

Caracterización del caprino Criollo del Noroeste Argentino*

Roldán, D.L.¹; Fernández, J.L.²; Saldaño, S.A.²; Rabasa, A.E.³; Holgado, F.D.⁴; Poli, M.A.¹

RESUMEN

Existe una creciente necesidad de determinar cuáles son los recursos genéticos animales actuales y desarrollar estrategias para su conservación y desarrollo. El objetivo de este trabajo es describir morfológica, zoométrica y genéticamente, los caprinos Criollos del Noroeste Argentino (NOA).

Para ello se muestrearon 1105 cabras Criollas, 36 Saanen y 24 Anglo Nubián de las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Santiago del Estero. Se usaron 20 microsatélites y se midieron 20 variables zoométricas y 14 morfológicas. Con los datos moleculares se encontró que aproximadamente el 89% de la variación genética total es debida a la variación dentro de cada raza. Los caprinos Criollos tienen mayor número de alelos por locus (11.80) respecto de Anglo Nubian (6.05) y Saanen (5.56). De la información fenotípica se extrae que los animales Criollos, comparados con los de otras razas, presentan menor altura y tamaño, ubres chicas, perfil subcóncavo, cuello largo y fino, orejas paradas, cuernos del tipo espiral, pelo corto, de colores compuestos y mucosas negras. Las variables que mejor contribuyen para identificar diferencias entre razas fueron: largo de oreja, perímetro de menudillo, peso vivo, implantación de las ubres, color de capa, presencia de barba, perfil, tipo y posición de las orejas y tipo de cuerno.

Palabras Clave: caprinos Criollos, caracterización, microsatélites, morfología, zoometría.

Summary

There is an increased need to establish the actual animal genetic resources and to develop strategies for their conservation and development. The goal of this work is to descriptive the population of Creole goats in the northwest Argentina (NWA) using genetic, morphological and zoometric information. For this, 1105 adult Creole goats and 36 Saanen and 24 Anglo Nubian from Jujuy, Salta, Tucumán and Santiago del Estero provinces were tested. Twenty microsatellites were used, 20 zoometric and 14 morphological variables were measured in each animal. With the molecular data we found that about 89% of the total genetic variation was due to the genetic differentiation within each breed. Creole goats have higher number of alleles for each locus (11.8). From the phenotypic information we establish that the Creole goats had minor height and size, small udder, sub concave profile, length and thin neck, vertical ears, spiral horn shape, short hair with longer one in the rumps and various hoof color and black mucosa. Ear size, shin circumference, live weight, udder implantation, coat color, presence of wattles, cranial profile, type and position of ears and horn shape, were the parameter with major contribution to distinguish between breeds.

Key words: Creole goats, characterizations, microsatellites, morphological, zoometrics.

INTRODUCCIÓN

La población caprina mundial ha sido estimada en 693.260 millones de cabezas (<http://www.inia.cl/cobertura/quilamapu/textos/capl.htm>). Esta se concentra principalmente en Asia (63%) y África (29%), y en diversos países de América. Brasil y Argentina tienen la mayor participación en la población caprina de Sudamérica (48% y 16%, respectivamente). Generalmente la presencia de cabras está asociada a condiciones "pobres" desde un punto de vista ecológico y socio-económico, constituyendo en la mayoría de los casos, una fuente importante de recursos, permitiendo la subsistencia del

productor y su familia. La explotación de cabras en América Latina, se ha realizado por varios siglos bajo condiciones extensivas, lo que produjo animales conocidos genéricamente como Criollos. Estos poseen rasgos valiosos, tales como: resistencia a enfermedades, longevidad, adaptación a ambientes de extrema aridez, aceptable producción de leche, alta fertilidad y reducida estacionalidad reproductiva (15).

En nuestro país la existencia de caprinos fue estimada para el año 2004 en 3.964.146 animales (<http://www.sagpya.mecon.gov.ar>), y existen aproximadamente 50.000 pequeños productores campesinos que las ex-

plotan. La mayoría de las poblaciones se localizan en dos regiones: en el centro-norte del país y en la Patagonia. En la primera, se encuentra aproximadamente el 27% del total de las cabezas y la producción es, fundamentalmente, para la obtención de carne. En el norte de la región Patagónica, que agrupa al 46% de animales del país, la producción es básicamente para pelo (moahir).

