

DIVERSIDAD DE RAZAS CAPRINAS CRIOLLAS EN ARGENTINA

CREOLE GOAT BREEDS DIVERSITY IN ARGENTINA

Lanari M.R.^{1*}, Giovannini N.¹, Maizon D.O.², Deza C.³, Bedotti D.O.²,
de la Rosa-Carbajal S.A.⁴, Vera T.A.⁵, Ricarte R.A.⁶, Mezzadra C.A.⁷

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Grenville Morris, Bariloche, Argentina.

*lanari.mariarosa@inta.gob.ar.

²INTA EEA Guillermo Covas, Anguil, La Pampa, Argentina.

³Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

⁴Centro de Validación (CEDEVA) Laguna Yema. Formosa, Argentina.

⁵INTA Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar. Región NOA (IPAF NOA), Posta de Hornillos, Maimará, Jujuy, Argentina.

⁶INTA EEA "Ing. Agr. Juan Carlos Vera", Chamental, La Rioja, Argentina.

⁷INTA EEA Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

Keywords: Phenotypic characterization; Multivariate analysis; Animal genetic resources.

Palabras clave: Caracterización fenotípica, Análisis multivariado, Recursos zoogenéticos.

ABSTRACT

It is estimated that 90% of the almost five million goats in Argentina are local populations traditionally called *Criollo*. This designation refers to goats whose phenotypic and productive attributes are neglected. These populations have different origins and were selected by diverse rural communities; however, they share some common characteristics, such as being adapted to harsh environmental conditions and being bred in arid areas. In order to determine the differential traits of local breeds within *Criollo* and contribute to their assessment as a local genetic resource, phenotypic characterization research carried out in the last decades were recovered. A database was built, with 19 qualitative and quantitative variables of 2170 females from 6 local populations: Criolla de Formosa (FOR), Córdoba (CBA), La Rioja (LRI), San Luis (SLU), Neuquén (NQN) and Colorada Pampeana (LPA). They were analysed descriptively and by multivariate analysis in order to define differences and similarities among them. The results showed shared (straight profile, horizontal ears) and divergent (type of coat, shin circumference) features. The conglomerates formed on the basis of the mixed data factor analysis showed a clear differentiation for FOR, LPA and NQN. CBA showed evidence of crossing with Anglo Nubian, while LRI and SLU were scattered. Four Clusters with good definition were formed for FOR, LPA, CBA and NQN. It is concluded that FOR, NQN and LPA populations have achieved a significant degree of phenotypic differentiation. The LRI and SLU did not show a clear differentiation and the CBA showed signs of crossing with commercial breeds and risk of genetic erosion.

RESUMEN

Se estima que el 90% de los casi cinco millones de caprinos en Argentina se pueden asignar a poblaciones locales tradicionalmente llamadas *Criollos*. Se denomina así a un colectivo indefinido, menospreciado en sus atributos fenotípicos y productivos característicos, originados a partir de selección por diferentes etnias y en general adaptados a ambientes disímiles y hostiles de crianza. Con el objetivo de determinar las características diferenciales de razas locales o biotipos dentro de las Criollas contribuyendo a su valoración como recurso genético, se recuperaron trabajos de caracterización fenotípica realizados desde el año 2000 hasta el 2013. Se construyó una base de datos a partir de las originales, con 19 variables cualitativas y cuantitativas de 2170 hembras de 6 poblaciones locales: Criollas de Formosa (FOR), Córdoba (CBA), La Rioja (LRI), San Luis (SLU), Neuquén (NQN) y Colorada Pampeana (LPA). Se analizó en forma descriptiva y multivariada para detectar diferencias y similitudes entre ellas. Los resultados mostraron rasgos compartidos (perfil recto; orejas

horizontales) y divergentes (tipo de pelaje, perímetro de la caña). Los conglomerados formados en base al análisis factorial de datos mixtos muestran una clara diferenciación para FOR, LPA y NQN. CBA muestra rasgos de cruzamientos con Anglo Nubian, LRI y SLU se muestran dispersas. Se formaron 4 clústeres con buena definición para FOR, LPA, CBA y NQN. Se concluye que las razas Criolla Formoseña, Neuquina y Colorada Pampeana alcanzan un grado de diferenciación fenotípico significativo. LRI y SLU no muestran clara diferenciación y la CBA evidencia signos de cruzamientos con razas comerciales y riesgo de erosión genética.

INTRODUCCIÓN

La Argentina cuenta con 4,720,674 caprinos (SENASA, 2015). El 94% de ellos se localizan en áreas áridas y semiáridas del país (Hurtado *et al.*, 2006). Los encontramos desde el trópico de capricornio (21° Lat. Sur) hasta el árido Patagónico (40° Lat. Sur), en diversidad de ambientes físicos, climáticos y de vegetación (figura 1).

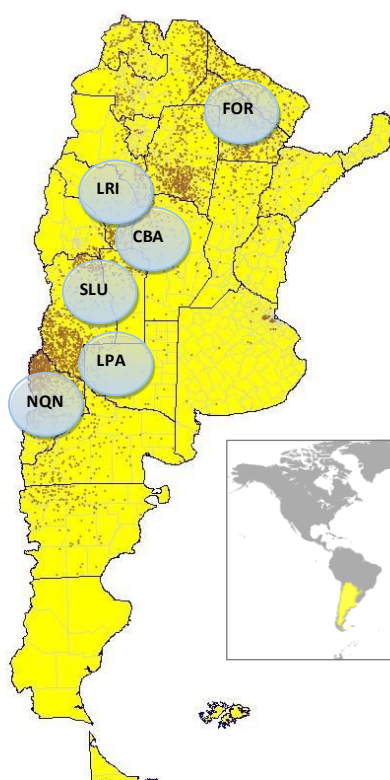


Figura 1. Localización geográfica de las poblaciones caprinas analizadas. Referencias en tabla I (Geographical location of the goat populations analysed. References in Table I).

Tabla I. Poblaciones caprinas analizadas (Goat populations analysed).

