

CAPRINOS CRIOLLOS EN ARGENTINA: AVANCES EN LA CARACTERIZACION Y EVALUACION PRODUCTIVA

Poli, M.A.¹; Roldán, D.L.¹; Suárez, C.¹; Fernández, J.L.²;
Saldaño, S.A.³; Holgado, F.D.³; Rabasa, A.E.²

RESUMEN

En el Noroeste Argentino (NOA) se encuentra el 31.7% del total de los caprinos del país. La definición de "caprino Criollo" no está especificada y usualmente se asigna la misma a "ecotipos o tipos regionales". Objetivo: Presentar los avances obtenidos en la caracterización de este recurso genético autóctono y en su evaluación productiva. Caracterización fenotípica y molecular. Dentro de la raza Criolla, el largo de oreja y el largo de cabeza son las características con mayor variabilidad. Las variables orejas paradas y cuernos tipo lira fueron las variables de mayor contribución parcial a la variación total en el primer eje dentro de una representación canónica en dos grupos geográficos. En los marcadores moleculares tipo microsatélite (n=20), se detectó entre 2 y 19 alelos y la heterocigosis observada varió de 0.07 a 0.631. Para el gen de la alfa s1 caseína (*CSN1S1*) los alelos A y B presentaron la mayor frecuencia (en conjunto, aproximadamente 60%) y los genotipos A/B y B/B representaron el 31.7 % del total de los genotipos encontrados. Evaluación productiva. La producción real promedio por lactancia en 199 registros fue de 147.25±72.07 kg y una duración de 218.65±68.68 días. Sin embargo, el promedio de las 10 mejores cabras fue de 358±27.90 kg para una duración de 329±38.67 días, esto significa el 62% más de producción y la potencialidad de esta raza para un programa de mejora genética. El porcentaje de grasa promedio fue de 5.89±1.4 y el de proteína 4.61±0.54. Los resultados expuestos describen algunos aspectos morfométricos y productivos de los caprinos Criollos del NOA y se advierte la necesidad de evaluaciones objetivas de las razas exóticas de alto potencial productivo y sus cruzamientos antes de su difusión.

PALABRAS CLAVE: caprino Criollo, caracterización fenotípica y molecular, gen *CSN1S1*, producción de leche.

SUMMARY

CREOLE GOAT IN ARGENTINA: PROGRESS IN ITS CHARACTERIZATION AND PRODUCTIVE EVALUATIONS

The 31.70% of goats in Argentina are placed in the northwest region (NOA). The Creole breed usually is referred as regional types or ecotypes and is not well defined. The objective of this paper is to summarize progress in Creole goat characterization and productive evaluation. The highest variability was found in ear length and face length. In the canonical representation between two geographical populations, the horn shape and ear position were the parameters that showed the major contribution in the first axe. Within the molecular markers used, the micro satellite shown a heterozygosity observed between 0.07 and 0.631 and the allele number ranged between 2 to 19. The A and B *CSN1S1* gen alleles were the most frequent and the A/B and B/B genotypes represent the 31.70% of total genotypes found. The milk yield from 199 records was on average 147.25±72.07 kg in 218.65±68.68 days. Nevertheless the milk yield in the 10 top goats was 358.00±27.90 kg in 329±38.67 days, that means 62% higher milk yield. The average fat percentage was 5.89±1.4 and the average percentage protein was 4.61±0.54. These results show the potentiality of this breed in any breeding program and it is imperative objective evaluations before any exotic breed be crossed.

KEY WORDS: Creole goat, phenotypic and molecular characteristics, *CSN1S1* gen, milk production.

Instituto de Genética, CICVyA-INTA, CC:25- CP:1712, Castelar, Argentina.

²CONICET, Fac. de Agronomía y Zootecnia-Univ. Nac. de Tucumán, Argentina.

