



## CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LA CABRA MAJORERA DE FUERTEVENTURA CON MICROSATÉLITES

### GENETIC CHARACTERISATION OF THE MAJORERA GOAT FROM FUERTEVENTURA WITH MICROSATELLITES

Acosta, J.M.<sup>1</sup>, A. Martínez<sup>2</sup>, J. Pestano<sup>3</sup>, A. Cabello<sup>4</sup>, R.P. Brown<sup>5</sup>, S. Sarah-Rey<sup>6</sup> y J.V. Delgado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología. INIPRO. Fundación Canaria Instituto de Investigación y Ciencia de Pto. del Rosario. C/Tenerife, 35. 35.600 Pto. del Rosario. Fuerteventura. España. E-mail: [acostajm@ccbb.ulpgc.es](mailto:acostajm@ccbb.ulpgc.es)

<sup>2</sup>Departamento de Genética. Universidad de Córdoba. Edificio Gregor Mendel. Campus de Rabanales. 14071 Córdoba. España. E-mail: [ib2mamaa@uco.es](mailto:ib2mamaa@uco.es)

<sup>3</sup>Departamento de Genética. Laboratorio de Genética Forense. Facultad de Medicina, 6ª planta. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35.016 Las Palmas. España. E-mail: [jpestano@dbbf.ulpgc.es](mailto:jpestano@dbbf.ulpgc.es)

<sup>4</sup>Delegación de Turismo y Desarrollo Rural. Diputación de Córdoba. Carretera Madrid-Cádiz km 397. 14071 Córdoba. España.

<sup>5</sup>School of Biological and Earth Sciences, Liverpool John Moores University. Byrom Street. Liverpool, L3 3AF. UK. [r.p.brown@livjm.ac.uk](mailto:r.p.brown@livjm.ac.uk)

<sup>6</sup>Veterinaria Técnico. Ayto. Linares de La Sierra. 21341 Linares de La Sierra. Huelva. España. E-mail: [sarahyjuan@yahoo.es](mailto:sarahyjuan@yahoo.es)

#### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Fuerteventura. Cabra de costa. Microsatélites.

#### ADDITIONAL KEYWORDS

Fuerteventura Island. Feral goat. Microsatellites.

#### RESUMEN

Fuerteventura es una isla, por su pasado, presente y tendencias de futuro, fundamentada en la explotación caprina. Básicamente hay dos tipos de gestión: 1) dirigido a una producción económica y 2) basado en perpetuar el uso tradicional de una cabra salvaje por medio de su manejo en batidas, por zonas en lo que denominan los ganaderos *apañadas*, para ser posteriormente liberadas. Esta dinámica de gestión ha generado la existencia de un tipo de cabra de intensivo o semiextensivo y la denominada de *costa* o *guanil* en caso de no tener propietario. La cabra Majorera, que puebla esta isla, es de elevada relevancia debido a su alta productivi-

dad asociada a la rusticidad y adaptabilidad a un medio tan desértico.

En el presente trabajo se aborda la caracterización genética de la población caprina de la isla de Fuerteventura, incluyendo de forma inédita la caracterización de la cabra de costa. Se han estudiado 96 animales de la raza Majorera, mediante 22 marcadores microsatélites. Se han empleado microsatélites de ovino y de bovino recomendados por la FAO, por la ISAG (International Society of Animal Genetics) y por otros autores en la bibliografía para este tipo de estudios. Los microsatélites se han amplificado mediante la reacción en cadena de la polimerasa

*Arch. Zootec. 54: 261-266. 2005.*



## CARACTERIZACIÓN CON MICROSATÉLITES DE LA CABRA MAJORERA

(PCR) y los fragmentos amplificados se han separado mediante electroforesis en un secuenciador automático ABI 377XL.

### SUMMARY

The economy of the Fuerteventura Island (Canary Islands, Spain) is based in the caprine exploitation, fundamentally the Majorera goat. There are two different ways of management: 1) an intensive or semiextensive production system and 2) an extensive production where the animals have not owner. The last one is a feral goat denominated *Guanil* or *de Costa* goat. The Majorera goat is very important due to its high productivity associated to rusticity and adaptability to the dessert environment characteristic of the Fuerteventura Island.

In this work the main goal is to do the genetic characterisation of the Majorera goat existing in Fuerteventura Island, including the Guanil goat. It have been studied 96 animals with 22 microsatellites. Ovine and bovine microsatellites recommended by FAO, ISAG and other authors in the bibliography have been used. These markers were amplified by mean of the Polymerase Chain Reaction (PCR) technique and to get the size separation of the obtained fragments we have developed electrophoresis in polyacrylamide gel in an automatic sequencer ABI 377XL (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA).