Autores	Año	Población
Deza, C.	2007	Criollos de Córdoba (CBA)
Bedotti, Daniel O.	2000 - 2011	Colorada Pampeana (LPA)
Lanari, Maria R	2004	Criolla Neuquina (NQN)
Prieto, Noelia	2011	Criolla Formoseña (FOR)
Vera, T. A. <i>et al.</i>	2013	Criolla de los Llanos (LRI)
Giboin, G. <i>et al.</i>	2011	Criolla San Luisense (SLU)

Tan extensa distribución hace suponer una diversidad de poblaciones y tipos de animales. Las estadísticas oficiales no permiten diferenciar razas caprinas, sin embargo, se estima que aproximadamente 90 % de los caprinos se pueden asignar a lo que genéricamente se denomina *Criollos*. Tal como en toda Latinoamérica y Caribe, esta denominación hace referencia a las razas nativas (o locales) presuntamente originadas de

poblaciones Ibéricas ingresadas a partir del Siglo XV a América (Ginja *et al.*, 2017). Se asume, a su vez, que son el resultante de introducciones en los diversos ambientes y de la adaptación de los animales bajo el efecto combinado de la selección natural y la selección de origen antrópico. El término refiere en consecuencia, a un colectivo indefinido y menospreciado (Agraz Garcia, 1981). En algunos trabajos se menciona al “Criollo Argentino” o “raza Criolla” como un grupo único, aunque heterogéneo y sin diferenciación poblacional (Poli *et al.*, 2003; Capote *et al.*, 2004). De acuerdo al Plan Global de Acción para los Recursos Genéticos Animales (FAO, 2007) es necesaria una mejor comprensión de las características de las razas con el fin de guiar las políticas públicas para el desarrollo de programas de conservación y mejoramiento. En este sentido se considera imprescindible una clara diferenciación de las razas caprinas locales en Argentina.

A fin de determinar los atributos particulares de las poblaciones o razas caprinas locales en los años noventa se iniciaron los trabajos de caracterización racial, que han continuado hasta la fecha. Estos trabajos han abordado la caracterización fenotípica, genética, sanitaria, productiva, de calidad y desarrollo de productos, de los sistemas y culturas asociadas (de la Rosa Carbajal *et al.*, 2017). Se reconocen tres vías de ingreso de las cabras ibéricas al actual territorio argentino (Rodero *et al.*, 1992; Bandieri, *et al.*, 1993; Ginja *et al.*, 2017; de la Rosa Carbajal *et al.*, 2017). Además de la migración-adaptación y procesos de selección natural - otros dos factores de peso han modelado las poblaciones caprinas: los cruzamientos con razas de introducción posterior (Mueller, 1993) y la selección de las comunidades rurales sobre sus cabras locales (Lanari, 2004; Deza, 2007; Quiroga Roger *et al.*, 2016).

Técnicas multivariadas de análisis posibilitaron nuevas aproximaciones a los estudios de caracterización fenotípica (Herrera *et al.*, 1996). Por ejemplo, tienen el potencial de permitir establecer diferenciaciones dentro y entre razas basadas en el uso de diferentes tipos de variables, tanto cualitativas como cuantitativas. El desarrollo de software estadístico ha dado lugar al análisis conjunto de variables de distinta naturaleza y escala como lo aplica el paquete R (R Team, 2017). Trabajos recientes han utilizado este tipo de análisis como una herramienta aplicada a la conservación de recursos genéticos y a la puesta en valor de los atributos de las razas locales (Yadav *et al.*, 2013; Ribeiro *et al.*, 2015; Gómez Aranda *et al.*, 2016).

Postulamos que es posible diferenciar poblaciones/razas de caprinos Criollas de Argentina en base a sus características fenotípicas. Ello se fundamenta en las diversas vías de ingreso de las poblaciones fundadoras, los ambientes a los que se han adaptado, los cruzamientos posteriores con otras razas y las comunidades aborígenes o campesinas que las adoptaron y las seleccionaron (Mueller, 1993; Ginja *et al.*, 2017; de la Rosa Carbajal *et al.*, 2017). En este trabajo se han empleado las características fenotípicas (morfométricas y morfológicas) para precisar la existencia e intensidad de la diferenciación, poniendo en valor los trabajos de caracterización realizados en los últimos 15 años en seis regiones del país. Algunos de ellos han dado lugar a la definición de razas (Bedotti, 2000; Lanari, 2004; Prieto, 2011) de acuerdo a la definición adoptada por FAO (1999).

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización de las poblaciones

Los trabajos de caracterización que aquí se analizan se realizaron entre los años 2000 y 2014. Debido a que no fueron diseñados en conjunto en su origen, se encontraron algunas discrepancias en las variables empleadas. A partir de un trabajo de armonización de variables se redefinió el uso de 19 variables (tabla II y III) que fueron compartidas por las seis caracterizaciones. En este estudio se utilizaron 2170 hembras de 6 provincias: La Rioja, Neuquén, Córdoba, San Luis, La Pampa y Formosa. En la tabla I se muestra la estructura de la Base de Datos.

Los muestreos intra majada fueron realizados siguiendo la metodología y protocolos que detallan los trabajos originales de Deza (2007), Bedotti (2000 & 2011), Lanari (2004), Prieto (2011), Vera *et al.* (2013) y Giboin *et al.* (2011). El rango de edad de estos animales varió desde 4 dientes a un desgaste de medio diente (tabla VIII). Condición corporal fue tomadas como reseña teniendo en cuenta que son muy influenciadas por el ambiente y la época del año en que se encontraban las poblaciones.

Tabla II. Variables tratadas como cuantitativas (*Variables treated as quantitative*).

Nombre	Acrónimo	Unidad de medición
Condición corporal ¹	CC	Nota 1 a 5
Largo de grupa	LG	cm
Ancho de grupa	AG	cm
Ancho de nalga	AP	cm
Largo de cabeza	LC	cm
Ancho de cabeza	AC	cm
Longitud del cuerpo	DL	cm
Perímetro de caña	PC	cm
Alzada a la cruz	ACR	cm
Perímetro torácico	PT	cm

¹Hervieu, *et al.* (1992).

Tabla III. Variables tratadas como cualitativas (*Variables treated as qualitative*).