³ CER Leales, INTA-Tucumán, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La proporción de caprinos del Noroeste Argentino (NOA) representa el 31.7% del total de caprinos del país que, según el censo nacional agropecuario del año 2002 llegó a las 3.964.146 cabezas (DNSA-SENASA, Mayo de 2004, <http://www.sagpya.mecon.gov.ar>). Los objetivos de producción son principalmente la carne y en menor medida la leche. A pesar de que existen numerosos trabajos en caprinos sobre nutrición, comportamiento reproductivo y rendimiento, en ellos, la definición de “caprino Criollo” no está especificada y en ocasiones se asigna tal denominación a “tipos regionales” o “ecotipos” producto de cruzamientos no terminados con razas exóticas. En la Sociedad Rural Argentina (SRA- <http://www.sra.org.ar>) se encuentran registradas seis razas caprinas (Alpina Británica, Anglo Nubian, Angora, Boer, Pardo Alpina y Saanen). Aunque la cabra Criolla es la más numerosa en Argentina, ésta no figura entre las razas listadas por la SRA, probablemente porque no existe una Asociación de Criadores formalmente constituida y debido a que la caracterización racial es reciente.

La caracterización sistematizada del caprino Criollo en la región del NOA (provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Santiago del Estero) comenzó con el proyecto BID 1201-PICT 04226 hacia fines del año 1999 registrándose medidas fenotípicas y moleculares (microsatélites y polimorfismos del gen de la alfa s1 caseína-*CNSISI*). Hasta hace poco tiempo atrás, no se contaba con una evaluación objetiva de la raza Criolla en cuanto a niveles de producción de leche y composición de la misma, ni respecto de la aptitud quesera (definida principalmente por la fracción caseínica de la leche). Así, desde 1998 y a partir de caprinos Criollos pertenecientes a la Facultad de Agronomía y Zootecnia (UNT), se formó una majada experimental en el Campo Experimental Regional Leales-CER Leales (Tucumán). El número de cabezas y la variabilidad genética existente se fue incrementando por la incorporación paulatina de animales Criollos provenientes de distintas regiones del NOA.

El objetivo de este trabajo es presentar los avances obtenidos en la caracterización y en la evaluación productiva de un recurso genético autóctono como lo es el caprino Criollo.

CARACTERIZACIÓN DEL CAPRINO CRIOLLO

La etapa de caracterización contempló tres aspectos: morfométrico, morfológico y molecular. El aspecto

molecular incluyó además de un panel de microsatélites, el locus de la *CNSISI*. Las variantes alélicas de la *CNSISI*, descritas en caprinos por Grosclaude *et al.* (1994), están asociadas a determinados niveles de caseína en la leche: alelos A, B y C de “alto nivel de caseína”; alelo E “intermedio”, alelo F “bajo” y alelo O “nulo”.

Animales

Los criterios para la selección de las majadas estuvieron basados sobre las referencias históricas, en la organización de los rebaños, su aislamiento geográfico y apariencia fenotípica de los animales. Para la descripción fenotípica y molecular (microsatélites) se analizaron datos de 394 hembras adultas (47 majadas) de dos provincias de la región del NOA (Jujuy y Santiago del Estero). Para determinar la distribución de las frecuencias alélicas del gen *CNSISI* se muestrearon 214 animales adultos de las provincias de Tucumán, Santiago del Estero, Salta y Jujuy.

Metodología

Se evaluaron 14 caracteres morfológicos y 20 morfométricos, siguiendo la metodología de Agraz García (1976). Los niveles de las variables discretas se establecieron de acuerdo al número de clases fenotípicamente distinguibles. Los análisis se realizaron empleando el programa estadístico *SAS (Statistical Analysis Systems Institute Inc., 1999)*. Se obtuvieron estadísticos descriptivos, y para probar la diferenciación de biotipos, se empleó el test χ^2 de independencia (frecuencias) y se plantearon contrastes (variables cuantitativas). Inicialmente se seleccionaron aquellas variables cuantitativas con mayor poder discriminante y con ellas se calcularon las probabilidades de incluir un animal en un determinado grupo, teniendo en cuenta el error cometido en la clasificación. Se obtuvo además, el coeficiente de distancia de *Mahalanobis*, y la representación canónica de las variables de mayor importancia en la discriminación entre subtipos Criollos.

