

Silvia Llambí Dellacasa
Rosa Gagliardi Berenguer
compiladoras

Conociendo
al perro cimarrón
uruguayo



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



CSIC

bibliotecaplural

Silvia Llambí Dellacasa
Rosa Gagliardi Berenguer
compiladoras

Conociendo
al perro cimarrón uruguayo

La publicación de este libro fue realizada con el apoyo
de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC)
de la Universidad de la República.

El trabajo que se presenta fue seleccionado por el Comité de Referato de Publicaciones
de la Facultad de Veterinaria integrado por
Luis Barros, José Luis Repetto y Celia Tasende.

Tiene el aval de la Subcomisión de Apoyo a Publicaciones de la CSIC,
integrada por Luis Bértola, Carlos Demasi y Liliana Carmona.

© Los autores, 2012

© Universidad de la República, 2013

Departamento de Publicaciones,
Unidad de Comunicación de la Universidad de la República (UCUR)

18 de Julio 1824 (Facultad de Derecho, subsuelo Eduardo Acevedo)

Montevideo, CP 11200, Uruguay

Tels.: (+598) 2408 5714 - (+598) 2408 2906

Telefax: (+598) 2409 7720

Correo electrónico: <infoed@edic.edu.uy>

<www.universidadur.edu.uy/bibliotecas/dpto_publicaciones.htm>

ISBN: 978-9974-0-0996-7

CONTENIDO

PRESENTACIÓN DE LA COLECCIÓN BIBLIOTECA PLURAL, <i>Rodrigo Arocena</i>	5
CAPÍTULO 1. PRIMEROS ESTUDIOS DE GENÉTICA MOLECULAR EN EL PERRO CIMARRÓN URUGUAYO, <i>Silvia Llambí Dellacasa</i>	7
CAPÍTULO 2. ESTRUCTURA POBLACIONAL EN EL PERRO CIMARRÓN URUGUAYO, <i>Rosa Gagliardi, Silvia Llambí</i>	13
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN RACIAL DEL PERRO CIMARRÓN, <i>Gabriel E. Fernández de Sierra, Beatriz E. Mernies Falcone</i>	21
CAPÍTULO 4. ESTUDIOS GENEALÓGICOS EN LA RAZA CANINA CIMARRÓN URUGUAYO, <i>Mónica Martínez, Eileen Armstrong</i>	31
CAPÍTULO 5. ETOLOGÍA CLÍNICA CANINA, AGRESIVIDAD Y EL CIMARRÓN URUGUAYO, <i>Juan Pablo Damián, María Belino, Ruben Rijo, Paul Ruiz</i>	37
CAPÍTULO 6. ESTACIONALIDAD Y CARÁCTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN PERRAS CIMARRONAS, <i>Danilo Fila</i>	49
CAPÍTULO 7. DIAGNÓSTICO GENÉTICO DE LAS ANOMALÍAS DEL DESARROLLO SEXUAL EN CANINOS, <i>Rody Artigas, María Montenegro, Silvia Llambí</i>	61
CAPÍTULO 8. ESTUDIO ECOCARDIOGRÁFICO EN LA RAZA CIMARRÓN <i>Benech, Pisón, Sehabiaga, Jiménez, Rossi</i>	69
CAPÍTULO 9. ESTUDIOS FARMACOGENÉTICOS EN EL PERRO CIMARRÓN URUGUAYO, <i>Rosa Gagliardi, Silvia Llambí</i>	83
CAPÍTULO 10. RAZAS CANINAS ESPAÑOLAS, <i>M. Victoria Arruga Laviña, José Ignacio Bonafonte Zaragoza</i>	93

Presentación de la Colección Biblioteca Plural

La universidad promueve la investigación en todas las áreas del conocimiento. Esa investigación constituye una dimensión relevante de la creación cultural, un componente insoslayable de la enseñanza superior, un aporte potencialmente fundamental para la mejora de la calidad de vida individual y colectiva.

La enseñanza universitaria se define como educación en un ambiente de creación. Estudien con espíritu de investigación: ese es uno de los mejores consejos que los profesores podemos darles a los estudiantes, sobre todo si se refleja en nuestra labor docente cotidiana. Aprender es ante todo desarrollar las capacidades para resolver problemas, usando el conocimiento existente, adaptándolo y aun transformándolo. Para eso hay que estudiar en profundidad, cuestionando sin temor pero con rigor, sin olvidar que la transformación del saber solo tiene lugar cuando la crítica va acompañada de nuevas propuestas. Eso es lo propio de la investigación. Por eso, la mayor revolución en la larga historia de la universidad fue la que se definió por el propósito de vincular enseñanza e investigación.

Dicha revolución no solo abrió caminos nuevos para la enseñanza activa sino que convirtió a las universidades en sedes mayores de la investigación, pues en ellas se multiplican los encuentros de investigadores eruditos y fogueados con jóvenes estudiosos e iconoclastas. Esa conjunción, tan conflictiva como creativa, signa la expansión de todas las áreas del conocimiento. Las capacidades para comprender y transformar el mundo suelen conocer avances mayores en los terrenos de encuentro entre disciplinas diferentes. Ello realza el papel en la investigación de la universidad, cuando es capaz de promover tanto la generación de conocimientos en todas las áreas como la colaboración creativa por encima de fronteras disciplinarias.

Así entendida, la investigación universitaria puede colaborar grandemente con otra revolución, por la que mucho se ha hecho pero que aún está lejos de triunfar: la que vincule estrechamente enseñanza, investigación y uso socialmente valioso del conocimiento, con atención prioritaria a los problemas de los sectores más postergados.

La Universidad de la República promueve la investigación en el conjunto de las tecnologías, las ciencias, las humanidades y las artes. Contribuye, así, a la creación de cultura; esta se manifiesta en la vocación por conocer, hacer y expresarse de maneras nuevas y variadas, cultivando a la vez la originalidad, la tenacidad y el respeto a la diversidad; ello caracteriza a la investigación —a la mejor investigación— que es, pues, una de las grandes manifestaciones de la creatividad humana.

Investigación de creciente calidad en todos los campos, ligada a la expansión de la cultura, la mejora de la enseñanza y el uso socialmente útil del conocimiento: todo ello exige pluralismo. Bien escogido está el título de la colección a la que este libro hace su aporte.

La universidad pública debe practicar una sistemática Rendición Social de Cuentas acerca de cómo usa sus recursos, para qué y con qué resultados. ¿Qué investiga y qué publica la Universidad de la República? Una de las varias respuestas la constituye la Colección Biblioteca Plural de la CSIC.

Rodrigo Arocena

Primeros estudios de genética molecular en el perro cimarrón uruguayo

SILVIA LLAMBÍ DELLACASA¹

Sobre el inicio del año 2000 nuestra querida alumna y colega desaparecida físicamente, Claudia Silveira, nos incentiva a comenzar a estudiar desde el punto de vista de la genética molecular con marcadores de ADN a la raza de perros cimarrón uruguayo.

La doctora Silveira, como docente y criadora de estos canes, venía publicando interesantes trabajos de caracterización zootécnica como integrante del equipo del área Mejora Genética de la Facultad de Veterinaria (Udelar) liderado en ese entonces por Gabriel Fernández.

Dichos estudios fueron el comienzo de un plan de conservación y preservación de esta raza con participación de la Sociedad de Criadores de Perros Cimarrones y del Departamento de Genética de la Universidad de Córdoba, España.

En esa época algunos docentes de ambas áreas —Mejora Genética y Genética— de la Facultad de Veterinaria pertenecíamos a la Red Iberoamericana sobre la Conservación de la Biodiversidad de los Animales Domésticos Locales para el Desarrollo Rural Sostenible (Red XII-H-CYTED) cuyo coordinador internacional, Juan Vicente Delgado, nos facilitaba un valioso intercambio científico con otros grupos de investigadores especializados en conservación de razas de caninos locales.

En la actualidad dicho grupo continúa en forma autónoma como Red Conbiand (Conservación de la Biodiversidad de los Animales Domésticos Locales) posibilitando el intercambio científico en temas de conservación animal.

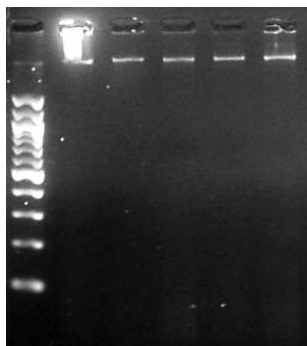
Como todo plan de conservación de recursos zoogenéticos locales es importante la caracterización genética. Fue así que nosotros comenzamos a incursionar y dar nuestros primeros pasos en el estudio genético de esta raza motivados por el desconocimiento del genoma de estos perros. A nivel genético el origen de esta raza es incierto aunque se piensa que descienden de las cruces entre perros mastines y lebreles que traían los conquistadores españoles y portugueses para la caza y la guerra.

¹ PhD, doctora en Medicina y Tecnología Veterinaria; profesora agregada del Área Genética, Departamento de Genética y mejora animal, Facultad de Veterinaria, Udelar.

La primera acción a seguir fue la identificación de ejemplares inscriptos en el Kennel Club del Uruguay (KCU) provenientes de distintas zonas del país, principalmente de Cerro Largo, Treinta y Tres (según la historia en estos departamentos se encontraría el núcleo fundador de la raza) y en los departamentos de Montevideo y Canelones (mayor densidad de animales de la raza). Para la identificación de los animales se contó con la invaluable colaboración y asesoramiento de Francisco Criscerá (KCU, Sociedad de Criadores de Perros Cimarrones) y de Víctor de Oliveira, expertos conocedores de esta raza.

A partir de muestras sanguíneas y de pelo se comenzó a construir un banco de ADN de estos animales para comenzar con los estudios de genética molecular y se realizó el cariotipo de esta raza (cultivo citogenético para estudios cromosómicos) (figuras 1 y 2).

Figura 1. Gel de agarosa donde se observa el ADN genómico de perros cimarrones uruguayos



Primera calle (marcador de peso molecular de ADN en escalera, 2-6 calles banda de ADN genómico de alto peso molecular de perros cimarrones).

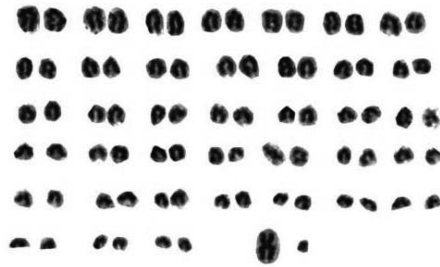
Una vez organizado el banco de ADN primario se comenzó a estudiar mediante marcadores moleculares cómo se organizaba el genoma del cimarrón.

Podemos definir un marcador molecular de ADN como secuencias conocidas o desconocidas de esta molécula que pueden estar relacionadas con alguna característica genética, o bien pueden ser de utilidad para conocer la historia genética de una especie.

Los primeros marcadores utilizados fueron los llamados RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA) que nos permiten dar una primera aproximación en la caracterización genética de razas con fines de conservación, evolución genética y cría animal.

Los RAPD se obtienen mediante la amplificación por la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) de fragmentos polimórficos y al azar de ADN. En la técnica de PCR se utilizan oligonucleótidos cortos de secuencia aleatoria, permitiéndonos detectar polimorfismo genético (variabilidad).

Figura 2. Primer cariotipo realizado en el perro cimarrón macho



Contiene un número cromosómico normal correspondiente a la especie *Canis familiaris* ($2n, 78, XY$). Observándose 38 pares de autosomas de morfología acrocéntrica y un par sexual con morfología submetacéntrica (cromosoma *X* de gran tamaño y cromosoma *Y* de aspecto puntiforme).

Fuente: foto tomada por la autora.

Como resultado se obtienen patrones de bandas de amplificación distintos (polimorfismo) y estos van a estar dados por la existencia de diferencias entre individuos.

Para las reacciones se pueden utilizar mezclas de muestras de ADN en cantidades iguales denominadas «pooles de ADN», permitiendo evaluar y detectar en forma rápida variabilidad genética intrarracial (estudios de poblaciones) e interracial (entre razas distintas).

Nosotros utilizamos la serie de RAPD inespecífica denominada 5UBC (University of British Columbia) (figura 3). Con esta serie, en los primeros trabajos, pudimos detectar cuáles RAPD eran más polimórficos. Nos aportaban mayor información respecto a la variabilidad genética dentro de la raza.

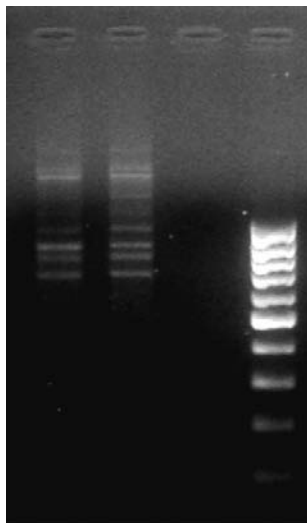
Una vez detectados los 11 marcadores RAPD más polimórficos realizamos un estudio comparativo de dos poblaciones de perros cimarrones (una población del noreste y una población del sur del país) con la finalidad de comparar perros descendientes del núcleo fundador de la raza con perros más alejados geográficamente.

El índice de bandas compartidas (BS por su nombre en inglés, *band sharing*) se calcula mediante la siguiente fórmula: $BS = 2N_{xy}/(N_x + N_y)$, donde:

- N_{xy} : corresponde al número de bandas compartidas entre dos poblaciones.
- N_x y N_y : número de bandas amplificadas que aparecen en la población *X* y en la población *Y* respectivamente.

En este trabajo se obtuvo un alto índice de bandas compartidas (0,91) con una distancia genética baja pudiendo concluir que ambas poblaciones presentan una alta identidad genética para estos marcadores y que pertenecerían a un núcleo genético común.

Figura 3. Gel de agarosa donde se observan las bandas que se generan con los marcadores moleculares de ADN denominados RAPD cuando se amplifica por PCR en ADN de perros cimarrones



Calle 1 y 2 patrón de bandas generado un marcador RAPD, calle 3 control negativo (sin ADN), calle 4 (marcador de peso molecular de ADN en escalera).

Fuente: foto tomada por la autora.

Trabajos posteriores pero utilizando RAPD específicos para detectar polimorfismo en la especie canina y realizando comparaciones con razas de perros españolas (galgo español, alano español, podenco andaluz y perro de agua español) se pudo detectar un 75% de similitud entre los patrones de bandas obtenidos con estos marcadores entre los perros cimarrones uruguayos y la raza de perros alano español.

Si bien las primeras armas en cuanto al estudio del genoma del cimarrón las hicimos con los marcadores RAPD, en años posteriores comenzamos a utilizar marcadores moleculares de ADN más específicos, informativos y estandarizados entre laboratorios del mundo como son los microsátélites, que será tema de otro capítulo de este libro.

No quiero despedirme sin resaltar que esta línea de investigación impulsada en el área de Genética permitió formar recursos humanos de distintos niveles a través de la orientación de tesis de posgrado, tesinas de grado (Facultad de Veterinaria y Facultad de Ciencias, Udelar), formación de docentes honorarios y ayudantes grado 1 cuyos nombres figuran en las distintas publicaciones científicas citadas en la bibliografía de este capítulo.

Bibliografía

- Llambí, S.; Separovich M. J.; Silveira, C. y Fernández, G. (2011), «Primeros estudios con marcadores moleculares en el perro cimarrón del Uruguay», *III Simposio Iberoamericano sobre la Conservación de los Recursos Zoogenéticos Locales y el Desarrollo Rural Sostenible*, Montevideo, Sección I, p. 17.
- Llambí, S.; Separovich, M. J.; Fernández, G. y Arruga, M. V. (2004), «Primeros estudios moleculares en el perro cimarrón del Uruguay», *Veterinaria*, 39 (155-156), 65-68, Montevideo.
- Llambí, S.; Martínez, M. y Gagliardi, R. (2005), «Utilización de marcadores moleculares RAPDS para estudio de la variabilidad genética en el perro cimarrón del Uruguay», *V Sirgealc*, 23-25 de noviembre.
- Llambí, S.; Gagliardi, R.; Martínez, M.; Estevez, J.; Gorozurreta, A.; Costa, G.; Bianco, C.; Artigas, R. y Arruga, M. V. (2008), «Analysis of two populations of the Uruguayan canine breed Cimarron (*Canis familiaris*) using RAPD markers», *Revista MVZ*, v. 13 (3): 1464-1468, Córdoba.
- Martínez, M.; Iriarte, W. y Llambí, S. (2009), «Aproximación al origen del perro cimarrón Uruguayo utilizando marcadores moleculares RAPD (Random amplification of polymorphic DNA)», *VI Jornadas técnicas de la Facultad de Veterinaria*, Montevideo.
- Silveira, C.; Fernández, G. y Barba, C. (2002), «Primeros datos de la caracterización etnológica del perro cimarrón», *Arch. Zootec*, 51: 223-228.
- (1998) «El perro cimarrón, la raza canina autóctona del Uruguay». *Archivos de Zootecnia*: 47: 533-536.

Agradecimientos

A Francisco Criscerà y Víctor de Oliveira. Al Kennel Club del Uruguay y a la Sociedad de Criadores de Perros Cimarrones.

A criadores y veterinarias que nos apoyaron en la colecta de muestras.

Estructura poblacional en el perro cimarrón uruguayo

ROSA GAGLIARDI¹

SILVIA LLAMBÍ²

Estructura poblacional

Cuando en una población se pueden distinguir subgrupos diferentes desde un punto de vista genético, se habla de estructura genética poblacional. En general, esta subdivisión se debe a accidentes geográficos de la zona tales como ríos, montañas, etcétera. La clasificación de individuos en poblaciones se ha empleado ampliamente en genética de poblaciones. Esta clasificación ha sido motivo de gran número de trabajos tanto en humanos como en animales domésticos.

En humanos, se han realizado este tipo de estudios con el objetivo de realizar análisis evolutivos, determinar relaciones entre poblaciones modernas, asociar enfermedades y características con base genética a una subpoblación determinada (epidemiología genética).

Si consideramos a los animales domésticos, el realizar estudios de diversidad y estructura poblacional tiene como objetivo realizar, por un lado, estudios evolutivos, ecológicos y desarrollar estrategias de conservación. Por otro, estudios de epidemiología genética. Actualmente existen diversos estudios en los que se analiza el nexo entre la estructura genética y ancestros en común. Este tipo de estudios en y entre razas se han realizado con el objetivo de conocer más sobre el origen, la historia y la evolución de diferentes especies. Por otra parte, resulta interesante considerar que se han detectado subgrupos en poblaciones homogéneas o muy mezcladas, existiendo la posibilidad de que los individuos compartan ancestros.

Para estudiar la presencia de estructura poblacional se pueden emplear dos enfoques diferentes:

1. partiendo de un grupo de animales, analizar si presentan una estructura entre ellos;

¹ Msc., doctora en Medicina y Tecnología Veterinaria. Profesora adjunta del Área Genética, Departamento de Genética y mejora animal, Facultad de Veterinaria, Udelar.

² PhD, doctora en Medicina y Tecnología Veterinaria; profesora agregada del Área Genética, Departamento de Genética y mejora animal, Facultad de Veterinaria, Udelar.

2. se parte de poblaciones ya determinadas y se asignan los nuevos individuos (de origen desconocido) a una de estas poblaciones.

Para realizar trabajos de estructura poblacional, así como de diversidad genética, se han empleado diferentes marcadores altamente polimórficos entre los que se encuentran los microsatélites. Esta clase de marcadores de ADN presenta una serie de ventajas respecto a otros:

- elevado polimorfismo;
- amplia distribución en el genoma;
- neutralidad respecto a la selección;
- distribución al azar;
- herencia codominante;
- posibilidad de detectar las variaciones automáticamente.

El perro cimarrón uruguayo en la actualidad

Aunque la cría del perro cimarrón uruguayo tiene una trayectoria considerable, recién el 12 de octubre de 1988 se funda la Sociedad de Criadores de Cimarrones con el objetivo de rescatar y preservar la raza. En ese momento también se redacta el estándar de la raza y se tramita su reconocimiento por el KCU. En febrero de 2006 la Federación Cinológica Internacional (FCI) reconoce primariamente al perro cimarrón uruguayo como raza, y es reconocido definitivamente el presente año. Esto ha hecho que el interés de criadores y expositores en la raza se vea aumentado, lo que ha llevado a que se realicen diferentes estudios con el fin de conocer en qué situación se encuentra la misma. Trabajos de relevamiento de datos revelan que en la ciudad, la mayoría de estos animales se emplean como animales de compañía, guarda y caza mientras que en el medio rural se emplean para trabajar con ganado. Desde el punto de vista sanitario se les realiza el manejo antiparasitario e inmunoprofiláctico de rutina. Los reproductores se seleccionan generalmente con base en su conformación general y a su pigmentación. Un elemento importante que se tiene en cuenta a partir del 1.º de enero de 2007 es la displasia de cadera, no considerándose aptos para la cría animales que presentan un diagnóstico grave de la misma. El interés que han ido despertando estos animales se ve reflejado también en el aumento del número de animales inscriptos en el KCU.

Estructura poblacional con microsatélites en perros cimarrones

Los microsatélites son un tipo de secuencia de ADN (marcador) que se ha empleado en gran cantidad de estudios en humanos y en animales domésticos. En estos últimos se han realizado diversos estudios poblacionales, entre los que se encuentran análisis de diversidad genética, de relaciones en y entre razas de las diferentes especies, de consanguinidad, etcétera. Particularmente, en caninos, se ha visto que en diferentes razas existen altos niveles de homogeneidad desde un

punto de vista genético. Esto probablemente sea debido a los cruzamientos que se realizan con el objetivo de mantener el estándar de cada raza.

Existen evidencias arqueológicas e históricas de la existencia de perros previamente a la llegada de Colón a América. Sumado a esto, se conocen diferentes vocablos en diferentes lenguas indígenas, emparentadas onomatopéyicamente con el ladrido: yaguá para los guaraníes, chtreguá para los araucanos. También en el diario del primer viaje de Colón se encuentran evidencias de la existencia de perros. Sin embargo, el perro cimarrón no descendería de estos perros, sino que descende de mastines y lebreles (perros de guerra y montería) traídos por los colonizadores y conquistadores. Los mastines vinieron ya en el primer viaje de Colón como animales de combate, llevando incluso armaduras. En España se usaban en caza mayor como la del oso, lobo y jabalí, y como pastores. Estos animales eran braquimorfos, de cráneo grande y ancho, hocico mediano, pecho ancho y costillar bien amplio, grupa ligeramente más alta que la cruz o igual, orejas grandes semicaídas. El tamaño de mediano a grande, entre 60 y 80 cm. El pelaje con predominio de los bayos con extremos distales negros, a veces atigrados, negros, y manchados de blanco y negro, o castaño. Con respecto a los lebreles (galgos españoles), se usaban principalmente para la caza de ciervos y liebres. En aquella época, el galgo español era un perro dolicomorfo, de cráneo mediano y de hocico fino y largo, orejas levantadas o semidobladas, patas fuertes y enjutas, lomo casi horizontal, cola mediana más bien fina que gruesa, muy ágiles en la carrera y vivaces en el ataque de presa. Su pelo era corto, de colores variados, generalmente bayos y rojizos atigrados o agrisados o negros. Existen referencias de que en los viajes de Colón vinieron estas clases de perros y también vinieron con Cortés, con Pedro de Mendoza, con Álvar Núñez Cabeza de Vaca, con Ortiz de Zárate, con los hermanos Gois y los siguientes conquistadores y colonos (Assunção, 1997): «Que le había de hacer la guerra eternamente, y quando le faltasen hombres (*horresco referens*) había de criar perros cimarrones para acabar con los porteños» (frase de Artigas al diario *El Censor*, según Assunção, 1997).

La frase de Artigas no pasó de ser una frase simbólica dada la agresividad de estos perros. Estos animales atacaban al ganado y a las personas, siendo un problema que ya se daba en el viejo continente antes del descubrimiento de América. En la región de la Banda Oriental, los perros representaron peligro al separarse del hombre una vez que hubo abundancia de ganados en la campaña y que faltó un hogar fijo o sedentario a sus dueños. Hay historiadores que en el siglo XVI ya hablan de su multiplicación y de los destrozos que producen, poniéndose incluso precio a sus cabezas. A mediados de 1788 se aprobó el exterminio de los perros cimarrones en el Cabildo de Buenos Aires. Se tenían que remitir las mandíbulas y quijadas para llevar un control del número de perros que se mataban y también había que matar a los perros domésticos dejando un número determinado de animales por establecimiento. En 1795 se aprueba la primer «batida» en el margen oriental del Uruguay. En el siglo XIX todavía se seguía con las persecuciones a los perros cimarrones. A principios de ese siglo, en una sola batida, comandada

por Artigas, llegan a matarse trece mil perros, quedando de todas formas «gran cantidad de madres con su prole, que ganaron los montes del Olimar y sobre todo en la Sierra de Otazo y en los Cerros Largos». Un segundo período en el que los perros cimarrones representaron un problema fue durante la Guerra Grande. En este momento se dio nuevamente una persecución de los perros cimarrones. En este caso se llegó prácticamente a la desaparición del perro cimarrón, primero con ayuda de veneno y posteriormente con el alambrado de los campos y la sedentarización lograda por la cría y engorde del ganado. Sin embargo, quedan unos pocos ejemplares en lugares agrestes, en los departamentos de Cerro Largo y Treinta y Tres (Assunção, 1997; Silva Valdés, 1957).

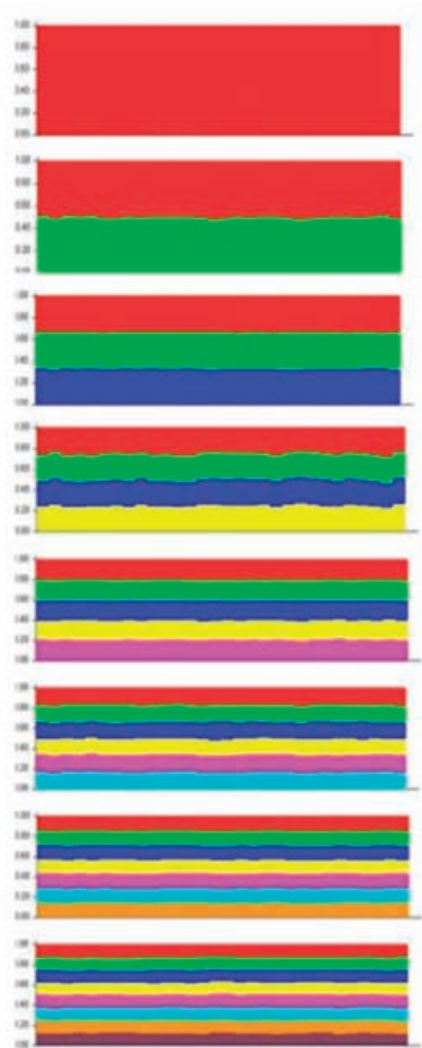
Actualmente podemos encontrar perros cimarrones en todo el Uruguay. En las ciudades, cumplen las funciones de guarda, defensa y compañía; mientras que en el medio rural se comportan como animales de trabajo, principalmente con ganado mayor. Dada esta amplia distribución del cimarrón en nuestro país, un punto a considerar es si estos perros de hoy en día descienden todos de aquellos que se refugiaron en las zonas de sierras del noreste del país.

Para estudiar este punto, se analizó si en muestras de perros cimarrones obtenidas de diferentes zonas del país, se presentaba una determinada estructura o no. Con el objetivo de realizar este estudio se empleó el *software Structure*. Este *software* ha sido ampliamente utilizado para detectar estructura genética poblacional, generando agrupaciones basándose en el desequilibrio de Hardy-Weinberg y en el desequilibrio de ligamiento causados por la mezcla de poblaciones.

Según los datos obtenidos con el programa Structure, no es posible establecer una subdivisión entre los animales de la muestra analizada, por lo que pertenecerían todos a la misma población. Esto coincide con lo que se obtuvo en estudios previos realizados en estos animales con otro tipo de marcadores de ADN (RAPD). En estos estudios, se presentó una alta homogeneidad e identidad genética entre los animales de diferentes zonas (noreste y sur). Sin embargo, los microsatélites presentan una serie de ventajas a la hora de realizar estos estudios entre las que se encuentran su gran variabilidad en las poblaciones y su herencia codominante, que han hecho que sean más ampliamente empleados. A esto se suma la utilidad que presentan a la hora de realizar identificación de individuos y análisis de paternidad. Por otra parte, en nuestro caso, el resultado obtenido coincide con la historia de la raza canina cimarrón uruguayo, dado que se estaría confirmando la hipótesis de que los perros cimarrones actuales derivan del núcleo original que logró refugiarse en la región noreste del país. Sumado a esto, actualmente continúa el desplazamiento de caninos de la raza entre diferentes zonas del Uruguay, por lo que no existe un aislamiento entre diferentes grupos de animales, sino que el intercambio es constante. Esto no permitiría que se formaran distintas subpoblaciones, sino que por el contrario, todos los animales continuarían formando parte de la misma población.

