1955. Zone electrophoresis in starch gels: group variation in the serum proteins of normal human adults. Biochem. 61:629-641.
- Sneath, P.H.A. and Sokal, R.R. 1973. Numerical Taxonomy. San Francisco: W.H. Freeman and Co.
- Swofford, D. and Selander, K. 1989. Biosys 1. A computer program for the analysis of allelic variation in population genetics and biochemical systematic. Release 1-7 Illinois Natural History Survey. Campaigns III. 43.
- Toro Ibañez, 2000. X Curso de Mejoramiento Genético Animal INIA. Madrid España (comunicación personal).
- Tuñón, M.J.; Gonzalez, P. and M. Vallejo. 1987. Blood Biochemical Polymorphism in Spanish goat breeds. Comp. Biochem. Physiol. Vol 88B N° 2 pp 513-517.

- Tuñón, M.J.; Gonzalez, P. & Vallejo, M. 1989. Genetic relationship between 14 native Spanish breeds of goat. *Animal Genetics* 20: 205-212.
- Valencia Posadas M., Dobler, J. nd Montaldo, H. 2002 Genetics trends for milk yield in a flock of Saanen goats in Mexico. *Small Rumin. Res.* Vol 57, Issues 2-3:281-285.
- Watanabe, SD.; 1971. Studies on the polymorphism in serum protein of goats. *Mem. Tokio. Univ Agric.* 14:28-29 (citado por Nyamsamba 2003)
- Weir, B.S., 1996. *Genetics data analysis II*. Sinauer Publishers. Sunderland.