Nombre	Acrónimo	Clases
Edad al muestreo	<i>edad</i>	4D: cuatro dientes; 6D: seis dientes; BLL: boca llena; MD: medio diente
Largo de pelo	<i>lp</i>	1: corto; 2: medio; 3: largo
Doble cobertura	<i>down</i>	1: ausencia; 2: presencia
Tipo de pelaje	<i>cppt</i>	1: uniforme; 2: overo; 3: moteado; 4: otros
Mamelas	<i>mm</i>	1: ausencia; 2: presencia
Perfil fronto-nasal	<i>pfn</i>	1: recto; 2: subcóncavo; 3: cóncavo; 4: subconvexo; 5: convexo
Tipo de cuernos	<i>curt</i>	1: arco; 2: espiral; 3: recto; 4: otros; 5: sin cuernos
Tamaño de oreja	<i>oret</i>	1: cortas; 2: medianas; 3: largas
Posición de las orejas	<i>ored</i>	1: erguida; 2: horizontal; 3: semicaída; 4: caída/pendular

Análisis estadístico

Se obtuvieron estadísticos descriptivos básicos por “Población” para las variables cuantitativas.

Se realizó un análisis multivariado en R (R Core Team, 2017) utilizando los procedimientos del paquete estadístico FactoMineR (Lê *et al.*, 2008) para un Análisis Factorial de Datos Mixtos (FMAD). Las variables analizadas en conjunto fueron las descritas en la tabla II y III y se consideró a la “Población” (tabla I) como variable suplementaria.

Con los resultados del FMAD se realizó un Análisis de Conglomerados (Clusters) utilizando el método jerárquico aglomerativo basado en distancias euclídeas con el método de Ward (Ward, 1963). Se obtuvo un dendrograma o árbol jerárquico donde el punto de corte que define a los Clusters fue aquel donde la pérdida de inercia relativa fue mayor.

Se construyeron tablas de frecuencias a fin de analizar la representatividad de cada población en los Clusters resultados.

RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos en base a las variables cuantitativas se detallan en la tabla IV.

En la tabla V se presentan los resultados del FMAD para las 19 características seleccionadas. Si bien se obtuvieron resultados considerando hasta 5 ejes factoriales (Dim.1-Dim.5), en el presente trabajo solo se discutirá lo observado hasta el tercer eje factorial. El porcentaje acumulado de inercia explicada hasta ese punto fue de 28,1%.

Tabla IV. Estadísticos descriptivos de variables cuantitativas por población (*Descriptive statistics of quantitative variables by population*).

	CBA		FOR		LPA		LRI		NQN		SLU	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
CC	2,5	0,3	2,6	0,4	2,5	0,7	2,2	0,7	2,3	0,7	2,5	0,5
LG (cm)	21,2	2,2	21,7	1,3	23,2	1,4	22,1	1,4	21,5	1,3	22,7	2,5
AG (cm)	17,7	2,5	15,3	1,1	16,9	1,5	16,2	3,7	15,3	1,2	17,0	1,3
AP (cm)	19,2	2,0	16,0	1,2	19,4	1,7	14,5	2,0	17,9	1,9	19,1	1,5
LC (cm)	23,3	1,5	20,6	1,0	21,9	1,2	24,3	2,3	22,9	1,6	21,2	1,4
AC (cm)	13,9	2,2	8,7	1,7	13,2	0,6	11,7	1,2	12,4	0,7	13,1	0,6
DL (cm)	74,3	5,8	70,8	4,0	72,2	4,2	69,2	5,1	71,4	5,1	73,6	5,8
PC (cm)	8,8	0,6	8,5	0,5	9,1	0,6	8,4	0,5	8,5	0,7	9,4	0,6
ACR (cm)	68,5	4,8	62,8	3,8	68,1	3,3	68,1	4,0	63,8	3,3	69,9	4,6
PT (cm)	83,8	6,1	81,7	6,0	88,1	5,1	80,2	5,3	73,4	9,4	86,1	5,4

DE: Desvío estándar.

Tabla V. Inercia explicada por los primeros 5 ejes factoriales (Dim.1-Dim.5) (*Inertia explained by the first 5 factorial axes (Dim.1- Dim.5)*).

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
Inercia	4,6	2,7	2	1,5	1,4
% de Inercia	13,9	8,1	6,1	4,7	4,2
% de Inercia acumulado	13,9	22	28,1	32,8	37

Las principales contribuciones de las variables analizadas a la construcción de los tres primeros ejes factoriales se pueden visualizar en la figura 2. Todos los caracteres cualitativos, salvo CC, y LC, se encuentran bien representados por el eje factorial 1 (Dim.1). Para la construcción del eje factorial 2 (Dim.2) el mayor aporte es a través de las variables *lp* y *down*. Para el 3º eje factorial 3 (Dim.3) se observa una influencia importante de *ored* y en menor medida por el aporte de LC, *oret*, *cppt*, *curt* y *pfm*.

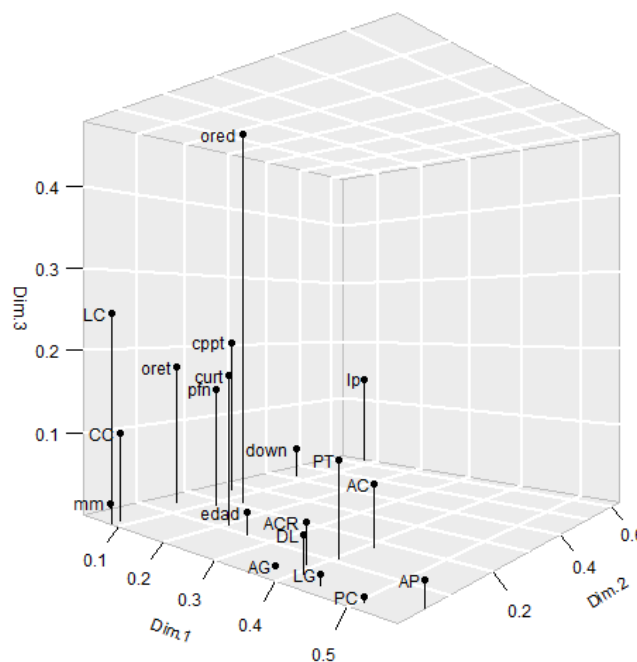


Figura 2. Espacio factorial de las variables estudiadas. X: Dim.1, Y: Dim.2, Z: Dim.3. Leyendas en tablas II y III (*Factorial space of studied variables. X: Dim.1, Y: Dim.2, Z: Dim.3. Legends in Tables II and III*).