Para la caracterización molecular se usaron 20 microsatélites empleando la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (*PCR*). Estos microsatélites provienen de un set de 26, recomendados para estudios de diversidad por la Unión Europea en el Programa IV de Biotecnología y Biodiversidad Caprino y Ovino. El genotipado para el gen de la *CNSISI* se llevó a cabo siguiendo los protocolos desarrollados en el *Laboratoire d'analyse génétiques pour les espèces animales (LABOGENA)*, laboratorio asociado al *Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, Francia)*.

Resultados y Discusión

Análisis descriptivo: En general los animales de la región de Santiago del Estero presentaron mayor alzada, tamaño y estructura respecto de aquellos de la región de Jujuy. Dentro de la raza Criolla, el largo de oreja y el largo de cabeza son las características con mayor variabilidad. Las variables que podrían contribuir a identificar alguno de estos grupos poblacionales fueron: posición de las orejas y tipo de cuerno. La principal contribución parcial a la variación total en el primer eje fue de la variable orejas paradas (11.08%) y cuernos tipo lira (11.30%), y al segundo eje, orejas poco caídas (13.38%). En la Figura 1 se muestra la representación canónica de los dos grupos geográficos. La capacidad discriminante de las variables largo de orejas, perímetro de menudillo, largo y ancho de cabeza, fueron también mencionadas como variables potenciales para identificar poblaciones (Herrera, *et al.*, 1996).

Los microsatélites usados tuvieron de 2 a 19 alelos (promedio de 11 alelos por locus). Mang-hua *et al.* (2002) realizaron un análisis de caracterización de doce poblaciones de caprinos de China. Los microsatélites empleados por estos autores son coincidentes con los usados en este trabajo, y los resultados obtenidos en cuanto al polimorfismo de los marcadores fueron similares: un promedio de 12 alelos por locus (rango de 4 a 19). La heterocigosis esperada varió de 0.128 a 0.892, y la heterocigosis observada de 0.07 a 0.631. El coeficiente F_{st} promedio (0.048), permite inferir que aproximadamente el 95% de la variación genética total es debida a la variación dentro de cada provincia. Si bien no se encontraron alelos con mayor frecuencia en alguno de estos dos grupos, a nivel fenotípico presentaron características particulares de acuerdo al origen geográfico.

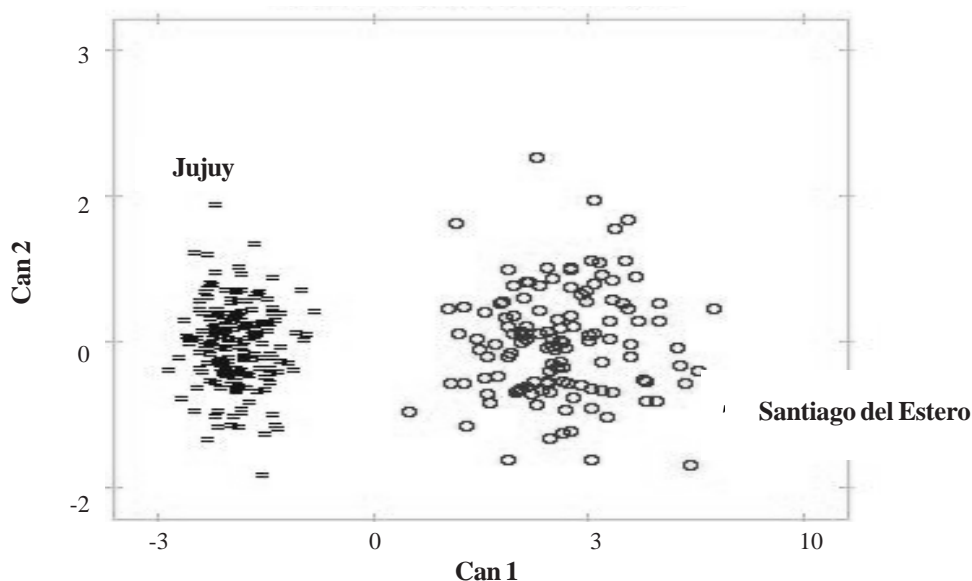


Figura 1. Representación canónica de los dos grupos geográficos de caprinos Criollos.