Bibliografía

- Assunção, F. (1997), «El perro cimarrón», apartado de la *Revista del Instituto Histórico y Geográfico del Uruguay*: 37: 23-72.
- Eggleston, M. I.; Irion, D. N.; Schaffer, A. L.; Hughes, S. S.; Draper, J. E.; Robertson, K. R.; Millon, L. V. y Pedersen, N. C. (2002), «PCR Multiplexed Microsatellite Panels to Expedite Canine Genetic Disease Linkage Analysis», *Animal Biotechnology* (13): 223-235.
- Greer, K. A.; Cargill, E. J.; Cox, M. L.; Clark, L. A.; Tsai, K. L.; Credille, K. M.; Dunstan, R. W.; Venta, P. J. y Murphy, K. E. (2003), «Digging up the canine genome — a tale to wag about», *Cytogenetic and Genome Research*, 102: 244-248.
- Holmes, N. G. (1993), «Microsatellite markers and the analysis of genetic disease», *British Veterinary Journal*, 150, 5: 411-420.
- Irion, D. N.; Schaffer, A. L.; Famula, T. R.; Eggleston, M. L.; Hughes, S. S. y Pedersen, N. C. (2003), «Analysis of Genetic Variation in 28 Dog Breed Populations With 100 Microsatellite Markers», *Journal of Heredity*, 94 (1): 81-87.
- Koreth, J.; O'Leary, J. J. y McGee, O'D. (1996), «Microsatellites and PCR genomic analysis», *Journal of Pathology*, vol. 178: 239-248.
- Koskinen, M. T. y Bredbacka, P. (2000), «Assessment of the population structure of five Finnish dog breeds with microsatellites», *Animal Genetics*, 31: 310-317.
- Llambí, S.; Gagliardi, R.; Martínez, M.; Estevez, J.; Gorozurreta, A.; Costa, G.; Bianco, C.; Artigas, R. y Arruga, M. V. (2008), «Analysis of two populations of the Uruguayan canine breed Cimarron (*Canis familiaris*) using RAPD markers», *Revista MVZ*, v. 13 (3): 1464-1468, Córdoba.
- Llambí, S.; Martínez, M. y Gagliardi, R. (2005), «Utilización de marcadores moleculares RAPDS para estudio de la variabilidad genética en el perro cimarrón del Uruguay», *Sirgealc*, 23-25 de noviembre.
- Llambí, S.; Separovich, M. J.; Fernández, G. y Arruga, M. V. (2004), «Primeros estudios moleculares en el perro cimarrón del Uruguay», *Veterinaria*, 39: 65-68, Montevideo.
- Llambí, S.; Separovich, M. J.; Silveira, C. y Fernández, G. (2002), «Primeros estudios con marcadores moleculares en el perro cimarrón del Uruguay», *III Simposio Iberoamericano sobre la Conservación de los Recursos Zoogenéticos Locales y el Desarrollo Rural Sostenible*, Sección I, p. 17, Montevideo.
- Llambí, S.; Separovich, M. J.; Fernández, G. y Arruga, M. V. (2004), «Primeros estudios moleculares en el perro cimarrón del Uruguay», *Veterinaria*, 39 (155-156): 65-68, Montevideo.
- Pritchard, J. K.; Stephens, M. y Donnelly, P. (2000), «Inference of Population Structure Using Multilocus Genotype Data», *Genetics*, 155: 945-959.
- Silva Valdés, J. (1957), «Los perros cimarrones», *Almanaque del Banco de Seguros del Estado*, Montevideo.
- Silveira, C.; Fernández, G. y Barba, C. (1998a) «El perro cimarrón, la raza canina autóctona del Uruguay». *Archivos de Zootecnia*: 47: 533-536.
- Silveira, C.; Mernies, B.; Fernández, G. y Barba, C. (1998b), «Estudio biométrico de una población canina de la raza cimarrón», *Archivos de Zootecnia*, 47: 529-532.
- Zajc, I. y Sampson, J., «Utility of Canine Microsatellites in Revealing the Relationships of Pure Bred Dogs», *The Journal of Heredity*, (1) 104-107, 1999, disponible en <<http://pritch.bsd.uchicago.edu/structure.html>>, consultado en abril de 2011.



En esta figura se ven los resultados obtenidos del programa Structure para los animales analizados. Se estudió la posibilidad de que se tratara de casos de entre una y ocho poblaciones. En cada caso, los diferentes colores indican la probabilidad de cada animal a pertenecer a una población determinada. Dado que no hay diferencias entre los animales estudiados es que se concluye que se trata de una sola población.

Fuente: captura de pantalla



En la imagen superior se muestra un ejemplar macho de la raza cimarrón uruguayo y en la inferior una hembra.
Fuente: fotos suministradas por Jorge Estévez y Rosa Gagliardi, respectivamente

Caracterización racial del perro cimarrón

GABRIEL E. FERNÁNDEZ DE SIERRA¹

BEATRIZ E. MERNIES FALCONE²

Introducción

Cada vez que en los animales domésticos hacemos referencia a una raza, estamos hablando de una población cerrada de individuos que poseen un bagaje genético común, que se manifiesta por una serie de características morfológicas, fanerópticas, productivas, reproductivas y de comportamiento que les permite diferenciarse de otras razas y a la vez, como integrantes de su grupo racial. Es por esto que cuando se intenta caracterizar una población y definirla como raza, deben estudiarse profundamente todos estos aspectos.

Evidentemente las características morfofanerópticas son las más sencillas de apreciar en los animales y por ello estas junto con otras características, se reseñan en los estándares o patrones raciales.

En el estándar racial se distinguen dos clases de caracteres morfológicos: los raciales y los funcionales. Los primeros son los caracteres identificatorios de la raza, ejemplo de ellos pueden ser la longitud del pelo, los colores de la capa, el tamaño y dirección de las orejas o la línea del perfil cefálico. Los segundos están más vinculados al uso que se le da a la raza, como pueden ser la capacidad torácica o la musculatura corporal.

Si bien la historia del perro cimarrón se remonta a la época de la Banda Oriental en el siglo XVII, la creación de un estándar es mucho más reciente. Es en el año 1988, cuando se constituye la Sociedad de Criadores de Perros Cimarrones, que se publica por primera vez su patrón racial. Unos diez años después, hacia fines de la década de los noventa, se produce un incremento en el censo debido al mayor interés que despertó en la sociedad uruguaya este perro.

En el área de Mejora Genética de la Facultad de Veterinaria de la Udelar, se realizaron entre los años 1998 y 2001 distintos estudios sobre aspectos morfológicos, fanerópticos, biométricos, manejo y utilización de los ejemplares por

1 Genetista de la Federación de Razas Autóctonas Canarias (Faracan); director técnico de los esquemas de selección y conservación de las razas autóctonas canarias; investigador del grupo PAI-AGR2 I8 «Mejora y Conservación de los Recursos Genéticos de los Animales Domésticos», Universidad de Córdoba, España

2 Área de Mejora Genética, Facultad de Veterinaria, Udelar; Área de Metodología Científica, Facultad de Medicina, Udelar.

parte de los propietarios y criadores de la raza, con el fin de caracterizar racialmente al perro cimarrón.

Parámetros morfométricos

Los estudios biométricos o morfométricos, sirven para apoyar con datos objetivos parte de la información que conforma el estándar de una raza.

Normalmente en los caninos, son nueve los parámetros morfológicos considerados en estos estudios: anchura y longitud de cabeza; altura a la cruz y a la grupa; diámetro longitudinal; diámetro dorso esternal; diámetro bicostal; perímetro torácico y de caña.

En el estudio se midieron 81 animales (33 machos y 48 hembras), todos ellos adultos e inscriptos en el Libro genealógico de la raza cimarrón. En las figuras 1 y 2 se señalan los nueve parámetros medidos.

A partir de los datos de las mediciones se pudo confirmar que los machos son siempre más grandes que las hembras para los nueve parámetros morfométricos y estas diferencias son estadísticamente significativas (ANOVA $p < 0,05$) para siete de ellos: anchura y longitud de cabeza; altura a la cruz y a la grupa; diámetro longitudinal; diámetro bicostal y perímetro de caña (tabla 1).

Los machos presentan una cabeza de mayor tamaño, una mayor alzada a la cruz, un pecho más ancho y huesos más fuertes, mientras que las hembras presentan un aspecto más delicado debido a su menor tamaño, finura y cabeza más pequeña. Estas diferencias entre machos y hembras resultan lógicas y ponen de manifiesto el marcado dimorfismo sexual que se presenta en los caninos.

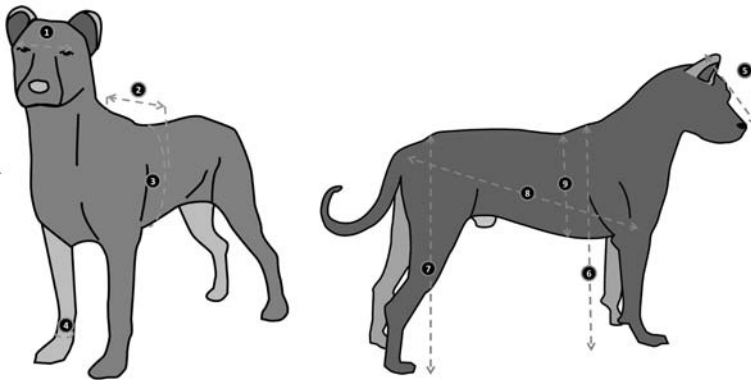
Tabla 1. Estadísticos descriptivos, según el sexo del animal, de las variables morfométricas estudiadas en la muestra de perros cimarrones

Caracteres medidos	Machos	Hembras
	media \pm desvío	media \pm desvío
Cabeza, anchura	15,09 ^a \pm 1,22 cm	13,86 ^b \pm 1,10 cm
Cabeza, longitud	27,54 ^a \pm 1,97 cm	25,58 ^b \pm 2,43 cm
Altura a la cruz	61,40 ^a \pm 2,36 cm	58,38 ^b \pm 2,25 cm
Altura a la grupa	61,62 ^a \pm 2,57 cm	59,11 ^b \pm 2,34 cm
Diámetro longitudinal	64,59 ^a \pm 3,45 cm	61,65 ^b \pm 4,57 cm
Diámetro dorso esternal	26,45 \pm 2,70 cm	25,71 \pm 3,14 cm
Diámetro bicostal	19,59 ^a \pm 2,01 cm	18,42 ^b \pm 1,43 cm
Perímetro torácico	98,13 \pm 15,97 cm	94,79 \pm 17,89 cm
Perímetro de caña	14,66 ^a \pm 0,84 cm	13,37 ^b \pm 0,61 cm

(a, b) Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas.

Fuente: Silveira *et al.*, 2002

Figuras 1 y 2. Variables morfométricas



1: Anchura de cabeza; 2: diámetro bicostal; 3: perímetro torácico;
4: perímetro caña; 5: Longitud de cabeza; 6: altura a la cruz; 7: altura a la grupa;
8: diámetro longitudinal; 9: diámetro dorsoesternal.

Fuente: Figuras diagramadas por Gabriel Fernández,
con dibujos de Juan Ángel Gutierrez Castañeda

Se observó también que en los animales estudiados, los valores medios para la alzada a la cruz superaron ligeramente los límites establecidos como máximos recogidos en el estándar racial (61 cm en los machos y 58 cm en las hembras). Evidentemente en el período de diez años que transcurrió desde que se publica el estándar y el momento en que se realizó este estudio, se produjo una evolución en las alzadas de los animales debida fundamentalmente al efecto de la selección y de la mejora en las condiciones de cría de los animales.

Interesante información es la que surge de los distintos índices zoométricos calculados a partir de estas mediciones. En el caso de la raza cimarrón, se desprende de la interpretación del valor del índice cefálico que estamos frente a un perro braquicéfalo, característica propia de los perros de presa y agarre cuyo origen es molosoide. El perfil cefálico es cóncavo y con un stop moderado.

En cuanto al índice de proporcionalidad corporal nos describe un animal longilíneo y en el cual la longitud corporal es sensiblemente mayor a su alzada, dándole un aspecto de perro fuerte y compacto.

Por todos estos caracteres e índices, a la raza canina cimarrón se la ubica dentro del grupo 2, sección 2.1 de la clasificación de la FCI, que corresponde a los perros molosoides tipo dogo.

Parámetros fanerópticos

El estudio de los parámetros fanerópticos es otro apartado de la caracterización morfológica, pues aporta información sobre coloración de capas, longitud del pelo, pigmentación de mucosas, entre otros caracteres.

Sobre una muestra de los perros inscritos en el libro genealógico de la raza cimarrón se recogió la información sobre el color de la capa (bayo o atigrado),

presencia o ausencia de subpelo, color del iris, pigmentación de trufa y mucosa labial. Los porcentajes que se presentaron y las clases en que se dividen estos parámetros se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Porcentaje de las distintas clases observadas en los parámetros fanerópticos, de la muestras de perros cimarrones

Color de la capa	
Baya	Atigrada
8,0%	92,0%
Presencia de subpelo	
Sí	No
83,9%	16,1%
Pigmentación de trufa y mucosas	
Pigmentada	Despigmentada
100%	0%
Color del iris	
marrón claro	marrón oscuro
22,5%	77,5%

Fuente: elaboración propia

Evidentemente hay una predilección por parte de los propietarios de ejemplares como por los criadores de la raza, hacia los perros de capa atigrada (menos del 10% de los perros de la muestras presentaban capa baya o leonina).

Entre las personas no conocedoras de la raza está arraigada la idea de que el perro cimarrón es un animal de capa atigrada, lo cual lleva a que la mayoría de los criadores se decanten en seleccionar los animales con esta capa simplemente por razones de demanda del mercado de cachorros.

Desde el punto de vista genético la pérdida de la capa baya sería algo no deseable, pues el mantenimiento de la variabilidad genética inicial de la raza es una prioridad de conservación. Sería recomendable que los propios criadores intentaran revertir esta situación difundiendo la existencia de los animales de capa baya, no limitándose a ilustrar los distintos espacios en que promueven su raza con ejemplares atigrados.

Como bien se recoge en el estándar racial, la presencia de subpelo y no de pelo largo, es una característica de la raza que en la muestra estudiada fue elevada (83,9% de los perros estudiados). Esta característica podría estar relacionada con la rusticidad de una población que se adaptó a vivir en las sierras y montes de nuestra tierra.

A diferencia de otras razas en que sí se permite la presencia de trufas parcialmente negras y mucosas despigmentadas, en el perro cimarrón está penalizado, de ahí que en la muestra estudiada ninguno de los ejemplares presentase despigmentación en estas zonas.

El color del iris en todos los animales siempre fue marrón, como consta en el estándar racial, apreciándose sí una diferenciación entre una tonalidad más clara (22,5%) y otra más oscura (77,5%).

En un estudio del año 1988, sobre una muestra de 23 ejemplares se observó una asociación entre las capas y la tonalidad de los ojos, siendo las capas claras acompañadas por iris claros y las capas oscuras por iris oscuros (ver tabla 3).

Tabla 3. Asociación entre tonalidad del iris y el color de la capa en una muestra de 23 ejemplares de la raza cimarrón

Capa		Iris	
		Marrón oscuro	Marrón claro
Capa	Bayo claro	0	2
	Bayo colorado	2	0
	Atigrado fondo claro	4	1
	Atigrado fondo oscuro	13	1

Fuente: elaboración propia

Utilización de la raza

A pesar de que puede resultar difícil para muchas personas asociar el concepto de «especie productiva» al perro, la Food and Agricultural Organization (FAO) reconoce a los caninos como animales productivos pues muchas razas son utilizadas en el trabajo con el ganado. El perro cimarrón es un ejemplo de esta clase de canes (es considerada como una raza de trabajo), por lo que debemos incluir en su caracterización racial la utilización del mismo.

Desde sus orígenes esta raza ha estado ligada al medio rural y al trabajo con el ganado en mayor o menor grado.

Existe la hipótesis que el perro cimarrón proviene del cruzamiento entre mastines y galgos introducidos por los colonizadores españoles y portugueses y, posteriormente, sobre este cruzamiento actuó la selección natural. El perro mastín constituye una de las razas caninas españolas más antiguas que se ha empleado desde el siglo X para la defensa de los rebaños de ovinos Merino trashumantes contra el ataque de los lobos. Por otra parte, el galgo español, también una raza muy antigua de la que encontramos referencias en la literatura, es un can utilizado principalmente para la caza de conejos y liebres, por la gran velocidad que puede desarrollar al correr. Sin embargo, no sería descabellado plantear la hipótesis de que el perro cimarrón derivase del alano, un can de presa utilizado para trabajar con el ganado bovino (en particular con el ganado bravo), con el cual además guardan semejanzas morfológicas. Bien podrían haberse traído también desde la península durante la colonización ejemplares de alanos, naturalmente más aptos para el trabajo con el ganado bovino que abundaba en la Banda Oriental.

La forma idónea para aclarar estas hipótesis sería la estimación de las distancias genéticas entre el perro cimarrón y las posibles razas ibéricas que se cree que han participado en su formación, estudio que hasta este momento no se ha realizado.

Ya presente el perro cimarrón en la Banda Oriental, su momento de mayor auge se produce durante el período conocido como «estancia cimarrona» (siglo XVIII y primera mitad del siglo XIX). La «estancia cimarrona» se caracterizaba por ser un sistema de producción netamente extractivo; el ganado bovino pastaba en libertad y los hacendados iban arreando los animales para llevarlos a los encierros naturales de sus estancias donde se les sacrificaba y extraía el cuero. Para este sistema productivo el perro cimarrón constituía una pieza fundamental junto con el caballo.

Durante la primera mitad del siglo XIX, a consecuencia de las luchas de independencia, se produce una situación de inestabilidad e inseguridad en el medio rural que conlleva un abandono del mismo. Al ir despoblándose el campo muchos perros son abandonados, propiciándose su asilvestramiento. Inmediatamente finalizada la Guerra Civil (1840-1850), comienza la reestructuración del sistema agropecuario del país; se incorpora el alambrado de los campos, se inicia la cría del ovino, se introducen las razas bovinas inglesas y se fomenta su cruzamiento con el ganado criollo.

Si bien estos hechos llevaron a la «modernización» del campo uruguayo resultaron negativos para el perro cimarrón, pues este proceso fue acompañado por una serie de decretos que limitaban el número de canes por estancia y ordenaban la ejecución de los perros sin dueño para lograr el control de las jaurías que atacaban principalmente al ganado ovino. Este segundo intento de erradicación en el campo de los perros «salvajes» (ya en siglo XVIII se llevaron a cabo otras batidas en las que se contabilizaron miles de perros muertos), no alcanzó totalmente el éxito y un grupo de canes refugiados en la zona del Olimar, sobreviven. Posteriormente, son adiestrados por los pobladores de la región que los utilizan como perros de trabajo y de defensa, constituyéndose de esta forma la base del perro cimarrón de nuestros días.

Una fecha muy importante en el proceso de consolidación del perro cimarrón es el 12 de octubre de 1988, cuando se establece la Sociedad de Criadores de Perros Cimarrones con el fin de recuperar y preservar la raza, presentándose su estándar racial y solicitando su reconocimiento nacional como raza autóctona. La existencia de una asociación de criadores, con el respaldo del Kennel Club Uruguayo en la gestión del libro genealógico de la raza, ha sido fundamental para la consolidación del perro cimarrón actual.

El paso final en el proceso de evolución de la raza cimarrón es su reconocimiento a nivel mundial por parte de la FCI, el 21 de febrero de 2006.

Haber repasado el origen y evolución de la raza nos permite comprender mejor cuál es la especialización «productiva» del perro cimarrón.

El cimarrón ha sido desde siempre un perro de guarda y trabajo con ganado mayor arraigado al medio rural. Pero, en la actualidad, ¿siguen siendo estas sus funciones?

Buscando la respuesta a esta pregunta, en el área de Mejora Genética de la Facultad de Veterinaria se realizó una encuesta a propietarios y criadores de la raza sobre las funciones que cumplían sus canes. Los propietarios que aportaron la información fueron los mismos que participaron en el estudio biométrico con sus perros.

Se encontró que la mayor parte de los perros de la encuesta, el 64,6%, se localizan en la ciudad y el 35,4% restante en el ámbito rural (tabla 4). Si bien este estudio no proviene de un censo de la raza, se puede afirmar que el perro cimarrón ha pasado a ser un perro más de ciudad que de campo.

Tabla 4. Porcentajes por localización (campo o ciudad) y por uso, de los ejemplares de la muestra de la raza cimarrón

	Compañía	Compañía y guarda	Compañía, guarda y caza	Guarda y trabajo	Guarda, trabajo y compañía
Campo	-	-	-	24,6%	10,8%
Ciudad	35,7%	21,4%	7,5%	-	-

Fuente: Silveira *et al.*, 2002

Este hecho se explica al considerar que en la ciudad es más fácil encontrar gente dispuesta a pagar por un perro de pedigrí, el cual le aporta cierto estatus a su propietario (sobre todo cuando es una raza que en ese momento está de moda y además es la única raza autóctona), que en el campo.

Esta reubicación del perro cimarrón en la ciudad ha llevado a que su función más importante sea la de «animal de compañía», en forma exclusiva o en combinación con otras funciones como la guarda o la guarda y caza, donde sus propietarios destacan su bravura en la caza del jabalí. A nivel del campo la situación es totalmente diferente; la totalidad de los perros de la encuesta cumplen con funciones de guarda y trabajo, las que han sido esenciales para que el perro cimarrón llegase hasta nuestros días (tabla 4).

Se puede concluir entonces que el perro cimarrón actual tiene una mayor presencia en la ciudad y allí se tiene como un animal de compañía, mientras que en el campo mantiene su utilidad original.

Comparación del perro cimarrón con otras razas del tipo Molosoide

Resulta interesante realizar la comparación racial entre el perro cimarrón y las razas alano español, presa canario, dogo argentino y fila brasileño. La elección de estas cuatro razas se debe a que todos son del tipo moloso y a que podrían tener un tronco ancestral común con el cimarrón.

Tabla 5. Comparación de los caracteres plásticos entre las cinco razas caninas

	Alano español		Cimarrón uruguayo		Dogo argentino		Fila brasileño		Presa canario	
	macho	hembra	macho	hembra	macho	hembra	macho	hembra	macho	hembra
Peso (kg)	38 a 45	33 a 38	38 a 45	33 a 40	40 a 45	40 a 43	>50	>40	45 a 57	40 a 50
Alzada a la cruz (cm)	60 a 65	56 a 61	58 a 61	55 a 58	62 a 68	60 a 65	65 a 75	60 a 70	61 a 66	57 a 62
Proporciones corporales	Sublongilíneo		Longuilíneo		Mediolíneo		Mediolíneo		Mediolíneo	
Proporción cefálica	Braquiocefálico		Braquiocefálico		Mesocefálico		Braquiocefálico		Braquiocefálico	
Perfil frontonasal	Concavilíneo		Concavilíneo		Concavilíneo		Rectilíneo		Rectilíneo	
Stop	Pronunciado		Moderado		Moderado		Moderado		Moderado	
Línea dorsolumbar	Ligeramente elevada hacia posterior		Paralela en relación con el suelo		Paralela en relación con el suelo		Ligeramente elevada hacia posterior		Ligeramente elevada hacia posterior	

Fuente: confeccionada por los autores a partir de datos de la bibliografía del presente capítulo

Básicamente estamos frente a cinco razas que son similares en varios de sus caracteres plásticos (tabla 5):

1. *Tamaño:* las cinco son consideradas hipermétricas. Todas superan los 55 cm de altura a la cruz.
2. *Proporciones corporales:* en cuanto a la anamorfosis en estas razas, la misma varía en un rango que va de los mediolíneos a los longilíneos.
3. *Cabeza:* la relación entre anchura y longitud de la cabeza hace que la mayoría de estas cinco razas sean braquiocefálicas.
4. *Perfiles frontonasal:* presentan perfiles concavilíneos y rectilíneos, con un stop que generalmente es moderado.
5. *Línea dorsolumbar:* la línea del lomo es paralela al suelo (cruz y grupa con igual alzada) o ligeramente elevada hacia el tren posterior (la grupa es levemente más alta que la cruz).

A su vez, con relación a los caracteres fanerópticos, vuelven a coincidir en varios de ellos (tabla 6). Todos presentan pelo corto, las capas atigradas y bayas están siempre presentes (excepto en el dogo argentino); la trufa es negra y los ojos de color marrón.

En cuanto al uso tradicional existe una concordancia entre el cimarrón, el alano español y el presa canario, todos ellos utilizados originariamente para el trabajo con ganado; mientras que con el fila brasileño y el dogo argentino coinciden en su uso actual en las actividades cinegéticas (tabla 7).

Como se puede observar, el dogo argentino es la única raza que no ha variado su utilización con el paso del tiempo.

Tabla 6. Características fanerópticas en las cinco razas Molosoides comparadas

	Alano español	Cimarrón uruguayo	Dogo argentino	Fila brasileño	Presa canario
Piel	Adherida en parte	Adherida	Adherida	Suelta	Adherida en parte
Coloración de capa	Atigrada, baya y negra	Atigrada y baya	Blanca	Atigrada, baya y negra	Atigrada, baya y negra
Longitud del pelo	Corto	Corto	Corto	Corto	Corto
Presencia de subpelo	Nunca	En alto porcentaje	En bajo porcentaje	Nunca	Nunca
Iris	Marrón	Marrón	Marrón	Marrón	Marrón

Fuente: confeccionada por los autores a partir de datos de la bibliografía del presente capítulo

Tabla 7. Usos tradicionales y actuales de las cinco razas caninas comparadas

Razas	Uso tradicional				Uso actual		
	Trabajo con ganado	Guarda	Caza mayor	Otros	Trabajo con ganado	Guarda	Caza mayor
Alano español	ü	ü	ü	ü	ü	ü	ü
Cimarrón	ü				ü	ü	ü
Dogo argentino			ü				ü
Fila brasileño		ü			ü	ü	ü
Presa canario	ü			ü		ü	

Fuente: confeccionada por los autores a partir de datos de la bibliografía del presente capítulo

Situación actual de la raza

Desde el momento en que se domestica al perro (unos diez mil años antes de Cristo) hasta la actualidad, se produce una gran diversificación de la especie canina siendo reconocidas por la FCI, más de trescientas razas.

Cada una de estas razas tiene su libro genealógico propio, que sirven para asegurar la pureza racial de los animales allí inscriptos. A través de los libros genealógicos podemos conocer el pedigrí de cada uno de los animales.

El perro cimarrón sigue esta clase de gestión racial y desde 1989 su libro genealógico se mantiene activo. A febrero de 2008 había inscriptos 6069

ejemplares lo que corresponde a un incremento de más de 6,5 veces en comparación a los 930 perros inscriptos en octubre de 1997, valor que se presentaba en la primera publicación científica sobre la raza.

El desarrollo de una sociedad de criadores que gestiona y promociona al perro cimarrón así como la tendencia ascendente en su censo nos permite afirmar que esta raza no se encuentra en peligro de extinción.

Recomendamos que esta situación favorable se mantenga mediante la continuación de acciones tanto sociales como científicas, de índole público y privado, para que este valioso recurso del Uruguay sea conocido y disfrutado por futuras generaciones.

Bibliografía

- Alonso, J. M. (1984). *El agro uruguayo: pasado y futuro*, Ediciones de la Banda Oriental, Colección Temas del Siglo XX., Montevideo.
- Aparicio, G. (1960). *Zootecnia Especial. Etnología Compendiada*, Imprenta Moderna, Córdoba.
- Federation Cinegetique Internationale (FCI). «Standards and nomenclature». En: <<http://www-fci.be/>>, consultado el 21/05/2012.
- Orden APA/806/2004 (2004). «Prototipo racial del Alano Español». *BOE*, n.º 77: 13430-13435, marzo.
- Real Decreto 558/2001 (2001). «Presca Canari». *BOE*, n.º 142: 21156-21182, junio.
- Reyes Abadie, A. y Vázquez Romero, W. (1982). *Crónica General del Uruguay*, Vol. III, Montevideo, Ediciones de la Banda Oriental.
- Silveira, C.; Fernández, G. y Barba, C. (2002). «Primeros datos de la caracterización etnológica del perro cimarrón». *Archivos de Zootecnia*, 51: 223-228.
- (1998a) «El perro cimarrón, la raza canina autóctona del Uruguay». *Archivos de Zootecnia*. 47: 533-536.
- Silveira, C.; Mernies, B.; Fernández, G. y Barba, C. (1998b). «Estudio biométrico de una población canina de la raza cimarrón». *Archivos de Zootecnia*, 47: 529-532.

Estudios genealógicos en la raza canina cimarrón uruguayo

MÓNICA MARTÍNEZ¹
EILEEN ARMSTRONG²

El estudio de la variabilidad genética en las poblaciones animales ha sido abordado utilizando distintas metodologías. En el campo de la genética molecular, los marcadores genéticos denominados microsátelites han sido los más popularmente empleados. Por otra parte, la información genealógica se presenta como una herramienta poderosa para evaluar estructura y variabilidad genética poblacional. De los programas bioinformáticos disponibles, el ENDOG ha sido aplicado con éxito para el análisis de diferentes especies animales tales como equinos, bovinos y ovinos. El procesamiento con dicho programa de la totalidad de los ejemplares cimarrón uruguayo (CU) inscriptos en el KCU permitió calcular, entre otros parámetros, los niveles de consanguinidad individual y poblacional (media), cuyo desconocimiento constituía una de las principales inquietudes de la Sociedad de Criadores de Cimarrón Uruguayo (SCCU).

