



CANIS *et* FELIS

Revista veterinaria profesional
de animales de compañía

Revista bimestral * 22 Euros
Nº 130 - Octubre 2014

5 (2014) - Año XXII



**GENÉTICA DE PERROS Y GATOS: PATOLOGÍAS HEREDITARIAS
Y OTROS ASPECTOS DE INTERÉS EN LA CLÍNICA VETERINARIA**



Desde 1989 CIAB laboratorios de análisis
clínicos veterinarios sigue las normas
de control y garantía de calidad.

- Hematología
- Bioquímica
- Parasitología
- Microbiología
- Inmunología
- Diagnóstico por PCR
- Hormonas
- Perfiles funcionales

Recogemos muestras a nivel local y nacional



El laboratorio en tu clínica

www.ciab.es | rodrigo@ciab.es | 91 361 33 14

C/ Coslada, 12. Bajo Drcha. 28028 Madrid



CIAB

Centro de
Investigación y
Análisis Biológicos

Origen y diversidad de la especie canina

Dunner S, Cañón J

Laboratorio de Genética. Dpto. de Producción Animal. Facultad de Veterinaria, UCM.

Desde el inicio del proceso de domesticación del perro, hace unos 11.000-16.000 años a partir de poblaciones de lobo, el ancestro salvaje del perro, el patrón actual de diferenciación es consecuencia de un proceso evolutivo reticulado, implicando múltiples eventos de migración, introgresión y aislamiento reproductivo que ha dado lugar a un gran número de razas, con una elevada variabilidad interracial. Por otro lado, este elevado grado de diferenciación genética entre razas, y la abundante información molecular disponible en esta especie desde la secuenciación de su genoma, permiten, entre otras aplicaciones que se describen en este capítulo, determinar con gran precisión el origen racial de un determinado ejemplar, incluso la proporción de genoma que proviene de cada una de las razas que puede haber estado en el origen de un determinado ejemplar.

LA ESPECIE CANINA

Introducción

Para quién se interesa a la especie canina, es llamativo constatar la diversidad tanto morfológica como de comportamiento que muestran sus representantes. Con unos estándares de tamaños y de peso que varían de 18 a 90 cm y de 0,5 a 100 kg en función de las razas (por ejemplo entre el chihuahua y el mastín), no existe ninguna especie de mamífero que muestre una variabilidad morfológica tan grande. Esta heterogeneidad también es fisiológica: existen diferentes poblaciones en las que las esperanzas de vida varían de 6 a 14 años y el tamaño de camada es de 2 a 8 cachorros.

Además, la sociabilización y la plasticidad de los caracteres de comportamiento en la especie le ha permitido ser apta para una gama muy variada de usos: unos datan de los primeros tiempos de la domesticación (caza, compañía, guarda, eliminación de basuras, fuente de alimentación), otros (salvamento, aduanas, perros lazarillos) se han desarrollado mucho más recientemente. Hay que recalcar que no existe una especie doméstica con tantos usos diferentes como el perro: caza, guarda (de rebaños, de casas...), compañía, ayuda a la seguridad y/o socorro (perros policía, perros aduana, perros de avalancha, ayuda a los discapacitados (perros lazarillos, tracción de vehículos ligeros), carrera, ayuda para buscar alimentos (perros trufa), alimento para el hombre (en algunas regiones del planeta). Esta diversidad de usos solo ha podido ser posible gracias a una gran plasticidad morfológica y comportamental de la especie.

Conviene buscar las razones de esta variabilidad. Según algunos autores, esta diferenciación morfológica de los cánidos es esencialmente postnatal y ligada en parte a la neotenzación¹ que muestra la especie. Otra hipótesis se basa en la existencia de un número especialmente importante de mutaciones producidas por deslizamiento en genes que corresponden al desarrollo ontogénico¹. Una variabilidad de las repeticiones nucleotídicas en estos genes conllevaría variaciones morfológicas importantes. Esta particularidad de los cánidos en general se debería a un defecto en los mecanismos de reparación del genoma. Las mutaciones por deslizamiento, siendo 100.000 veces más frecuentes que las mutaciones por inserción, serían la causa de esa plasticidad morfológica, y explicarían el elevado potencial evolutivo de la especie canina. Esa plasticidad ha permitido que algunas razas se adapten a las condiciones impuestas por el hombre como, por ejemplo, la selección de los individuos de la raza pastor alemán y pastor belga que han pasado a partir en el siglo XX de ser perros pastor a ser perros de defensa.