En el Cuadro 1 se exponen los alelos encontrados para el gen *CSN1S1* en las cabras Criollas, la cantidad de apariciones de cada alelo al estado homocigota, heterocigota y sus respectivas frecuencias. Como se observa, los alelos A y B son los de mayor frecuencia, y en conjunto ambos están en una frecuencia de aproximadamente 60% del to-

tal de alelos. El PIC (contenido de información polimórfica) para este locus fue de 0.733 y la heterocigosis esperada de 0.771. Se encontraron 23 genotipos, y los genotipos A/B y B/B en conjunto representan el 31.7 % del total de los genotipos encontrados.

Cuadro 1. Alelos del gen *CSN1S1* y sus frecuencias en cabras Criollas.
a: Alelo aún no caracterizado.

Alelo	Cantidad	Heterocigotas	Homocigotas	Frecuencia
A	127	93	17	0.2967
B	131	79	26	0.3061
C	32	32	0	0.0748
E	82	56	13	0.1916
F	17	15	1	0.0397
O	8	8	0	0.0187
X ^a	31	27	2	0.0724

a: Alelo aún no caracterizado.

EVALUACIÓN PRODUCTIVA

Se consideraron tres aspectos: producción de leche (kg), duración de la lactancia (días) y composición química de la leche (% grasa y % proteína). También, se determinó el efecto de los genotipos de la *CSN1S1* sobre la producción y la composición de la leche.

Animales

A partir de la majada experimental del CER Leales INTA (Tucumán) se obtuvieron 199 registros entre los años 1998–2000. Las variables evaluadas fueron producción de leche (kg) y duración de la lactancia (días). Para determinar el efecto de los genotipos de la *CSN1S1* sobre caracteres de producción de leche, se emplearon 38 cabras de esta misma majada (generando 124 registros totales).

Metodología

La producción de leche fue medida semanalmente a partir del destete de los cabritos y se ajustaron los registros según la metodología descrita por Fernández (2003). Cada 30 días se obtuvo información sobre %G (grasa) y %P (proteína). Estas mediciones fueron realizadas por medio de un MilkoScan en el laboratorio de la industria láctea La Serenísima (General Rodríguez, Argentina). El efecto del genotipo de la *CSN1S1* sobre la producción de leche y sus componentes se determinó por medio de un modelo mixto con medidas repetidas. Se realizaron contrastes para determinar si existían diferencias significativas en el %G y

%P entre animales con genotipos “fuerte” (AA-BB-CC-AC-BC) versus animales con genotipos “intermedios” (EE); y animales con genotipo “fuerte” AA respecto de animales portadores del alelo “nulo” (O).

Resultados y Discusión

La producción real por lactancia en cabras Criollas fue de 147.25 ± 72.07 kg y la duración de la lactancia fue de 218.65 ± 68.68 días. Dentro de la misma población se encontraron cabras con mejores niveles productivos, así el promedio de las mejores 10 cabras fue de 358 ± 27.90 kg para una duración de la lactancia de 329 ± 38.67 días, esto significa el 62% más de producción, lo que indica la potencialidad de esta raza y las buenas perspectivas para un programa de mejora genética.

Con respecto a la calidad de la leche, se observó un contenido de grasa promedio de $5.89 \pm 1.41\%$, mientras que para la proteína, el porcentual de $4.61 \pm 0.54\%$, puede ser considerado uno de los más altos de la bibliografía. Previamente, Roldán *et al.* (2002) al comparar la calidad de la leche de 12 cabras Criollas y de 12 cruza Saanen-Criollo (F1) encuentran que todos los componentes estudiados resultan significativamente superiores en los animales Criollos, aunque la craza producía mayores volúmenes de leche.