Generalidades

El conocimiento de ciertos parámetros genéticos y demográficos simples es pieza clave para efectuar un análisis acerca de la estructura y variabilidad genética de una determinada población animal. Para ello el contar con registros genealógicos fiables y completos constituye un elemento fundamental para alcanzar dicho objetivo. Lo ideal sería que los datos genealógicos estuvieran contrastados mediante estudios de paternidad-maternidad por ADN, hecho que no siempre sucede en la mayoría de las poblaciones animales. En tales casos, existirá indefectiblemente un porcentaje de error, dependiendo de cuál sea su valor los resultados obtenidos a partir de dicha información podrán ser confiables o no, principalmente a la hora de planificar programas de apareamientos.

El programa informático ENDOG de libre distribución es utilizado por distintos grupos españoles para monitorear variabilidad genética poblacional utilizando información genealógica. Permite efectuar diversos análisis genéticos y demográficos que resultan beneficiosos para criadores o responsables de manejos reproductivos a la hora de tomar decisiones en la planificación de apareamientos

¹ Área Genética, Departamento de Genética y mejora animal, Facultad de Veterinaria, Udelar.

² Área Genética, Departamento de Genética y mejora animal, Facultad de Veterinaria, Udelar.

adecuados. En la mayoría de las razas caninas la elevada presión de selección ejercida priorizando en muchos casos características de «superioridad» evaluadas en concursos de belleza lleva a una sobreutilización de ciertos animales que a la larga resulta contraproducente en términos de variabilidad genética. La planificación de apareamientos basados únicamente en estas características implicará seguramente un incremento en los niveles de consanguinidad que de superar valores por encima del 6% es motivo para tomar recaudos. Debemos mencionar además la existencia de asociación entre el incremento de la consanguinidad y la aparición de genes letales recesivos, así como también el desarrollo de ciertas patologías tales como la displasia de cadera (clasificada como poligénica) en ciertas razas caninas con elevados niveles de consanguinidad.

Por tal motivo el controlar y monitorear este y otros parámetros poblacionales contribuye positivamente tanto a la selección como a la conservación de los distintos recursos genéticos disponibles. Para el caso particular de la raza canina CU, único recurso genético canino autóctono, este aspecto se torna muy importante. Al tratarse de una raza reconocida oficialmente por el KCU y recientemente por la FCI en el 2006, existe disponibilidad de registros genealógicos de los animales inscriptos en los padrones (desde el año 1979), contabilizando al año 2008 un total de 6.079 individuos.

Figura 1. Planilla Excel con datos requeridos por el programa ENDOG

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ID	ID_FATHER	ID_MOTHER	BIRTH_DATE	SEX	S	alive	cod_alive	AREA	REFERENCE	
2	1	0	0	13/02/1952	female	2	death	0	4	0	
3	2	0	0	13/02/1952	female	2	death	0	4	0	
4	3	0	0	13/02/1952	female	2	death	0	2	0	
5	4	0	0	12/02/1953	MALE	1	death	0	2	0	
6	5	0	0	12/02/1954	female	2	death	0	4	0	
7	6	0	0	13/02/1956	female	2	death	0	4	0	
8	7	0	0	13/02/1956	MALE	1	death	0	4	0	
9	8	0	0	13/02/1956	female	2	death	0	2	0	
10	9	0	0	13/02/1956	MALE	1	death	0	2	0	
11	10	0	0	12/02/1957	MALE	1	death	0	2	0	
12	11	0	0	12/02/1957	female	2	death	0	2	0	
13	12	0	0	12/02/1958	female	2	death	0	4	0	
14	13	0	0	12/02/1958	MALE	1	death	0	2	0	
15	14	0	0	12/02/1958	MALE	1	death	0	2	0	
16	15	0	0	12/02/1958	MALE	1	death	0	4	0	
17	16	4	3	12/02/1959	MALE	1	death	0	2	0	
18	17	0	0	12/02/1959	female	2	death	0	2	0	
19	18	0	0	12/02/1959	female	2	death	0	1	0	
20	19	0	0	13/02/1960	female	2	death	0	4	0	
21	20	0	0	12/02/1961	female	2	death	0	4	0	
22	21	7	0	12/02/1962	female	2	death	0	4	0	
23	22	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0	
24	23	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0	
25	24	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0	
26	25	9	8	12/02/1962	MALE	1	death	0	2	0	
27	26	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0	
28	27	0	11	12/02/1962	MALE	1	death	0	2	0	
29	28	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0	
30	29	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0	
31	30	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0	
32	31	0	0	12/02/1962	MALE	1	death	0	2	0	

ID: identificación del individuo; ID FATHER: identificación del padre; ID MOTHER: identificación de la madre; BIRTH DATE: fecha de nacimiento; SEX: sexo del individuo; S: código del sexo (ej.: 1 machos; 2 hembras); ALIVE: individuo vivo o muerto; COD ALIVE: código de vivo o muerto (ej.: 0 muerto; 1 vivo); ÁREA: subpoblaciones (ej.: criaderos); REFERENCE: poblaciones de referencia específicas a ser analizadas (ej.: última generación; población de machos; etcétera).

Fuente: captura de pantalla

Acerca del programa ENDOG

Se trata de un programa de libre acceso, sencillo y de fácil aplicación factible de utilizarse en la mayoría de las versiones de Windows. La guía de uso así como algunos archivos de ejemplo permiten al usuario familiarizarse con las múltiples aplicaciones del programa. Los datos básicos requeridos a ser ingresados en las planillas Excel se muestran en la figura 1.

La mayoría de los resultados obtenidos (archivos de salida) son presentados por el programa en tablas Access y archivos .txt, para facilitar el uso posterior de la información. En la figura 2 se ejemplifica una de las tablas resultantes luego de iniciar una sesión con ENDOG.

Figura 2. Primera tabla que surge por defecto al iniciar el programa y que resume seis de los principales parámetros analizados para cada individuo

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ID	ID_FATHER	ID_MOTHER	BIRTH_DATE	SEX	S	alive	cod_alive	AREA	REFERENCE		
1	0	0	13/02/1952	female	2	death	0	4	0		
2	0	0	13/02/1952	female	2	death	0	4	0		
3	0	0	13/02/1952	female	2	death	0	2	0		
4	0	0	12/02/1953	MALE	1	death	0	2	0		
5	0	0	12/02/1954	female	2	death	0	4	0		
6	0	0	13/02/1956	female	2	death	0	4	0		
7	0	0	13/02/1956	MALE	1	death	0	4	0		
8	0	0	13/02/1956	female	2	death	0	2	0		
9	0	0	13/02/1956	MALE	1	death	0	2	0		
10	0	0	12/02/1957	MALE	1	death	0	2	0		
11	0	0	12/02/1957	female	2	death	0	2	0		
12	0	0	12/02/1958	female	2	death	0	4	0		
13	0	0	12/02/1958	MALE	1	death	0	2	0		
14	0	0	12/02/1958	MALE	1	death	0	2	0		
15	0	0	12/02/1959	MALE	1	death	0	4	0		
16	4	3	12/02/1959	MALE	1	death	0	2	0		
17	0	0	12/02/1959	female	2	death	0	2	0		
18	0	0	12/02/1959	female	2	death	0	1	0		
19	0	0	13/02/1960	female	2	death	0	4	0		
20	0	0	12/02/1961	female	2	death	0	4	0		
21	7	0	12/02/1962	female	2	death	0	4	0		
22	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0		
23	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0		
24	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0		
25	9	8	12/02/1962	MALE	1	death	0	2	0		
26	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0		
27	0	11	12/02/1962	MALE	1	death	0	2	0		
28	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0		
29	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0		
30	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0		
31	0	0	12/02/1962	female	2	death	0	2	0		
32	0	0	12/02/1962	MALE	1	death	0	2	0		

J_F: coeficiente individual de consanguinidad; J_AR: coeficiente individual de relación media; J_GenMax: número máximo de generaciones analizadas; J_GenCom: número de generaciones totales analizadas; J_GenEqu: generaciones completas equivalentes; *Offspring*: número de crías sin importar el sexo.

Fuente: captura de pantalla

Entre los parámetros de importancia calculados por el programa se encuentran:

- coeficiente de consanguinidad individual (F);
- coeficiente de relación media (AR);
- incremento de consanguinidad generacional (ΔF);
- número de ancestros que explican la variabilidad genética y número efectivo de ancestros (f_a);
- fundadores (f) y número efectivo de fundadores (f_e); número efectivo poblacional (N_e) calculado por diferentes métodos;

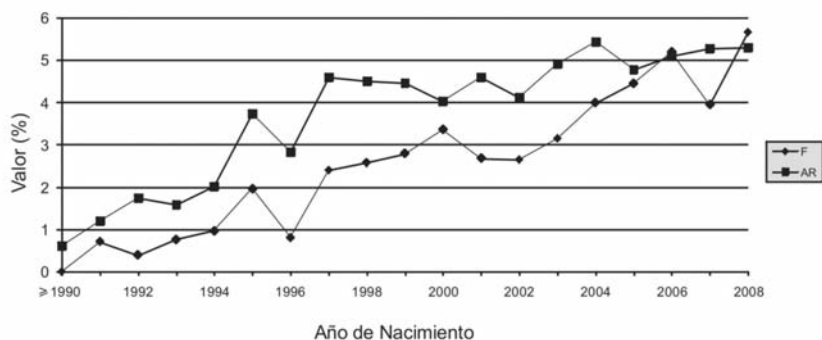
- intervalo generacional (IG);
- índice de conservación de Alderson (GCI).

Es importante destacar además que como aplicación práctica, el programa brinda en la opción de menú *Individual* un auxiliar para criadores en relación con el manejo de un determinado grupo reproductivo. Mediante el submenú de *coancestría* es posible visualizar todos los posibles candidatos a ser apareados con un cierto individuo. De esa forma el usuario puede seleccionar varios posibles cruzamientos para calcular el coeficiente de relación media de los individuos a ser apareados así como su coeficiente de coancestría. El valor de este último entre dos individuos se correlaciona con la consanguinidad de la descendencia hipotética, no debiendo exceder el valor de consanguinidad media de la generación o el promedio de consanguinidad de ambos padres.

Análisis de la raza CU

Los resultados obtenidos luego del procesamiento de los datos genealógicos en esta población canina autóctona indican que la misma ha tenido una evolución favorable en cuanto a crecimiento en número de individuos. Sin embargo se presenta muy heterogénea, coexistiendo individuos muy consanguíneos ($F=37\%$) con otros de consanguinidad cero, reflejo de los diferentes manejos efectuados en las subpoblaciones o criaderos. Por tal motivo es necesario uniformizar los criterios acerca de qué animales utilizar para la reproducción, máxime teniendo en cuenta que la consanguinidad promedio en la última generación analizada se situó en el orden del 5%. Por otra parte, los ancestros que explican el 50% de la variabilidad genética y el número efectivo de ancestros resultaron bajos (14 y 31 respectivamente), sugiriendo una sobrerrepresentación de determinados reproductores. De la misma manera el bajo valor obtenido en relación con el número efectivo de fundadores indicaría pérdida de genotipos fundacionales. En la figura 3 se muestra la evolución de F y AR por año de nacimiento.

Figura 3. Evolución de los parámetros F y AR para la totalidad de registros de la raza CU, por año de nacimiento



Fuente: elaboración propia

Para finalizar, y como conclusión general, se resalta la importancia de contar con buenos registros genealógicos, completos y confiables, los cuales además de constituir una herramienta económica, permiten obtener valiosa información acerca de la variabilidad y estructura genética de una población. Tal circunstancia redundaría en mejores programas de conservación basados en una correcta toma de decisiones para la planificación de manejos reproductivos tendientes a minimizar aumentos de consanguinidad generacional así como sus consecuencias negativas que atentan contra el mantenimiento de la variabilidad genética poblacional.

Glosario

- Coeficiente de Consanguinidad (F): Probabilidad de que un individuo tenga dos alelos idénticos por descendencia. Resultado del apareamiento entre parientes (individuos con por lo menos un antepasado en común).
- Coeficiente de relación media (AR): Representación de un individuo en todo el pedigrí. Puede utilizarse como índice para mantener el stock genético inicial, utilizando como reproductores animales con valores más bajos de AR .
- Coeficiente de coancestría (θ_{xy}): Entre dos individuos x e y , es la probabilidad de que un alelo tomado al azar del individuo x y un alelo tomado al azar del individuo y , para un mismo locus, sean idénticos por ascendencia. El coeficiente de consanguinidad de un individuo es igual al coeficiente de coancestría de sus padres.
- Fundadores (f): animales con padres desconocidos (base).
- N.º efectivo de fundadores (f_e): número de fundadores que producirían la variabilidad genética observada si los mismos contribuyeran en forma balanceada.
- N.º efectivo de ancestros (f_a): mínimo número de ancestros (no necesariamente fundadores) que explican la variabilidad genética observada en la población.
- Número efectivo poblacional (N_e): número de reproductores que contribuirían al incremento actual de consanguinidad, si contribuyeran de la misma forma para la próxima generación. Se relaciona en forma inversa a la consanguinidad ($N_e = 1 / 2 \Delta F$).
- Intervalo generacional (IG): promedio de edad de los padres al nacimiento de su prole.
- Índice de conservación Genético de Alderson (GCI): se calcula a partir de las contribuciones genéticas de todos los fundadores identificados. Se basa en la premisa de que el objetivo de un programa de conservación es el de retener el completo rango de alelos de la población base. El individuo ideal recibiría la misma contribución de todos los ancestros fundadores y por tanto tendría el valor de GCI más alto para la conservación.

Bibliografía

- Adán, S.; Fernández, M.; Justo, J. R.; Rivero, C. J. y Lama, J. (2007), «Análisis de la información genealógica en la raza ovina Ovella Galega». *Arch. Zootec*, 56 (Sup.1): 587-592.
- Calboli, F. C. F.; Sampson, J.; Fretwell, N. y Balding, D. J. (2008), «Population structure and inbreeding from pedigree analysis of purebred dogs». *Genetics*, 179: 593-601.
- Cecchi, F.; Ciampolini, R.; Ciani, E.; Matteoli, B.; Mazzanti, E.; Tancredi, M. y Presciuttini, S. (2006), «Demographic genetics of the endangered Amiata donkey breed». *Ital.J.Anim.Sci.* 5: 387-391.
- Cervantes, I.; Molina, A.; Goyache, F.; Gutiérrez, J. P. y Valera, M. (2008), «Population history and genetic variability in the Spanish Arab horse assessed via pedigree analysis». *Livest. Prod. Sci.* 113: 24-33.
- Fernández, M.; Justo, J. R.; Rivero, C. J.; Adán, S.; Rois, D. y Lama, J. (2007), «Análisis de la información genealógica en las razas bovinas morenas gallegas», *Arch. Zootec*, 56 (Sup.1): 607-615.
- Gutiérrez, J. P. y Goyache, F. (2005), «A note on ENDOG: a computer program for analyzing pedigree information», *J. Anim. Breed. Genet.* 122: 172-176.
- Gutiérrez, J. P.; Marmi, J.; Goyache, F. y Jordana, J. (2005), «Pedigree information reveals moderate to high levels of inbreeding and a weak population structure in the endangered Catalanian donkey breed». *J. Anim. Breed. Genet.* 122: 378-386.
- Leroy, G.; Rognon, X.; Varlet, A.; Joffrin, C. y Verrier, E. (2006), «Genetic variability in French dog breeds assessed by pedigree data». *J. Anim. Breed. Genet.* 123: 1-9.
- Leroy, G.; Verrier, E.; Meriaux, J. C. y Rognon, X. (2009), «Genetic diversity of dog breeds: within-breed diversity comparing genealogical and molecular data». *Anim. Genet.* 40: 323-332.
- Mäki, K.; Groen, A. F.; Liinamo, A. E. y Ojala, M. (2001), «Population structure, inbreeding trend and their association with hip and elbow dysplasia in dogs». *J. Anim. Sci.* 73: 217-228.
- Martínez, M.; Armstrong, E.; Gagliardi, R. y Llambí, S., «Estudio genealógico del perro cimarrón uruguayo». *Arch. Zootec* [en revisión].
- Ólafsdóttir, G. Á. y Kristjánsson, T. (2008), «Correlated pedigree and molecular estimates of inbreeding and their ability to detect inbreeding depression in the Icelandic sheep-dog, a recently bottlenecked population of domestic dogs». *Conserv. Genet.* 9: 1639-1641.
- Oliehoek, P. A. y Bijma, P. (2009), «Effects of pedigree errors on the efficiency of conservation decisions». *Genet. Select. Evol.* 41: 9.
- Royo, L. J.; Álvarez, I.; Gutiérrez, J. P.; Fernández, I. y Goyache, F. (2007), «Genetic variability in the endangered Asturcón pony assessed using genealogical and molecular information». *Livest. Prod. Sci.* 107: 162-169.
- Valera, M.; Molina, A.; Gutiérrez, J. P.; Gómez, J. y Goyache, F. (2005), «Pedigree analysis in the Andalusian horse: population structure, genetic variability and influence of the Carthusian strain». *Livest. Prod. Sci.* 95: 57-66.

Etología clínica canina, agresividad y el cimarrón uruguayo

JUAN PABLO DAMIÁN¹

MARÍA BELINO²

RUBEN RIJO³

PAUL RUIZ⁴

Introducción a la etología clínica

La etología es la ciencia que estudia el comportamiento animal. Se encarga de describir las conductas propias de la especie, los mecanismos que la desencadenan y controlan a lo largo de la vida de los animales, buscando explicar el motivo o función de las mismas. La etología clínica es la rama de la etología que estudia los problemas de comportamiento en los animales domésticos. Los problemas de comportamiento son todos aquellos que pueden generar cualquier tipo de daño, molestia o hasta enfermedades en el propio animal que la presenta o hacia otros animales, pudiendo afectar también al hombre. Estudios realizados en Estados Unidos y el Reino Unido indican que más del 80% de los dueños de perros han experimentado algún problema de comportamiento en sus mascotas. Para una mejor comprensión, los problemas de comportamiento los podemos clasificar en aquellos relacionados a la agresividad, eliminación inadecuada, conducta destructiva, ladridos excesivos, miedos, fobias, estereotipias, dentro de otras tantas clasificaciones que aparecen en la literatura científica.

Algunos reportes internacionales indican que la agresividad es el más frecuente problema de comportamiento, seguido por eliminación inadecuada, comportamiento destructivo, miedo y vocalizaciones excesivas. Del 2005 al 2007 nuestro grupo de trabajo realizó registros de los diagnósticos de los problemas de comportamiento canino (RDPCC) que nos derivaron (n=179) desde más de treinta clínicas veterinarias del centro de la ciudad de Montevideo. Nuestros resultados coinciden con lo reportado internacionalmente, donde encontramos a la agresividad como el problema de comportamiento más frecuente con un

1 Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo, Uruguay. Ejercicio libre de la profesión.

2 Ejercicio libre de la profesión.

3 Ejercicio libre de la profesión.

4 Facultad de Veterinaria y Facultad de Psicología, Udelar, Montevideo, Uruguay.

porcentaje cercano al 60%, y seguido en segundo lugar por la eliminación inadecuada con un 9%.

Agresividad

La agresividad es sin duda la que toma más relevancia dentro de los problemas de comportamiento caninos, por varios factores a tener en cuenta. Dentro de estos factores debemos mencionar que la agresividad es de los problemas de comportamiento más frecuentemente observados en la clínica veterinaria, como previamente mostramos. Por otro lado, la agresividad puede ocasionar grandes problemas entre caninos o con otras especies animales, en las que además de producir graves heridas y lesiones, puede ser un factor de transmisión de enfermedades. La agresividad a su vez, adquiere mayor importancia por las serias implicancias que tiene en salud pública. Se estima que hay aproximadamente más de cuatro millones de personas que son atacadas por perros cada año en Estados Unidos siendo el 44% menores de 14 años, y los resultados fatales han llegado a ser de 10 a 16 por año. En nuestro país, nuestro grupo de trabajo realizó un análisis de los registros de ataques de perros hacia personas a partir de los datos del Centro de Atención al Mordido del Ministerio de Salud Pública (CAM, MSP) entre los años 2005-2007. Como se muestra en la figura 1, los ataques de perros hacia personas oscilan entre 300 a 350 por año en nuestro país.

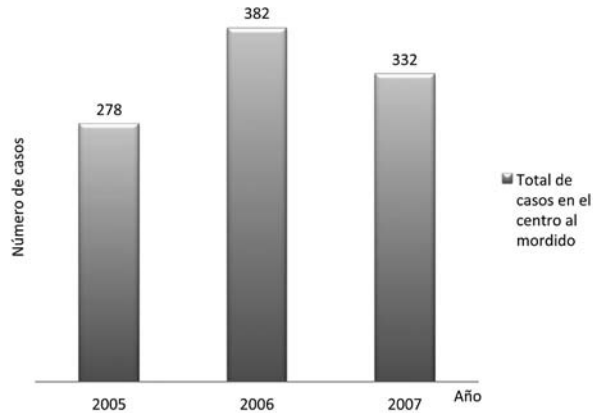
Desde el punto de vista del bienestar animal, la agresividad de los perros muchas veces es motivo de abandono y descuido por parte de sus dueños, que llegan incluso hasta el propio sacrificio de los mismos.

En las clínicas de pequeños animales de nuestro país aún no está incorporada totalmente en los propietarios la visita a la clínica con un motivo de consulta por problemas de comportamiento, así como lo hacen con otros tipos de consultas médicas o de rutinas en alimentación o higiene. Esta es una de las razones por las cuales existen pocos datos en nuestro país sobre problemas de comportamiento en pequeños animales. Creemos también, que los veterinarios deben estar alertas a los posibles problemas de comportamiento que puedan tener sus pacientes, y especialmente en lo referente a la agresividad con preguntas del estilo: ¿su perro ha mordido alguna vez?, ¿le gruñe cuando se acerca a la comida o lo desplaza del sillón?, ¿le gruñe o muestra los dientes al bañarlo, cepillarlo, al quitarle el juguete o simplemente al acariciarle la cabeza?

El clínico veterinario cuando está frente a un caso de agresividad, en una primera instancia debe descartar cualquier alteración orgánica que pueda estar sufriendo el animal, por ejemplo: hipotiroidismo, dolor, prurito, tumores intracraneales, hidrocefalia, entre otros. Una vez que el clínico ha descartado las posibles alteraciones orgánicas debe encarar un cuestionario etológico basado en una serie de preguntas preestablecidas a fin de clasificar el tipo de agresividad. Existen varias formas de clasificar los tipos de agresividad de los caninos, pero las más importantes reconocen las siguientes: 1) una primera clasificación de

acuerdo hacia quién va dirigida la agresión, que podemos dividir en dos grandes grupos: a) agresividad dirigida hacia personas, y b) agresividad entre caninos; y 2) una segunda clasificación de acuerdo al tipo agresividad que presenta el canino: agresividad por dominancia, agresividad por miedo, agresividad territorial, y otras: por protección de recursos, en el juego, depredadora, maternal, redirigida.

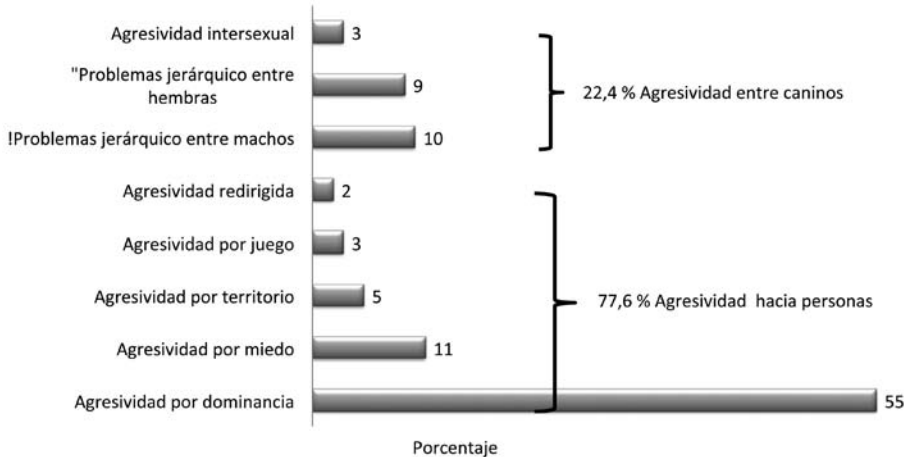
Figura 1. Número de ataques de perros hacia personas



Registrados por el CAM, MSP, del 2005 al 2007.

Fuente: elaboración propia con base en datos del CAM, MSP

Figura 2. Porcentaje de los diferentes tipos de diagnósticos de agresividad canina



Registrados por nuestro grupo de trabajo en etología clínica del 2005 al 2007 en la ciudad de Montevideo. En el gráfico se indica el porcentaje del total de diagnósticos de agresividad entre caninos y hacia humanos.

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a nuestros registros de diagnósticos de los problemas de comportamiento canino (RDPCC) en las consultas de etología clínica, la agresividad hacia personas es mucho más frecuente que la agresividad entre caninos, y dentro de las agresiones hacia personas, la agresividad por dominancia ocupa el mayor porcentaje de las mismas (figura 2).

Agresividad canina hacia personas

Agresividad por dominancia

La agresividad forma parte de la estructura social de los caninos y por tanto es un comportamiento normal de la especie. La agresividad permite establecer un orden jerárquico entre los individuos de un grupo. El orden jerárquico implica que un individuo «alpha» domina a todos los integrantes del grupo, el individuo «beta» domina a todos los integrantes excepto al «alpha», y así sucesivamente.

Mientras que el orden jerárquico hace referencia a la relación de un individuo dentro de un grupo, el término de dominancia y sumisión hacen referencia a la relación entre dos individuos cuando estos compiten por algún recurso: el alimento, el lugar o la hembra, entre otros. En estas competencias, el que accede en la mayoría de las veces o lo hace primero es el individuo dominante a diferencia del sumiso o subordinado que accede más tarde o no llega a acceder al recurso.

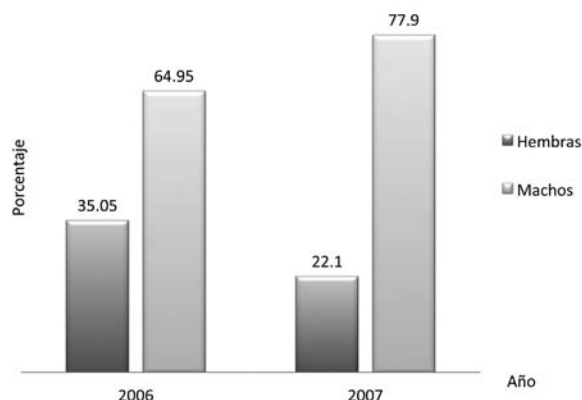
Las personas forman parte del grupo y de la estructura social de los caninos, y en varias ocasiones son víctimas, recibiendo no solo amenazas sino que también ataques directos que pueden llevar a diferentes tipos de lesiones e incluso hasta la muerte. En este tipo de agresividad, el canino establece una relación de «dominancia» con las personas con que convive diariamente. Cuando el perro no conoce cuál es su posición jerárquica en su estructura social, y bajo determinadas situaciones de competencia con cada persona, puede responder ya sea con amenazas de tipo: gruñidos, ladridos, que se acompañan de piloerección en el dorso, orejas erectas y dirigidas hacia adelante y mostrar los dientes; o mediante la agresión directa, ocasionando comúnmente mordeduras en brazos, piernas o en la cara de sus dueños, siendo muchos de ellos principalmente niños.

Si bien existen muchos factores que contribuyen a que un animal muestre agresividad, los hormonales juegan un factor clave, y entre ellos, por ejemplo los andrógenos (testosterona) aumentan las posibilidades de que un animal muestre este tipo de agresividad. Por otro lado, la progesterona y progestágenos la disminuyen. El factor hormonal puede ayudar a explicar en parte la razón por la que la agresividad por dominancia es más frecuente en machos que en hembras. A partir de los datos que obtuvimos del CAM, MSP, se puede observar que las agresiones hacia personas ocurren entre un 70 a un 80% de los casos por los machos (figura 3).

Es interesante observar que a partir de nuestros datos de RDPCC el 100% de los machos implicados en agresividad hacia personas estaban enteros (no eran

castrados), mientras que en las hembras, casi el 40% estaban castradas. Las hormonas son factores muy importantes a tener en cuenta en el tratamiento, ya que en casos como la agresividad por dominancia, la castración sería recomendada para machos, pero no así para las hembras.

Figura 3. Porcentaje de caninos hembras y machos que participaron en ataques directos hacia personas



Registro del CMA, MSP.