En la figura 3 se puede visualizar la distribución de individuos por Población según los dos primeros ejes factoriales (Dim.1 y Dim.2). Si bien se observa cierto solapamiento entre los grupos, también es posible diferenciar conjuntos de animales que conformarían entidades diferentes.

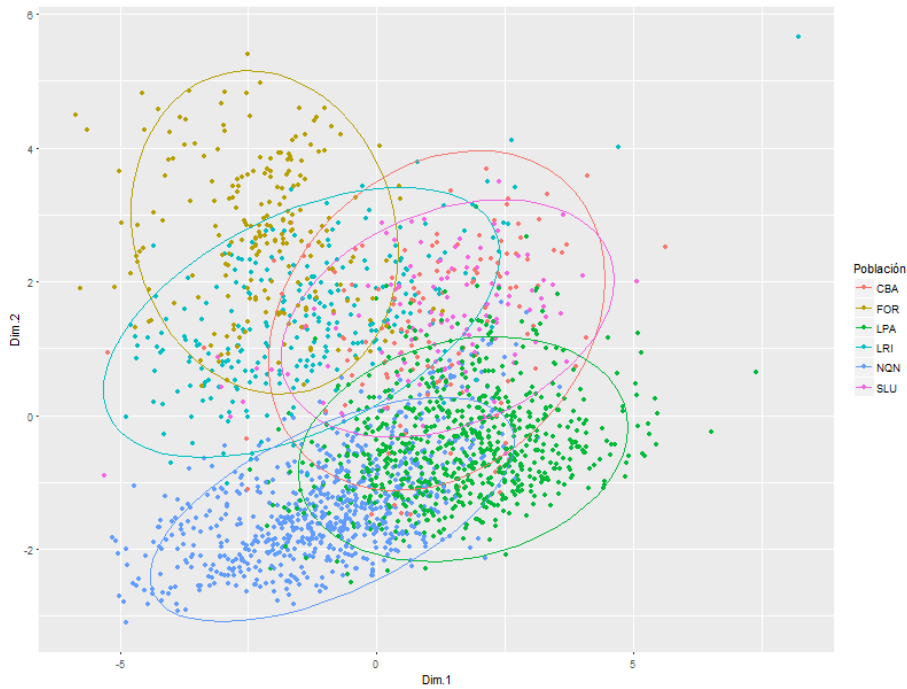


Figura 3. Gráfico de individuos en los dos primeros ejes factoriales (*Graphic of individuals in the first two factorial axes*).

Con las distancias euclídeas resultadas del FMAD se realizó un Análisis de Conglomerados (Clusters). Se obtuvo un dendrograma donde el punto de corte que definió a los Clusters fue cuando la pérdida de inercia relativa fue mayor, figura 4.

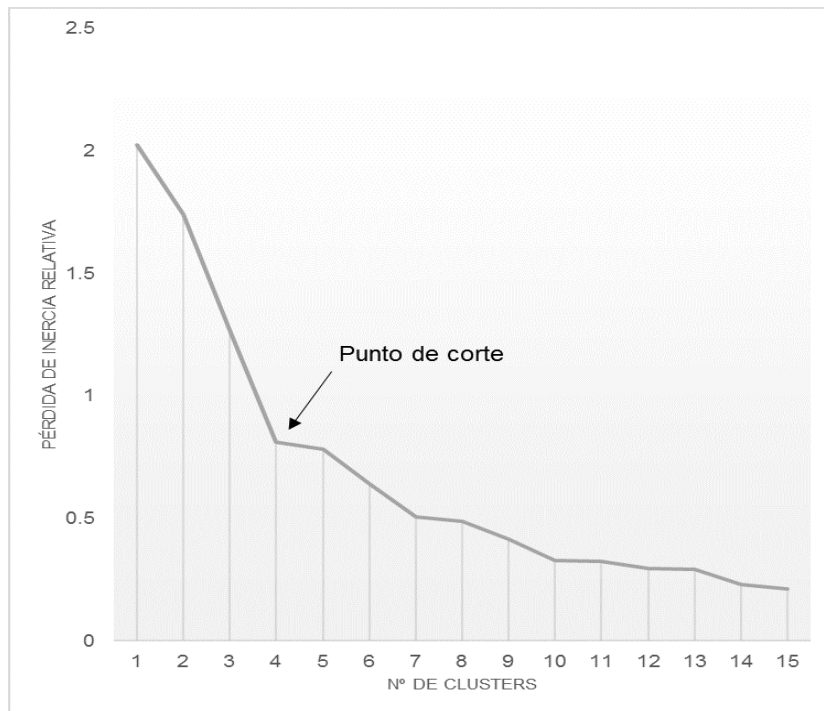


Figura 4. Pérdida relativa de Inercia para la construcción de Clusters (*Relative Inertia loss for the Clusters construction*).

Como resultado del criterio de corte utilizado, se generaron 4 Clusters que se encuentran descritos en la figura 5.