El genotipo para *CSN1S1* en caprinos Criollos, y la época de parto, influyeron significativamente sobre %G y %P (Cuadro 2) (Suárez, 2004). El efecto de la época de parto sobre %G y %P coincide con los resultados encontrados

Cuadro 2. Nivel de significancia de los efectos fijos considerados.

Efecto fijo	Prod. Leche	%G	%P
Genotipo	ns	*	*
Epoca de Parto	ns	*	*
Nº Parto	ns	ns	ns
Tipo de Parto	ns	ns	ns

*: $p \leq 0.05$ ns: $p > 0.05$

por Angulo *et al.* (2002), quienes además encontraron en la raza Malagueña, que la época de parto afectaba también al volumen de leche producido.

En el Cuadro 3 se observa que las cabras con alelos A, B y C tienen leches con mayor %P (1.782 gr/litro más que aquellas con genotipo EE). Similares resultados han sido informados por Angulo *et al.* (2002) en la raza Malagueña, y Mahé *et al.* (1993) y Vassal *et al.* (1994) en la raza Alpina francesa. Estos últimos autores encontraron además diferencias en el %G. En las cabras Criollas a pesar de que la diferencia encontrada para %G entre los alelos “fuertes e “intermedio” no resulta significativa al 5%, se observa que los alelos “fuertes” tienen un %G superior en 1.856 gr/litro. Por otro lado, comparando los %G y %P en animales con genotipo AA respecto de AO no se encontró un efecto significativo para %P, pero sí para %G (1.124 gr/litro). Fèvrier *et al.* (2000), compararon leches de animales AA versus OO y encontraron un efecto favorable del genotipo AA para %G y %P. Adnoy *et al.* (2003), determinaron los efectos de los alelos nulo y débil en dos majadas (832 registros) de cabras noruegas lecheras multicolor y en-

contraron que las cabras con genotipo OO producen leche con menor %G que la media del resto de los genotipos, pero sin efecto significativo sobre el %P. Sin embargo, encontraron que los animales OO tienen menor contenido de caseína y micelas de mayor tamaño que los otros genotipos mencionados.

CONSIDERACIONES FINALES

Estos resultados sobre medidas zoométricas, moleculares y de producción, contribuyen a la caracterización y descripción de la cabra Criolla. Además, refuerzan la hipótesis de que la cabra Criolla luego de un largo proceso de selección natural, un mínimo de selección artificial y probables procesos de constricción y expansión, sea una raza con particularidades ya propias, adaptada a la región donde habita y diferente de sus antecesoras europeas. La introducción de razas exóticas de alta producción de leche (como por ejemplo la raza Saanen) para mejorar la producción de pequeños productores, debe ser cuidadosamente evaluada. En general la introducción de razas exóticas en áreas donde existen razas bien adaptadas no es seguida de evaluaciones objetivas de sus producciones. Por ello, el éxito de cualquier programa de mejoramiento en caprinos dependerá de tener un muy buen conocimiento previo de la capacidad productiva de las razas locales, en este caso la Criolla, de sus cruzamientos, de su adaptación al ambiente y de sus requerimientos nutricionales. No menos importante son los aspectos educativos y de entrenamiento que los pequeños productores necesitan ante estos cambios.

AGRADECIMIENTOS

A la Gerencia de Desarrollo de “La Serenísima” por su cooperación con los análisis de las muestras de leche.

A la Secretaría de Ciencia y Técnica (SeCyT) y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT)- Proyecto BID 1201 PICTO12968.

Cuadro 3. Contrastes entre genotipos para %G y %P. Diferencias estimadas, desvíos estándar (d.s.) y probabilidades asociadas ($\alpha=0.05$).

