



## EL CABALLO DE PURA RAZA MENORQUINA: UN PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y SELECCIÓN EN CONTINUO AVANCE

Gómez, M.D. <sup>1,2</sup>; Bartolomé, E. <sup>2</sup>; Sánchez, M.J. <sup>2</sup>; Solé, M. <sup>3</sup>; Negro, S. <sup>2</sup>; Valera, M. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Asociación de Criadores y Propietarios de Caballos de Raza Menorquina. Edificio Sa Roqueta, C, Bijuters 36 - 07760 Ciutadella de Menorca. España.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Agroforestales, Área de Producción Animal, Universidad de Sevilla. Ctra. Utrera km. 1 - 41013 Sevilla. España.

<sup>3</sup> Unit of Animal Genomics, GIGA-R, University of Liège – B34 (+1). Avenue de l'Hôpital 1 - B-4000 Liège. Bélgica.



Menorca ha sido tradicionalmente una tierra de ganado y caballos, cuya raza autóctona por excelencia es el Caballo de Pura Raza Menorquina (PRMe): un équido de tamaño medio (con una alzada media a la cruz de 1.57 m en hembras y 1.62 m en machos), con perfil subconvexo-recto, de figura esbelta y extremidades finas. Son animales fuertes y resistentes, aunque también ligeros, briosos y con gran capacidad para trabajar y atender las ayudas del jinete. Actualmente es una población catalogada como en Peligro de Extinción en el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España.

El Caballo PRMe presenta un censo de animales en constante crecimiento, registrándose anualmente más de 100 potros en el Libro Genealógico oficial. Así, a finales de 2016 se contaba con un total de 3389 animales inscritos en el Libro Genealógico. La mayor concentración se localiza actualmente en las Islas Baleares, aunque destaca la existencia de importantes núcleos de cría activos en Cataluña, la Comunidad Valenciana y en el extranjero (principalmente en Francia, Italia, Alemania y Suiza).

Desde el año 2008, la Asociación de Criadores y Propietarios de Caballos de Raza Menorquina es la responsable de gestionar el Libro Genealógico oficial de la Raza por delegación del Ministerio, así como de desarrollar su Programa de Mejora oficial. Dicho Programa se orienta tanto a la Conservación como a la Selección, y tiene como objetivo general: *conseguir animales con una conformación, dentro de lo establecido en el patrón racial, adecuada a sus actitudes funcionales y con unas cualidades temperamentales (nobleza e inteligencia) que faciliten el manejo en la doma básica y les permitan destacar en las competiciones deportivas para las que se seleccione, principalmente para la Doma Clásica y la Doma Menorquina, tanto a nivel nacional como internacional.* Estas acciones selectivas se realizan cada año sin olvidar el mantenimiento

de la variabilidad genética de la población, minimizando el nivel de consanguinidad y parentesco, para garantizar la conservación, aumentar los censos y evitar la extinción de la Raza controlando la presencia de defectos hereditarios en los ejemplares.



ACPC Raza Menorquina

Durante 2016 se continuó avanzando en el desarrollo del Programa de Mejora, tanto desde el punto de vista de la conservación genética como de los controles de rendimientos funcionales para las disciplinas de Doma Clásica y Doma Menorquina y la estimación de los valores genéticos sobre las diferentes variables de interés para los ganaderos. Así mismo, se continuó trabajando activamente en la difusión de los resultados obtenidos aportando a los ganaderos la información genética disponible sobre sus reproductores a través de la publicación de los Catálogos de Reproductores y de la divulgación de los resultados obtenidos en los diferentes estudios realizados sobre esta Raza en revistas científicas y a través de la página web de la Asociación de Criadores.

A continuación se describen las principales actuaciones desarrolladas en el ámbito del Programa de Mejora oficial de la Raza en 2016, un Programa de Conservación y Selección que continúa avanzando.

Al ser una Raza en Peligro de Extinción, periódicamente se lleva a cabo un estudio genealógico y molecular para determinar el nivel de variabilidad genética existente en la población y para controlar la consanguinidad en las ganaderías, con el fin de poder establecer un programa sostenible de conservación, que maximice el tamaño efectivo, optimice el sistema de apareamientos y favorezca el flujo genético manteniendo la máxima diversidad genética posible y disminuyendo el incremento de consanguinidad por generación. En este sentido, desde el punto de vista de la conservación genética, en 2016 se realizó un estudio con los marcadores moleculares disponibles para analizar la estructura y el nivel de diversidad genética existente en la población, trabajando con un total de 1679 muestras de animales de PRMe. Para ello, los ejemplares se clasificaron en 2 cohortes según su edad: el Cohorte 1 (C1) incluyó animales nacidos entre 1989 y 2000 y el Cohorte 2 (C2) incluyó animales nacidos entre 2001 y 2012. Todos los animales fueron genotipados para un total de 17 marcadores microsatélites. En la Tabla 1 se muestra la diversidad genética, basada en datos moleculares, encontrada en esta población.