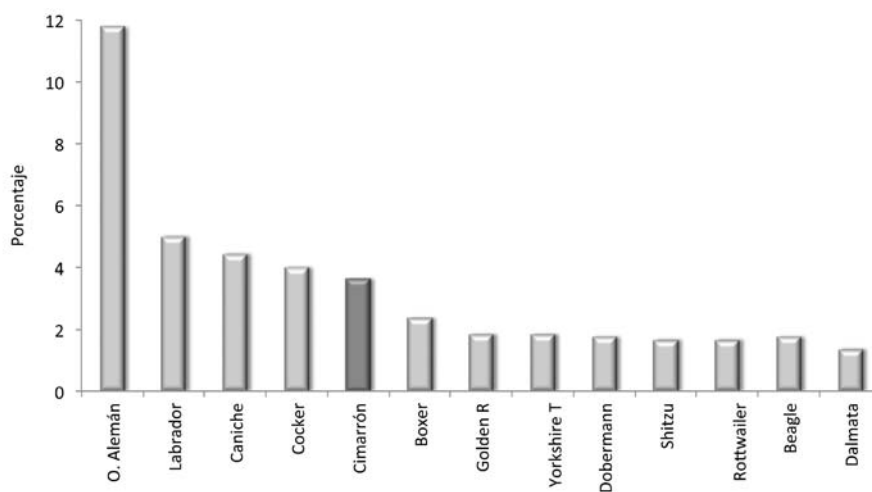
Fuente: elaboración propia con base en datos del CAM, MSP

El efecto hormonal también puede ayudar a explicar por qué la mayoría de las agresiones comienzan a manifestarse cerca o luego de la pubertad. Con base en nuestros datos de RDPCC, observamos que el 57% de los caninos muestran las primeras señales de agresividad hacia sus dueños dentro del primer año de vida. Este es un elemento muy importante a tener en cuenta por los veterinarios a la hora de establecer un correcto diagnóstico y poder prevenir futuros accidentes relacionados con la agresividad. Desgraciadamente, muchos casos de agresividad llegan a la consulta de etología clínica luego de varios años en que los propietarios sufren este tipo de problema de comportamiento con sus mascotas, y muchas veces sumado al castigo y otras maniobras o manejos caseros no aconsejados, hacen más difícil y a veces irreversible la resolución del problema. Por esta razón, es muy importante que los propietarios y criadores consulten a los especialistas veterinarios apenas observen señales indicadoras de agresividad.

El factor de la raza sobre la agresividad es un tema que ha generado un debate que aún hoy sigue abierto. Para poder obtener información del efecto de la raza sobre la agresividad hacia humanos, además de tener los datos de agresiones directas a las personas, también necesitamos obtener el valor porcentual que ocupan esas razas en la población canina en estudio. Algunos autores han utilizado un índice, llamado «índice de peligrosidad», al que nosotros llamamos «factor de riesgo asociado a la raza». Este factor se obtiene del cociente entre el porcentaje de la raza en la agresividad sobre el porcentaje de la raza en la población canina. En nuestro país no existen datos de la frecuencia de cada raza en

la población canina, y por esa razón, un grupo de estudiantes de la Facultad de Veterinaria en el 2008 hizo un estudio de frecuencia a partir del mayor registro representativo de la ciudad de Montevideo, el que se encuentra en la Comisión Nacional Honoraria de Zoonosis (CNHZ), dependencia del MSP. Es importante tener en cuenta que es un muestreo representativo de la ciudad, en donde también se encuentran a las razas cruzas. De este estudio se observó que el 42% de las razas son cruzas, y que dentro de las razas puras el ovejero alemán es el más frecuente, seguido por el labrador, el caniche, el cocker, y en quinto lugar se encuentra el cimarrón, con un porcentaje de 3,6 (figura 4).

Figura 4. Frecuencia de las principales razas en la población canina de Montevideo



A partir de registros de la CNHZ, MSP, 2007.

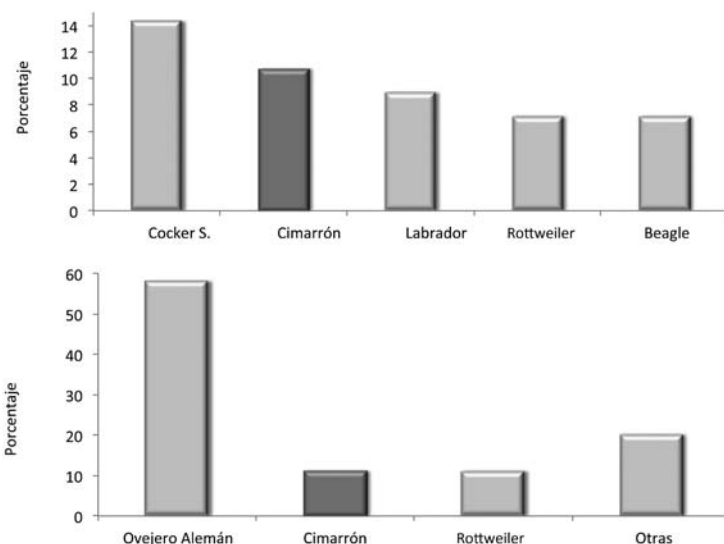
Fuente: elaboración propia con base en datos del CAM, MSP

Del 2005 al 2007 nuestro grupo de trabajo analizó dos tipos de registros: a) RDPC que nos derivaron desde clínicas veterinarias de la ciudad de Montevideo; y b) registros de los datos del CAM, MSP.

El porcentaje de casos de agresividad ubica en segundo lugar a la raza cimarrón, en ambos tipos de registros (figura 5). La raza cimarrón por varias razones (principalmente demográficas), no ha sido considerada en los estudios internacionales de etología clínica, pero claramente en función de los datos observados en nuestro país, toma un importante lugar en las consultas de agresividad, la que debería tenerse en cuenta a la hora de elaborar un perfil comportamental de la raza. El hecho de que la raza cocker ocupe el primer lugar en agresividad hacia personas dentro de las consultas de etología clínica, coincide con los reportes internacionales de los países de Europa y América del Norte. Por otro lado, la raza cocker no aparece en forma frecuente en los registros del CAM, MSP. Esto puede explicarse por varias razones, entre ellas, que es una raza de tamaño mediano y con relación a ello sus ataques o agresiones son de «escasa o poca gravedad», lo que no

motiva a los dueños a que realicen las respectivas denuncias en el CAM, MSP. Sin embargo, estas agresiones de escasa gravedad tienden a continuar con el tiempo, y en este sentido, los propietarios sí se ven motivados a hacer las consultas de etología clínica con los especialistas veterinarios por el problema que genera en su familia, en donde la mayoría de las veces están implicados los niños.

Figura 5. Razas implicadas en agresividad hacia personas



Del 2005 al 2007 en Montevideo: a) RDPCC que nos derivaron desde clínicas veterinarias de la ciudad de Montevideo; y b) registros de los datos del CAM, MSP.

Fuente: elaboración propia con base en datos propios y del CAM, MSP

En el registro de CAM, MSP la raza que aparece en primer lugar es el ovejero alemán, lo cual también concuerda con datos de la literatura internacional, pero como fue mostrado en la figura 4, esta raza es la más frecuente en Montevideo, y por eso es que es necesario evaluar el factor de riesgo asociado a la raza, como lo hemos mencionamos previamente.

Para cada uno de los registros y en función de la frecuencia de las razas en la población canina, se obtuvo el factor de riesgo por raza. En la figura 6a) se observa el factor de riesgo por raza de acuerdo a nuestro registro de RDPCC, y en la figura 6b) se observa el factor de riesgo por raza de acuerdo al registro del CAM, MSP.

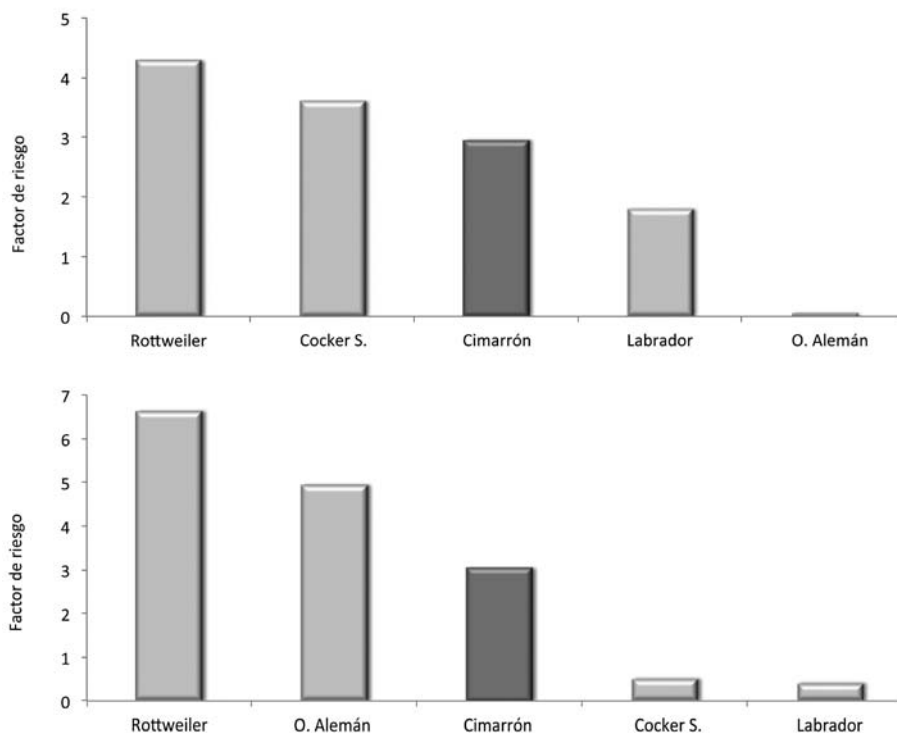
A partir de los datos, se observa que las razas más frecuentes y con mayor riesgo, implicadas en agresividad hacia personas en Montevideo son el rottweiler y el cimarrón. Es interesante la observación de que en dos sistemas diferentes de registros, el factor de riesgo ubica en primer lugar al rottweiler y en tercer lugar al cimarrón.

La importancia del segundo lugar en el factor de riesgo para la raza cocker en nuestras consultas de etología clínica, pero no en el CAM del MSP evidencia

el grado leve de lesiones que esta raza genera, sin embargo, sí se hace evidente la gran inquietud por parte de los dueños en resolver los problemas de agresividad en sus respectivas viviendas.

En el caso del ovejero alemán, más allá de ser la raza más frecuente, igualmente se observó un alto factor de riesgo en CAM, MSP. Esta es una característica conocida de la raza, y se evidencia con relación al tamaño de la misma y al daño que puede generar su mordida. Sin embargo, y a diferencia de la raza cocker, las consultas de agresividad en etología clínica no parecen mostrarla como una raza de alto riesgo.

Figura 6. Resultados del factor de riesgo por raza en Montevideo



A partir de dos registros: a) registros de diagnósticos de nuestras consultas de etología clínica sobre problemas de comportamiento canino (RDPC); y b) registros a partir de los datos del CAM, MSP. Ambos registros se realizaron en el mismo período: 2005-2007.

Fuente: elaboración propia con base en datos del CAM, MSP

Agresividad por miedo

El miedo es la respuesta que el animal manifiesta cuando percibe una situación de amenaza, e incluye los cambios que se generan durante la respuesta de estrés. Esta respuesta comienza una vez que el animal percibe un estímulo como

«estresante» (estresor) y se activa el eje hipotálamo-adrenomedular, produciendo una rápida liberación de catecolaminas (principalmente adrenalina) al torrente sanguíneo. Las catecolaminas generan en el organismo cambios a diferentes niveles, principalmente aumentan la frecuencia cardíaca y la presión arterial, la frecuencia respiratoria, provocan midriasis y piloerección. Además se activa otro eje: el hipotálamo-hipófisis-adrenocortical con la consecuente liberación de corticoides (en los mamíferos principalmente el cortisol). Los corticoides junto con las catecolaminas ayudan a movilizar las reservas de grasas y aumentan los niveles de glucosa en sangre, que en momentos de «estrés» son extremadamente necesarios para el sistema nervioso y todos los sentidos, así como también para los músculos, que ayudarán al animal a hacer frente a la amenaza. Pero además de los cambios metabólicos y fisiológicos conocidos, el miedo también genera cambios rápidos de comportamiento. Es así que muchas veces, los caninos y otros animales bajo situaciones de miedo pueden mostrar comportamientos de tipo sumisos, acompañados de emisión de orina, en los cuales se puede observar las clásicas posturas de la cola entre las patas, las orejas hacia atrás, con el cuerpo retraído y cabeza agachada. En muchas ocasiones, cuando el estímulo de miedo es generado por el humano y el canino se encuentra «acorralado», o sea, sin la posibilidad de escapar o huir de esa situación, es que reacciona con agresión, amenazando o mordiendo directamente a la persona. Es muy importante tener en cuenta la postura que tiene el animal durante estos episodios, ya que es uno de los factores principales en el diagnóstico de este tipo de agresividad.

Dentro de los factores predisponentes, podemos mencionar situaciones traumáticas previas, malas experiencias, pero la literatura indica que la poca o mala socialización durante el momento más sensible del período, desde la tercera hasta la doceava semana de vida, es uno de los factores predisponentes más importantes de la agresividad por miedo.

Cuando se habla de poca o mala socialización, se está diciendo que el canino durante el período descrito ha tenido muy poco o nulo contacto e interacción con otros individuos, ya sean caninos o humanos, y por tanto también con una serie de estímulos auditivos, gestos y con otros tipos de objetos.

Es interesante mencionar el estudio realizado por unos estudiantes en torno al efecto de la socialización sobre el feto en camadas de cimarrón, en el cual algunos cachorros fueron sometidos a un manejo diario durante el mencionado período, y por otro lado otros cachorros no fueron sometidos a tal manejo y por tanto se mantuvieron como grupo control. El manejo consistió en hacerles caricias a los cachorros, presentarles diferentes tipos de juguetes, presentarles otros animales como por ejemplo gatos, hacerles escuchar diferentes tipos de sonidos desde musicales hasta ruidos no tan agradables. Los resultados preliminares mostraron que los cachorros a los que se le realizó el mencionado manejo presentaron menos respuesta de miedo y estrés frente a diferentes tipos de estímulos y personas extrañas comparado con el grupo control, si bien son resultados preliminares las respuestas son claramente diferentes. Por ejemplo, en la camada

sometida a tal manejo cuando la persona o individuo se introdujo al lugar en el que se encontraban los cachorros, estos salieron corriendo y adquirieron la postura de juego al entablar un contacto directo con ese individuo extraño, mientras que en la camada control, los cachorros se dirigieron rápidamente hacia donde se encontraba su madre, escapando del «intruso». Bajo estas condiciones, las probabilidades de que un cachorro con mala socialización pueda presentar agresividad por miedo son superiores a las de los cachorros que mantuvieron una buena socialización. Por estas razones, es muy importante que además del manejo adecuado de la alimentación, sanidad e higiene del cachorro, sea en los criaderos como en los lugares en donde estos cachorros vivan, se realice un correcto período de socialización.

Agresividad territorial

Los aspectos más importantes y que determinan una agresividad territorial, son el hecho de que la agresividad ocurre solamente bajo un determinado espacio o territorio, el que es considerado como «propiedad» del canino y la agresividad se desencadena cuando ese espacio es invadido por una persona extraña o no conocida por el canino. Además de las características del lugar y que las personas son extrañas para el canino, la postura que manifiesta el perro en este tipo de agresividad es claramente del tipo dominante (como se mencionó previamente en agresividad por dominancia; a diferencia de lo que recientemente describimos en la agresividad por miedo, con la clásica postura de sumisión).

Si bien es necesario obtener más datos sobre etología clínica canina con el objetivo de reforzar estos datos preliminares, nuestros primeros resultados sobre agresividad canina parecen indicar que la mayoría de las agresiones presentadas por la raza cimarrón se han caracterizado por dos elementos importantes: primero, las hembras mostraron mayor frecuencia de casos de agresividad que los machos, y en segundo término, que el tipo de agresividad más frecuentemente observado en la raza es justamente la territorial.

Esta información parece estar bien vinculada a los aspectos históricos y de la selección de la raza en nuestro país. En el sitio web de la SCCU, hacen referencia a una frase que fue pronunciada por don José Gervasio Artigas, nuestro prócer, quien expresó: «Cuando me quede sin soldados, pelearé con perros cimarrones». En el mismo espacio, la sociedad dice: «Esperamos que las demás organizaciones que integran la FCI sepan reconocer todas sus virtudes, las cuales lo han colocado en una situación de destaque en nuestro país en distintas actividades, como el trabajo con ganado, la caza mayor (especialmente jabalí), guarda, defensa, y sobre todo como un gran compañero del hombre en todas las actividades en que este lo necesite». Por otro lado, algunos trabajos sobre la raza, han catalogado al cimarrón con buena funcionalidad para «el medio rural y el trabajo con el ganado», pero también destacan las aptitudes para «su uso en la caza mayor, la vigilancia y la defensa». Principalmente estos últimos dos aspectos fueron claramente evidenciados en el presente trabajo, lo que refuerza

las características de comportamiento que se han venido observando en forma empírica por propietarios y criadores en nuestro país.

Bibliografía

- Borchelt P. L. (1983). «Aggressive behavior of dogs kept as companion animals: classification and influence of sex, reproductive status and breed». *Appl. Anim. Ethol.* 10, 45-61.
- Damián J. P.; Belino M.; Ruiz P.; Rijo R.; Rodas E. y Verdes J. M. (2008). «Implicancias de la raza cimarrón en agresividad hacia personas en Montevideo». *IX Simposio Iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos*. Mar del Plata.
- Damián J. P.; Ruiz, P.; Rodas, E. y Verdes, J. M. (2008). «Etología clínica; diagnóstico y tratamiento de agresividad en perros. Primeros datos en Uruguay». *Primer Congreso Latinoamericano de Etología Aplicada*. Montevideo.
- (2007). «Casuística de Agresividad Canina. Primeros datos de Montevideo». *VI Congreso de la Sociedad Uruguaya de Veterinarios Especialista en Pequeños Animales (Supeva)*, Montevideo.
- Fatjó, J.; Ruiz de la Torre, J. L. y Manteca X. (2006). «Epidemiology of small animal behaviour problems in dogs and cats: a survey of veterinary practitioners». *Animal Welfare*, 15: 179-185.
- Reisner, I. R.; Houpt, K. A.; Shofer, F. S. (2005). «National survey of ownerdirected aggression in English Springer Spaniels». *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227 (10), pp 1594-1603.
- Wright, J. C. y Nesselrote, M. S. (1987). «Classification of behavioral problems in dogs: distribution of age, breed, sex and reproductive status». *Applied Animal Behaviour Science*, 19, pp 169-178.
- Manteca Vilanova, Xavier (2003). *Etología clínica veterinaria del perro y del gato*. Barcelona. Multimédica, 3.^a ed.

Recursos electrónicos

Sitio web de la Sociedad de Criadores de Cimarrón Uruguayo: <www.sccu.com.uy/>.

Agradecimientos

Se agradece muy especialmente a Verónica Bonino del Centro de Atención al Mordido, de la Dirección de Epidemiología, Zoonosis y Vectores del MSP y a la Comisión Nacional Honoraria de Zoonosis del MSP por el suministro de los registros a partir de los cuales pudimos obtener los datos presentados en este capítulo.

Parte del trabajo pudo realizarse gracias a la colaboración de Mario Artagaveytia, de la empresa Laor SA.

Los autores agradecen la gran colaboración de los estudiantes de veterinaria Elisa García, Martín Acosta y Analía Soler; a las clínicas veterinarias de Montevideo y a nuestros queridos colegas que nos han derivado muchos de los casos aquí presentados.

Estacionalidad y características reproductivas en perras cimarronas

DANILO FILA¹

Introducción

A pesar de una larga historia de convivencia entre los seres humanos y perros (*Canis familiaris*), todavía hay muchos aspectos de la reproducción canina que no se conocen bien. La domesticación del perro, de su antepasado el lobo, se cree que se ha producido al menos 14.000 años atrás (Vila y col., 1997). Los cambios que se han producido con el tiempo han sido profundos, de la diversidad de tamaño corporal y la forma (del lobo al chihuahua y al san bernardo) así como de comportamiento, la ingesta de alimentos, y patrón reproductivo (Sundqvist y col., 2006).

Antiguamente, las perras se consideraban monoéstricas estacionales, ya que solo tienen un celo por estación reproductiva, con uno a cuatro ciclos estrales por año dependiendo de la edad y del tamaño de la perra (Tedor y Reif, 1978). La perra es monoéstrica, pero con pequeña o nula evidencia de estacionalidad en la mayoría de las razas, excepto las perras de raza basenji (Concannon, 1983). Si bien en general se cree que hay dos estaciones reproductivas por año en los perros, a través de estudios sistemáticos no se ha podido demostrar una distribución bimodal de los períodos estrales. Algunos investigadores han encontrado que el estro ocurre durante todo el año; aunque se observan más ciclos durante la primera mitad del año en comparación con la segunda. Otros encontraron en algunos meses (mayo, julio y octubre) un máximo de actividad estral (Christiansen, 1989). La bibliografía con respecto a este tema es escasa, y en la misma hemos encontrado datos bastante contradictorios.

La estacionalidad de especies caninas ha sido un tema en constante desacuerdo durante muchos años, donde existen grandes contradicciones entre los datos de diferentes autores. La estacionalidad es un atributo de cánidos silvestres como el lobo (*Canis lupus*), coyote norteamericano (*Canis latrans say*), perros salvajes (*Canis azore*, como por ejemplo el perro dingo australiano), así como la raza basenji dentro de los perros domésticos (*Canis familiaris*) (Bouchard y col., 1991). El lobo, el coyote norteamericano y los perros salvajes tienen un celo único durante el

1 Doctor en Medicina Veterinaria, profesor adjunto del Departamento de Reproducción Animal, Facultad de Veterinaria, Udelar.

invierno, pero se ha demostrado que los patrones de ciclicidad estacional en el lobo no se alteran con la pinealectomía o gangliectomía cervical superior (Asa y col., 1987). Sin embargo, existe clara evidencia de que el lobo es sensible al fotoperíodo, teniendo en cuenta los siguientes elementos: presenta una reproducción claramente estacional, los cambios de hemisferio revierten la estación reproductiva en 6 meses, y los períodos estrales ocurren más tardíamente a grandes altitudes (Bouchard y col., 1991).

La reproducción estacional evolucionó en respuesta a las variaciones climáticas y de disposición de alimentos ya que la selección natural favorece la reproducción durante una estación que favorezca el éxito. Se ha estudiado en otras especies domésticas que es la glándula pineal la encargada de procesar la información relativa al fotoperíodo. La información lumínica es transmitida desde las células de la retina del ojo, vía los nervios ópticos al núcleo supraquiasmático (NSQ), localizado en el hipotálamo anterior. El NSQ es el principal centro de generación de ritmos circadianos en los mamíferos (un ritmo circadiano se refiere a un ritmo endógeno cuyo período es similar al de un día solar). La información que sale del NSQ, particularmente aquella concerniente a la medición del tiempo de fotoperíodo, es transmitido vía el núcleo paraventricular y el ganglio cervical superior a la glándula pineal (epífisis cerebral). La señal liberada por la glándula pineal en respuesta al fotoperíodo es endocrina y la hormona melatonina juega un rol crítico en la regulación de la actividad del eje hipotálamo-hipófiso-gonadal (Forsberg, 2002).

Las perras de raza basenji presentan el estro durante el otoño y el mismo es influenciado por el fotoperíodo, comportándose de forma similar a los lobos con el cambio de hemisferio (Fuller, 1956). De hecho, es posible inducir un estro fértil durante el principio del verano disminuyendo la duración del día artificialmente (Bouchard y col., 1991). Roger y colaboradores (1970) pudieron observar en su trabajo que las perras cruce que tenían contribución genética de machos basenji, manifestaron una respuesta estacional en el otoño, con un pico marcado en setiembre y octubre (hemisferio norte). Roberts (1971), citado por Tedor y Reif, concluyó que a pesar de que los ciclos estrales parecen presentarse en cualquier momento del año, existe una inherente preferencia por el final del invierno y el principio de la primavera. En 1978 Tedor y Reif mediante los registros de la American Kennel Club (AKC) (de 1971 a 1973) observaron en su estudio que el período de gestación de las perras es relativamente constante, lo que determina que los patrones estacionales de los nacimientos se basan directamente en estaciones de cría.

En Inglaterra las diferentes latitudes no influyen en la presentación del estro durante el año. Sin embargo, hay una alta frecuencia de estros entre febrero y mayo (Christie y Bell, 1971). Sokolowski y colaboradores (1977), dicen que el efecto de la latitud y el clima sobre la actividad estral podrían servir como una explicación de la disparidad de sus resultados en sus trabajos realizados en Estados Unidos, de aquellos obtenidos en Inglaterra. Varios estudios reflejan un

período de relativa quiescencia en la actividad reproductiva que va desde junio a septiembre (Engle, 1946; Christie y Bell, 1971).

A pesar de que en los datos de Sokolowski y colaboradores (1977), se demuestra que existe actividad estral a lo largo de todo el año, ni la luz natural ni la artificial en este estudio y en uno previo del mismo autor han demostrado ningún efecto sobre la actividad estral.

Según Tedor y Reif (1978), el clima puede influir en la distribución de los partos. En Estados Unidos, en estados cálidos el primer pico debería ser en otoño, mientras que en otros estados más fríos se observaría en primavera. Pero, en 6 estados cálidos estudiados (Florida, Georgia, Alabama, Mississippi, Texas y Louisiana) tuvieron un pico en mayo y uno secundario en diciembre con un valor mínimo en febrero. En los seis estados fríos estudiados (Maine, Wisconsin, Minnesota, Dakota del Norte, Idaho y Montana) también fue mínimo en febrero, pero el pico fue en julio y el secundario en octubre.

La estacionalidad reproductiva en los perros, está basada en factores genéticos y de manejo. Con datos tomados de asociaciones de criadores de perros de raza, con condiciones ambientales y grupos de individuos dispuestos artificialmente, se debería esperar una fuerte influencia de los factores de manejo. Mientras que en Estados Unidos, los períodos estrales caerían en cualquier momento del año, parece haber una inherente preferencia por el final del invierno y principio de la primavera. Es claro que las modificaciones introducidas por los humanos influirían para mantener una oferta de cachorros todo el año, más que a tener una enorme cantidad de cachorros en verano. En Estados Unidos, el pico de pariciones de octubre (otoño) para casi todas las razas puede ser atribuido a los criadores ya que de esta forma se obtienen cachorros de 6 semanas para la navidad (Tedor y Reif, 1978).

En el estudio realizado por Sokolowski y col. (1977) un total de 359 períodos estrales fueron registrados de 57 hembras de 7 razas (caniche, cocker spaniel, basset hound, boston terrier, ovejero alemán, pekines y beagle). La actividad estral por mes para las 7 razas estuvo en un rango que fue de 6,4% en febrero y setiembre a 11,4% en enero y julio; es importante destacar que las perras de todas las razas manifestaron actividad estral en todos los meses del año. La incidencia estacional de los estros dentro y entre las razas no tuvo diferencias significativas. Otra serie de autores han reportado una variación mensual similar en las proporciones de la aparición del estro (Engle, 1946; Smith y Reese, 1968; Rogers y col., 1970; Sokolowski y col., 1977). Bouchard y colaboradores (1991), realizaron un trabajo con 67 perras de 5 razas diferentes durante 4 años, donde no se pudo encontrar un mes específico con una ocurrencia significativamente más alta de estros. Sin embargo cuando se acumulan los datos analizados de todos los años se encuentra una distribución estacional en invierno y verano; lo que no se manifiesta en todos los años evaluados (solo en el 1986 y 1988) si se los observa como años independientes.

Tedor y Reif (1978), realizaron un estudio con un total de 87.880 camadas (de 122 razas diferentes) inscriptas en el AKC durante los años 1971 a 1973. Al estudiar la distribución de los nacimientos en los distintos meses concluyeron que el principal pico de nacimientos fue en la primavera y principios del verano (marzo, abril, mayo, junio y julio), en contraposición a lo que ocurrió en febrero en donde se registran los resultados más bajos de nacimientos. También existió un pequeño pero recurrente incremento en octubre. En los resultados de los meses de marzo a julio y octubre se observó un nivel más alto de lo esperado (8,3%) en los nacimientos. A pesar de los resultados obtenidos en todas las razas, no se encontraron diferencias significativas entre los meses.

Existe una clara imposibilidad de trabajar con toda la población canina del Uruguay, teniendo en cuenta la gran variabilidad de razas existentes a nivel mundial y en nuestro país. Esto traería aparejado una gran variabilidad en el número de datos, debido a que para algunas razas habría un número aceptable y en otras sería escaso. Teniendo en cuenta esta problemática, nuestro trabajo se basó en el estudio de la raza caninas cimarrón, ya que es el único recurso zoogenético local en esta especie y es una raza aprobada por la FCI en el 2005. Además, esta raza se encuentra profundamente ligada a una importante etapa de nuestra historia y tradición. Según los historiadores, basándose en relatos de los siglos XVIII y XIX, esta raza sería el resultado de cruzamientos entre los mastines y lebreles introducidos durante la conquista, descartándose todo vínculo con perros precolombinos (Asunção, 1997).

Objetivos

El objetivo del trabajo fue determinar la presencia o ausencia de estacionalidad reproductiva en perras de la raza cimarrón, en el Uruguay:

- analizar si la variable número de partos se presenta en mayor proporción en alguna estación del año;
- determinar si el tamaño de la camada varía significativamente en alguna estación o en algún mes del año en particular;
- determinar si existe una predominancia de un sexo en particular sobre el otro para algún mes del año;
- determinar la proporción macho/hembra en los distintos meses del año.

Materiales y métodos

Se realizó el estudio retrospectivo de diez años de registros de perras de raza cimarrón de nuestro país. Dichos datos fueron obtenidos a través de la Asociación Rural del Uruguay (ARU), los que consistieron en número de partos, número de cachorros por camada y sexo de los mismos.