Origen del perro

No hay duda de que el perro es la primera especie domesticada por el hombre. La evidencia arqueológica indica que el perro **actual** ya se parecía al perro **de hace unos 10.000**

¹ Capacidad de mantener rasgos juveniles en la edad adulta.

² Genes que intervienen en el desarrollo de un organismo.

años, sin embargo la evidencia genómica sugiere que el perro ha podido divergir de otros cánidos hace unos 100.000 años. Al margen de cuál puede ser la fecha de nacimiento oficial del perro como (sub)-especie, se trata de un lapso de tiempo corto en relación con la edad del *Homo sapiens*.

Razones para la domesticación del perro

Existen varias hipótesis sobre el o los procesos de domesticación del lobo siendo, en todo caso, el resultado de un largo período de cohabitación entre las dos especies. Una hipótesis supone que ha habido una sociabilización sucesiva de lobeznos que posteriormente han permanecido en los asentamientos humanos. El hombre habría seleccionado el lobo utilizando criterios de comportamiento que favorecen la cercanía primero y luego la utilización. Algunos autores se inclinan porque estas primeras tentativas estarían marcadas por una necesidad de descubrir y una voluntad de apropiarse de lo vivo sin voluntad utilitarista en un principio. Otros autores determinan que hubo una auto-domesticación de ciertas poblaciones de lobo cuyos individuos se acercaban a los campamentos humanos para aprovecharse de sus restos, lo que le hubiera dado una ventaja selectiva. Los animales menos miedosos se habrían auto-seleccionado hasta dar lugar a una población que tuviera el mismo modo de vida que ciertas poblaciones de perros de pueblo semisalvajes (*village dogs*) hoy en día. Este lobo "predomesticado" habría sido seleccionado por parte del hombre con objetivos utilitarios.

Hoy en día, no hay ninguna duda de que el lobo prehistórico ha sido el ancestro salvaje del perro doméstico. Las (sub)-especies canina y lupina, completamente inter-fértiles, son muy próximas genéticamente, y no difieren más que en un 0,2% de su ADN mitocondrial frente a un 0,4% en comparación con otros cánidos. En el árbol filogenético que se puede construir para la familia de los cánidos, el perro y el lobo no solo comparten una de las tres ramas del árbol filogenético (las otras dos ramas reúnen diferentes especies de zorros) junto con el coyote y el chacal, sino que son las dos especies más próximas.

Las pruebas paleontológicas del perro datan del pleistoceno medio y se sitúan entre 14.000 y 20.000 años antes de nuestra era. Se trata de representaciones rupestres, así como de huesos identificados como morfológicamente distintos de los de lobos. Se encontraron restos de un perro en el sitio Jiahu, de la provincia de Henán, en China que datan del neolítico bajo (hace de 9.000 a 7.800 años) y en Alemania se ha encontrado un lugar de sepulturas, denominado Bonn Oberkassel, que contiene restos de humanos y de perros que datan de unos 14.000 años.