**Tabla 1.** Diversidad genética en los caballos de Pura Raza Menorquina (PRMe) basada en la información de 17 locus microsatélites.

Grupo	N	AR	MNA	H <sub>o</sub>	H <sub>e</sub>	F <sub>IS</sub> ***	N <sub>eLD</sub> (95% CIs)
C1	442		7.71	0.73	0.72	-0.02	67.3 (62.0-73.1)
C2	1237		8.18	0.71	0.71	0.00	120.8 (112.2-129.9)
Global	1679	2.16	8.24	0.72	0.71	-0.01	-

N = tamaño de la muestra; AR = porcentaje de coascendencia medio; MNA = número medio alelos por locus; H<sub>o</sub> = heterocigosidad observada; H<sub>e</sub> = heterocigosidad esperada; F<sub>IS</sub> = coeficiente de déficit de heterocigosidad (\*\*valor P<0.001); N<sub>eLD</sub> = tamaño efectivo de la población basado en el desequilibrio de ligamiento; CIs = intervalos de confianza; C1 = Cohorte<sub>1989-2000</sub> and C2 = Cohorte<sub>2001-2012</sub>. Global = C1+C2.

En base a estos resultados, se puede afirmar que el número medio de alelos por locus (MNA) evidencia una baja variabilidad genética, que puede deberse a que la Raza está catalogada como en Peligro de Extinción por su censo reducido, y además ha podido sufrir un cuello de botella reciente, que

podría explicar el pequeño número de alelos y la pérdida de diversidad genética observada a corto plazo.

La diferencia de valores entre la heterocigosidad observada (H<sub>o</sub>) para la C1 y la C2 indica un cambio de la variabilidad genética dentro de la población con el tiempo. Así, los animales más jóvenes (C2) presentan menos variabilidad genética (H<sub>o</sub>=0.71) que los adultos (C1) (H<sub>o</sub>=0.73), como es de esperar en una población cerrada y criada en pureza, en la que no se introducen animales nuevos en las siguientes generaciones, como es el PRMe. Es importante tener en cuenta este dato en la gestión del Programa de Conservación y Selección de la Raza, de cara a evitar futuros efectos deletéreos debidos a la pérdida de variabilidad genética en la población.



Rene van Bakel

Los valores de F<sub>IS</sub> son bajos, oscilando entre -0.02 para C1 y 0.00 para C2. Esto indica que los cruzamientos se han realizado al azar prácticamente para todos los animales, aunque para los más antiguos (C1) se observa que al inicio de la constitución de la Raza había una ligera tendencia a realizar cruzamientos dirigidos entre los animales menos emparentados entre sí, evitando así la similitud genética (porcentaje de homocigotos), con el fin de incrementar la variabilidad genética global de la población.

Por último, el tamaño efectivo basado en desequilibrios de ligamientos (N<sub>eLD</sub>) indica el número de animales mínimo necesario para obtener el nivel de consanguinidad actual si todos los animales de la población contribuyeran en la misma medida en la formación de la siguiente generación. Las diferencias observadas entre los períodos C1 y C2 podrían deberse al uso de diferentes líneas y/o cambios en la política de cruzamientos a lo largo del tiempo mediante la implementación del Programa de Conservación y Selección en la última década para esta Raza.

De cara a favorecer el uso de parámetros de conservación genética entre los criadores de animales de esta Raza, todas las fichas de los animales incluidos en el Catálogo de Reproductores de la Raza publicado cada año incluyen información relevante relacionada con la variabilidad genética para facilitar la gestión genética de las ganaderías: el valor de la consanguinidad calculada a partir de datos



genealógicos (Fg) y moleculares (Fm), y el valor de coascendencia genealógica (fij) y molecular (aij) con el resto de animales vivos del sexo opuesto en la población.

Para la realización de las valoraciones genéticas, la Asociación de Criadores y Propietarios de Caballos de Raza Menorquina ha aportado al Grupo de Investigación MERA-GEM (PAI AGR-158 y AGR-273) toda la información recopilada en campo referente a los controles de rendimientos oficiales realizados para la disciplina de Doma Menorquina (controles realizados en las pruebas oficiales celebradas entre 2008 y 2015). La base de datos de trabajo constaba con un total de 2714 registros de participación pertenecientes a 134 machos y 1 hembra de PRMe diferentes, recopilados en 57 concursos diferentes. En la Tabla 2 se presenta la distribución de los registros de participación disponibles según el año de celebración de la prueba y el nivel de los ejercicios realizados por los animales en la pista de concurso.