### INTRODUCCIÓN

Las tierras áridas cubren gran parte del mundo desarrollado y del mundo en desarrollo con importantes fluctuaciones de un año a otro y entre décadas. Estos importantes ecosistemas abarcan tierras de pastoreo, tierras agrícolas, bosques y áreas urbanas. Constituyen cerca del 32 por ciento de las tierras del globo. Las tierras áridas

albergan a cerca de 2000 millones de personas y muchos de esos habitantes son pastores de ganado y pequeños agricultores (LADA/FAO, 2003).

En este marco la genética molecular es una de las herramientas clave en el estudio de caracterización como base a la conservación de especies animales y vegetales locales, sustrato fundamental del desarrollo sostenible.

A pesar de la importancia de las razas caprinas locales, son escasos los trabajos encontrados en la bibliografía realizados con marcadores moleculares aplicados a la conservación. Por el contrario resulta más común el uso de este tipo de marcadores en el control de parentesco (Luikart *et al.*, 1999). En los últimos años, los microsatélites vienen siendo bastante utilizados para estudios de caracterización y de diversidad genética en bovinos, ovinos (Arranz *et al.*, 1998) y caprinos (Yang *et al.*, 1999; Saitbekova *et al.*, 1999; Li *et al.*, 2002; Ouafi *et al.*, 2002; Jandurová *et al.*, 2003).

Fuerteventura, es la isla más desértica del Archipiélago Canario (España). En ella se han censado 97969 cabezas de ganado caprino majorero en el 2001. Con una superficie de 1662 km<sup>2</sup>, esta isla mantiene una carga caprina de 59 cabras por km<sup>2</sup> con una producción láctea dedicada por entero a la producción de quesos con denominación de origen. Esta situación está provocando una altísima presión por la selección de la genética más competitiva dentro de este sector en pleno desarrollo económico y científico. Los datos estadísticos y económicos del sector caprino de la isla caracterizan a la población caprina explotada en régimen de intensivo, dejando totalmente

*Archivos de zootecnia vol. 54, núm. 206-207, p. 262.*

en el anonimato a la otra cabra Majorera: la cabra de costa (cabra en estado semisalvaje que se mantiene en régimen de manejo de *suelta* según la costumbre tradicional de la población ganadera de la isla).

El presente trabajo se enmarca dentro de un proyecto en el que se pretende realizar un estudio exhaustivo, profundo y detallado de la cabra de costa de Fuerteventura. Este proyecto nace teniendo en cuenta las profundas raíces culturales que los majoreros (gentilicio de Fuerteventura) establecen con este tipo de ganado desde época prehispanica. Su adaptación al medio desértico la convierte potencialmente en un elemento clave del desarrollo sostenible y merma de hambre y pobreza en zonas áridas deprimidas, donde las poblaciones nativas no tienen acceso a recursos alimentarios fundamentales para su desarrollo social y económico.

La cabra Majorera doméstica en intensivo se está convirtiendo en la actualidad en un emblemático animal por su altísimo valor en el mercado lácteo, en plena expansión como recurso genético en inversiones de selección de raza (caso del éxodo de animales hacia países de Sudamérica, Norte de África y Península Ibérica). Debido posiblemente a la dificultad de muestreo y al nulo valor productivo para la economía de Fuerteventura, la cabra de costa hasta el momento ha sido contemplada como cabra Majorera doméstica sin haberse realizado estudios de caracterización de estas poblaciones, con el riesgo de pérdida de diversidad genética que ello supone en la gestión de esta raza.

Este trabajo quiere ser un estudio

preliminar de la caracterización genética de la población caprina de la isla de Fuerteventura, donde se incluye de forma inédita la caracterización de la cabra de costa. Se pretende estudiar la diversidad genética de la cabra Majorera con el objeto de obtener unos marcadores microsatélites óptimos para caracterizar la población caprina Majorera de costa, y su homóloga doméstica de las explotaciones destinadas a la producción láctea. Se han utilizado microsatélites de bovinos y ovinos en este trabajo, en función de que los microsatélites están muy bien conservados en especies próximas (Stallings *et al.*, 1991). Tipificando un panel de 70 microsatélites bovinos en la especie caprina y otras especies, Deka *et al.* (1994) y Pepin *et al.* (1995), encuentran un total de 41 que puede ser susceptibles de amplificar en ellas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se parte de la hipótesis de la existencia de dos poblaciones: doméstica o de intensivo, y de costa o salvaje. Se han realizado muestreos representativos de las diferentes poblaciones teniendo en cuenta la localización geográfica (y movimientos interrebaño), el sexo y el rebaño. Se han recogido 50 muestras de cada población etiquetando cada muestra con un código que la relaciona con una ficha de campo donde se recoge toda la información adicional de la muestra y del lote al que pertenece.