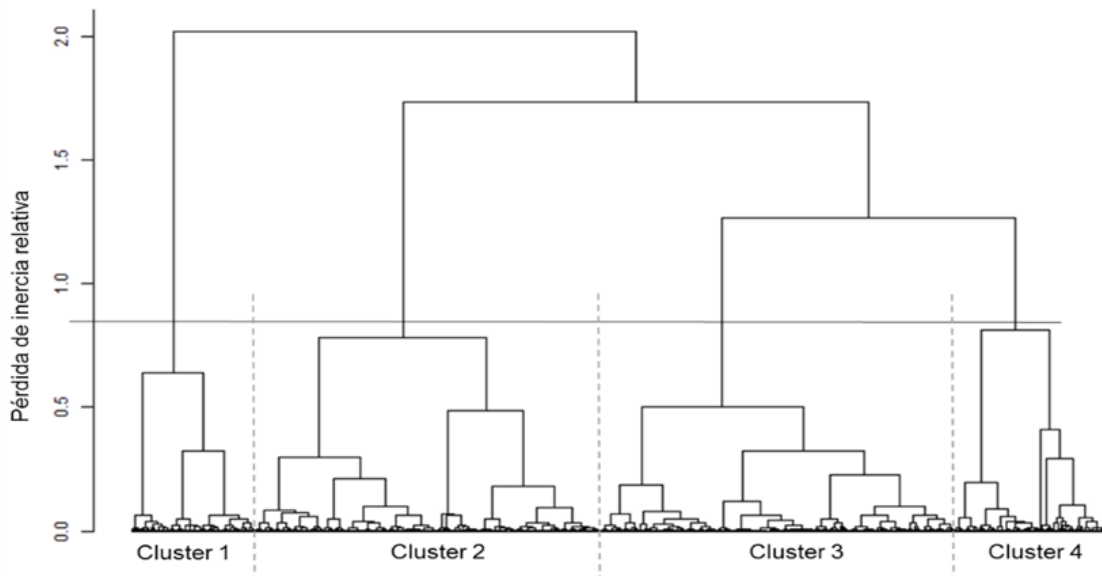


Figura 5. Dendrograma resultado del análisis de conglomerados (*Dendrogram resulting from Cluster analysis*).

Una vez obtenidos los Clusters se procedió a representarlos gráficamente a través de los individuos reclasificados en el plano factorial de los ejes 1 y 2, figura 6.



Figura 6. Gráfico de individuos clasificados por Cluster en el plano de los ejes factoriales 1 y 2 (*Graphic of individuals classified by Cluster in the plane of factorial axes 1 and 2*).

En la tabla VI, puede visualizarse la representación de las Poblaciones dentro de los 4 Clusters obtenidos. En el Cluster 1, 64,9% de las cabras son de FOR, seguidas por un 28% de LRI. El Cluster 2 está formado en una gran proporción por las cabras de NQN (79,8%), y un 10,6% de LRI. El Cluster 3 se observa representado en proporciones similares por las cabras de CBA, LRI y SLU (29; 33,8 y 22,9%, respectivamente). Finalmente, en el Cluster 4 se encuentra una gran proporción de cabras de LPA (78,8%) seguidas de porcentajes menores de cabras de SLU (9,2%) y NQN (10,6%). Desde el punto de vista de las Poblaciones la de mayor definición es la cabra Formoseña (FOR), que se encuentra en un 93,5% el Cluster 1. En orden de representación le sigue la cabra Colorada Pampeana (LPA) principalmente en Cluster 4 (86,3%), las cabras de Córdoba (CBA) en el Cluster 3 (82,7%) y la cabra Criolla Neuquina en el Cluster 2 (76,7%). Tanto LRI como SLU no presentan distribuciones claras dentro de un Cluster específico.

Tabla VI. Representación porcentual (%) de Población dentro de los Clusters – C (P) - y Cluster dentro de Población – P (C). *Perceptual representation (%) of Population nested in Clusters – C(P) and Clusters nested in Population – P(C).*

Cluster		CBA	FOR	LPA	LRI	SLU	NQN
1	C(P)	6,8	93,5	0,3	33	8,5	0,0
	P(C)	2,9	64,9	0,6	28	3,2	0
2	C(P)	0,6	2,8	10,6	17,9	8,5	76,7
	P(C)	0,5	0,8	10,6	6,7	1,4	79,8
3	C(P)	82,7	3,7	2,81	48	22	11,9
	P(C)	29	2,1	5,3	33,8	22,9	6,8
4	C(P)	29	0	86,3	0	61	11,3
	P(C)	1,2	0	78,8	0	9,24	10,6

DISCUSIÓN

Los trabajos originales (tabla I) basaron sus caracterizaciones en diversas propuestas metodológicas. En el marco de la implementación del Plan Global de Acción para los Recursos Genéticos Animales de FAO, se estandarizó la metodología para la caracterización fenotípica. Las Directrices para la Caracterización Fenotípica de FAO (FAO, 2012) facilitan a partir de entonces la comparación de caracterizaciones y estandarización de las Bases de Datos globales.

La mayor parte de los trabajos aquí cotejados fueron llevados a cabo previamente. Por lo cual, en la construcción de la Base de Datos común, se han utilizado sólo aquellas medidas fenotípicas que coincidieron en el protocolo de registro. De las más de 25 variables registradas en los trabajos originales se alcanzó consenso en 19 variables, tablas III y IV. Se excluyeron variables empleadas normalmente en las caracterizaciones como el color de capa por no tener certeza en la clasificación utilizada al momento del registro. No obstante, el presente trabajo ha mostrado una coherencia con los trabajos originales en aproximadamente un 80% de las variables utilizadas.

Características como *pfm*, *ored*, *oret*, *lp* y *down* son indicativas del tronco originario (Alía Robledo, 1996). En este sentido se observa que el *pfm* recto y las orejas medianas (*oret*) horizontales o levemente caídas (*ored*), son claramente mayoritarios (tabla VII) y se encuentran en todas las razas, sustentando el origen europeo común. Mientras que la presencia de *down*, indicativa del tronco asiático se distribuye solo en las cabras del sur (Neuquina y Colorada Pampeana). Tal como sugiere Mueller (1993), probablemente estas razas locales, productoras de fibra hayan sido influenciadas por las importaciones de Cabras desde Asia Central a principios del siglo XIX.

El análisis multivariado realizado sobre la Base de Datos común para las seis razas ha permitido explicar escasa variación acumulada en los cinco primeros ejes (37,04%). A diferencia de lo hallado en otros trabajos, que presentan porcentajes mayores (Lanari *et al.*, 2003; Gomes Arandas *et al.*, 2017; Solis Lucas, 2017). Es posible que caracteres tales como color o tipo de capa, no utilizados en este estudio, sean variables que capturen mayor varianza tal como lo descripto por (Ouchene-Khelifi *et al.*, 2015; Ibbelbachyr *et al.*, 2015).

Tabla VII. Frecuencias de niveles de Variables cualitativas por Población (*Level frequencies of qualitative Variables by Population*).