**Tabla 2.** Número de participaciones en concursos de Doma Menorquina oficiales agrupados en función del año de celebración (2008-2015) y del nivel de dificultad del ejercicio realizado por el ejemplar (1 – 4).

Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
<b>Concursos</b>	7	7	8	8	8	6	6	7	57
<b>Nivel 1</b>	245	162	182	228	178	78	92	106	1271
<b>Nivel 2</b>	119	102	102	104	90	88	96	96	797
<b>Nivel 3</b>	79	70	44	60	46	10	8	24	341
<b>Nivel 4</b>	29	26	82	46	44	30	20	28	305
<b>Total</b>	<b>472</b>	<b>360</b>	<b>410</b>	<b>438</b>	<b>358</b>	<b>206</b>	<b>216</b>	<b>254</b>	<b>2714</b>

El número medio de participaciones registradas por año es de 339.25 y el número medio de participaciones registradas por concurso es de 47.61, con una media de 20.10 participaciones por animal en el total de los años analizados hasta el momento. El mayor número de participaciones registradas se corresponden con el menor nivel de dificultad de las pruebas (nivel 1) representando el 46.83% de las participaciones disponibles, siendo los niveles más altos (nivel 3 y 4) los que disponen de un menor número de registros de participación, con el 12.56% y 11.24% de las participaciones registradas, respectivamente.



ACPC Raza Menorquina

Para la valoración genética, se ha generado un fichero de genealogía que incluye un total de 3740 ejemplares (1958 machos y 1782 hembras). Así mismo, las variables utilizadas para la determinación del valor genético de esta disciplina fueron:

- ▶ Puntuación obtenida de los ejercicios de Movimientos Menorquines (Puntos MM).
- ▶ Puntuación final obtenida en el ejercicio de Doma Menorquina (Puntos Finales).

En la Tabla 3 se describen los factores de corrección externos que fueron incluidos en los modelos de valoración genética utilizados para cada uno de los caracteres evaluados.

**Tabla 3.** Factores ambientales incluidos en el modelo de valoración genética de las dos variables analizadas para la disciplina de Doma Menorquina.

Efectos	Puntos MM	Puntos Finales
<b>Covariable</b>		Edad
<b>Fijos</b>		Concurso
		Interacción Nivel de reprise-Juez
		Interacción Jinete-Animal
<b>Aleatorios</b>		Efecto ambiental Permanente
		Animal
		Error

Los valores genéticos se calcularon con un procesamiento estadístico-genético BLUP Modelo Animal, teniendo en cuenta los datos del propio animal y su parentesco con antecesores, colaterales y descendientes. Tras la estimación de los valores genéticos de cada variable, se calculó un Índice Genético Global (IGG) que permite estimar el valor de cría global de cada uno de los animales valorados genéticamente, mediante la siguiente ponderación:

$$\text{IGG DomaMenorquina} = 20\% \text{ Puntos MM} + 80\% \text{ Puntos Finales}$$

En 2016, un total de 908 animales (409 machos y 499 hembras) han sido valorados genéticamente y se encuentran activos en el Libro Genealógico oficial de la Raza para la disciplina de Doma Menorquina. De estos ejemplares, cabe destacar que 5 machos han alcanzado la categoría genética de Joven Reproductor Recomendado para la Doma Menorquina (animales entre 4 y 6 años, con un IGG mayor de 100), mientras que 4 machos y 1 hembra han alcanzado la categoría genética de Reproductor Mejorante (animales con edad superior a 6 años, con un IGG mayor de 100, con una fiabilidad superior al 40% y con al menos 1 hijo en control de rendimientos). Todos estos animales se han incluido en el Catálogo de Reproductores para garantizar la difusión de esta información entre los criadores y poder favorecer la difusión de la mejora genética en las nuevas generaciones.

Así mismo, como en años anteriores, usando toda la información funcional recopilada en las Pruebas de Selección de Caballos Jóvenes (PSCJ) y en las pruebas federativas oficiales celebradas para la disciplina de Doma Clásica, se abordó la valoración genética del rendimiento funcional de los ejemplares participantes en esta disciplina de manera conjunta para todas las razas criadas en España con esta finalidad.

La base de datos utilizada en la valoración genética conjunta para Doma Clásica incluyó toda la información recopilada entre los años 2004 y 2015 en las PSCJ, e incorporó desde el año 2008 los resultados de las pruebas federativas oficiales. En la Tabla 4 se presenta la distribución de los registros de participación disponibles según el año de

celebración de la prueba y el grupo de edad al que pertenecen los animales participantes.