La diversidad genética en el mundo animal es la que sostiene la capacidad de los sistemas de producción de responder a un amplio rango de ambientes físicos y económicos. A causa del ritmo de los cambios económicos, la diversidad de las

*Trabajo financiado por el FONCYT, Proyecto BID1201, PICT08-04226.

¹Instituto de Genética, CICVyA-INTA, Castelar. s/n. CC: 25, CP:1712. Buenos Aires. Argentina. Tel.: 54 11 44500805/1876, e-mail: mpoli@cni.inta.gov.ar;

²Fac. de Agronomía y Zootecnia (UNT).Tucumán. Argentina. ³ CONICET, Fac. de Agronomía y Zootecnia (UNT).Tucumán. Argentina; ⁴ CER Leales-INTA. Argentina.

razas de animales domésticos está decreciendo rápidamente. Por lo tanto existe una necesidad de determinar cuáles son los recursos genéticos actuales y desarrollar estrategias para su conservación y desarrollo. Los caracteres morfológicos aportan información complementaria a otros trabajos relacionados a la caracterización racial de poblaciones animales. Simultáneamente estos caracteres pueden constituir marcadores raciales para discriminar grupos poblacionales. Existen numerosos trabajos que describen y caracterizan poblaciones con marcadores genéticos y parámetros zoométricos en especies de interés agropecuario: bovinos (2), ovinos (9, 21) y caprinos (4, 5, 7, 10, 12, 17).

Se entiende por caprino Criollo a los animales que descienden de aquellos traídos por los españoles y que luego de un proceso de adaptación a distintas condiciones ambientales habitan fundamentalmente en regiones donde las otras razas no pueden sobrevivir. Existen escasas referencias bibliográficas relacionadas a la descripción de la cabra Criolla en Argentina (8, 22) y por lo tanto el objetivo de este trabajo es describir desde el punto de vista morfológico, zoométrico y genético, a los caprinos Criollos del Noroeste Argentino (NOA).

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Dentro del proyecto FONCyT-PICT 04226 se muestrearon 1105 hembras criollas adultas (mayores de 3 años de edad) no emparentadas, pertenecientes a 71 majadas de las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Santiago del Estero. Los criterios para la selección de los rebaños y animales fueron su aislamiento geográfico, referencias históricas en la organización de los rebaños y características fenotípicas de los animales. Simultáneamente, se colectaron muestras de animales de razas puras, Saanen (36 cabezas en cuatro majadas) y Anglo Nubian (24 animales pertenecientes a dos majadas).

Variables

1- Genéticas. Como indicadores de la variabilidad a nivel del ADN se usaron 20 microsatélites de un set de 26, reco-

mendados para estudios de diversidad por la Unión Europea en el Programa IV de Biotecnología y Biodiversidad Caprino y Ovino. Las frecuencias alélicas en cada raza y dentro del grupo de caprinos Criollos se estimaron con el programa CERVUS 2.0 (14). Los coeficientes de variabilidad de Wright se estimaron con el software GDA (19). Se construyó una matriz de distancia con el coeficiente de distancia de Nei (1978) (16) y un árbol de distancia por el método de Neighbor-Joining.

2.- Zoométricas y Morfológicas. Las medidas zoométricas se tomaron siguiendo la metodología de Agraz García (1) y fueron: longitud del cuerpo, altura a la cruz, altura al hueco retroesternal, perímetro de tórax, ancho de hombros, diámetro bicostal, ancho de anca posterior y anterior, largo de anca, ancho de cabeza superior y orbital, largo de cabeza, largo de oreja, perímetro de menudillo y de caña y peso vivo. Con respecto a los caracteres morfológicos y fanerópticos, se midieron: largo de cola, anca, ubre, cuello, mamellas, perfil, posición de las orejas, aptitud, largo del pelo, color de capa, barba, cuernos, y pigmentación de mucosas.