Variable	Niveles	CBA	FOR	LPA	LRI	NQN	SLU
<i>Edad</i>	4D	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	6D	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1
	BLL	0,5	0,8	0,4	0,6	0,5	0,6
	MD	0,2	0,1	0,5	0,1	0,3	0,3
<i>Lp</i>	1	0,6	1,0	0,1	0,9	0,0	0,7
	2	0,4	0,0	0,3	0,1	0,5	0,2
	3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,5	0,1
<i>Down</i>	1	0,8	1,0	0,1	0,7	0,3	0,9
	2	0,2	0,0	0,9	0,3	0,8	0,1
<i>Cppt</i>	1	0,6	0,3	0,9	0,7	0,7	0,5
	2	0,3	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3
	3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1
	4	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0
<i>Mm</i>	1	0,1	0,8	0,8	0,9	0,9	0,7
	2	0,9	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3
<i>Pfn</i>	1	0,8	0,8	0,7	0,8	1,0	0,6
	2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4
	5	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>Curt</i>	1	0,0	0,2	0,1	0,5	0,6	0,0
	2	0,7	0,6	0,8	0,1	0,1	0,6
	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2
	5	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Oret</i>	1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,0	0,2
	2	0,7	0,6	0,5	0,6	0,8	0,5
	3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
<i>Ored</i>	1	0,1	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0
	2	0,2	0,4	0,5	0,0	0,5	0,2
	3	0,0	0,3	0,5	0,5	0,4	0,8
	4	0,7	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0

Las variables con mayor poder discriminante en los tres primeros ejes refieren a la estructura ósea (AP, PC, LC). Los cruzamientos con razas comerciales como la Anglo Nubian se ponen de manifiesto en variables fanerópticas (*ored*, *lp* y *down*). Variables calificadas como muy discriminantes en otros trabajos, han resultado de valor medio en el presente análisis. Tal son los casos de AC (Yadav *et al.*, 2013; Gomes Arandas *et al.*, 2017) o de *pfn* y *curt* (Deza, 2007).

Las diferencias debidas a la adaptación a ambientes tan diversos se asocian con la estructura física de los animales. Rodero *et al.* (2003) identifican al PC como un indicador de rusticidad. En particular las razas de ambientes montañosos requieren estructuras fuertes que permitan el desplazamiento periódico como en los sistemas trashumantes (Lanari, 2004). Por otra parte, se observa una gran influencia en el centro del país de los cruzamientos con Anglo Nubian, de importante dispersión en esa zona. El tipo de orejas (*ored*, *oret*) largas y péndulas propias de esta raza, es una evidencia de estos cruzamientos, ya referida por Deza (2007). En lugares más aislados de esta influencia, se diluye la frecuencia de este tipo de orejas. En cuanto a las características propias del vellón los resultados manifiestan la adaptación al clima, mostrando pelos cortos en lugares cálidos como Formosa (FOR) y largos con presencia de *down* en climas fríos como en La Pampa (LPA)

y Neuquén (NQN). La calidad del *down* de estas dos razas es diferente, siendo más fino el *down* de la Neuquina que el de la Pampeana (Maurino *et al.*, 2008; Bedotti, 2000) lo que también podría deberse a la adaptación a clima más severo en la cordillera Neuquina en relación al llano Pampeano.

El gráfico que representa las dos primeras dimensiones (figura 3) muestra la diferenciación de las razas Criollas de cada una de las regiones. Se observa un solapamiento entre regiones cercanas como San Luis (SLU) y Córdoba (CBA). La aptitud productiva de las razas en cada una de las regiones tal como se agrupan naturalmente (de la Rosa *et al.*, 2017) podría explicar estos solapamientos en mayor medida que la existencia de flujos génicos como lo que observa y argumenta Gomes Arandas *et al.* (2017) para la raza Moxotó de Pernambuco, Brasil. El origen (vía de ingreso), la distancia geográfica y la enorme diferencia de ambientes (efecto fundador, aislamiento reproductivo y la adaptación diferencial), explican la diferenciación entre las razas fenotípicamente más distantes. Esta diferenciación es también genética. De acuerdo a Ginja *et al.* (2017), quienes analizan la diversidad genética de cabras de diez países americanos, la Criolla Formoseña (FOR) se ubica en un clúster separado de las Neuquinas (NQN) y Pampeanas (LPA).

La zona central del país ha tenido mayor influencia de introducciones de razas transfronterizas. Tal es el caso de la introducción y difusión de la raza Anglo Nubian en la década de 1990, como aporte a los incipientes sistemas lecheros (Mueller, 1993). Las poblaciones caprinas de Córdoba (CBA) muestran actualmente el impacto de tal introducción y cruzamientos indiscriminados (Deza, 2007).

Los resultados del análisis de Clústers corrobora la clara diferenciación de las razas locales de Formosa (FOR), Neuquén (NQN) y La Pampa (LPA), aun cuando se dejaron de lado algunas características habitualmente discriminantes como el color de capa. Los valores de asignación de las diferentes razas locales a un conglomerado son similares a las obtenidas por Ouchene-Khelifi *et al.* (2015), que incluye razas comerciales. La distribución de las cabras de La Rioja en diferentes clústeres sería evidencia de cruzamientos, tal como se interpreta en Ouchene-Khelifi *et al.* (2015) para cabras de Argelia y en Yadav *et al.* (2013) para ovinos en la India.

Las comunidades indígenas o campesinas que han acompañado la evolución de cada una de estas razas no han sido motivo de estudio en el presente trabajo. Sin embargo, trabajos previos permiten asociar grupos sociales particulares a cada una. Es así que se identifica comunidades indígenas Quom / Wichi en Formosa (de la Rosa *et al.*, 2014), agricultores familiares en las provincias de La Rioja, Córdoba, San Luis, La Pampa y Neuquén de diferentes orígenes (Bedotti, 2000; Pérez Centeno, 2007; Romero *et al.*, 2009). El impacto de la selección dirigida ha sido demostrado para la Cabra Criolla Neuquina (Lanari *et al.*, 2005). Mientras que esta raza es típicamente heterogénea en su fenotipo, los criadores de la raza Colorada Pampeana han seleccionado un tipo uniforme de capa y tipo de pelo (Bedotti *et al.*, 2005). Probablemente la diferenciación entre estas dos razas locales se deba principalmente además de la ya referida selección natural, a la selección ejercida por las comunidades que las crían.