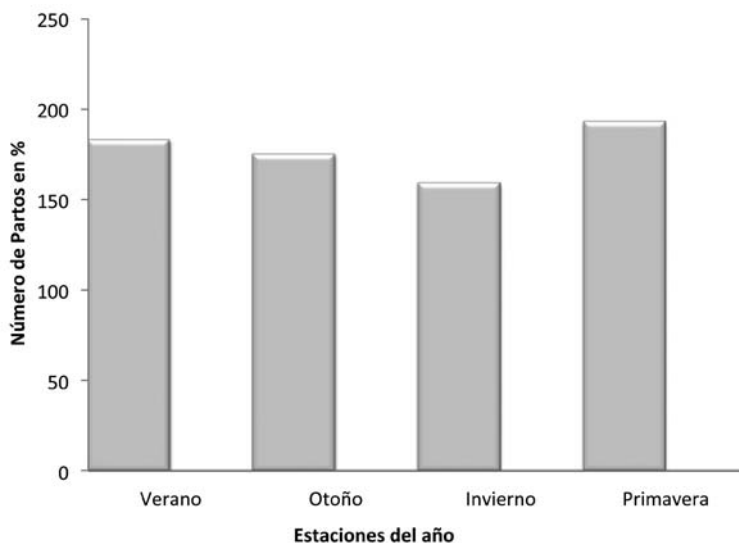
Para verificar si la cantidad de partos en las diferentes estaciones presentaban una distribución uniforme discreta se realizó la prueba de Chi² (Chi cuadrado) con bondad de ajuste. Para estudiar la relación entre tamaño de la camada

(variable dependiente) y las estaciones (variables independientes) se utilizó la prueba de Kruskal Wallis, el cual es un procedimiento estadístico no paramétrico, que permite comparar el comportamiento de una variable cuantitativa (tamaño de la camada) en tres o más grupos distintos (estaciones). Es una alternativa al test de ANOVA cuando no se cumplen los supuestos de normalidad o los desvíos típicos de los distintos grupos son diferentes. Lo mismo fue realizado para estudiar la relación entre el tamaño de la camada y los distintos meses del año. Para determinar si hay relación entre las variables número de cachorros machos y hembras en los distintos meses se realizó la prueba de Chi² (Chi cuadrado) para probar independencia. Se realizó la prueba de comparación de proporciones para estudiar las diferencias entre las proporciones de machos y hembras de ambas razas en los distintos meses. Para todas las pruebas se utilizó un nivel de significación del 5%.

Resultados

Se registraron 710 partos en el período comprendido entre los años evaluados (1997 al 2006), donde se observó que la primavera alcanzó el mayor valor con 193 partos (27,2%), el verano con 183 partos (25,8%), el otoño con 175 partos (24,6%), mientras que el invierno representó el menor valor con 159 partos (22,4%), como se observa en la gráfica 1. La cantidad de partos en las diferentes estaciones del año no presentaron diferencias significativas (Chi² =3,49; p>0,05).

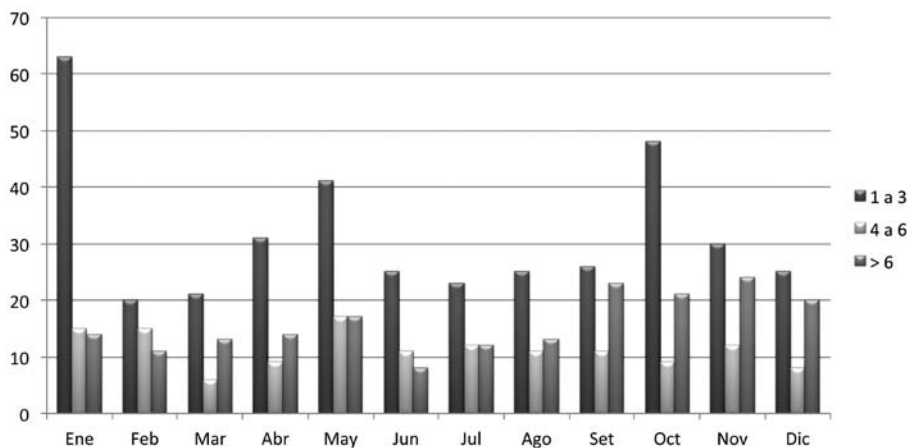
Gráfica 1. Número de partos relacionados con la estación del año



Fuente: elaborado a partir de datos de la investigación de los autores

Se obtuvieron los registros de un total de 710 camadas de cachorros, las cuales se dividieron en tres categorías en función de su tamaño. A las mismas se las relacionó a los meses (gráfica 2) y a las estaciones del año (gráfica 3). Al observar la gráfica 3 es evidente que para todos los meses del año, la categoría Camada con 1 a 3 cachorros, es la que registra el mayor valor.

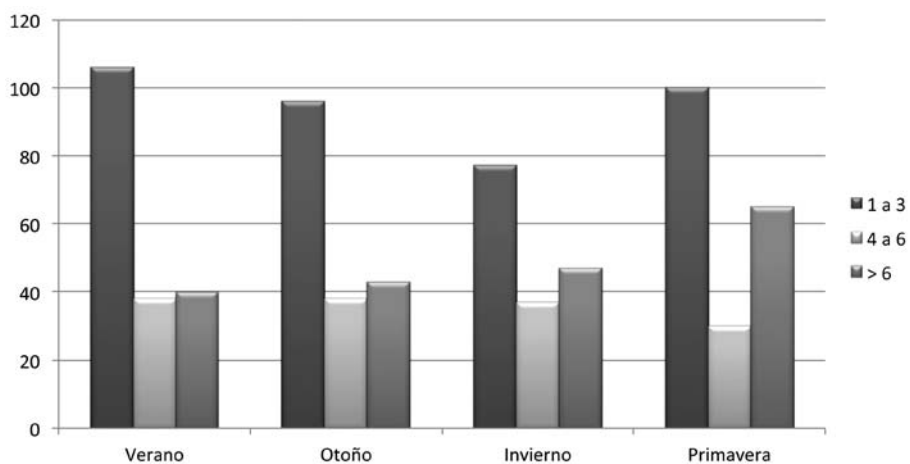
Gráfica 2. Tamaño de la camada relacionada con los meses del año



Fuente: elaborado a partir de datos de la investigación de los autores

Para el análisis de la variable tamaño de la camada en los distintos meses del año se utilizó la prueba de Kruskal Wallis, donde se encontraron diferencias significativas ($\text{Chi}^2=23,62$; $p<0,05$). Sin embargo, al excluirse aquellas camadas formadas por un solo cachorro no se evidenciaron diferencias significativas ($\text{Chi}^2=14,95$; $p>0,05$).

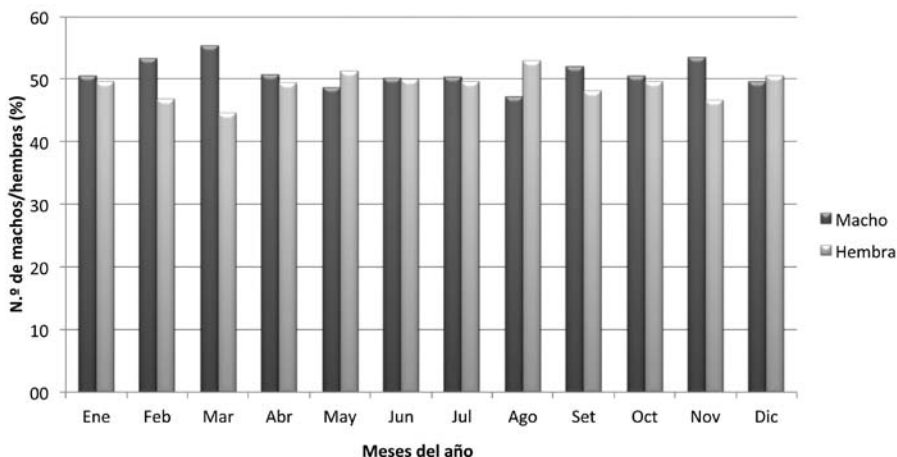
Gráfica 3. Tamaño de la camada relacionada con la estación del año



Fuente: elaborado a partir de datos de la investigación de los autores

Para el análisis de la variable tamaño de la camada en las distintas estaciones del año, se utilizó la prueba de Kruskal Wallis, en la cual no se encontraron diferencias significativas ($\text{Chi}^2=6,34$; $p>0,05$). Al excluirse aquellas camadas formadas por un solo cachorro tampoco se evidenció diferencias significativas ($\text{Chi}^2=5,29$; $p>0,05$).

Gráfica 4. Número de cachorros por sexo



Fuente: elaborado a partir de datos de la investigación de los autores

Se registraron 2872 cachorros entre los años analizados, de los cuales 1461 fueron machos (50,9%) y 1411 fueron hembras (49,1%). Se realizó la prueba de Chi^2 , donde se encontró que la proporción de machos y hembras no difiere para los distintos meses ($p>0,05$). Para determinar que la proporción de machos y hembras fue la misma durante todos los meses, se realizó la prueba de hipótesis bilateral para proporciones. Esta prueba no permitió afirmar la existencia de diferencias significativas entre la proporción de machos y hembras. Los valores p de la prueba para cada mes se indican en la tabla siguiente.

La gráfica 4 permite evidenciar que para todas las estaciones del año, la categoría camada con 1 a 3 cachorros, es la que registra el mayor valor.

Discusión

Al calcular la cantidad de partos registrados en los años evaluados (1997 a 2006) para cada estación se observó que no existieron diferencias significativas entre ellos. A diferencia de nuestros resultados en un estudio realizado por Tedor y Reif (1978) en donde se analizaron los patrones natales de perros registrados en el American Kennel Club desde el año 1971 al 1973 en Estados Unidos, se observó la presencia de dos momentos del año en los que las frecuencias de partos fueron mayor a la probabilidad esperada. La mayor proporción se registró en mayo (primavera en el hemisferio norte) y el segundo momento destacado del

año se observó en octubre (otoño en el hemisferio norte) para casi todas las razas. Esto puede ser atribuido a los criadores, ya que de esta forma se obtienen cachorros de seis semanas para la navidad. La conclusión evidente es que si existiesen patrones estacionales en los nacimientos de los cachorros, se verían influenciados por varios factores: genéticos, de manejo, climáticos y otros del medio ambiente.

Algunos investigadores analizaron patrones de nacimientos en criaderos para estudiar los efectos de las estaciones (Christie y Bell, 1971; Engle, 1946; Prole, 1973; Tedor y Reif, 1978). Estos datos pueden tener limitaciones desde climas fríos hasta muy calurosos, vacaciones, exposiciones de perros, temporadas de caza, y son eventos que pueden afectar a la cría de perros debido al considerable manejo del hombre.

En el estudio realizado por Gavrilovic y colaboradores (2008) donde se trabajó con datos del Swedish Kennel Club (SKK) para la raza drever, se obtuvo un total de 2717 camadas, durante los años 1995 al 2006. Estas se analizaron en conjunto con información más detallada de un criadero privado de perros drever, sobre un total de 285 montas y 224 partos, durante el mismo período de tiempo. Se determinó que la mayoría de los celos ocurrieron durante el invierno y el menor número durante el verano; como consecuencia de ello la mayoría de los partos ocurrieron durante el invierno y la primavera.

Al realizar el análisis estadístico de la variable tamaño de la camada, se observó que en un 42% de los registros de la raza cimarrón, existió un solo cachorro por camada, lo que es biológicamente poco probable, ya que la perra es una especie polítoca por excelencia y existen estudios realizados que indican que razas de gran alzada, como las que estudiamos, presentan generalmente camadas más numerosas (Tedor y Reif, 1978). Esto se puede explicar basados en que no todos los cachorros nacidos, son registrados debido al costo económico que tiene este procedimiento; otro motivo es que los cachorros, en muchas oportunidades, son registrados por sus dueños luego de ocurrida la venta. Por esta razón es que a la hora de analizar la variable con base en los meses y estaciones del año, se optó por realizar el estudio incluyendo y excluyendo a aquellas camadas integradas por un solo cachorro. Al analizar dicha variable en relación con los meses del año para la raza cimarrón, tomando en cuenta aquellas camadas que contaron con un único registro, se encontraron diferencias significativas.

Al discriminar el número de cachorros por sexo observamos la misma proporción de machos que de hembras. Esto aporta validez a nuestro estudio debido a que se asemeja a una población ideal.

Tedor y Reif (1978) al unificar los datos de todas las razas, concluyeron que no hay diferencia significativa en la relación macho/hembra. Sin embargo, dicha relación en algunas razas de mayor alzada (ovejero alemán, labrador, weimaraner, etcétera) presentaron un número mayor de machos de lo esperado. En contraste con esto, razas de menor alzada (beagle, caniche, chihuahua, dachshund, etcétera) presentaron un número menor de machos de los esperados.

Una posible explicación a la tendencia de mayor cantidad de machos en razas grandes está basada en la hipótesis de los genes letales unidos al cromosoma X , ya que si el gen letal unido al cromosoma X prevalece en razas grandes, más hembras que machos morirán *in utero* resultando en un exceso de nacimientos de machos.

Con respecto a la muestra, consideramos que es difícil saber si la misma es representativa de la población, ya que ni siquiera tenemos una mera estimación del número total de perras de cada una de estas razas en nuestro país.

Además, la misma solo toma en cuenta a aquellos animales de pedigrí registrados en la ARU, sin considerar a los inscriptos únicamente en el Kennel (esto se debió a que no pudimos tener acceso a dicha información). Hubiese sido importante contar con esta información ya que de esta manera nos aproximaríamos a obtener registros más reales, debido a que tendríamos un número mayor de estos, y además porque uno de los requisitos para la inscripción de los cachorros en el Kennel es registrar a la totalidad de la camada, a diferencia de lo que ocurre en la ARU.

Existen varios datos que de haber podido contar con ellos hubieran enriquecido aun más nuestro trabajo, como ser: información referente a la edad de las madres, porcentaje de muerte neonatal por camada, información sobre el medio ambiente de los animales (alimentación, horas luz, viviendas versus caniles al aire libre, densidad de animales por criadero, entre otros).

Nuestros datos no nos arrojan información de todos los celos ocurridos, ya que los criadores pueden elegir cuándo preñar a sus reproductoras, en donde toma un rol preponderante el manejo reproductivo aplicado (tratamientos hormonales, elección de un macho en particular o de una fecha de parto conveniente, etcétera).

De todos modos luego de habernos planteado todas las limitaciones con las que nos enfrentamos creemos que la muestra con la que trabajamos es conveniente, ya que no hubo otra forma de obtener la información necesaria para estudiar las distintas variables planteadas. Tal vez, lo ideal surgiría de un censo poblacional donde se incluyera información concerniente a las mascotas, pero lamentablemente esta información no está disponible.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos de las tres variables en estudio, podemos concluir que no existe estacionalidad reproductiva para nuestra muestra.

A pesar de que esperábamos encontrar una concentración de partos en momentos claves del año como ser en la primavera, o al final de año (por la venta de cachorros debido a épocas festivas), esto no fue lo registrado en nuestros datos. Lo anteriormente citado nos lleva a cuestionarnos cuánto de esto es debido al manejo por parte del hombre, ya que tal vez sea más conveniente para el criador poder contar con cachorros para la venta durante todo el año.

Es claro que este estudio no se puede generalizar para todas las perras de raza cimarrón y ovejero alemán del Uruguay debido a las limitaciones que presentó nuestra muestra (citadas previamente)

Bibliografía

- Asa, C. S.; Seal, U. S.; Letrllier, M.; Plotka, E. D. y Peterson, E. K. (1987) «Pinelectomy or superior cervical ganglionectomy do not alter reproduction in the wolf (*Canis Lupus*)». *Biology of Reproduction*; 37: 14-21.
- Assunção, F. (1997) «El perro cimarrón». *Revista del Instituto Nacional Histórico y Geográfico del Uruguay*; 27: 23-72.
- Bouchard, G.; Youngquist, R. S.; Vaillancourt, D.; Krause, G. F.; Guay, P. y Paradis, M. (1991) «Seasonality and variability of the interestrous interval in the bitch». *Theriogenology*; 36(1): 41-50.
- Concannon, P. W. (1983) «Reproductive physiology and endocrine patterns of the bitch». En: Kirk, R. W., *Current Veterinary Therapy. VIII Small animal practice*. W. B. Saunders Company. Philadelphia.
- Christiansen, I. J. (1989) «Ginecología de la hembra normal». En: Christiansen, I. J., *Reproducción en el perro y en el gato*. Intervet. Buenos Aires.
- Christie, D. W. y Bell, E. T. (1971) «Some observations on the seasonal incidence and frequency of estrus in breeding bitches in Britain». *Journal of Small Animal Practice*; 12: 159-167.
- Engle, E. T. (1946) «No seasonal breeding cycle in dogs». *Journal of Mammalogy*; 27: 79-81.
- Esquivel, C. F. (2004) «Endocrinología y fisiopatología de la hembra canina». En: Gobello, C., *Temas de reproducción de caninos y felinos por autores latinoamericanos*. Intervet. Buenos Aires.
- Ferrán Aranaz, M. (2001) *SPSS® para Windows®. Análisis estadístico*. McGraw Hill/ Interamericana. Madrid.
- Fila, D. y Berglavaz, A. (2002) «Fisiología reproductiva de la perra». En: Ungerfeld, R., *Reproducción en los animales domésticos*. Melibea. Montevideo.
- Forsberg, M. (2002) «Estacionalidad reproductiva: el significado de la luz». En: Ungerfeld, R., *Reproducción en los animales domésticos*. Melibea. Montevideo.
- Fuller, J. L. (1956) «Photoperiodic control of estrus in the Basenji». *Journal of Heredity*; 47: 179-180.
- Gavrilovic, B. B.; Andersson, K. y Forsberg, C. L. (2008) «Reproductive patterns in the domestic dog; a retrospective study with the Drever breed as model». Disponible en <www.sciencedirect.com>, consultado el 20/9/2008.
- Jeffcoate, I. (2000) «Fisiología y endocrinología de la reproducción en la perra». En: Simpson, G. M.; England, G. C. W. y Harvey, M. J., *Manual de reproducción y neonatología en pequeños animales*. Ediciones S. Barcelona.
- Mendenhall III, W.; Wackerly, D. D. y Scheaffer, R. L. (2002) *Estadística matemática con aplicaciones*. Cengage Learning Editores. México DF.
- Pérez López, C. (2004) *Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS®*. Pearson Educación. Madrid.
- Prole, J. H. B. (1973) «Some observations on the physiology of reproduction in the Greyhound bitch». *Journal of Small Animal Practice*; 14: 781-784.

- Rogers, A. I.; Templeton, J. W. y Stewart, A. P. (1970) «Preliminary observations of estrous cycles in large, colony raised laboratory dogs». *Laboratory Animal Care*; 20(6): 1133-1136.
- Sokolowski, J. H.; Stover, D. G. y Van Ravenswaay, F. (1977) «Seasonal incidence of estrous and interestrous interval for bitches of seven breeds». *Journal of the American Veterinary Medical Association*; 171(3): 271-273.
- Sorribas, C. E. (2000) «Ciclo estroal». En: Sorribas, C. E., *Reproducción en los animales pequeños*. 2.^a ed. Intermédica. Buenos Aires.
- Smith, W. C.; Reese, W. C. (1968) «Characteristics of a beagle colony». *Laboratory Animal Care*; 18(6): 602-606.
- Sundqvist, A. K.; Bjornerfeldt, S.; Leonard, J. A.; Hailer, F.; Hedhammar, A. y Ellegren, H. (2006) «Unequal contribution of sexes in the origin of dog breeds». *Genetics*; 172: 1121-1128.
- Tedor, J. B. y Reif, J. S. (1978) «Natal Patterns Among Registered Dogs in the United States». *Journal of American Veterinary Medical Association*; 172(10): 1179-1185.
- Vila, C.; Savolainen, P.; Maldonado, J. E.; Amorim, I. R.; Rice, J. E. y Honeycutt, R. L. (1997) «Multiple and ancient origins of the domestic dog». *Science*; 276: 1687-1689.
- Wanke, M. M. y Gobello, C. (2006) «Ciclo Estroal Canino». En: Wanke, M. M. y Gobello, C. *Reproducción en caninos y felinos domésticos*. Intermédica. Buenos Aires.

Diagnóstico genético de las anomalías del desarrollo sexual en caninos

RODY ARTIGAS¹

MARÍA MONTENEGRO²

SILVIA LLAMBÍ³

Introducción

El desarrollo sexual normal de los animales domésticos es un proceso complejo que depende de tres etapas sucesivas: establecimiento del sexo cromosómico; establecimiento del sexo gonadal y establecimiento del sexo fenotípico, donde cada etapa necesita de la correcta terminación del paso anterior (Meyers-Wallen, 2001).

Cromosómicamente, las hembras caninas presentan una fórmula cariotípica de $2n=78, XX$ y los machos $2n=78, XY$, siendo el cromosoma Y el responsable de la determinación sexual. Esta diferencia se establece desde la fecundación, determinándose el sexo cromosómico del animal que en etapas posteriores dará lugar a la diferenciación de la gónada embrionaria y por último al establecimiento del sexo fenotípico. En fases tempranas del desarrollo, la gónada embrionaria permanece indiferenciada siendo fundamentales la presencia de señales «masculinizantes» que permitan su diferenciación en testículo, puesto que aparentemente, la formación de ovario sería el camino programado por defecto. El mecanismo genético de diferenciación sexual en mamíferos es un proceso complejo; siendo necesaria la acción coordinada de varios genes a diferentes niveles del desarrollo, estableciéndose una cascada génica.

La presencia del gen *SRY* y su correcto funcionamiento, son la clave del desarrollo sexual normal. Este gen se encuentra exclusivamente en la región específica del cromosoma Y y codifica un producto denominado factor de la determinación testicular (TDF por su nombre en inglés) que obliga al tejido gonadal indiferenciado del embrión a formar el testículo. El gen *SRY* ha sido mapeado por la técnica de hibridación *in situ* fluorescente (FISH por su nombre en inglés) en el brazo p del cromosoma Y , muy próximo a la región pseudoautosómica.

¹ Bachiller en Veterinaria. Ayudante del Área Genética, Facultad de Veterinaria, Udelar.

² Licenciada Msc. en Biología. Ayudante del Área Genética, Facultad de Veterinaria, Udelar.

³ Doctora en Veterinaria, profesora agregada del Área Genética, Facultad de Veterinaria, Udelar.

Este, se encuentra en lo más alto de la cascada génica y actúa como un interruptor que activa a todos los demás genes autosómicos subordinados.

Una vez diferenciado, el testículo fetal produce dos hormonas de gran importancia, la hormona anti-Mülleriana y la testosterona fetal, responsables de la diferenciación de los conductos internos, órganos sexuales accesorios y genitales externos (Meyers-Wallen, 2001) que llevan a la consolidación del sexo fenotípico masculino.

Muchas alteraciones en el desarrollo sexual han sido reportadas, observándose animales con características sexuales ambiguas, desde hermafroditas verdaderos (animales con desarrollo de ambos aparatos genitales) hasta pseudohermafroditas con predominio de las características sexuales masculinas o femeninas (pseudohermafroditas masculinos o femeninos respectivamente). Muchas de estas patologías pueden ser explicadas por alteraciones en el complemento cromosómico, se pueden mencionar casos de individuos aneuploides $77, X_0$; $79, XXX$ y $79, XXY$. Los animales X_0 y XXX han sido descritos como hembras, en tanto que los XXY son machos. Otras alteraciones relacionadas con intersexualidad son los mosaicos cromosómicos, siendo las fórmulas más frecuentes $78, XX/77, X_0, 78; XY/77, X_0$ y $78, XY/79, XXY$ así como el quimerismo $78, XX/78, XY$.

No siempre las alteraciones cromosómicas explican el fenotipo intersexual, han sido bien documentadas situaciones en las que el complemento cromosómico no se condice con el sexo fenotípico; tal es el caso de machos $2n=78, XX$ o hembras $2n=78, XY$. Su origen corresponde a errores durante la meiosis del macho, donde por un apareamiento desplazado de los cromosomas sexuales, es posible que el cromosoma X se lleve al gen SRY , dada su proximidad con la región pseudoautosómica. El gameto portador del cromosoma X con el gen SRY dará lugar luego de la fecundación a animales cromosómicamente hembras pero que gracias a la presencia del SRY se desarrollarán como machos. Una situación similar ocurre con el gameto portador del cromosoma Y delecionado para el gen, luego de la fecundación se producirá un embrión XY , cromosómicamente macho que se desarrollará como hembra.

Habitualmente en la clínica diaria, son motivo de consulta perras con anestro continuo (no entran en celo), animales infértiles, o malformaciones en el aparato genital (vagina en fondo de saco, clítoris hipertrofiado y piriforme, hipospadias, critorquidismo uni y bilateral, etcétera) que pueden responder a las alteraciones genéticas previamente mencionadas.

Diagnóstico de las alteraciones del desarrollo sexual

El diagnóstico genético de las alteraciones de la diferenciación sexual puede realizarse mediante dos aproximaciones:

1. análisis citogenético de los animales afectados;
2. aplicación de técnicas de la genética molecular orientadas a la detección del gen SRY .

Análisis citogenético

El análisis citogenético nos permite identificar alteraciones a nivel del cariotipo normal de los animales. Para esto es necesario realizar cultivos celulares para que el número de células en división sea suficientemente alto. A este propósito el cultivo primario de linfocitos a partir de sangre periférica es el de elección.

Las muestras sanguíneas (aproximadamente 5 cm) serán tomadas en condiciones asépticas por venocleisis de la vena braquicefálica, con jeringa (previamente heparinizada) y aguja estéril. Las muestras debidamente identificadas serán remitidas al laboratorio de diagnóstico bajo condiciones de refrigeración y nunca congeladas dentro de las 24 horas de extraídas. Deberá acompañar la muestra una planilla conteniendo datos del animal, del propietario, del veterinario actuante y una historia clínica reducida.

Una vez en el laboratorio, las muestras serán sembradas en medios completos (RPMI 1640) suplementado con suero fetal bovino (1%), antibióticos (penicilina-estreptomicina) y un agente mitógeno (fitohemaglutinina). Las muestras serán cultivadas durante 72 horas en estufa de cultivo a 38°C; 30 minutos previos a la finalización del cultivo se incorporará un agente citostático (colchicina; colcemid) a los efectos de detener el ciclo celular en metafase, momento de mayor condensación e individualización cromosómica.

Figura 1. Técnica básica del cultivo linfocitario



Fuente: elaborado propia

Transcurrido el tiempo, los glóbulos blancos serán aislados por centrifugación a 800 RPM por 10 minutos. Choque hipotónico en solución de KCl 0,07N por 30 minutos seguido de fijación celular en solución Carnoy (metanol: ácido acético 3:1). Las preparaciones serán realizadas sobre portaobjetos reservados en metanol helado, fijadas a la llama y teñidas con Giemsa 5%. Las mismas se

explorarán con microscopio óptico, de preferencia asociado a un software de captura de imagen, analizando no menos de 50 metafases por preparación para realizar un diagnóstico citogenético certero. Sin embargo, algunos autores recomiendan la observación de no menos de 90 metafases, puesto que hay líneas con números cromosómicos anómalos como la 77, X_0 que pueden encontrarse en muy baja frecuencia. En la figura 1 se resume a grandes rasgos la técnica básica del cultivo linfocitario.

Aplicación de técnicas de la genética molecular orientadas a la detección del gen SRY

La utilización de técnicas moleculares constituye un abordaje complementario de los estudios citogenéticos. La identificación de secuencias de ADN diferenciales del cromosoma Y representa una estrategia indirecta para determinar su presencia. Uno de los marcadores más utilizados en este sentido es el gen *SRY*. La utilización de este marcador y no de otro dentro del mismo cromosoma, ofrece ventajas tangibles en lo que respecta al diagnóstico de machos cromosómicamente 78, XX y hembras 77, XY .

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) es una técnica molecular que me permite aislar y amplificar en forma exponencial un segmento nucleotídico dentro de la cadena de ADN, aun partiendo de cantidades infinitesimales mediante el uso de un termociclador automatizado, capaz de ser programado por el operador.

Utilizando *primers* específicos es posible amplificar por PCR fragmentos del gen *SRY* si este está presente, siendo necesaria la realización de una electroforesis posterior para visualizar el fragmento amplificado. Estas técnicas nos permiten determinar la presencia del cromosoma Y en un animal con fenotipo intersexuado, pero no su complemento cromosómico. Es decir, no podemos diferenciar un animal 79, XXY de un mosaico 78 XY /77 X_0 o de una quimera 78, XX /78, XY . Por lo que los estudios citogenéticos continúan siendo necesarios y la PCR funciona como un complemento. No obstante, su alta sensibilidad y especificidad nos permite detectar líneas celulares XY aun cuando estas se encuentren en muy baja frecuencia y pasen desapercibidas para el análisis citogenético.

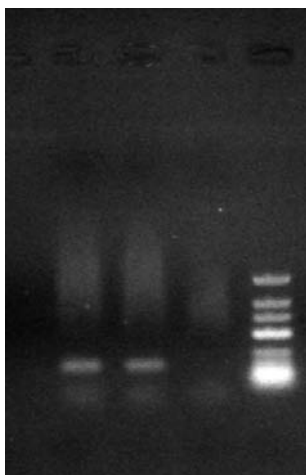
La técnica de amplificación del gen *SRY* representa un valioso recurso cuando el cariotipo del animal no muestra alteraciones, pero sin embargo, el sexo cromosómico no se corresponde con el fenotípico. Tal es el caso de los machos 78, XX y las hembras 78, XY . En los primeros el gen *SRY* puede ser amplificado en tanto que en los segundos la reacción de amplificación resulta negativa, lo que explicaría la incongruencia cromosómica con respecto al sexo fenotípico.