Los análisis se realizaron empleando el programa estadístico SAS (18), con el cual se obtuvieron estadísticos descriptivos de los caracteres zoométricos (medias, desvíos estándar -d.s.- y coeficientes de variación-c.v.- por el procedimiento means) y de los morfológicos (frecuencias relativas mediante el procedimiento freq). Mediante el procedimiento stepdisc se seleccionaron aquellas variables cuantitativas con mayor poder discriminante, y con este conjunto de variables seleccionadas se calcularon las probabilidades de incluir un animal en un determinado grupo, teniendo en cuenta

el error cometido en la clasificación usando el procedimiento discrim. Además se estimó el coeficiente de distancia de Mahalanobis, y se realizó un análisis canónico para determinar las variables de mayor importancia en la discriminación entre las razas. Los niveles de las variables discretas se establecieron de acuerdo al número de clases fenotípicamente distinguibles. Por medio de un análisis de correspondencia, se determinó la asociación entre los caracteres discretos y las razas analizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis descriptivo y multivariado

1.- Genotípico. En el Cuadro 1 se muestran los valores estimados: número de alelos por locus (Ap), heterocigosis media esperada (HeM), y los coeficientes de variabilidad de Wright (FIT, FIS, FST). En caprinos Criollos se obtuvo el mayor número Ap (11.81) respecto de las otras razas (Anglo Nubian= 6.05 y Saanen= 5.56). La heterocigosis media esperada promedio para las tres poblaciones fue similar, siendo de 0.66 para la raza Criolla, 0.67 para la Saanen y 0.59 para Anglo Nubian. Similares resultados fueron obtenidos por Li *et al.* (13) cuando analizaron la variabilidad genética de doce poblaciones nativas de China con el mismo set de microsatélites usados en este trabajo, y encontraron valores de Ap= 6.89, y una HeM de 0.603. El coeficiente FST promedio fue 0.11 (no se muestra en el Cuadro) el cual permite inferir que aproximadamente el 89% de la variación genética total es debida a la variación dentro de cada raza. En la población Criolla (Cuadro 1), la mayor variabilidad es debida a la variabilidad individual (FIT = 51%). Los altos valores de FIS (coeficientes de variabilidad entre

Cuadro 1. Parámetros genéticos estimados en cada raza.

Razas	Ap	HeM	F _{IT}	F _{IS}	F _{ST}
Criollo	11.81	0.66	0.51	0.44	0.11
Anglo Nubian	6.05	0.59	0.52	0.40	0.20
Saanen	5.56	0.67	0.32	0.19	0.15

Ap: Número de alelos por locus; HeM: Heterocigosis esperada media; F_{IT}= coeficiente de variabilidad individual; F_{IS}= coeficiente de variabilidad entre subpoblaciones; F_{ST}= coeficiente de variabilidad entre poblaciones.

subpoblaciones) encontrados contrastan con la mayoría de los estudios de poblaciones animales, en los que generalmente FIS no es significativamente distinto de cero (5, 6, 20). Sin embargo, éstos coinciden con los estimados por Barker et al. (3), que analizaron la variabilidad en poblaciones caprinas asiáticas, estimada mediante polimorfismos proteicos y microsatélites. Estos altos valores de los estimadores de FIS ocasionados por la deficiencia de individuos heterocigotas, podría ser el resultado de varios factores, tales como: la segregación de alelos nulos, del efecto Wahlund, de errores de genotipado (heterocigotas incorrectamente genotipados como homocigotas), la selección hacia homocigotas o *inbreeding*

(3). Dado las características de los microsatélites empleados en este trabajo, (baja tasa de alelos nulos) y que el efecto Wahlund como los errores de genotipado pueden ocurrir para algún alelo y algún locus, aunque imposible para todos, se podría suponer que estos altos valores de FIS pueden deberse a que en las poblaciones Criollas muestreadas, la baja proporción de machos empleados como reproductores, conduciría a un menor tamaño efectivo de la población, y consecuentemente, un efecto de deriva génica podría estar exhaltado. Por otro lado, los valores estimados de FIS para las poblaciones Saanen y Anglo Nubian podrían suponerse debidos a la selección realizada hacia individuos homocigotas

para determinados caracteres. En el Cuadro 2 se muestra la matriz de distancia genética entre las tres razas, y en Figura 1 el árbol de distancia obtenido. En un mismo cluster se agrupan las poblaciones Criollas y Anglo Nubian.