La diferenciación integral de razas y poblaciones se podrá definir mediante el uso de marcadores moleculares (Yadav *et al.*, 2013). La diferenciación genética de tres de las razas presentes en este trabajo, Criolla Formoseña – Colorada Pampeana – Criolla Neuquina, fue establecida por Ginja *et al.* (2017). Con el objetivo de estudiar en detalle este aspecto, en una segunda etapa de este trabajo se abordará la diversidad genética de las seis razas y/o poblaciones.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados se puede sostener la hipótesis planteada inicialmente sobre la diferenciación fenotípica de las razas consideradas.

Los resultados permiten diferenciar claramente las Razas Criolla Formoseña, Criolla Neuquina y Colorada Pampeana. Mientras que encontramos un conglomerado sin diferenciación clara formado por las Poblaciones caprinas de Córdoba, San Luis y La Rioja, observándose solapamientos y bajos porcentajes de asignación en particular en esta última.

El riesgo de dilución por efecto de cruzamientos indiscriminados con razas transfronterizas se hace realidad en el centro del país, incidiendo en la indefinición de las poblaciones locales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al financiamiento del proyecto: “Enhancement of Farmers Communities through Goats Utilization and Genetic Improvement” (Funding Strategy for the Implementation of the Global Plan of Action for Animal Genetic Resources de FAO). Se agradece a los autores de los trabajos originales que pusieron a disposición sus bases de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agraz García, A.A. 1981. Cría y explotación de la cabra en América Latina. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 481 p.
- Alía Robledo, M.J. 1996. La base animal en el ganado caprino. En: Zootecnia. Bases de la Prod. Animal. Tomo IX. Prod. Caprina. Cap. IV. Ed. C. Buxade. Mundi-Prensa. Madrid. 336 p.
- Bandieri, S.; Favaro, O. & Morinelli, M. 1993. Historia de Neuquén. Ed. Plus Ultra, Buenos Aires, 426 p.
- Bedotti, D. 2000. Caracterización se los Sistemas de Producción Caprina en el Oeste Pampeano, Argentina. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba, España. 359 p.
- Bedotti, D., Gómez Castro, A. G., Sánchez Rodríguez, M, García Martínez, A, Martos Peinado, J. 2005. Aspectos Sociológicos de los Sistemas de Producción Caprina en el Oeste pampeano (Argentina). Archivos de Zootecnia 54, 599-608.
- Capote, J., A, T., Amills, M., Argüello, A., Fresno, A., & López, J. 2004. Influencia histórica y actual de los genotipos canarios en la población caprina americana. Animal Genetic Resources Information, 35, 49-60.
- de la Rosa, S.; Revidatti M. A; Orga, A. & Menna, F. 2014. Valorización de Los Recursos Locales a través del Empoderamiento de las mujeres indígenas. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. Córdoba (España): RED CONBIAND. 2014 vol. IV n°1, 308 - 310. ISSN 2253-9727.
- de la Rosa Carbajal, S., Revidatti, M., Deza, C. B., Lanari, M.R, Pérez Centeno, M., Vera, T., Ricarte, A., Díaz, R., Fernández, J, Rabasa, A. & Holgado, F. 2017. Recursos Genéticos caprinos de la República Argentina. En Biodiversidad Caprina Iberoamericana (Editores: J. Bayón, Delgado Bermejo, J.V., G. Rodriguez Galván) pág. 219-245. Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia.
- Deza, M. C. 2007. Caracterización de caprinos Criollos del Noroeste de Córdoba mediante el uso de caracteres morfoestructurales y polimorfismos proteínicos. Su relación con aptitud productiva. Tesis de Maestría en Producción Animal. Facultad de Cs. Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Repositorio digital <http://hdl.handle.net/11086/1452>. 85p.
- FAO. 1999. The global strategy for the management of farm animal genetic resources. Informe ejecutivo. Roma
- FAO. 2007. Global plan of action for animal genetic resources and the Interlaken declaration. Commission on genetic resources for food and agriculture food and agriculture organization of the United Nations. Rome. ISBN 978-92-5-105848-0. 48 p.
- FAO. 2012. Phenotypic characterization of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines No. 11. Rome. ISBN 978-92-5-107199-1. 158 p.
- Giboin, G.; Benitez, S.; La Malfa, J; Bonelli, R.; Aurant, S.; Stanchi, N. & Maizon, D. 2011. Caracterización morfológica y prevalencia de Brucelosis en la Cabra Criolla Sanluisenseña. VII Jornadas Internacionales de Veterinaria Práctica, del Colegio de Veterinarios de la Pcia. de Bs. As. Mar del Plata, Buenos Aires, 2 y 3 de septiembre de 2011.
- Ginja, C., L. T. Gama, Martínez A., Sevane N., Martin-Burriel I., Lanari M. R., Revidatti M. A., Aranguren-Méndez J. A., Bedotti D. O., Ribeiro M. N., Sponenberg P., Aguirre E. L., Álvarez-Franco L. A., Menezes M. P. C., Chacon E., Galarza A., Gomez-Urviola N., Martinez-Lopez O. R., Pimenta-Filho E. C., da Rocha L. L., Stemmer A., Landi V. & Delgado-Bermejo J.V.. 2017. Genetic diversity and patterns of population structure in Creole. Animal Genetics, 315-329. doi:10.1111/age.12529.
- Gomes Arandas, J.F., Vieira da Silva, N.M., de Barros Nascimento, R., Calvacanti Pimenta E., de Albuquerque, L.H & M.N. Ribeiro. 2017. Multivariate analysis as a tool for phenotypic characterization of an endangered breed. J. of Applied Animal Research. Vol. 45, Issue 1: 152-158. <http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2015.1125353>
- Herrera, M., E. Rodero, M.J. Gutierrez, F. Peña y J.M. Rodero. 1996. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. Small Rum. Res. 22, 39-47.
- Hervieu, J., Colomer-Rocher, F., Branca, A., Delfa, R. & Morand-Fehr, P. 1992. Définition des notes d'état corporel des caprins. Réseaux agrimed et FAO des recherches coopératives sur les productions ovines et caprines, 5 p.
- Hurtado, R., Barnatán, I., Faroni, A.; Vich, H., Carnelos, D., Billiet, D., Murphy, G. 2006. Indices fitoclimáticos de Lang y de Martonne para Argentina en el período 1971-2000. XI Congreso Argentino de Agrometeorología. La Plata. Buenos Aires. Septiembre 2006. http://www.siaj.fca.unju.edu.ar/media/publicaciones/2006-AADA-Indices_Lang_Martone.pdf