A pesar de la alta sensibilidad de la técnica de PCR para la amplificación del gen *SRY*, es necesario utilizar rigurosos controles de animales normales (macho y hembra) a los efectos de evitar posibles falsos positivos y negativos producto de errores durante la manipulación. A continuación (figura 2) se muestra una corrida electroforética del producto de amplificación del gen *SRY* en un caso

de pseudohermafroditismo femenino en canino, cuyo complemento cromosómico fue 78, XY/77, X0.

En nuestro laboratorio, recientemente hemos diseñado un protocolo molecular de diagnóstico que nos permite detectar en tiempo real la presencia de secuencias específicas del cromosoma sexual *Y*. Este protocolo acorta sustancialmente los tiempos diagnósticos, aumentando aún más la sensibilidad de las pruebas, eliminando por completo el paso de electroforesis en gel para visualizar los resultados.

Figura 2. Electroforesis en gel de agarosa al 2% del producto de amplificación para el gen *SRY* canino



Calle 1: Pseudohermafrodita femenino;
Calle 2: Macho normal; Calle 3: hembra normal.

Fuente: elaboración propia

Utilizando la secuencia disponible del gen *SRY*, hemos diseñado *primers* específicos para su amplificación mediante la PCR en tiempo real (RT-PCR). La técnica de PCR en tiempo real combina un termociclador con un espectrofotómetro incorporado y un equipo informático con software y monitor (figura 3).

Básicamente la técnica se basa en la PCR convencional a la que se le agrega un agente intercalante fluorescente (SYBR Green). Un rayo láser excitador es transmitido a la muestra por una fibra óptica, de modo que el agente intercalado emite fluorescencia. Esta es leída por el espectrofotómetro al final de cada ciclo visualizándose en el monitor como una curva de amplificación. A mayor cantidad de ADN, más cantidad de agente fluorescente se intercala y en consecuencia mayor fluorescencia se emite; por lo que es posible ver desde etapas tempranas la amplificación de nuestras muestras para el gen *SRY*.

Figura 3. Equipo de Real Time PCR, Laboratorio de técnicas nucleares, Facultad de Veterinaria, Udelar



Fuente: elaboración propia

A continuación se muestran, en la figura 4, las curvas de amplificación transformadas para el gen *SRY* en el mismo caso de pseudohermafroditismo femenino descrito anteriormente.

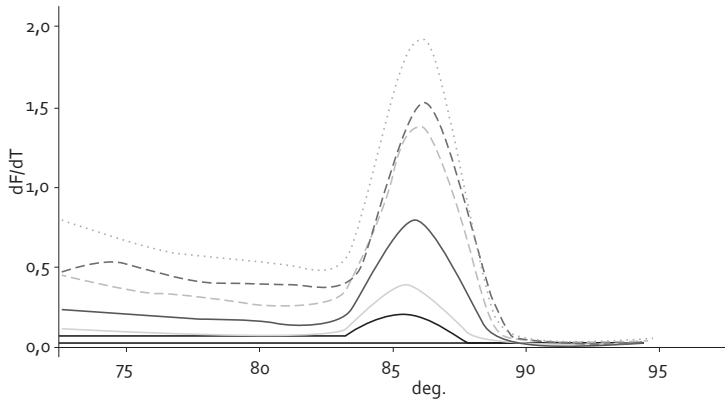
En esta experiencia se utilizaron dos caninos machos normales citogenéticamente como controles positivos (C. Macho N₁ y C. Macho N₂) y una hembra también normal citogenéticamente como control negativo (C. Hembra N.).

Nótese cómo los machos normales y el animal intersexuado presentan curvas de amplificación distribuidas en torno a un valor central de 86°C (correspondiente a un valor teórico calculado que determina que el fragmento amplificado es el mismo en las tres muestras). La diferencia en la altura de las curvas corresponde a diferencias en la concentración inicial de ADN contenido en cada muestra. La hembra normal no muestra amplificación en ningún momento durante el transcurso del programa de termociclado.

El tiempo requerido para obtener un resultado por esta técnica es de 2 horas y 20 minutos, claramente inferior a las 72 horas requeridas para los estudios citogenéticos y a las 4 horas requeridas para la PCR convencional para el gen *SRY*.

El protocolo de amplificación del gen *SRY* por la técnica de PCR en tiempo real, constituye una alternativa altamente sensible, específica, rápida y muy eficiente para el diagnóstico genético de casos de intersexualidad en animales domésticos como enfoque molecular integrado a los estudios citogenéticos.

Figura 4. Curvas de amplificación del gen *SRY* canino transformadas a curvas de *melting* para un caso de mosaicismo 78,XY/77,Xo



n.º	Color	Nombre	Genotipo	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
1	--	c 44		74,2	86,3	90,8	92,5
3	—	c 4		77,8	81,8	86,8	91,7
4	CA intersexo		86,0			
5	- - -	CA intersexo		86,0			
6	—	C36macho		73,5	81,5	85,5	91,5
7	—	C 2macho		78,5	86,0	90,7	
8	—	CAchelexintersex		81,5	85,5		

Fuente: elaboración propia

Bibliografía

- Artigas, R.; Gagliardi, R. y Llambí, S. (2009) «Identificación de secuencias específicas del cromosoma sexual *Y* en animales intersexuados (bovinos y caninos) mediante la técnica de Real time PCR». *VI Jornadas técnicas de la Facultad de Veterinaria*, Montevideo, Udelar.
- Giovambattista, G. y García, P. (2010) *Genética de animales domésticos*, 1.ª ed. Intermédica. Buenos Aires.
- Klug, W. y Cummings, M. (1999) *Conceptos de Genética*. Printice Hall. Madrid.
- Meyers-Wallen, V. N. (2001), en Concannon, P. W.; England, G. y Verstegen, J. (eds.) *Recent Advances in Small Animal Reproduction*, Ithaca, International Veterinary Information Service (<www.ivis.org>), disponible en <<http://www.ivis.org/advances/concannon/meyers/ivis.pdf>>, consultado en julio de 2011.

Estudio ecocardiográfico en la raza cimarrón

ANDRÉS BENECH¹

INÉS PISÓN²

PABLO SEHABIAGA, GUSTAVO JIMÉNEZ Y SEBASTIÁN ROSSI³

La ecocardiografía es un método no invasivo que estudia el corazón en funcionamiento, permitiendo la detección de alteraciones anatómicas y funcionales de las cámaras cardíacas, paredes, válvulas y grandes vasos en imágenes dinámicas en tiempo real. A partir de las medidas ecocardiográficas, es posible realizar el cálculo de índices funcionales que valoran aspectos hemodinámicos tales como fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo, volumen de cámara izquierda en sístole y diástole y fracción eyectiva. Las dimensiones cardíacas y algunas funciones cardiovasculares como el gasto cardíaco, se relacionan con el peso vivo y área corporal. Con base en estas observaciones, diferentes autores han confeccionado tablas de parámetros ecocardiográficos para el perro normal de acuerdo al peso vivo, las cuales son utilizadas para compararlas con las medidas obtenidas de un perro con sospecha de enfermedad cardíaca y determinar si existen, en este animal, modificaciones en las dimensiones de las cámaras cardíacas o del espesor de las paredes. En estas primeras tablas no se diferenciaba por raza ni por sexo, sin embargo Morrison y col. (1992) determinaron que la raza es capaz de influir sobre el tamaño cardíaco. En los últimos años se han publicado trabajos orientados a la caracterización de los parámetros ecocardiográficos específicos de razas tales como dogo de Burdeos (Hollmer y col., 2008), golden retriever (Pellegrino y col., 2007), caniche (Jun Yamato y col., 2006), ovejero alemán (Lázaro Muzzi y col., 2006; Kayar y col., 2006), english bull terrier (O'Leary y col., 2003), whippet (Della Torre y col., 2000), irish wolfhound (Vollmar, 1999) y beagle (Crippa y col., 1992). En el entendido que la raza cimarrón uruguaya es la única raza canina autóctona del país y sabiendo que en los últimos años esta raza ha despertado un interés creciente en cinófilos, existiendo ejemplares en muchos países (*Perros del Uruguay*, 2006), el objetivo del presente trabajo es establecer el rango normal de los parámetros cardíacos en la raza

1 Profesor Agregado en la Clínica de Pequeños Animales, Centro Hospital Veterinario, Facultad de Veterinaria, Udelar.

2 Asistente de la Unidad de Imagenología, Centro Hospital Veterinario, Facultad de Veterinaria, Udelar.

3 Ayudantes de investigación.

cimarrón mediante ecocardiografía bidimensional y en modo M y así contribuir a su caracterización.

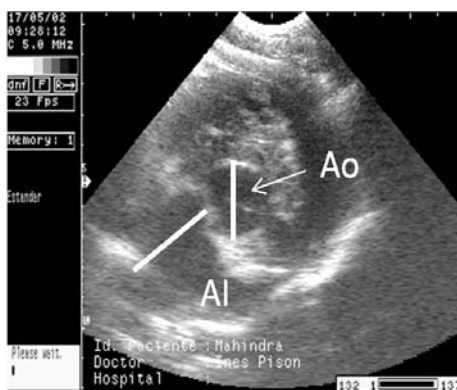
El protocolo experimental se llevó a cabo en la Unidad de Imagenología del Hospital de la Facultad de Veterinaria y en criaderos particulares. Se utilizaron 48 perros de la raza cimarrón uruguayo (inscritos en el KCU), 18 machos y 30 hembras, clínicamente sanos, entre 1,5 y 5 años de edad. Como medidas de tamaño corporal se valoraron peso vivo (PV) y circunferencia torácica (CT). El PV se registró mediante balanza digital (J. Ship-2650, Negri, Quartino & Ferraro SA) con un rango de peso de 0 a 150kg y una sensibilidad de 0,1kg y la CT se midió con cinta métrica flexible con apreciación de 1 mm en el animal de pie, a la altura de la cruz, tomando como referencia el olécranon (codo) en ambos lados del tórax (foto 1).

Foto 1



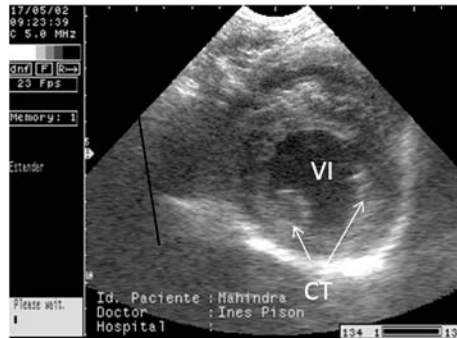
Registro de peso vivo (kg) y circunferencia torácica (cm) en un ejemplar macho de la raza cimarrón media \pm DS (mm)

Figura 1



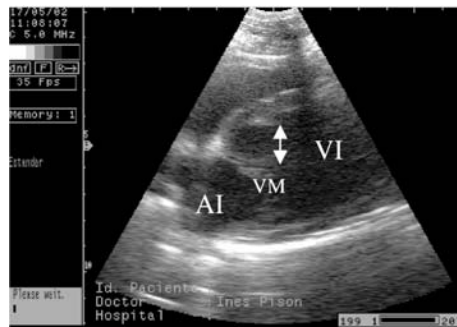
Corte transversal del corazón a nivel del anillo aórtico, donde se realiza la medida de anillo aórtico y atrio izquierdo en modo B

Figura 2



Corte transversal del ventrículo izquierdo (VI) a nivel de las cuerdas tendinosas (CT), a partir del cual se realiza el trazado en modo M para obtener las medidas en sístole y diástole de VI, de la pared libre de VI, del tabique interventricular en sístole y de la cavidad del VD.

Figura 3



Corte longitudinal de VI donde se aprecia el recorrido de la valva septal de la mitral (VM) a partir del cual se obtiene la medida de la distancia del punto E (máxima apertura de la valva septal de la mitral) al tabique interventricular. AI: Atrio izquierdo, VI: Ventrículo izquierdo, VM: Válvula mitral, doble flecha: distancia entre el punto E y el septum interventricular.

El estudio ecocardiográfico se realizó utilizando un ecógrafo Pie Medical 100 FalcoVet y sonda de 5 MHz y 7,5 MHz, en modo B y M, siguiendo las directivas de la American Society for Echocardiography (Thomas y col., 1995).

Los parámetros ecocardiográficos obtenidos fueron:

1. anillo aórtico y atrio izquierdo en modo B (figura 1);
2. cavidad del ventrículo izquierdo en diástole y en sístole (figura 2);
3. pared libre de VI en diástole y en sístole (figura 2);
4. tabique interventricular en diástole y en sístole (figura 2);
5. cavidad del ventrículo derecho en diástole y en sístole (figura 2);
6. pared libre de ventrículo derecho en diástole y en sístole (figura 2);

7. distancia desde el punto E al *septum* interventricular (figura 3);
8. frecuencia cardíaca (FC, lat/min), obtenida mediante el *software* del equipo.

Durante el estudio ecocardiográfico los animales fueron colocados en decúbito lateral sobre la mesa examinadora, sujetos por sus dueños, no siendo necesaria la utilización de fármacos tranquilizantes (foto 2).

Foto 2



Estudio ecocardiográfico utilizando una mesa especialmente adaptada para introducir la sonda por debajo del animal

A partir de las medidas obtenidas se calculó:

- fracción de acortamiento del VI: FA (%) = $(VID - VIS) / VID \times 100$;
- fracción de eyección del VI: FE (%) = $(VID^3 - VIS^3) / VID^3 \times 100$;
- volumen de VI en diástole (VVID) y en sístole (VVIS), se calcularon mediante la fórmula cúbica de Teicholz: $VVID = 7 \times (VID)^3 / 2.4 + VID$ (ml) y $VVIS = 7 \times (VIS)^3 / 2.4 + VIS$ (ml);
- volumen de eyección sistólica: VES (ml) = Volumen VID (VVID) – Volumen VIS (VVIS);
- gasto cardíaco: GC (l/m) = VES x FC.

En esta raza se encontró una diferencia de tamaño corporal entre machos y hembras muy significativa ($p < 0,001$), determinada por las dos variables estudiadas: peso vivo y circunferencia torácica. La tabla 1 muestra los parámetros ecocardiográficos discriminados por sexo. La diferencia de tamaño corporal entre géneros dentro de la misma raza es común en el perro y fue reportado por Kayar y col. (2006) en un estudio de caracterización ecocardiográfica en el ovejero alemán, pero no fue descrita en otras razas como el irish wolfhound (Vollmar, 1999) y beagle, (Crippa y col., 1992) y caniche (Jun Yamato 2006).

Por otro lado, Morrison y col. (1992) observaron en perros sanos de cuatro razas diferentes que la conformación torácica tiene influencia sobre los parámetros ecocardiográficos. En este sentido, en el presente trabajo encontramos que la circunferencia torácica de los machos fue significativamente mayor que la de las hembras. Esta diferencia, sumada a la diferencia de peso, podrían ser

las causas de que los parámetros ecocardiográficos sean mayores en los machos. Restaría determinar si esta diferencia entre sexo desaparece al considerar animales dentro del mismo rango de peso corporal. El número de machos y hembras con que contamos para este trabajo no nos permitió hacer este estudio.

Las variables que no mostraron diferencias entre los sexos fueron las relativas a ventrículo derecho (cavidad ventricular en sístole y en diástole y la pared libre del VD en sístole y en diástole) y la distancia desde el punto E (de apertura máxima de la valva septal izquierda) al tabique (*septum*) interventricular.

Tabla 1. Parámetros ecocardiográficos de perros de la raza cimarrón uruguaya, expresados en media \pm DS (mm)

Variante	n.º	Valor en machos	n.º	Valor en hembras
PV (kg)*	21	40,1 \pm 4,8	42	33,7 \pm 5,7
CT (cm)*	21	83,6 \pm 6	42	79,3 \pm 5,9
VDD	20	14,5 \pm 5,4	40	14,6 \pm 4,8
VDS	20	8,8 \pm 5	39	9,5 \pm 5,1
PLVDD	20	5,6 \pm 1,1	39	5,3 \pm 1,3
PLVDS	20	8,2 \pm 1,7	39	8,2 \pm 1,9
SIVD***	21	10,7 \pm 1,7	42	9,6 \pm 1,8
SIVS*	21	16,1 \pm 1,3	42	13,7 \pm 2,2
VID*	21	50,0 \pm 5,1	42	45,4 \pm 4,3
VIS***	21	34,5 \pm 5,1	42	31,3 \pm 5
PLVID**	21	10,9 \pm 1,2	42	9,8 \pm 1,5
PLVIS**	21	15,4 \pm 1,7	42	13,8 \pm 2,1
AoM***	21	28,0 \pm 2,4	42	26,1 \pm 2,8
AoB*	21	27,8 \pm 2,0	42	25,8 \pm 2,2
AIM***	21	29,7 \pm 3,5	42	27,2 \pm 3,5
AIB***	21	38,2 \pm 3,7	42	36,1 \pm 3,1
AIM/AoM	21	1,1 \pm 0,1	42	1,0 \pm 0,1
AIB/AoB	21	1,4 \pm 0,1	42	1,4 \pm 0,1
DPES	20	5,6 \pm 1,3	40	5,8 \pm 1,0

* $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,05$.

VDD: Ventrículo derecho en diástole; VDS: ventrículo derecho en sístole; PLVDD: Pared libre del ventrículo derecho en diástole; PLVDS: pared libre del ventrículo derecho en sístole, SptIVD: *Septum* interventricular en diástole; SptIVS: *septum* interventricular en sístole; VID: ventrículo izquierdo en diástole; VIS: ventrículo izquierdo en sístole; PLVID: pared libre del ventrículo izquierdo en diástole; PLVIS: pared libre del ventrículo izquierdo en sístole; AoM: Aorta en modo M; AoB: aorta en modo B; AIM: atrio izquierdo en modo M; AIB: atrio izquierdo en modo B; DPES: distancia punto E al *septum* interventricular; PV: peso vivo; CT: circunferencia torácica.

Fuente: elaboración propia

Con respecto al VD, los parámetros registrados presentaron una gran variabilidad y fueron mayores en las hembras aunque no se observaron diferencias significativas entre los sexos. Tampoco se registró una correlación positiva con el peso corporal (gráfico 7). La variabilidad del VD también fue encontrada por otros autores y se explicaría porque la morfología de esta cámara cardíaca no presenta el mismo patrón de simetría que el VI, lo que originaría las grandes variaciones encontradas en los mismos rangos de peso (Jun Yamoto y col., 2006). Esta gran variabilidad sería el motivo de que las dimensiones del VD no se incluya en las tablas de referencia ya mencionadas anteriormente.

Tabla 2. Índices funcionales del VI de perros de la raza cimarrón uruguayo, expresadas en media \pm DS

Variable*	n.º	Valor en machos	n.º	Valor en hembras
FC (l/min)	21	128,7 \pm 18,9	41	134,7 \pm 20,0
FA (%)	21	31,2 \pm 4,8	42	31,0 \pm 8,4
FE (%)	21	67,0 \pm 6,8	42	65,8 \pm 10,8
VES (ml)*	21	69,3 \pm 14,1	42	55 \pm 15,4
GC (ml/min)***	21	8,9 \pm 2,0	41	7,4 \pm 2,4

*p < 0,001; ***p < 0,05.

VI: ventrículo izquierdo; FC: frecuencia cardíaca; FA: fracción de acortamiento del

VI; FE: fracción de eyección del VI; VES: volumen de eyección del VI;

GC: gasto cardíaco.

Fuente: elaboración propia

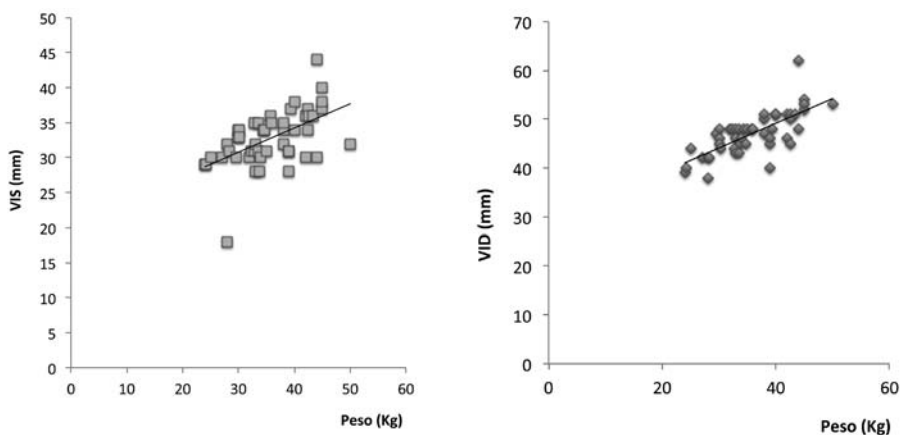
La otra variable que no presentó diferencias de género ni relación lineal con el peso corporal fue la distancia entre el punto E y el tabique interventricular. Esta distancia es utilizada para determinar si existe disfunción del VI por agrandamiento de la cavidad debido al desarrollo de cardiomiopatía dilatada (CMD), una enfermedad común en razas grandes y gigantes y que aún no ha sido determinada su incidencia en la raza cimarrón. En la bibliografía consultada, se afirma que esta distancia (entre el punto E y el tabique) y otros parámetros funcionales (fracción de acortamiento y fracción de eyección), no varían con el tamaño corporal (Boon, 2003; Kienle y Thomas, 2004; Pellegrino, 2007).

En la tabla 2 se observan los índices funcionales de VI calculados a partir de los parámetros ecocardiográficos obtenidos y la FC registrada al momento de la obtención de las medidas. Los índices que mostraron diferencia entre machos y hembras fueron el volumen de eyección sistólica (VES, p < 0,001) y el gasto cardíaco (GC, p < 0,05). Si tomamos en cuenta que GC = VES x FC (Swenson y Reece, 1999), el mayor gasto cardíaco encontrado en los machos, aunque la FC no fue diferente entre los sexos, podría deberse a que en animales con un mayor peso corporal y una mayor circunferencia torácica es lógico esperar un mayor trabajo del VI posiblemente debido a la mayor masa muscular que presentan

los machos de esta raza. Podríamos basar esta afirmación en que el VES también mostró diferencia significativa a favor de los machos.

Los índices funcionales (fracción de acortamiento y de eyección) encontrados en la raza cimarrona se encuentran dentro de los valores de referencia entre el 28% y el 45%, determinados por Boon y col. (1983) y Lombard (1984).

Gráfico 1. Correlación entre el ventrículo izquierdo en diástole (VID) y en sístole (VIS) y el peso vivo en el perro cimarrón adulto

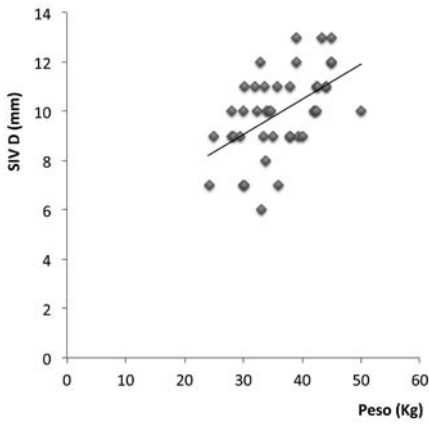


VI en diástole ($p < 0,001$; $R^2 = 0,52$; $b = 0,727$) VI en sístole ($p < 0,01$; $R^2 = 0,29$; $b = 0,542$)

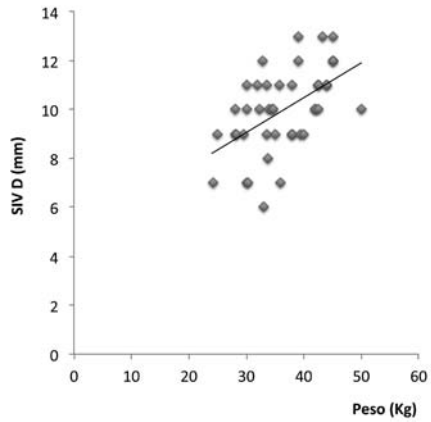
Fuente: elaboración propia

Los estudios de correlación entre el tamaño corporal (tomado como peso vivo) y las medidas ecocardiográficas fueron positivos, concordando con los diferentes autores consultados. Se encontró correlación positiva entre el PV y el VI en sístole y diástole (gráfica 1), PV y tabique interventricular (gráfica 2), PV con la pared posterior del VI (gráfica 3), PV y aorta medida en modo B (gráfica 4), PV con el atrio izquierdo medido en modo B (gráfica 5). Esta asociación encontrada de los parámetros cardíacos con el peso corporal corrobora lo descrito por diversos autores que han determinado la relación positiva entre las medidas cardíacas y el tamaño corporal. Como mencionamos anteriormente, la distancia del punto E al tabique (gráfica 6) y los parámetros del VD en sístole y diástole (gráfica 7) no registraron correlación positiva con el PV.

Gráfico 2.
Correlación entre el tabique interventricular (*septum*) en diástole y en sístole y el peso vivo en el perro cimarrón adulto



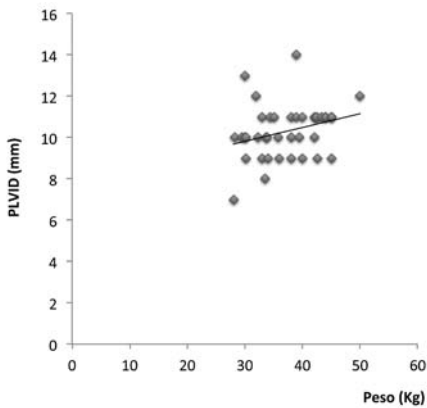
A) *Septum* interventricular en diástole
($p < 0,001$; $R^2 = 0,31$; $b = 0,558$)



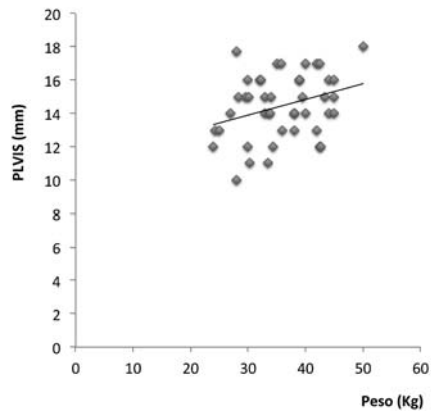
B) *Septum* interventricular en sístole
($p < 0,001$; $R^2 = 0,43$; $b = 0,660$).