2.- Morfometría. En general los animales Criollos presentaron menor alzada, tamaño y estructura corporal respecto de las cabras Saanen y Anglo Nubian, y mayor variabilidad en cuanto al ancho de cabeza orbital y altura al hueco retroesternal (datos no mostrados). La diferenciación de los tres grupos raciales se obtuvo por la construcción de una matriz de distancia (Coeficiente de Mahalanobis) con las probabilidades asociadas (Cuadro 3). Se observa una menor diferenciación de los animales Anglo Nubian respecto de Criollos, comparado con la obtenida entre cabras Saanen y Criollas. Este mismo grado de diferenciación se describió anteriormente con la información genética (Cuadro 2). Las variables con mayor poder discriminante fueron: largo de oreja, ancho de cabeza superior, largo de anca y ancho (anterior y posterior), largo y ancho de cabeza, perímetro de menudillo, ancho de cabeza orbital y altura al hueco retroesternal. Con estas variables, la probabilidad a posterior estimada de cometer errores en la asignación de individuos dentro de las razas Criollo, Anglo Nubian y Saanen fue de 0.10, 0.18 y 0.08, respectivamente, lo cual determina el potencial de estas variables para la caracterización racial. La representación gráfica del análisis discriminante canónico se muestra en la Figura 2, donde, largo de oreja, perímetro de menudillo y peso vivo son las variables con mayor poder discriminante para el eje principal (eje canónico 1), y largo y ancho de cabeza para el segundo eje (eje canónico 2). La capacidad discriminante de las variables largo de orejas, perímetro de menudillo, largo y ancho de cabeza, fueron también mencionadas por Herrera *et al.* (11) como variables potenciales para identificar poblaciones caprinas españolas no estandarizadas. Crepaldi *et al.* (7) encontraron también que, en razas caprinas italianas estas mismas variables y la longitud del cuerpo y el altura a la cruz están asociadas a la diversidad observada entre razas.

Cuadro 2. Matriz de distancia genética entre razas.

	Criollo	Anglo Nubian	Saanen
Criollo	0.000	0.712	0.751
Anglo Nubian	0.712	0.000	0.616
Saanen	0.751	0.616	0.000

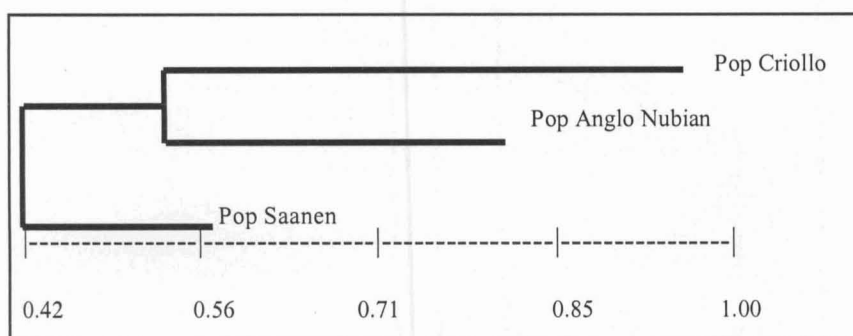


Figura 1. Árbol de distancia genética entre las tres razas.

Cuadro 3. Matriz de distancia (coeficiente de distancia de Mahalanobis). Entre paréntesis valores de p-value.

	Criollo	Anglo Nubian	Saanen
Criollo	0	20.80 (≤ 0.0001)	21.48 (≤ 0.0001)
Anglo Nubian	20.80 (≤ 0.0001)	0	15.73 (≤ 0.0001)
Saanen	21.48 (≤ 0.0001)	15.73 (≤ 0.0001)	0

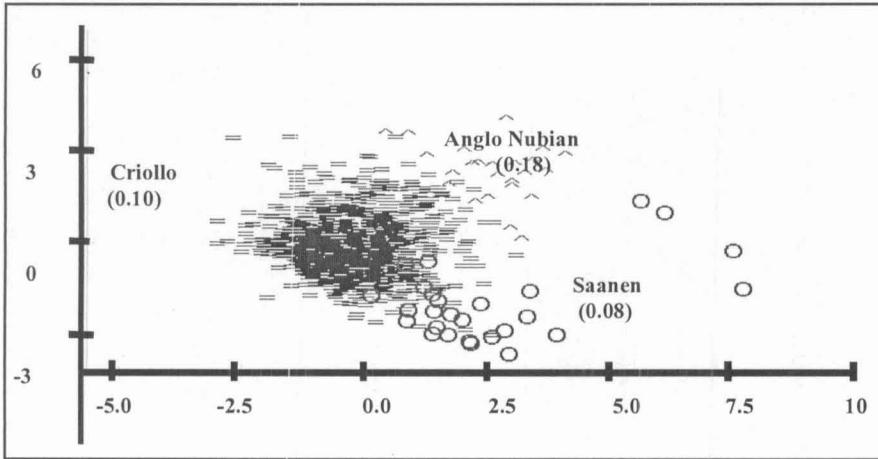


Figura 2. Representación Canónica de los tres razas de caprinos analizadas.