Genotipo	%G		%P	
	Estimado (d.s.)	Pr > t	Estimado (d.s.)	Pr > t
BB-CC-AC-BC vs EE	1.856 (\pm 0.963)	0.0591	1.782 (\pm 0.820)	0.0343
vs AO	1.124 (\pm 0.537)	0.0452	0.801 (\pm 0.455)	0.0889

BIBLIOGRAFÍA

- ADNOY, T.; VEGARUD, F.; GULBRANDSEN, T.; NORDBLO, R.; COLBJORSEN, I.; BROVOLD, M.; MARKOVIC, B.; ROSETH, A. & LIEN, S. 2003. Effects of the O and F alleles of alpha S1 casein in two farms of northern Norway. International Workshop on Major Genes and QTL in Sheep and Goats. Toulouse (France) 8-11 Dec. CD-ROM communication N° 2-20.
- AGRAZ GARCIA, A. 1976. Estudio Zoométrico de tres Razas Caprinas. Ed. Hemisferio Sur. Bs. As. 211 pp.
- ANGULO, C.; ARES, J.L.; AMILLS, M.; SANCHEZ, A.; ILAHI, H. & SERRADILLA, J. M. 2002. Effect of as1 casein polymorphism on dairy performances of Malagueña goats. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23, Montpellier, France. CD-ROM, communication N 09-17.
- FERNÁNDEZ, J.L. 2003. Caracterización de la producción lechera en la cabra Criolla Serrana, bajo condiciones de manejo mejorado. Factores ambientales que la condicionan. Tesis Magister en Zootecnia, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán. pág 105.
- FÈVRIER, C.; JAGUELIN, Y.; LEBRETON, Y.; COLLEAUX, Y. & PRINGENT, J.P. 2000. Nutritive value for piglets and ileal amino acid digestibility of goat's milk differing in alpha- s1- casein. 7th. International Conference on Goats, Tours, France, May 2000, 876- 879.
- GROSCLAUDE, F.; MARTIN, P.; RICORDEAU, G.; REMEUF, F.; VASSAL, L. & BOUILLON, J. 1994. Du gène au fromage: le polymorphisme de la caséine alpha S1 caprine, ses effets, son évolution. INRA Prod. Anim. 7(1): 3-9.
- HERRERA, M.; RODERO, E.; GUTIÉRREZ, M.J.; PEÑA, F. & RODERO, J.M. 1996. Application of multifactorial discriminant análisis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. Small Ruminant Research 22: 39-47.
- MAHÉ, M.F.; MANFREDI, E.; RICORDEAU, G.; PIACERE, A. & GROSCLAUDE, F. 1993. Effets du polymorphisme de la caséine as1 caprine sur les performances laitières: analyse intradescendance des boucs de race alpine. Genet. Sel. Evol.. 26: 151-157.
- MENG-HUA, L.; SHU-HONG, Z.; CI, B.; HAI-SHENG, W.; HONG, W.; BANG, L.; MEI, Y.; BIN, F.; SHI-LIN, C.; MENG-JIN, Z.; SHI-JUN, L.; TONG-AN, X. & KUI, L. 2002. Genetic relationships among twelve Chinese indigenous goat populations based on microsatellite analysis. Genet. Sel. Evol. 34: 729-744.
- ROLDÁN, D.L.; POLI, M.A.; FERNÁNDEZ, J.L. & RABASA, A. 2002. Producción lechera de cabras Criollas serranas y Saanen-Criollas (F1). 2. Calidad de leche producida. 25 Congreso Argentino de Producción Animal-AAPA, Buenos Aires, Argentina. pp 245-246.
- SAS INSTITUTE INC., CARY, NC, USA. 1999. Statistical Analysis System.
- SUÁREZ, C.M. 2004. Polimorfismos en el gen *CSN1S1* en caprinos Criollos de los valles Calchaquíes. Su distribución y efecto sobre caracteres de producción de leche. Tesis Magister en Biotecnología. Universidad Nacional de Buenos Aires. Pág 66.
- VASSAL, L.; DELACROIX-BUCHET, A. & BOUILLON, J. 1994. Influences des variants AA, EE, FF de la caseine aS1 caprine sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles des fromages traditionnels: premières observations. Lait 74 : 89-103.