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3. Correlación entre la pared posterior del VI en diástole y en sístole y el peso vivo en el perro cimarrón adulto



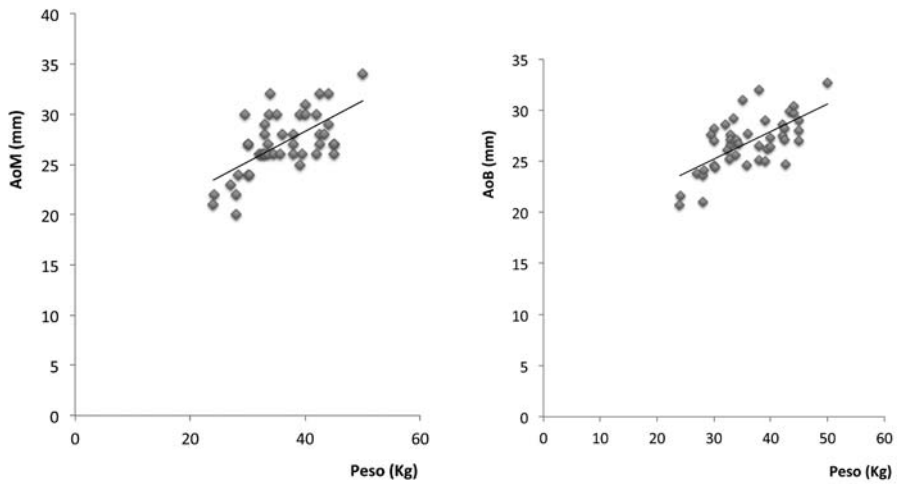
A) Pared posterior en diástole
($p < 0,05$; $R^2 = 0,1$; $b = 0,317$)



B) Pared posterior en sístole
($p < 0,05$; $R^2 = 0,16$; $b = 0,4$)

Fuente: elaboración propia

Gráfico 4. Correlación entre aorta en modo B y el peso vivo en el perro cimarrón adulto

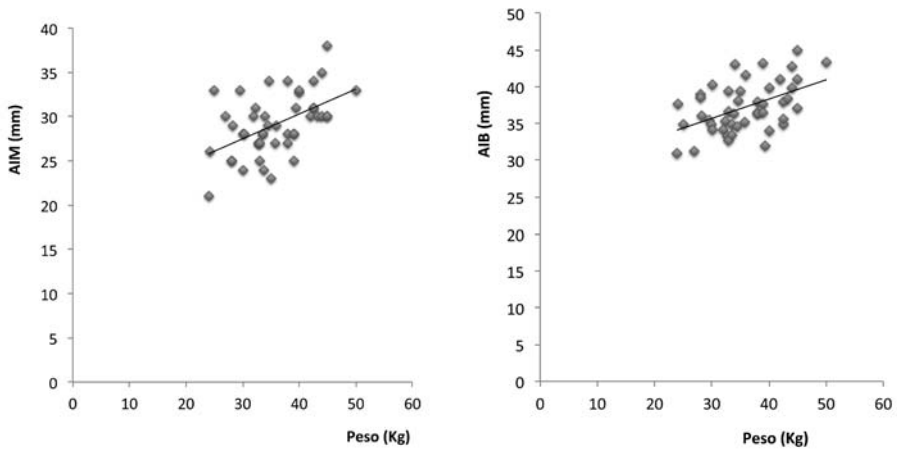


A) Aorta medida en modo M
($p < 0,001$; $R^2 = 0,39$; $b = 0,630$)

B) Aorta medida en modo B
($p < 0,001$; $R^2 = 0,42$; $b = 0,651$)

Fuente: elaboración propia

Gráfico 5. Correlación entre atrio izquierdo en modo B y el peso vivo en el perro cimarrón adulto

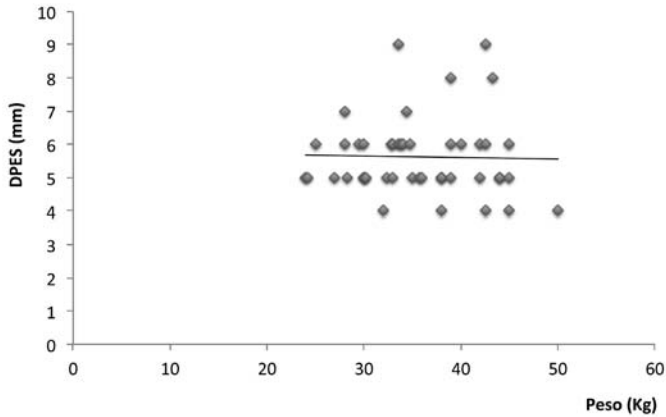


A) AI medida en modo M
($p < 0,001$; $R^2 = 0,25$; $b = 0,508$)

B) AI medida en modo B
($p < 0,001$; $R^2 = 0,23$; $b = 0,486$)

Fuente: elaboración propia

Gráfico 6. Correlación entre la distancia del punto E al *septum* y el peso vivo en el perro cimarrón adulto

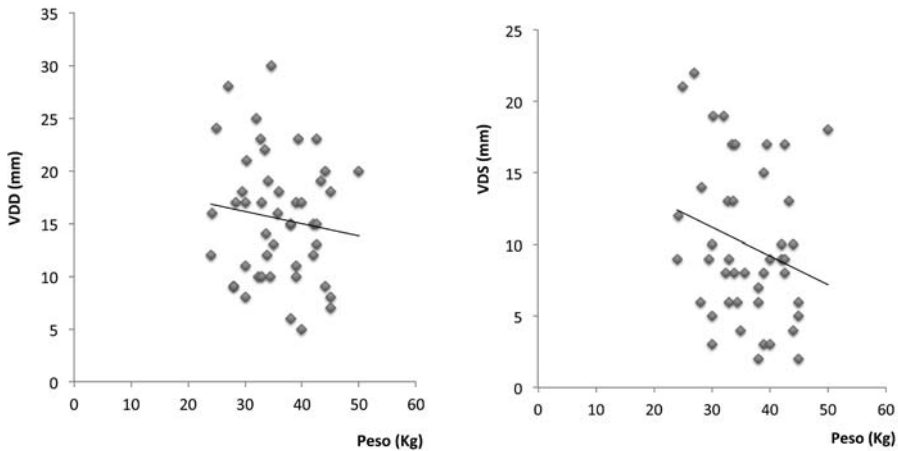


($p = 0,8$; $R^2 = 0,0006$; $b = 0,03$).

Fuente: elaboración propia

La relación entre atrio izquierdo y anillo aórtico (AI/AO) es un parámetro utilizado para determinar si existe agrandamiento del atrio izquierdo. Según Kienle y Thomas (2004) la relación AI/AO en el perro generalmente es menor de un valor comprendido entre 1,3 y 1,4 y a menudo es cercano a 1,0 en el ecocardiograma en modo M. En el presente trabajo la relación AI/AO se encontró dentro de estos límites.

Gráfico 7. Correlación entre el ventrículo derecho en diástole (VDD) y en sístole (VDS) y el peso vivo en el perro cimarrón adulto



A) VD en diástole ($p = 0,4$; $R^2 = 0,01$; $b = 0,12$) B) VD en sístole ($p = 0,2$; $R^2 = 0,08$; $b = 0,30$)

Fuente: elaboración propia

Si bien no es posible realizar una comparación estadística entre los datos registrados en el presente trabajo para la raza estudiada y los reportados por la bibliografía, en los cuadros 5 y 6 observamos que algunos parámetros ecocardiográficos en el perro cimarrón escapan a los valores tabulados a partir de perros sin raza definida ni diferenciación de sexo, pero que se encuentran dentro de un rango de peso similar tanto en los machos (gráfico 5) como en las hembras (gráfico 6) (Boon, 2003; Kienle y Thomas, 2004).

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos podemos afirmar que:

1. Existen parámetros ecocardiográficos que presentan una correlación significativa con tamaño corporal. Estos son: la cavidad del VI, el *septum* interventricular y la pared posterior del VI en sístole y en diástole, así como la aorta y el atrio izquierdo en modo M y B.
2. La diferencia de tamaño corporal entre machos y hembras es determinante para registrar una diferencia significativa de estos entre ambos sexos.
3. Existen parámetros ecocardiográficos que no presentan correlación significativa con el peso corporal. Estos son el VD, la distancia entre el punto E y el tabique interventricular y los índices funcionales (fracción de acortamiento y fracción de eyección).
4. La tabla estandarizada de los valores ecocardiográficos del perro de raza cimarrón confeccionada en el presente trabajo nos permite afirmar que los mismos presentan características relacionadas a la raza que justifican su utilización.

Bibliografía

- Boon, J. A. (1998). «Manual of veterinary echocardiography». En: Boon, JA. *The echocardiographic examination*, Baltimore, Williams & Wilkin, pp 35-128.
- (2003). *Manual de consulta rápida. Ecocardiografía práctica en pequeños animales*, Multimédisca. Barcelona.
- Boon, J. A.; Wingfield, W. E. y Miller, C. W. (1983). «Echocardiographic indices in the normal dog», *Vet Radiol*, 24: 214-221.
- Crippa, L.; Ferro, E.; Melloni, E.; Brambilla, P. y Cavalletti, E. (1992). «Echocardiographic parameters and indices in the normal beagle dog», *Lab Anim*. 26 :190-195.
- Della Torre, P. K.; Kirby, A. C.; Church, D. B. y Malik, R. (2000). «Echocardiographic measurements in greyhounds, whippets and greyhounds dogs with a similar conformation but different size», *Aust Vet J*. 78: 49-55.
- Guyton, A. G. y Hall, J. E. (1997). *Tratado de Fisiología Médica*, McGraw-HILL Interamericana, 9.^a ed. México DF.
- Henik, R. A. (1995). «Echocardiography and doppler ultrasound». En: Miller, M. S. y Tilley, L. P., *Manual of canine and feline cardiology*, Saunders, 2.^a ed. Filadelfia.
- Hollmer, M.; Willesen, J. L.; Jensen, A. T. y Koch, J. (2008) «Aortic stenosis in the Dogue de Bordeaux». *Journal of Small Animal Practice*, 49: 432-437.
- Jacobs, G. J. y Mahjoo, K. (1988). «Multiple regression analysis, using body size and cardiac cycle leng, in predicting echocardiographic variables in dogs». *Am. J. Vet. Res*. 49: 1290-1294.
- Jun Yamato, R.; Matiko Akao Larsson, M. H.; Mieko Sakata Mirándola, R.; Gonçalves Pereira, G.; Lie Yamaki, F.; Brandão de Campos Fonseca Pinto, A. C. y Nakandakari, E. C. (2006). «Parâmetros ecocardiográficos em modo unidimensional de cães da raça Poodle miniatura, clinicamente sadios». *Ciência Rural*, Santa Maria, 36: 142-148.
- Kayar A.; Gonul R.; Er Man Or y Aboulkadir U. (2006). «M-mode echocardiography parameters and indices in the normal german shepherd dog». *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 47: 482-486.
- Kienle, R. D. y Thomas, W. P. (2004). «Ecocardiografía». En: Nyland, T. G. y Matón, J. S., *Diagnóstico ecocardiográfico en pequeños animales*, Barcelona, Multimédisca.
- (1995). «Equine echocardiography». En: Nyland, T. G. y Matón, J. S., *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. Saunders, 2.^a ed.
- Lázaro Muzzi, R. A.; Lopes Muzzi, L. A.; Baracat de Araújo, R. y Cherem, M. (2006). «Echocardiographic indices in normal German shepherd dogs». *J. Vet. Sci.*, 7 (2): 193-198.
- Lighthowler, C.; Pidal, G.; Mercado, M. y Cattaneo, M (2000). «Evaluación ecocardiográfica de la función sistólica en el caballo. Parte 1. Valores de referencia para el porcentaje de acortamiento fraccional y fracción de eyección». *Arch Ned Vet.*, 32: 229-234.
- Lombard, C. W. (1984). «Normal values of the canine M-mode echocardiogram», *Am J Vet Res*. 45: 2015-8.
- Melbin, J. y Detweiler, D. K. (1999). «El sistema cardiovascular y el flujo sanguíneo». En: Swenson, M. J. y Reede, W. O., *Fisiología de los animales domésticos de Dukes*, México DF, Noriega Editores. Tomo 1, 2.^a ed.
- Morrison, S. A.; Moise, N. S. y Scarlett, J. (1992). «Effect of the breed and body weigth on echocardiographic values in four breeds of dogs of differing somatotype», *J. Vet. Inter. Med*. 6: 220-224.

- O'Leary, C. A.; Mackay, M. B.; Taplin, R. H. y Atwell, R. B. (2003). «Echocardiographic parameters in 14 healthy English Bull Terriers», *Aust Vet J.* 81: 535-542.
- Pellegrino, A.; Caram Petrus, L.; Gonçalves Pereira, G.; Soares, E. C.; Jun Yamato, R.; Lipparelli Fernández, E. y Matiko Akao Larsson, M. H. (2007). «Padronização de parâmetros ecocardiográficos de cães de raça Golden Retriever clinicamente saudáveis». *Ciência Rural*, Santa Maria, 37: 1039-1044.
- Poulsen Nautrip, C. y Tobías, R (1998). «The Heart». En: Cartee, Robert E., *Diagnostic ultrasonographic of the dog and cat*. Mansen.
- Silveira, C.; Fernández, G. y Barba, C. (1998) «El perro cimarrón, la raza canina autóctona del Uruguay». *Archivos de Zootecnia*: 47: 533-536.
- Steel, R. G. D. y Torrie, J. H. (1988). «Bioestadística: Principios y procedimientos». McGraw-Hill Interamericana, 2.^a ed. México DF.
- Swenson, M. J. y Reece, W. O. (1999). «La sangre, la circulación y el sistema cardiovascular». En: *Fisiología de los animales domésticos de Dukes*. Tomo 1. Limusa, 5.^a ed. México DF.
- Thomas, W. P.; Gaber, C. E. y Jacob, G. J. (1995). «Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in dogs and cats», *J. Vet. Intern. Med.* 7: 247-252.
- Vollmar, A. C. (1999). «Echocardiographic measurements in the Irish Wolfhound: reference values for the breed», *J Am Anim Hosp Assoc.* 35 (4): 271-277.
- Ware, W. A. (2005). «Enfermedades del sistema cardiovascular». En: Couto, C. G. y Nelson, R. W., *Medicina Interna en Animales Pequeños*. vol 1, Intermédica, 3.^a ed. Buenos Aires.

Recursos electrónicos

<<http://www.perrosdeluruguay.com/CIMARRONURUGUAYO>>, consultado el 26/06/2005, actualizada el 20/02/2008.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al doctor Víctor De Oliveira por ser el nexo fundamental con los criadores de la raza cimarrón que permitió contar con los animales necesarios para llevar adelante el trabajo. También a los doctores Claudio Borteiro, Hugo Romero e Ivannah Tassano, profesionales particulares que aportaron animales para el estudio y prestaron sus instalaciones para realizar los estudios ecocardiográficos.

Estudios farmacogenéticos en el perro cimarrón uruguayo

ROSA GAGLIARDI¹

SILVIA LLAMBÍ²

Farmacogenética/Farmacogenómica

Las diferencias que encontramos en la respuesta a tratamientos farmacológicos entre diferentes animales están dadas, entre otros factores, por cambios a nivel de determinados genes en los mismos. Estas diferencias son estudiadas por la *farmacogenética*. Esta rama de la genética hace referencia a cambios en genes individuales relacionados a diferencias en la respuesta a fármacos en diferentes pacientes. Actualmente se plantea la discusión de si existe alguna diferencia con la *farmacogenómica*, rama que estudiaría al genoma en su conjunto. El término «farmacogenética» ya comenzó a emplearse en la década de los cincuenta por Vogel, quien hablaba del «conocimiento de variantes heredadas con respecto a reacciones a fármacos y otros compuestos administrados». Pese a esto, durante las tres décadas siguientes, las investigaciones sobre el tema fueron escasas. Recién en 1990 se habla de un resurgimiento de la farmacogenética, coincidiendo con el *Proyecto Genoma Humano*. A partir de este momento es que la farmacogenética presenta un gran desarrollo. Sumado a esto, en la década de los noventa diversas compañías farmacéuticas comenzaron a trabajar en programas farmacogenéticos donde empezaron a aproximarse a la relación entre genotipo-fenotipo en estos aspectos. En la búsqueda de qué genes se asocian a respuestas particulares a drogas, se pretende responder a ciertas preguntas entre las que se encuentra: ¿Hasta dónde los genes influyen sobre la respuesta a una droga particular y cuáles son los genes responsables de una respuesta determinada?

Si consideramos el genoma, el conocer las relaciones existentes entre las variaciones del mismo y las diferentes respuestas a los tratamientos farmacológicos ha despertado un gran interés. Esto ha llevado a que gran parte del conocimiento existente hoy en día surja de estudios realizados por empresas farmacéuticas o por instituciones relacionadas con estas.

1 Msc. Dr. en Medicina y Tecnología Veterinaria. Profesora adjunta del Área Genética, Departamento de Genética y mejora animal, Facultad de Veterinaria, Udelar.

2 PhD. Dr. en Medicina y Tecnología Veterinaria, Profesora agregada del Área Genética, Departamento de Genética y mejora animal, Facultad de Veterinaria, Udelar.

Los genes involucrados en la respuesta de cada individuo a diversos fármacos pueden dividirse en familias génicas. Entre estas familias, dos de las más estudiadas por su importancia, son la superfamilia del citocromo P₄₅₀ (CYP) y la superfamilia ABC (*ATP binding cassette* o proteínas transportadoras). En el primer caso se trata de genes cuyo producto se relaciona al metabolismo tanto de fármacos como de sustancias endógenas. Se expresan en el retículo endoplásmico de hígado, intestino, riñón, cerebro, adrenales, etcétera. Hay cientos de CYP reconocidas, no encontrándose tan caracterizadas en caninos como ocurre en humanos. Cuando dos drogas tienen afinidad por la misma CYP, puede haber interacciones farmacológicas.

Las proteínas transportadoras se sabe que también cumplen una función importante en la absorción de fármacos. Entre estas proteínas, la glucoproteína P (P-GP) es la que está mejor caracterizada en diferentes especies. Esta glucoproteína se expresa normalmente en canalículos biliares, células epiteliales de túbulos renales, placenta, endotelio de capilares cerebrales, borde luminal del epitelio intestinal. En el caso de tejidos normales, la P-GP tiene básicamente una función protectora. A nivel de sistema nervioso central (SNC) bombea diferentes compuestos, entre los que se encuentran diversos fármacos. En este punto se considera parte importante de la barrera hematoencefálica. El gen *ABCB1* (*MDR1*), que codifica para la P-GP, presenta un alto grado de homología entre diferentes especies, estando conservado entre otros en chimpancé, perro, humano, bovino, ratón, rata, pollo. Particularmente, en caninos de determinadas razas, se describe la sensibilidad a diversos fármacos, dada por alteraciones a nivel del gen *ABCB1*. Por otra parte, en células tumorales que expresan la P-GP se presenta resistencia a diversos agentes antitumorales, ocasionándose un problema grave a la hora de realizar tratamientos con este tipo de fármacos.

El fin de una terapia farmacológica es obtener un efecto específico en un paciente con la menor cantidad posible de efectos adversos. Generalmente, no se dispone de los elementos suficientes como para predecir el efecto de una terapia determinada. Esto se debe a los diversos factores que influyen en la respuesta de un individuo, entre los que se encuentran:

- metabolismo;
- absorción de fármacos;
- distribución;
- excreción;
- proteínas blanco de fármacos.

Y desde el punto de vista propio de los individuos se puede mencionar entre otros elementos:

- edad;
- estado sanitario;
- medicaciones simultáneas;
- especie.

El objetivo primario de la farmacogenética en humanos es llegar a lograr una terapia individualizada. Esto implica dos elementos igualmente importantes:

1. La posibilidad de predecir si un paciente determinado tiene predisposición a sufrir toxicidad a un fármaco. En este caso deberían emplearse dosis menores o, en su defecto, buscar una droga alternativa.
2. La posibilidad de predecir aquellos pacientes que es más probable que se beneficien de una droga particular por interactuar mejor con un receptor determinado al fármaco.

A nivel de la clínica veterinaria es deseable lograr estos objetivos. Por otro lado, se tendría la posibilidad de seleccionar la droga más adecuada para lograr el efecto deseado, disminuyendo el tiempo en el que se alcanza ese efecto.

Farmacogenética en caninos

El análisis del genoma canino ha despertado un gran interés debido a que presenta una gran homología con el humano. Esto lleva a que diversos autores hayan planteado cómo el conocer enfermedades genéticas en caninos tiene un gran impacto en el conocimiento de enfermedades tanto en caninos como en humanos. Más específicamente, respecto de los genes que se relacionan con aspectos farmacogenéticos, las diferencias existentes entre razas caninas resultan en riesgo de obtener diferencias relacionadas a la raza en la respuesta a drogas, ya sea por toxicidad o por su eficacia. Los genes relacionados con estas diferencias pueden estar involucrados en diversos aspectos de la respuesta a fármacos. Entre estos aspectos, los que se han investigado en mayor medida son los relacionados a parámetros farmacocinéticos (absorción, distribución, metabolismo y excreción de drogas). En humanos se ha trabajado exhaustivamente con genes que codifican enzimas responsables del metabolismo de fármacos como lo son la familia del citocromo P₄₅₀. Otro grupo que se ha estudiado ampliamente son los genes que codifican para las proteínas de transporte, que permiten o facilitan el movimiento de los fármacos entre compartimentos fisiológicos. Entre estas últimas se encuentran las proteínas de resistencia múltiple a drogas, que presentan importancia en el ingreso de las drogas por el tracto gastrointestinal, entrada al sistema portal hepático, transporte a través de la barrera hematoencefálica y excreción por orina o heces. El punto clave de estos genes que intervienen en la farmacocinética es que influyen en la concentración de la droga en su blanco, lo que explica las diferencias entre individuos a una dosis determinada. Como se mencionó previamente, entre las proteínas que intervienen en el metabolismo de fármacos se encuentra la superfamilia del citocromo P₄₅₀ (CYP). Los genes de esta superfamilia presentan un alto grado de identidad y pueden compartir una amplia gama de sustratos entre diferentes especies, así como en otros casos presentar diferencias entre los mismos. En caninos, la información disponible respecto a las familias mencionadas es mucho más escasa que la que existe en humanos. Recientemente ha despertado

interés el conocer las diferencias entre ambas especies debido al empleo de caninos por las industrias farmacéuticas para testar drogas. Con respecto a las proteínas transportadoras de membrana, una de las más estudiadas en caninos es la glucoproteína P, producto del gen *ABCB1* (*MDR1*). En esta especie se describió un polimorfismo para este gen que consiste en una delección de cuatro pares de bases responsables de la formación de codones *stop*. Este polimorfismo fue descrito en la raza collie, sus derivadas (border collie, old english sheepdog, etcétera) y razas relacionadas con los galgos. La consecuencia de esta mutación en las razas afectadas es que cuando los animales son homocigotas presentan sensibilidad al antiparasitario ivermectina pudiendo llegar a morir. Sumado a esto, la glucoproteína P también interactúa con diversos fármacos que son ampliamente usados en veterinaria (antibióticos, antitumorales, entre otros). Este hecho, sumado a la gran cantidad de SNP descritos en humanos para este gen, lleva a que sea de gran interés analizarlo en caninos.

Sin embargo, la información disponible en veterinaria para ambas familias génicas mencionadas, así como el empleo de los caninos como modelo de lo que sucede en humanos, hacen que sea de gran interés profundizar en los estudios realizados en especies domésticas como los caninos.

El gen *MDR1*

El gen *MDR1* (gen de resistencia múltiple a drogas, *ABCB1*), codifica para la glucoproteína P, uno de los componentes principales de la barrera hematoencefálica. Esta glucoproteína, entre otras funciones, es responsable de restringir la entrada de drogas al SNC. En caninos, se ha descrito para este gen una mutación responsable de la falta de funcionalidad de esta glucoproteína, lo que lleva a que animales homocigotas para dicha mutación desarrollen una neurotoxicosis potencialmente fatal. Esto ha sido descrito en diferentes razas caninas entre las que se encuentran collie, border collie, bearded collie, pastor inglés, whippet de pelo largo, silken windhound.

Las células que se encuentran expuestas a compuestos tóxicos presentan diferentes mecanismos de resistencia a los mismos. Entre estos se encuentran la disminución de la absorción, un aumento en la detoxificación, alteración de las proteínas blanco o un aumento en la excreción. Los transportadores de membrana *ATP-binding cassette* (ABC) constituyen la familia más grande de proteínas transmembrana. Estas proteínas se unen al ATP y usan la energía para dirigir el transporte de moléculas a través de la membrana celular. La mayoría de las proteínas ABC mueven compuestos desde el citoplasma hacia fuera de la célula o a un compartimento extracelular (retículo endoplásmico, mitocondria, peroxisoma). Los genes ABC están distribuidos ampliamente en el genoma eucariota, están muy conservados entre especies. Entre estos genes, el *MDR1* codifica para la glucoproteína P. Esta glucoproteína, entre otras funciones, es responsable de restringir la entrada de drogas al SNC. En las razas caninas collie, border collie, bearded collie,

pastor inglés, whippet de pelo largo, silken windhound, se describió para este gen la mutación *mdr1-1Δ*, que produce desplazamiento del marco de lectura seguido de formación de un codón *stop*, lo que lleva a la formación de una proteína que pierde completamente su función. Esta mutación consta de una delección de cuatro pares de bases en el cuarto exón de este gen. Se ha demostrado que los animales homocigotas para esta mutación presentan un fenotipo sensible a la ivermectina, antiparasitario introducido en 1981, de uso ampliamente difundido a nivel mundial en la clínica veterinaria. Animales con este genotipo están predispuestos a una neurotoxicosis potencialmente fatal, no sucediendo esto en heterocigotas ni en homocigotas para el genotipo salvaje, señalando de esta manera un patrón de herencia autosómico recesivo. La mutación también se ha encontrado en ovejero australiano y ovejero escocés; razas pertenecientes al linaje del collie y en las que también se ha comunicado sensibilidad a la ivermectina.

En nuestro país generalmente se recomienda no usar esta droga en razas que han presentado susceptibilidad a la misma. Esto hace que se vea limitado su uso, no pudiendo contar con los beneficios que presenta. Es importante destacar que existen otras drogas de uso en clínica veterinaria que también interactúan con la mutación *mdr1-1Δ* y causan reacciones tóxicas en caninos, incluso en animales heterocigotas.

El perro cimarrón uruguayo

El día que me quede sin soldados, tendré los arcabuces de la sangre para pelear con perros cimarrones, por defender el rico patrimonio que guardan los bravíos orientales.

José G. Artigas

En 1989 la raza de perros cimarrón uruguayo fue reconocida oficialmente por la ARU y por el KCU. En ese momento se crea la Asociación de Criadores de Cimarrones Uruguayos que, junto con el KCU, confeccionan el primer padrón oficial de la raza, habiendo a la fecha más de 6000 ejemplares inscriptos en los registros genealógicos del KCU. El 21 de febrero de 2006 la Federación Cinológica Internacional reconoce en forma primaria como raza al cimarrón uruguayo, lo que significa que la misma se encuentra en un período de prueba de cinco años para su reconocimiento definitivo. La función de estos animales difiere si se encuentran en la ciudad o en el campo. En el primer caso tienen una función importante en guarda y protección, mientras que en el campo son de gran ayuda en el trabajo con ganado mayor y en la caza del jabalí, cumpliendo también funciones de guarda y protección.

Perro «cimarrón»	«Por el asilvestramiento»
Perro «criollo»	«Descendiente de extranjeros pero nacido en las regiones del Plata»
Perro «gaucho»	«Por libre y autosuficiente»

Estudios farmacogenéticos en el área genética

En nuestro laboratorio se están desarrollando diferentes estudios relacionados a la farmacogenética en perros cimarrones. En primer lugar, se analizó la región del gen *MDR1* donde está descrita la mutación responsable de la sensibilidad a la ivermectina (*mdr1-1Δ*). Para realizar este estudio, se obtuvieron muestras sanguíneas de animales provenientes de diferentes zonas del país, a partir de las cuales se aisló ADN. Posteriormente se analizó la región donde se describió la mutación *mdr1-1Δ*, comparándose los resultados obtenidos en estos animales con los obtenidos en collie. En el siguiente cuadro se muestra la región analizada, resaltándose dónde hibridizan los cebadores y la delección descrita en collie:

```

181 atgttctgct atccaattg gcttgatagg ttgtatatgt ttgtggggac aatggctgcc
241 atcatccatg gagetgcact cctctcatg atgctggttt ttggaaacat gacagatage
301 ttgcaaatg caggaatttc aagaacaaa actttccag ttataattaa tgaagtatt
    
```

Figura 1. Resultados de la secuenciación de región del gen *MDR1* donde se describió la mutación *mdr1-1Δ*



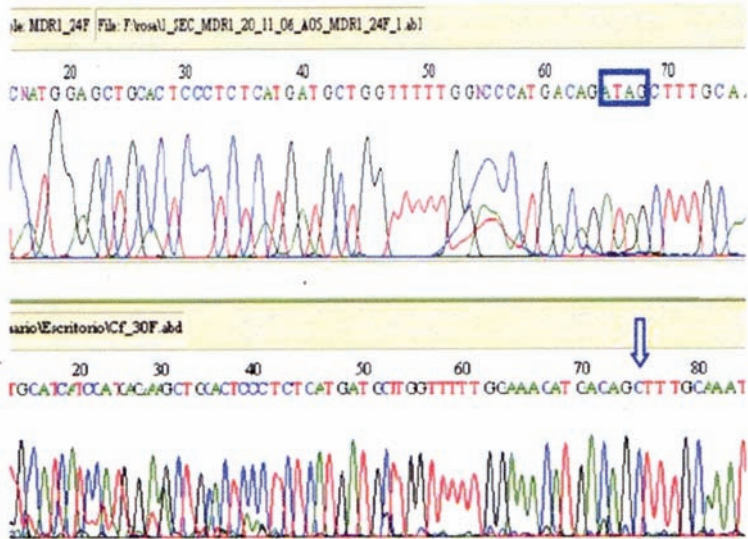
Las muestras en las que se presenta la mutación pertenecen a caninos de la raza collie (recuadros azules).

En los perros cimarrones analizados no detectamos la mutación. En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos en la secuenciación de las muestras estudiadas. En la figura 2 se compara el cromatograma de un collie con el de un cimarrón. De las razas empleadas en este trabajo para comparar los resultados

obtenidos con el cimarrón uruguayo, los únicos animales que presentaron la mutación fueron los collie. Estos resultados son los esperados si consideramos que los cimarrones se originarían de razas de origen español dentro de las cuales no se encuentran los collie (origen inglés). Diversos autores describieron la mutación en diferentes razas como los collie, whippet y razas emparentadas. Sin embargo, las frecuencias en las que se encuentra esta mutación en cada una de ellas presenta diferencias considerables, encontrándose entre el 4% (viejo pastor inglés) y el 50% (collie). Si consideramos estas diferencias, no podríamos descartar la aparición de la mutación al aumentar la muestra de animales. Por otro lado, también se debe tener en cuenta que no fue sino hasta la década de los setenta que se comienza a trabajar en la recuperación de la raza en el departamento de Cerro Largo (noreste del país), a partir del cual se extiende la misma al resto del territorio nacional, siendo en 1988 cuando se funda la Sociedad de Criadores de Cimarrones. Previo a este momento, estos perros se encontraban sin mayores controles respecto a su cría, encontrándose fundamentalmente en el campo, donde eran empleados en el trabajo con ganado. En este medio, estos perros podrían haber tenido contacto con otras razas empleadas para el trabajo de campo entre las que se encuentra el collie. El hecho de no encontrar la mutación sería un factor a considerar para descartar este tipo de cruzamientos. Por otro lado, dadas las frecuencias con que se describió la mutación previamente (0,6%-54,6%) y teniendo en cuenta que el número de animales secuenciados es relativamente bajo ($N=36$), consideramos de importancia continuar aumentando la muestra poblacional. Otro factor que debemos tener en cuenta y que justificaría la continuidad de este estudio, es la interacción que se da entre la mutación con el efecto de diferentes drogas ampliamente usadas en la clínica veterinaria.