3.- Morfología. Las variables que contribuyen a identificar diferencias entre razas fueron: implantación de las ubres, color de capa, presencia de barba, perfil, tipo y posición de las orejas y tipo de cuerno (Figura 3). Se verificaron diferencias significativas ($p < 0.05$) de las frecuencias de estas variables entre los animales de las tres razas muestreadas. Así, los animales Criollos presentan en más alta frecuencia (mayores de 60%) ubres chicas y con implantación recogida, per-

fil subcónico, cuello largo y fino, orejas paradas, cuernos del tipo espiral y con barba. En cuanto al pelaje, se encontró mayor frecuencia (mayor al 70%) de animales con pelo corto y con calzón, de colores compuestos y mucosas negras.

CONCLUSIONES

Los parámetros de diversidad encontrados en la cabra Criolla, estimados a través de microsatélites e información fenotípica permitió describirla e identi-

ficarla, con una baja probabilidad de error, respecto de animales Saanen y Anglo Nubian. Algunos resultados presentados a través de árboles y diagramas, posicionan a la raza Criolla más próxima a la raza Criolla respecto de la Saanen. Además no puede descartarse que algún cruzamiento haya existido en el pasado con la raza Anglo Nubian, principalmente en la provincia de Santiago del Estero, lo cual podría revelar la existencia de 'subtipos' de caprinos Criollos.

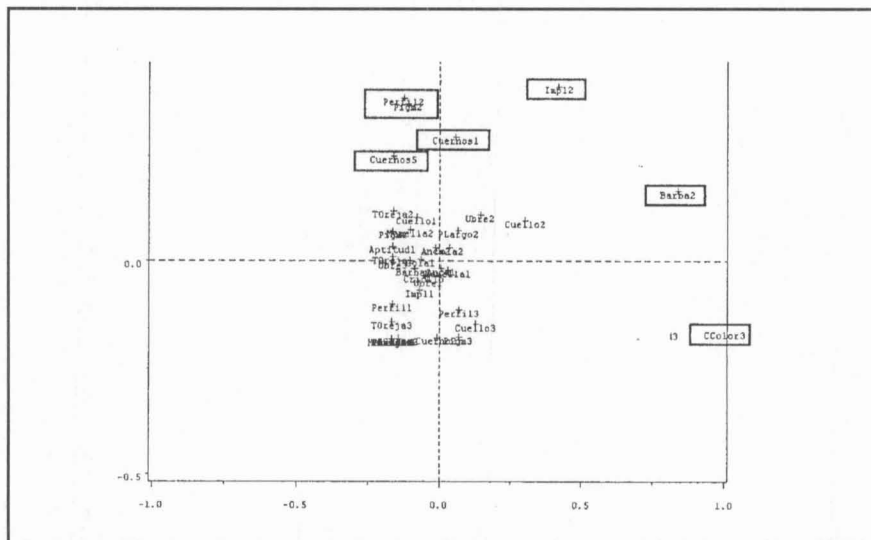


Figura 3. Contribución de las variables morfológicas a cada eje.

El recuadro indica las variables que contribuyen a identificar diferencias entre razas: perfil, pigmentación de mucosas, implantación de ubres, tipo de cuernos, presencia de barba y color de capa.