Se han analizado un total de 96 muestras de sangre de cabras Majoreras. La extracción de sangre se ha

## CARACTERIZACIÓN CON MICROSATÉLITES DE LA CABRA MAJORERA

**Tabla I.** *Microsatélites analizados, número de alelos (NA) obtenido, heterocigosidad esperada (He), heterocigosidad observada (Ho) y valores de PIC (contenido de información polimórfica) de cada uno de ellos. (Microsatellites analysed, alleles obtained number (NA), expected heterozygosity (He), observed heterozygosity (Ho) and PIC values (polymorphic information content) of each microsatellite).*

Locus	NA	He	Ho	PIC	Locus	NA	He	Ho	PIC
BM6506	4	0,596	0,494	0,513	CSSM66	15	0,791	0,4767	0,754
BM8125	7	0,766	0,804	0,733	ETH10	4	0,666	0,604	0,595
CSRD247	7	0,746	0,706	0,705	INRA6	8	0,736	0,729	0,697
ETH225	3	0,298	0,293	0,259	MM12	15	0,878	0,888	0,866
INRA23	10	0,801	0,649	0,775	BM1329	6	0,673	0,728	0,623
ILSTS011	8	0,443	0,318	0,414	CSRM60	7	0,638	0,692	0,574
INRA63	5	0,441	0,282	0,388	FCB11	7	0,794	0,630	0,767
MAF209	10	0,7868	0,826	0,757	FCB304	12	0,715	0,695	0,673
SPS115	3	0,378	0,470	0,312	MAF65	10	0,786	0,826	0,757
BM6526	12	0,729	0,714	0,713	TGLA122	4	0,577	0,565	0,520

hecho con venopunción yugular con la utilización de Vacutainer® en tubos con EDTA K3 como anticoagulante. El ADN se ha extraído mediante el Biotools Bloodclean Kit (Biotools-B&M Labs, S.A., Spain) siguiendo el protocolo del fabricante. El ADN obtenido mediante este método es adecuado para su utilización en el estudio de microsatélites mediante PCR. La mayoría de los microsatélites utilizados son de origen bovino, aunque hay algunos de ovino, y se han seleccionado de entre los utilizados en la bibliografía (FAO/UNEP/IDAD, 1999; Luitkart *et al.*, 1999; Li *et al.*, 2002; Yang *et al.*, 1999; Arranz *et al.*, 1998; Kempet *et al.*, 1995; Saitbekova *et al.*, 1999).

Se han estudiado los 22 microsatélites siguientes: BM8125, BM1824, BM1258, CSSM66, ILSTS011, INRA63, SPS115, BM6506, ETH225, ETH10, MAF209, TGLA122, BM6526, INRA23,

CSRD247, MAF65, INRA6, OarFCB11, MM12, OarFCB304, BM1329 y CSRM60. Se diseñan varias reacciones múltiple para reducir el número de reacciones y los costes de los experimentos. Para realizar la separación por tamaños de los fragmentos obtenidos mediante la PCR se someten éstos a una electroforesis en gel de poliacrilamida en un secuenciador automático ABI 377XL (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). El análisis de los fragmentos y la tipificación alélica se realiza mediante los programas informáticos Genescan Analisis 3.1.2 y Genotyper 2.5 respectivamente. Para este estudio preliminar se han analizado 96 muestras de estas poblaciones caprinas.

Se han calculado las frecuencias alélicas y las heterocigosidades mediante el programa informático Genetix versión 4.01 (Belkhir, 1999).

*Archivos de zootecnia vol. 54, núm. 206-207, p. 264.*

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 22 microsatélites empleados, 20 han resultado polimórficos y 2 monomórficos (BM1258 y BM1824); en los polimórficos se han encontrado entre 3 alelos para el MAF209, y 15 para el CSSM66, con un número medio de alelos de 6,954. Li *et al.* (2002) trabajando con 12 razas de cabras autóctonas chinas, se han encontrado valores semejantes para el número promedio de alelos de 6,898.