- Ibnelbachyr, M., Boujenane, I., & Chikhi, A. 2015. Morphometric differentiation of Moroccan indigenous Draa goat based on multivariate analysis. *Animal Genetic Resources/Ressources Génétiques Animales/Recursos Genéticos Animales*, 57, 81-87. doi:10.1017/S2078633615000296
- Lanari, M. R. 2004. Variación y diferenciación genética y fenotípica de la Cabra Criolla Neuquina en relación a su sistema rural campesino. *Tesis doctoral*. Universidad Nacional del Comahue. 234 p.
- Lanari, M.R., Taddeo, H., E. Domingo, M. Pérez Centeno, L. Gallo. 2003 Phenotypic differentiation of exterior traits of Criollo goat population in Patagonia (Argentina). *Archiv für Tierzucht. , Dummerstorf* 46, 4: 347-356.
- Lanari, M. R., Domingo, E., Pérez Centeno, M., Gallo, L. 2005. Pastoral community selection and genetic structure of a local goat breed in Patagonia. *FAO, Animal Genetic Resources Information*, 37, 31-42.
- Lê, S. J. 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 253–258.
- Maurino, M.J.; Monacci, L.; Lanari, M.R.; Pérez Centeno, M.J.; Sacchero, D. & Vázquez, A. 2008. Caracterización de la fibra Cashmere del Norte Neuquino. *Memorias del IX Simposio Iberoamericano de Recursos Genéticos*, Mar del Plata, dic, 2008, Tomo II, p: 457-460.
- Mueller, J.P. 1993. Los recursos genéticos caprinos locales y exóticos y su potencial. En: *Producción de Rumiantes menores en los Valles Interandinos de Sudamérica. Memorias de un taller sobre Metodologías de la Investigación*. Tarija, Bolivia, 16-21 de agosto. p: 74-82.
- Ouchene-Khelifi, N.A., Ouchene, N., Maftah, A., Da Silva, A.B. & Lafri, M. 2015. Assessing admixture by multivariate analyses of phenotypic differentiation in the Algerian goat livestock. *Trop. Anim. Health Prod.* 47: 1343-1350.
- Pérez-Centeno, M.J. 2007. Transformations des stratégies sociales et productives des éleveurs trashumants de la province de Neuquén et de leurs relations avec les interventions de développement. *Tesis de Doctorado*. Université Toulouse Le Mirail.
- Poli, M., Roldan, D., Suárez, C., Fernández, J., Saldaño, S., Holgado, F., & Rabasa, A. 2003. Caprinos Criollos en la Argentina: Avances en la caracterización y evaluación productiva. *Actas V Congreso SIRGEALC*. Mar del Plata, Argentina.
- Prieto, P. N. 2011. Caracterización de la Cabra Criolla del Oeste Formoseño. Corrientes: Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Cs Veterinarias. *Tesis Doctoral*. 137 p.
- Quiroga-Roger J., Lanari, M.R., Quiroga-Mendiola M. 2016. El conocimiento tradicional local como criterio de selección sobre la cabra criolla presente en el territorio de la Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy. *XVII Simposio Iberoamericano sobre conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos*. Corrientes, Argentina.
- Ribeiro, N.L, Pimenta Filho, E.C., Gomes Arandas, J.K, Ribeiro, M.N., Saraiva, E. P. Bozzi, R., Germano Costa, R. 2015. Multivariate characterization of the adaptive profile in Brazilian and Italian goat population. *Small Rum. Res.* 123, 232-237.
- Rodero, A., J.V. Delgado & E. Rodero. 1992. El ganado andaluz primitivo y sus implicaciones en el Descubrimiento de América. En: *World Meet. On Domestic Animal Breeds related to the discovery of America. Arch Zootec.* Vol 41, N° 154 (extra): 383-400.
- Rodero, E., Herrera, M, Peña, F., Molina, A., Valera, M. & Sepúlveda, N. 2003. Modelo morfoestructural de los caprinos lecheros españoles Florida y Payoya en sistemas extensivos. *Rev. Cient.* 13 (5): 403-412.
- Romero, C.; Pen, C.; Durando, P.; Deza, C. & Benito, M. 2009. Un Estudio de Casos sobre Estrategias Socio - Productivas, de Mujeres Rurales y sus prácticas de empoderamiento. Ponencia. *VIII Reunión de Antropología del Mercosur (RAM) "Diversidad y poder en América Latina"* 4ta sesión . CD. 23p.
- R Team Core 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. URL <https://www.R-project.org/>.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria). 2015. Distribución de existencias caprinas en Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/files/13distribuciondeexistenciascaprinasseguncategoria2015xls>
- Solis Lucas, L.A. 2017. Población de cabras de la provincia de Santa Elena (Ecuador): su caracterización y pertenencia a los sistemas productivos locales. *Tesis Doctoral*, Universidad Nacional Rosario, Argentina. 247 p.
- Vera, T.A., Ricarte, A. R., Diaz, R., Arriba, P.N. & J. A. Vélez. 2013. Caracterización fenotípica de diferentes biotipos de razas presentes en la población caprina de La Rioja, Argentina. *Actas de resúmenes de XXIIIº Reunión de ALPA y IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical*. VI Simposio Internacional de Ganadería Agroecológica y II Simposio de la Federación de Ovejeros y Cabreros en América Latina (FOCAL). La Habana, Cuba. 18 al 22 de noviembre. P: 1013-1017
- Ward, J. H., Jr. 1963. "Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function", *Journal of the American Statistical Association*, 58, 236–244.
- Yadav, D.K, Jain, A., Kulkarni, V., Govindaiah, M., Aswathnarayan, T., Sadana, D.K. 2013. Classification of four ovine breeds of

southern peninsular zone of India: Morphometric study using classical discriminant function analysis. *SpringerPlus* 2013, 2:29.