Referencias Bibliográficas

1. **Agraz García A.** (1976). Estudio zoométrico de tres razas caprinas. Ed.H.Sur. Bs. As. 211 p.
2. **Arranz, J. J.; Bayón, Y.; San Primitivo, F.** (1996). Comparison of protein markers and microsatellites in differentiation of cattle populations. *Anim. Genet.* 27:415-419.
3. **Barker, J. S. F.; Tan, S. G.; Moore, S. S.; Mujherjee, T. K.; Matheson, J-L.; Selvaraj O. S.** (2001). Genetic variation within and relationships among populations of Asian goats (*Capra hircus*). *J. Anim. Breed. Genet.* 118: 213- 233.
4. **Cañón, J.; Checa, M. L.; Carleos, C.; Vega-Pla, J. L.; Vallejo, M.; Dunner, S.** (2000). The genetic structure of Spanish Celtis horse breeds inferred from microsatellite data. *Anim. Genet.* 31: 39- 48.
5. **Capote, J.; Delgado, J. V.; Fresno, M.; Camacho, M. E.; Molina, A.** (1998). Morphological variability in the Canary goat population. *Small Rum. Res.* 27: 167-172.
6. **Ciampolini, R.; Moazami-Goudarzi, K.; Vaiman, D.; Dillmann, C.; Mazzanti, E.; Foulley, J. L.; Leveziel, H.; Cianci, D.** (1995). Individual multilocus genotypes using microsatellites polymorphism to permit the analysis of the genetic variability within and between Italian beef cattle breeds. *J. Anim. Sci.* 73: 3259- 3268.
7. **Crepaldi, P.; Negrini, R.; Milanesi, E.; Gorni, C.; Cicogna, M.; Arjmonemarsan, P.** (2001). Diversity in five goat populations of the Lombardy Apls: comparison of estimates obtained from morphometric traits and molecular markers. *J. Anim. Breed. Genet.* 118(3): 173-180.
8. **Deza, C.; Pérez, G. T.; Varela, L.; Villar, M.; Rubiales, S.; Gardenal, C. N.; Barioglio, C.** (2000). Protein polymorphism in native goats from central Argentina. *Small Rum. Res.* Vol. 35 (3):195-201.
9. **Diez-Tascón, C.; Littlejohn, R. P.; Almeida, P. A. R.; Crawford, A. M.** (2000). Genetic variation within the Merino sheep breed: analysis of closely related populations using microsatellites. *Anim. Genet.* 31: 243-251.
10. **García-Casas, C.; Moreno, A.; Capote, J.; De la Heba, M. R.** (1992). Characterization of the Canary racial group with erythrocyte genetic markers. *Small Rum. Res.* 6(4):361-368.
11. **Herrera, M.; Rodero, E.; Gutiérrez, M. J.; Peña, F.; Rodero, J. M.** (1996). Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Rum. Res.* 22: 39-47.
12. **Jordana, J.; Ribo, O.; Pelegrin, M.** (1993). Analysis of genetic relationships from morphological characters in Spanish goat breeds. *Small Rum. Res.* 12: 301-314.
13. **Li, M-H.; Zhao, S-H.; Bian, C.; Wang, H-S.; Wei, H.; Liu, B.; Mei, Y.; Fan, B.; Chen, S-L.; Zhu, M-J.; Li, S-J.; Xiong, T-A.; Li, K.** (2002). Genetic relationships among twelve Chinese indigenous goat populations based on microsatellite analysis. *Genet. Sel. Evol.* 34: 729- 744.
14. **Marshall, T. C.** (2001). Cervus. Computer program designed for large-scale parentage analysis. Versión 2.0.
15. **Mellado, M.** (1997). La cabra Criolla en América Latina. *Vet. Mex.* 228 (4): 333- 343.
16. **Nei, M.** (1978). Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583- 590.
17. **Rodríguez, P. L.; Tovar, J. J.; Rota, A. M.; Rojas, A.; Martín, L.** (1990). El exterior de la Cabra Verata. *Arch. Zootecnia* 39: 43-57.
18. **Statistical Analysis Systems Institute Inc. SAS/STAT®.** V. 8 (1999). Cary, N.C., USA.:SAS Institute Inc.
19. **Weir, B.; Lewis, P. O.; Zaykin, D.** (2001). Genetic Data Analysis. Computer program for the analysis of allelic data. Version 1.0 (d16c).
20. **Yang, L.; Zhao, S. H.; Li, K.; Peng, Z. Z.; Montgomery, G. W.** (1999). Determination of genetic relationships among five indigenous Chinese goat breeds with six microsatellite markers. *Anim. Genet.* 30: 452-455.
21. **Zanotti Casati, M.; Gandini, G. C.; Leone, P.; Rognoni, G.** (1988). Genetic relationship among four sheep breeds of the Italian Alpine Ark. *J. Anim. Breed. Genet.* 105: 135- 142.
22. **Zerpa, C. M.; Rabasa, A. E.; Roldán, D. L.; Poli, M. A.** (2001). Identificación de caprinos Criollos de tres áreas geoclimáticas diferentes del noroeste argentino en base al perfil morfométrico. XXX Congreso Arg. de Genética. *J. of Basic and Applied Genetics*, Vol. XIV, N° 2 :129-130.