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
<b>Concursos</b>	15	18	23	26	76	91	79	87	88	86	70	86	745
<b>4 años</b>	236	270	313	343	452	335	368	403	324	261	202	461	3968
<b>5 años</b>	167	265	215	271	397	343	314	346	392	281	190	292	3473
<b>6 años</b>	83	138	146	153	228	232	241	209	218	228	144	250	2270
<b>Total</b>	486	673	674	767	1077	910	923	958	934	770	536	1003	9711

**Tabla 4.** Número de participaciones en concursos oficiales y Pruebas de Selección de Caballos Jóvenes para la disciplina de Doma Clásica agrupados en función del año de celebración de la prueba (2004-2015) y del nivel de dificultad del ejercicio (4-6 años).

En las 745 pruebas diferentes incluidas en la valoración genética para Doma Clásica de 2016 se recopilaban un total de 9711 registros de participación oficiales (8577 pertenecientes a machos y 1134 a hembras) de 4804 ejemplares participantes diferentes (4210 machos y 594 hembras). De estos registros, 74 pertenecían a Caballos PRMe. Por lo que el número medio de participaciones por animal es de 2,0 para esta Raza.

Para realizar la valoración genética conjunta, el Caballo PRMe dispone de la información correspondiente a un total de 48 animales diferentes. El pedigrí utilizado en esta valoración genética incluye un total de 22016 ejemplares de 76 razas diferentes (7323 machos y 7494 hembras), de los cuales 211 eran ejemplares PRMe (107 machos y 104 hembras diferentes). Las variables utilizadas para la determinación del valor genético de esta disciplina ecuestre fueron:

- ▶ Puntuación recibida en el Paso
- ▶ Puntuación recibida en el Trote
- ▶ Puntuación recibida en el Galope
- ▶ Puntuación en los ejercicios de Doma (Puntos por Reprise)
- ▶ Clasificación total ponderada de los ejercicios de Doma (Clasif. Total Ponderada)

Los factores incluidos en los modelos de valoración genética utilizados para cada uno de los caracteres evaluados para esta disciplina ecuestre se describen en la Tabla 5.

Efectos	Paso	Trote	Galope	Puntos por reprise	Clasif. Total Ponderada
<b>Fijos</b>				Edad	
				Sexo	
				Concurso	
				Ganadería	
<b>Aleatorios</b>				Jinete	
				Interacción Jinete-Animal	
				Efecto ambiental Permanente	

**Tabla 5.** Factores ambientales incluidos en el modelo de valoración genética de las variables analizadas para la disciplina de Doma Clásica.

Los valores genéticos se calcularon mediante un BLUP modelo animal, teniendo en cuenta los datos del propio animal y el parentesco con antecesores, colaterales y descendientes. Tras la estimación de los valores genéticos para cada variable, se calculó un IGG que permite estimar el valor de cría global de cada uno de los animales valorados, con la siguiente ponderación:

$$IGGDoma = 50\% \text{ Puntos Reprise} + 50\% \text{ Clasif. Total Ponderada}$$

Tras la valoración genética de la población, un total de 211 ejemplares de PRMe (107 machos y 104 hembras) fueron

valorados genéticamente para la disciplina de Doma Clásica, de los cuales 5 machos han obtenido la categoría genética de Joven Reproductor Recomendado para Doma Clásica. Asimismo, 45 animales (23 machos y 22 hembras) activos en el Libro Genealógico, han sido valorados genéticamente únicamente para esta disciplina en 2016.

Con toda la información obtenida en el ámbito del Programa de Mejora de la Raza, se elabora cada año un Catálogo de Reproductores, que en 2016 incluyó ambas disciplinas, en el que se presentan los animales que han obtenido alguna categoría genética y los animales con valoración genética positiva y se distribuye entre todos los criadores y propietarios de animales de la Raza por diferentes vías, siendo en 2016:

- ▶ **Doma Menorquina:**
  - 5 Reproductores Mejorantes
  - 5 Jóvenes Reproductores Recomendados
  - 64 machos y 58 hembras con valoración genética positiva
- ▶ **Doma Clásica:**
  - 5 Jóvenes Reproductores Recomendados
  - 24 machos y 61 hembras con valoración genética positiva

Durante el año 2017, está previsto continuar trabajando en la realización de las valoraciones genéticas de los ejemplares de la Raza, tanto para la disciplina de Doma Menorquina como para Doma Clásica, debido a la importancia que la información obtenida tiene en la selección funcional de los reproductores. Pero se comenzará a diseñar también la primera valoración genética de los controles de rendimientos morfológicos oficiales disponibles para esta Raza, mediante Calificación Morfológica Lineal, para poder ofrecer a los criadores información que permita abordar la selección morfológica de la Raza en base a información genética objetiva que permita realizar la fijación de los caracteres deseados y la eliminación de posibles defectos existentes en las ganaderías. Finalmente, se están iniciando los trabajos para el diseño del banco de germoplasma de la Raza, en relación con la selección de los reproductores que deben contribuir al mismo.



Celeste Ribó