Actualmente, se está desarrollando el proyecto de doctorado *Análisis de genes relacionados con la farmacogenética en caninos de diferentes razas en Uruguay*. En este proyecto se plantea continuar con el análisis del gen *MDR1*, considerando otra región del mismo poco estudiada en caninos. En este proyecto se plantea comparar razas no relacionadas entre sí, entre las que se encuentra el perro cimarrón. Por otra parte, también se plantea analizar otros genes relacionados con el metabolismo de diversos fármacos ampliamente utilizados en la clínica veterinaria. Estos trabajos nos llevarán a profundizar en el conocimiento del genoma del perro cimarrón uruguayo, única raza canina autóctona de nuestro país.

Figura 2. Cromatogramas de dos de los animales estudiados



El superior pertenece a un cimarrón uruguayo y el inferior a un Collie. El recuadro azul señala las bases que sufrirían la delección. La flecha azul señala donde estarían las bases que se perdieron.

Bibliografía

- Ballent, M.; Lifschitz, A.; Virkel, G. y Lanusse, C. (2005) «Implicancias fisiofarmacológicas de la glicoproteína-P en animales domésticos». *Analeccta Veterinaria*; 25 (2): 36-47, ISSN 1514259-0.
- Dean, M.; Rzhetsky, A. y Allikmets, R. (2001) «The Human ATP-Binding Cassette (ABC) Transporter Superfamily». *Genome Research*. 11: 1156-1166.
- Fleischer, S.; Sharkey, M.; Mealey, K.; Ostrander, E. A. y Martínez, M. (2008) «Pharmacogenetic and metabolic differences between dog breeds: Their impact on canine medicine and the use of the dog as a preclinical animal model». *The AAPS Journal*, 10: 110-119.
- Gagliardi, R. (2009). *Estudios genéticos en caninos de raza cimarrón uruguayo (Canis familiaris)*. Tesis de Maestría, Pedeciba-Udelar. Montevideo.
- Martínez, M. y Llambí, S. (2007) «Estudio molecular del gen de resistencia múltiple a drogas (MDR1) en caninos del Uruguay». *V Jornadas Técnicas Veterinarias*, Universidad de la República. 21-23 de noviembre. Montevideo.
- Geyer, J.; Döring, B.; Godoy, J. R.; Leidolf, R.; Moritz, A. y Petzinger, E. (2005) «Frequency of the nt230 (del4) MDR1 mutation in Collies and related dog breeds in Germany». *J. Vét. Pharmacol. Therap.* 28: 545-551.
- Katz, D. A. y Bhatena, A. (2009) *Overview of Pharmacogenetics. Current Protocols in Human Genetics*, 9.19.1-9.19.23, Texas.
- Kawabata, A.; Momio, Y.; Inoue-Murayama, M. y Iwasaki, T. (2005) «Canine mdr1 Gene Mutation in Japan». *Journal of Veterinary Medical Science*, 67 (11): 1103-1107.
- Lifschitz, A.; Virkel, G.; Imperiale, F.; Pis, A. y Lanusse, C. (2002) «Fármacos endectocidas: avermectinas y milbemicinas». En: Botana, L. M.; Landoni, F. y Martín-Jiménez, T., *Farmacología y Terapéutica Veterinaria*. Mc Graw-Hill. Interamericana. México DF.
- Mealey, K. L. (2006) «Pharmacogenetics. Veterinary Clinics of North America». *Small Animal Practice*, 36: 961-973.
- Bentjen, S.; Gay, J. y Cantor, G. (2001) «Ivermectin sensitivity in collies is associated with a deletion mutation of the mdr1 gene». *Pharmacogenetics*. Vol. 11, n.º 8: 727-733.
- Neff, M. W.; Robertson, K. R.; Wong, A. K.; Safra, N.; Broman, K. W.; Slatkin, M.; Mealey, K. L. y Pedersen, N. C. (2004) «Breed distribution and history of canine mdr1-1D, a pharmacogenetic mutation that marks the emergence of breeds from the collie lineage». *PNAS*, vol. 101 n.º 32: 11725-11730, 10 de agosto 10.
- Silveira, C.; Fernández, G. y Barba, C. (1998) «El perro cimarrón, la raza canina autóctona del Uruguay». *Archivos de Zootecnia*: 47: 533-536.
- Trepanier, L. A. (2006) «Cytochrome P450 and its role in Veterinary drug interactions». *Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 36: 975-985.

Recursos electrónicos:

<<http://buscon.rae.es/draeI/html/boton.htm>>

<<http://www.kcu.com.uy>>

<<http://www.sccu.com.uy>>

Razas caninas españolas

M. VICTORIA ARRUGA LAVIÑA¹
JOSÉ IGNACIO BONAFONTE ZARAGOZANO²

Introducción

Existe una inmensa variedad de razas caninas en el mundo, casi tantas como gustos tiene la gente. En los diferentes países se han ido creando razas de perros que, o bien por su utilidad, o bien por el deseo de las personas, se adaptaban a las necesidades o aficiones del momento. Hay razas que ayudan en el trabajo diario, otras de protección, perros guía, otras que se utilizan para trabajos específicos, como la caza, el pastoreo, perros policía, de rescate, perros utilizados en terapias, de utilidad para personas disminuidas física o intelectualmente, o simplemente como compañía.

Estas necesidades y aficiones han ido haciendo que el número de razas sea tan elevado que, aún hoy en día, sea imposible decir con exactitud el número total de ellas que puedan haber en el mundo.

Mucho antes de la denominada globalización ya se producían intercambios entre las diferentes razas para ir fijando unos caracteres ya fueran morfológicos: tamaño, forma, color, belleza, ya fueran de aptitudes: olfato, velocidad, alerta, defensa o de comportamiento como afectividad, lealtad, etcétera. De forma que en los diferentes países existen razas caninas que han permanecido desde tiempo inmemorial, mientras que otras proceden de otros lugares y que se han ido adaptando e incluso cruzando con las razas propias, dando lugar al inmenso número de razas y variedades existentes en la actualidad. E incluso es de esperar, que con el proceso referido de globalización el número siga creciendo a mayor velocidad que hasta ahora.

Es lo que sucede en España, donde hay un amplio número de razas caninas propias que conviven con las procedentes del resto del mundo. Las razas caninas españolas son preferentemente razas de talla mediana y grande que se han venido utilizando especialmente en el mundo rural para pastoreo, caza, defensa, etcétera. El cambio que se produjo en este país, en la última mitad del siglo pasado, con la incorporación masiva de la población a las ciudades, llevaba consigo una

¹ Laboratorio de Citogenética y Genética Molecular, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.

² Unidad de Patología Quirúrgica y Cirugía, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.

pérdida segura de muchas de estas razas. Afortunadamente, se ha procedido a la recuperación y conservación de estos recursos genéticos mediante la creación de asociaciones caninas que mantienen y luchan por conservar las razas tal y como fueron. Estas asociaciones reciben el refrendo oficial, nacional e internacional, trabajando codo con codo con las instituciones y organismos que trabajan de forma reconocida y eficaz con este fin.

Figura 1. Perro de la raza mastín del Pirineo



Fuente: foto cortesía del profesor Carlos Sañudo

Figura 2. Perro de la raza galgo español



Fuente: foto cortesía del profesor Carlos Sañudo

Razas caninas españolas

La Real Sociedad Canina de España (RSCE) es una sociedad cinológica española, encargada de redactar los estándares de las razas caninas originarias de España. Fue fundada en 1911 con el nombre de Real Sociedad Central de Fomento de las Razas Caninas de España y en 1912 fue admitida como miembro de pleno derecho en la FCI. En el año 2003 el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación le autorizó para llevar los libros genealógicos caninos en España.

Las distintas comunidades autónomas que configuran el territorio español, presentan sus sociedades caninas, e incluso, a un nivel inferior, existen asociaciones que engloban una o dos provincias, dentro de una misma comunidad autónoma. Todas ellas colaboran y trabajan dentro de la Real Sociedad Canina de España.

Tabla I. Clasificación por grupos realizada por la FCI para las razas caninas, de acuerdo con sus diferentes características

Grupo I	Perros de pastor y perros boyeros (excepto perros boyeros suizos)
Grupo II	Perros tipo pinscher y schnauzer, molosoides, perros tipo de montaña y boyeros suizos
Grupo III	Terriers
Grupo IV	Teckels
Grupo V	Perros tipo spitz y tipo primitivo
Grupo VI	Perros tipo sabueso, perros de rastro y razas semejantes
Grupo VII	Perros de muestra
Grupo VIII	Perros cobradores de caza, perros levantadores de caza, perros de agua
Grupo IX	Perros de compañía
Grupo X	Lebreles
Resto de razas aceptadas provisionalmente	

Fuente: Federación Cinológica Internacional (FCI)

La FCI clasifica las razas en diez grupos de acuerdo con su talla, morfología, características de comportamiento, etcétera, como se indica en la tabla I, con un apartado para las razas aceptadas provisionalmente.

En España, para las distintas razas autóctonas caninas, se han reconocido oficialmente ocho grupos (tabla II), puesto que en los grupos IV y IX, no se encuentra ninguna raza española.

No obstante, no se encuentra una clasificación fija, puesto que depende de las asociaciones existentes. Si nos atenemos a la que presenta la RSCE, y tal como se describe en la tabla II, son 21 razas de perros las que están oficialmente aceptadas, más un buen número pendientes de aceptación.

Tabla II. Razas caninas españolas clasificadas en los distintos grupos

Grupo	Raza canina autóctona española
I	Ca de bestiar (perro de pastor mallorquín), gos d'atura catalá (perro de pastor catalán), majorero, euskal artzain txakurra (perro de pastor vasco). Perro de pastor garafiano
II	Mastín español, mastín del Pirineo, ca de bou (perro de presa mallorquín). Dogo canario, alano español
III	Ratonero bodeguero andaluz, gos rater valencià (perro ratonero valenciano)
V	Podenco canario, podenco ibicenco, podenco andaluz, maneto
VI	Sabueso español
VII	Perdiguero de burgos, pachón navarro
VIII	Perro de agua español
X	Galgo español
Razas aceptadas provisoriamente	Ca coniller. Carea castellano, carea manchego, carea de León, patenero, podenco enano del hierro, perro lobo herreño, ratonero murciano, rehaleo naveño, villanuco de las encartaciones

Fuente: Federación Cinológica Internacional (FCI)

Por otro lado, la RSCE reconoce en su reglamento un apartado explícito para las razas caninas autóctonas españolas destacando su estado de precariedad por el bajo número de ejemplares que existen en algunas de ellas, así como la urgente necesidad de realizar un continuo y eficaz esfuerzo por preservarlas.

El propio Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), ha legislado sobre el tema, con la ayuda de asociaciones y organismos como la RSCE, para marcar unas normas y unos estándares, que permitan la salvaguarda de estas razas, poniendo las condiciones que deben cumplir tanto los animales, como los criadores. El estado actual de la cabaña canina autóctona es diferente para cada raza. El mastín español ha conseguido resurgir de un reducto muy limitado, que gracias al esfuerzo de personas concretas, recorriendo los montes de León y la campiña castellana, han conseguido una recuperación espectacular, con ejemplares dignos de las mejores cabañas reales. El gos d'atura català, por su carácter y por su conocimiento a través de los concursos de recogida de rebaño televisados, también goza de un buen estado y de un buen número de ejemplares. No pasa lo mismo con razas como el perro majorero, el ca de bou, el euskal artzain en sus dos variedades, el pastor garafiano, y otras muchas más, las cuales se podrían considerar en peligro de extinción, por el bajo número de ejemplares y la consanguinidad que puede llegar a darse si no se actúa con urgencia.

En la tabla III, se describen algunas de las características más importantes en las principales razas caninas españolas que cuentan con estándar oficial y número de identificación de la FCI. Se trata de razas cuyo principal papel fue el de cuidado del ganado, de caza, en las diferentes modalidades y de guardián de personas y propiedades. Todas las razas españolas son de talla media o grande, robustos y bien

Tabla III. Características más importantes de algunas razas caninas españolas

Raza	Origen	Utilización	Clasificación FCI	Comportamiento	Cuerpo	Piel	Capa	Color capa	Talla
Ca de be-tiar o perro de pastor mallorquín	Islas Baleares	Pastoreo, guardia y defensa	Grupo I, Sección 1. Perros de pastoreo	Gran nobleza, dócil y cariñoso	Perfil subconvexo, talla grande. Robusto, musculoso y ágil. Largo del cuerpo = altura de la cruz	Elástica, sin pliegues y dura	Pelo corto, pegado a la piel	Negro. El color blanco solo en el pecho	Alzada a la cruz entre 66 y 73 cm
Mastín del Pirineo	Pirineo Aragonés y Navarra	Defensor del ganado y guardián de personas y haciendas	Grupo II, Sección 2. Molosoides	Cariñoso, manso y noble, pero fiero ante los extraños	Gran alzada, hiper-métrico y medilíneo. Potente y musculado.	Elástica, gruesa, las mucosas negras	Pelo tupido, grueso y moderadamente largo	Básicamente blanco, con máscara bien definida. Orejas siempre manchadas	Sobre 77 cm. Se estima conveniente que se rebasen los 81 cm
Mastín español	Todo el territorio español	Guarda y defensa de rebaños, personas y propiedades	Grupo II, Sección 2. Molosoides	Rústico, cariñoso, manso, pero gran firmeza frente a alimañas y extraños	Gran talla, hiper-métrico y medilíneo. Muy potente y musculado. Largo del cuerpo superior a la cruz	Elástica, gruesa, las mucosas negras	Pelo tupido, grueso, semi-largo, liso	Color indeterminado más apreciados los colores uniformes: amarillos, leonados, negros, lobatos, cervatos	No existen límites máximos, preferibles los de mayor alzada. Mínimos: 77 cm.
Dogo canario o perro de presa canario	Islas de Tenerife y Gran Canaria	Perro de lucha en el pasado, actualmente de guarda y defensa	Grupo II, Molosoides	Temperamento impetuoso, hábil y luchador, pero manso y noble en familia	Talla media, eumétrico de perfil recto. Mesomorfo, tronco más largo que la altura de cruz	Elástica y gruesa	Pelo corto	Capa atigrada, leonada y negra, con máscara negra	De 61 a 66 cm
Ca de bou o perro de presa mallorquín	Islas Baleares	Perro de guarda y defensa	Grupo II	Temperamento sanguíneo y muy valiente	Poderoso, de alzada media. Con la cabeza de gran tamaño en relación con el cuerpo.	Elástica	Pelo corto, oscuro, preferible sin pelos blancos	Capa leonada o atigrada	58 cm
Perro de agua español	Regiones costeras españolas	Perro de pastor, cazador y ayudante de pescadores	Grupo VIII, Sección 3. Perros de agua	Fiel, obediente, valiente y equilibrado	Rústico, eumétrico, peso medio, dolicocefalo. Bien musculado.	Flexible, fina y bien adherida al cuerpo	Pelo siempre rizado y de consistencia lanosa. Ondulado y acaracolado cuando es corto.	Blanco, negro y marrón; cuando son bicolores blancos y negros o blancos y marrones, nunca tricolor.	41 a 50 cm
Galgo español	Todo el territorio español	Perro de caza de liebres a la carrera	Grupo X: lebres. Sección 3: lebres con pelo corto	Carácter serio y retraído, en la caza demuestra energía y vivacidad	Buen tamaño, eumétrico, subconvexo, sublongilíneo y dolicocefalo. Cabeza larga y estrecha, tórax de amplia capacidad	Piel muy pegada al cuerpo en todas sus zonas	Pelo tupido, muy fino, corto y liso	Color indeterminado barcinos y atigrados, negros, barquillos oscuros y claros, blancos, tostados, canelas amarillos, rojos.	Alzada a la cruz de 62 a 70 cm.

musculados, excepto el galgo español, que es un perro estilizado, delgado, con la cabeza larga y estrecha, bien dotado para la carrera (figuras 1 y 2).

Estudios genéticos

Las razas españolas han sido analizadas genéticamente por diferentes autores, comparando su estructura genética con otras razas internacionales y estableciendo las características de cada una de ellas. Los marcadores genéticos han sido una herramienta extraordinariamente valiosa a la hora de aplicarlos para dar respuesta al sector de criadores y usuarios. Desde la posibilidad de conocer los principales genes asociados a enfermedades, anomalías congénitas, pedigrís, estudios de parentesco y consanguinidad, control de los libros genealógicos de cada raza, etcétera.

Una de las aplicaciones más eficaces de los marcadores genéticos es la posibilidad de estimar la consanguinidad o endogamia. La utilización de la consanguinidad en las poblaciones pequeñas es una herramienta muy utilizada por los criadores caninos para la fijación de ciertos caracteres dentro de la población y formar líneas dentro de una misma raza. Los animales utilizados en los cruza- mientos están emparentados entre sí y esta práctica es habitual, ya que incluso en la formación de muchas razas caninas actuales se ha utilizado de forma sistemática para conseguir una rápida uniformidad con respecto a caracteres morfológicos y en menor medida en los caracteres productivos como la aptitud animal. Pero en las especies animales, existe una serie de limitaciones en el uso de la consanguini- dad debido a que la selección aplicada no puede contrarrestar sus efectos deleté- reos, de forma especialmente notable en los caracteres reproductivos.

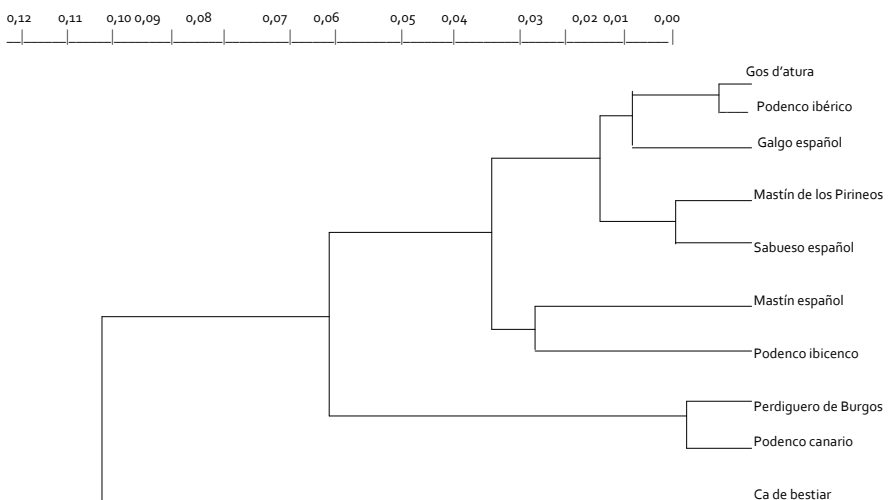
La endogamia causa un decaimiento en la fuerza vital de los reproductores, debido a la creciente homocigosidad de los genes que controlan la salud y el vigor. Puede producirse un descenso del peso al nacimiento de los cachorros, seguido de un crecimiento insatisfactorio, o también una falta de vitalidad, irre- gularidades en los caracteres y en el comportamiento sexual, tanto de machos como de hembras, como inapetencia, celos irregulares, menor producción de ovocitos viables, que hace que disminuya el tamaño de la camada, retraso en la madurez sexual, etcétera. Es por todo ello, que la tarea que se encomienda al criador bien preparado, es la de conseguir el equilibrio entre la consanguinidad necesaria para obtener perros con características propias y uniformidad dentro de la raza y evitar las consecuencias negativas de la depresión endogámica.

La evaluación y control de la endogamia o consanguinidad ha sido estudiada en el perro de agua español y ha dado como resultado valores que oscilan desde cero, en perros no consanguíneos, hasta ejemplares que presentan niveles del 30%. La endogamia media en toda la raza se ha estimado en valores del 3,1%. Estos valores pueden considerarse como no peligrosos, pero no obstante, es preci- so controlar en cada pequeña población, puesto que es en cada una de estas pequeñas poblaciones donde se corre el riesgo de que aparezca. Mediante un correcto control, es posible eliminarla en una sola generación, siempre que en

cada cruzamiento se seleccionen los reproductores convenientemente alejados desde el punto de vista genético. Al criador le interesa esta selección dirigida, de resultados mucho más rápidos y espectaculares.

Otra de las aplicaciones de los estudios genéticos es el conocimiento de las relaciones genéticas que pueden existir entre las distintas razas. Estas relaciones han sido abordadas desde el punto de vista histórico, morfológico y de comportamiento, pero estos dos últimos aspectos están sometidos a una gran presión de selección, tanto natural como artificial. El fenotipo será, pues, un indicador poco potente a la hora de conocer la evolución y las relaciones genéticas que pueden existir a nivel de razas. Mientras que la posibilidad de comparar el propio material genético o ADN, permite acercarse al genotipo y medir directamente la divergencia genética. Los análisis del polimorfismo bioquímico de loci génicos estructurales se han utilizado para intentar reconstruir la filogenia de las diferentes razas caninas. Así, algunos autores analizan 21 loci génicos en 10 razas españolas estimando el grado de diferenciación, entre ellas, del 9,9%. Este valor indica que la proporción de variación genética atribuible a las diferencias raciales tan solo explica un 10% del total de la variación y el 90% restante corresponde a la diferenciación entre los individuos (figura 3). Estos datos obtenidos cuando se estudian los citados marcadores genéticos no son definitivos, puesto que pueden ser indicadores o no, de la verdadera historia evolutiva de las poblaciones. La selección artificial, las migraciones génicas, los cuellos de botella, el reducido porcentaje (10%) de variación genética que puede ser atribuido a las diferencias raciales cuando se analizan estos marcadores, hacen que los posibles análisis de filogenia deban ser tomados con precaución, hasta el momento.

Figura 3. Dendograma de las razas caninas españolas obtenida a partir de datos de polimorfismos proteico y enzimático



Fuente: Jordana y cols., 1992

El estudio del ADN de forma directa a través de los marcadores microsátélites, RAPD, SNP y del ADN mitocondrial, posibilita una mayor información al respecto, como se ha realizado en el perro cimarrón uruguayo y otras razas en el mundo. Pero en las razas españolas no se ha realizado un exhaustivo análisis de estos marcadores con el fin de evaluar las divergencias y similitudes genéticas entre las diversas razas.

Mapeo génico

El conocimiento que actualmente se tiene de la disposición de cada uno de los genes sobre los correspondientes cromosomas (mapa génico) que configuran el genoma completo del perro, es todavía reducido comparado con otras especies más estudiadas, como la especie humana o el ratón.

¿Por qué es tan importante saber cómo es el mapa de genes del perro? Porque cuando se tiene esa información se accede a la secuencia del ADN del gen y de esta forma se pueden conocer los genes que determinan muchas de las enfermedades que padecen los perros, como por ejemplo la enfermedad causada por la deficiencia en la enzima fosfofructoquinasa (PFK) que altera el metabolismo de la glucosa, dando lugar a una inmovilización muscular en la raza cocker spaniel.

De esta forma, se analizan los progenitores, se comprueba qué animales son los portadores del gen que causa la enfermedad y ya se puede hacer una selección en contra de estos individuos que, de otra forma, darían lugar a cachorros enfermos o portadores, transmitiendo la enfermedad a sus descendientes.

Es de sobras conocido que determinadas razas presentan una serie de enfermedades con una frecuencia bastante elevada, de manera que pueden considerarse como propias de la raza. Ello es debido a que junto con caracteres que se deseaba seleccionar y fijar en esa raza, se han seleccionado también otros que iban ligados a esos últimos y que dan lugar a enfermedades y alteraciones no deseadas ni esperadas.

La aplicación de sistemas de análisis y estudio de las secuencias del ADN, de los métodos utilizados en genética molecular, junto con los de citogenética, van permitiendo conocer el mapa génico de cada cromosoma en el perro y por consiguiente la posibilidad de tener la información de los genes incluidos en el correspondiente cromosoma o región cromosómica (Arruga, 1994).

Hasta el momento hay más de 3000 loci mapeados en el perro (genes de secuencia única, marcadores genéticos como secuencias de ADN, microsátélites, etcétera), pero si como se supone la especie canina puede tener alrededor de 30.000 genes, es evidente la enorme tarea que resta por hacer.

Un ejemplo del conocimiento del mapa del perro reside en la información que se dispone del cromosoma Y, cromosoma del par sexual que solo presentan los machos. El gen conocido es el SRY implicado en la determinación del sexo y cuya alteración causa numerosas anomalías en la reproducción y en la

constitución sexual de algunos machos. La información que se tiene de este gen permite diseñar unos cebadores que, mediante la metodología de PCR (reacción en cadena de la polimerasa), amplifican una secuencia específica de dicho gen y así se pueden determinar anomalías sexuales o conocer el sexo de embriones o fetos antes de nacer, entre otras aplicaciones.

De igual forma, la aplicación de la metodología genética permite diagnosticar la presencia o no de genes cuya deficiencia o alteración causa un gran número de enfermedades, como el locus para la deficiencia de la fosfofructoquinasa (PFK) en el perro cocker spaniel o en el springer spaniel inglés. Esta deficiencia en la enzima PFK es una enfermedad autosómica recesiva, por lo que animales sanos pueden ser portadores del alelo afectado y dar lugar a cachorros homocigóticos recesivos que padecerán la enfermedad. Lo mismo sucede con la enfermedad von Willebrand (vWD) que al igual que la PFK es autosómica recesiva. Se caracteriza por una escasa producción del factor sanguíneo von Willebrand. Los análisis genéticos permiten clasificar a los animales de las razas afectadas, como la bernés, dóberman, manchester terrier, etcétera, en tres categorías: libres, portadores y afectados o enfermos, destacando la raza dobermann por presentar frecuencias altas de portadores y enfermos frente a las demás razas caninas.

En algunas razas es importante la distribución y color de las manchas de la piel, como sucede con los perros dálmatas. Los análisis del ADN permiten identificar el genotipo asociado a las manchas oscuras y el correspondiente a las manchas coloreadas (naranja), de forma que así se ofrece a los criadores la posibilidad de tener perros con el fenotipo deseado.

Respecto a las alteraciones del tracto reproductor como el criptorquidismo, ya se han descrito correlaciones entre el gen del factor 3 de la insulina y la aparición de esta anomalía, analizando el ADN correspondiente a una secuencia específica de este gen se puede diagnosticar si un cachorro está afectado o si un animal en general, es portador del gen alterado.

El estudio de la posición de cada uno de los loci del genoma, permitirá en un futuro, conocer la relación de ligamiento entre los genes de mayor interés para los criadores y así poder seleccionar aquellos genotipos que den lugar a los fenotipos deseados.

Bibliografía

- Arruga, M. V. (1994). «Mapas genéticos. Análisis de ligamiento entre loci». *Bovis*, 60: 31-40.
- y Bonafonte, J. I. (2004). «Conocimiento actual del genoma del perro. Mapas genéticos». *Argos*, 55:4-5.
- Gagliardi, R.; Martínez, M.; Bianco, C.; Artigas, R.; Llambí, S.; Monteagudo, L.; García, C. y Arruga, M. V. (2007). «Análisis de la variabilidad genética del perro cimarrón uruguayo utilizando microsatélites». Proceedings del *VIII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos*.
- Gagliardi, R.; Martínez, M.; Llambí, S.; García, C. B. y Arruga, M. V. (2008). «El perro cimarrón uruguayo». *Especies*, 113: 32-33.
- Jordana, J.; Piedrafitá, J. y Sánchez, A. (1992). «Genetic relationships in Spanish dog breeds. II. The análisis of biochemical polymorphism». *Gen Sel Evol*, 24: 245-263.
- Llambí, S.; Gagliardi, R.; Martínez, M.; Estévez, J.; Gorozurreta, A.; Costa, G.; Bianco, C.; Artigas, R. y Arruga, M. V. (2008). «Analysis of two populations of the Uruguayan canine breed Cimarron (*Canis familiaris*) using RAPD markers». *Revista MVZ*, 13 (3): 1464-1468. Córdoba.
- Llambí, S.; García, C. B. y Arruga, M. V. (2006). «Una nueva era para el diagnóstico genético en salud y producción animal». *Albétar*, 93: 32-34. ISSN: 1699-7883.
- Truong, A.; Bogatcheva, N. V.; Schelling, C.; Dolf, G. y Agoulnik, A. I. (2003) «Isolation and Expression Analysis of the Canine Insulin-Like Factor 3 Genetic». *Biol Reprod*. 69: 1658-1664.

Recursos electrónicos:

- <<http://www.ifca.unican.es/users/camacho/dogs/breeds/spain/cdbe-std.html>>
- <http://www.royalcanin.es/newsletters_professional/abril_2010/seccion2.html>
- <<http://www.rsce.es>>

Silvia Llambí Dellacasa es doctora en Medicina y Tecnología Veterinaria, magíster en Genética animal por el Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (Pediciba) de la Universidad de la República (Udelar) y PhD por la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza.

Es docente de la Facultad de Veterinaria de la Udelar desde 1984, y se desempeña actualmente en el Área Genética de esa misma facultad. Es investigadora nivel II del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII).

Rosa Gagliardi Berenguer es doctora en Medicina y Tecnología Veterinaria y magíster en Genética en caninos de raza cimarrón uruguayo. Está haciendo su tesis de doctorado en caninos. Es docente del Área Genética de la Facultad de Veterinaria desde 1994. Es candidata a investigadora del SNI de la ANII.