La heterocigosidad media esperada ha sido 0,590 y la observada 0,544. Estos valores, son semejantes a los encontrados por Saitbekova *et al.*

(1999) en 9 razas caprinas suizas, e inferiores a los encontrados por Yang *et al.* (1999) en 5 razas chinas y por Ouafi *et al.* (2002) en razas marroquíes y francesas.

En la **tabla I** pueden verse los valores de PIC que indican qué marcadores son más informativos en estas poblaciones (valores superiores a 0,5), cuales son medianamente informativos (valores entre 0,25 y 0,5) y cuales son poco informativos (valores inferiores a 0,25). Como puede verse los marcadores son bastante informativos y por tanto van a ser muy útiles para medir la variabilidad genética de la cabra Majorera.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arranz, J.J., Y. Bayón and F. San Primitivo. 1998. Genetic relationships among Spanish sheep using microsatellites. *Animal Genetics*, 29: 435-440.
- Belkhir, K. 1999. Genetix: Logiciel sous Windows™ pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions. CNRS UPR 9060.
- Deka, R., M.D. Shriver, L.M. Yu, L. Jin, C.E. Aston, R. Chakraborty and R.E. Ferrell. 1994. Conservation of human chromosome 13 polymorphic microsatellite (CA)<sub>n</sub> repeats in chimpanzees. *Genomics*, 22: 226-230.
- FAO/UNEP/IDAD. 1999. Secondary guidelines for development of national farm animal genetic resources management plans. Measurement of Domestic Animal Diversity (MoDAD): recommended microsatellite markers. FAO. Rome. <http://dad.fao.org/en/refer/library/guidelin/marker.pdf>
- Jandurová, O.M., T. Koot, B. Kottová and V. Czerneková. 2003. Seven microsatellite markers useful for determining genetic variability in White and Brown Short-Haired goat breeds. *Small Ruminant Research*, Article in press.
- Kemp, S.J., O. Hishida, J. Wambugu, A. Rink, M.L. Longeri, R.Z. Ma, Y. Da, H.A. Lewin, W. Barendse and A.J. Teale. 1995. A panel of polymorphic bovine, ovine and caprine microsatellite markers. *Animal Genetics*, 26: 299-306.
- LADA/FAO. 2003. Evaluación de la degradación de la tierra en zonas áridas - LADA (Land Degradation Assessment in Drylands), Borrador 25 Marzo, FAO. Roma.
- Li, M.H., S.H. Zhao, C. Bian, H.S. Wang, H. Wei, B. Liu, M. Yu, B. Fan, S.L. Chen, M.J. Zhu, S.J. Li, T.A. Xiong and K. Li. 2002. Genetic relationships among twelve Chinese indigenous goat populations based on microsatellite analysis. *Genet. Sel. Evol*, 34: 729-744.
- Luikart, G., M.P. Biju-Duval, O. Ertugrul, Y. Zagdsuren, C. Maudet and T. Taberlet. 1999. Power of 22 microsatellite markers in fluorescent multiplexes for parentage testing in goats (*Capra hircus*). *Animal Genetics*,

## CARACTERIZACIÓN CON MICROSATÉLITES DE LA CABRA MAJORERA

- 30: 431-438.
- Ouafi, A.T., J.M. Babilliot, C. Leroux and P. Martin. 2002. Genetic diversity of the two main Moroccan goat breeds: phylogenetic relationships with four breeds reared in France. *Small Ruminant Research*, 45: 225-233.
- Pepin, L., Y. Amigues, A. Lepingue, J.L. Berthier, A. Bensaid and D. Vaiman. 1995. Sequence conservation of microsatellites between *Bos taurus* (cattle), *Capra hircus* (goat) and related species. Examples of use in parentage testing and phylogeny analysis. *Heredity*, 74: 53-61.
- Saitbekova, N., C. Gaillard, G. Obexer-Ruff and G. Dolf. 1999. Genetic diversity in Swiss goat breeds based on microsatellite analysis. *Animal Genetics*, 30: 36-41.
- Stallings, R.L., A.F. Ford, D. Nelson, D.C. Torney, C.E. Hildebrand and R.K. Moyzis. 1991. Evolution and distribution of (GT)<sub>n</sub> repetitive sequences in mammalian genomes. *Genomics*, 10: 807-815.
- Yang, L., S.H. Zhao, K. Li, Z.Z. Peng and G.W. Montgomery. 1999. Determination of relationships among five indigenous Chinese goat breeds with six microsatellite markers. *Animal Genetics*, 30: 452-456.