Los datos de genética molecular, hasta ahora, no habían permitido precisar la época de la domesticación, con ADN mitocondrial unos autores sugerían cifras de más de 100.000 años de divergencia entre las dos especies, pero otros trabajos más recientes permiten hablar de ~15.000 años. Existen diferentes elementos que permiten suponer que el centro de domesticación de la especie se situó en el sureste de Asia: a) las comparaciones morfológicas entre fósiles y perros actuales mostraban que los perros del continente americano son más próximos a un lobo

chino del pleistoceno. b) Las poblaciones de perros del sureste de Asia presentan una mayor diversidad molecular y por ello se habla de una domesticación extremo-oriental. Sin embargo, otros resultados posteriores contradicen esta teoría y sugieren eventos de domesticación, múltiples e independientes, tanto en Europa como en Asia. Utilizando chips de 48.000 marcadores de tipo SNP y análisis de bloques haplotípicos, unos autores muestran en 2011 que los lobos americanos, el lobo de los Grandes Lagos, y el lobo rojo, son el resultado de la hibridación de variedades derivadas del lobo gris y del coyote respectivamente. Esta historia genómica divergente sugiere que no tienen un ancestro común reciente, y que sigue existiendo una hibridación interespecífica en la actualidad. Claramente estos resultados no reflejan que el origen del perro sea Asia oriental, sino que sugieren bien la existencia de otros orígenes, de retrocruzamientos antiguos o, por último, indican un sesgo en la variación de ADN mitocondrial debido a la posible mayor dispersión de las hembras. Actualmente, las herramientas moleculares disponibles (con las que se puede comparar no sólo regiones cromosómicas en forma de haplotipos sino genomas completos), permiten detectar un modelo demográfico en el cual perros y lobos sufrieron hibridaciones constantes para luego divergir a través de un proceso dinámico que incluye cuellos de botella (es decir una reducción drástica de su población original) en ambos linajes, y el establecimiento de un flujo de genes entre las dos especies posterior a esa divergencia.

En el perro, se ha detectado un cuello de botella producido por la domesticación que supuso una reducción del censo efectivo³ de población (~16 veces), lo que representa una reducción mucho más drástica de lo que se había estimado anteriormente. En el lobo se produjo un cuello de botella muy pronto después de la divergencia con el perro, lo que sugiere que el *pool* de diversidad a partir del cual se generó el perro era sustancialmente mayor que el representado por las poblaciones modernas de lobo. Con los datos de secuenciación de lobos grises actuales, procedentes de tres de los centros putativos de domesticación del perro (China, Israel, y Croacia), junto con los de dos razas caninas oriundas de dos áreas históricamente aisladas de las poblaciones modernas de lobo, una de África central (basenji) y otra de Australia (dingo), y los datos de un chacal dorado (muy alejado de todos ellos), se ha obtenido una estimación de entre 11 y 16.000 años para el intervalo en el que se produjo la domesticación. Por lo tanto estos datos sugieren que el perro apareció acompañando al hombre cazador-recolector más que al hombre agricultor. Lo más curioso de este último trabajo es que ninguno de los lobos actuales procedentes de los centros tenidos como de domesticación es más cercano al perro, sino que todo indica que ambos pertenecen a ramas hermanas de un árbol evolutivo encabezado por un lobo ancestral que se extinguió y que dio lugar tanto a lobos como a perros actuales, como lo demuestra la presencia, tanto

³ El censo efectivo (N) de una población es una cifra teórica que representa el censo de reproductores de la población tal que si se cruzan de forma equilibrada darían lugar a la endogamia actual observada en dicha población. El interés de este concepto es consecuencia de su relación con el incremento por generación en endogamia (ΔF) tal y como figura en la ecuación siguiente: $N = \frac{1}{2\Delta F}$.

en la raza canina basenji, como en el dingo, y en los llamados “perros de pueblo” o *village dogs* (perros asiáticos que siguen manteniendo el mismo estilo de vida que hace 15.000 años y no han sufrido ninguna selección por parte del hombre), de la misma mezcla en su genoma de lobo y perro (*Figura 1*).

Otro elemento de interés en el estudio del proceso de domesticación del perro es el número de copias presentes en cada población del gen de la Amilasa, *AMY2B*. Se cree que este gen ha sido clave para que el perro se adapte a las poblaciones humanas agrícolas porque ayuda a la digestión del almidón procedente de los cereales que el hombre empezó a cultivar. Cuantas más copias de este gen tiene un individuo más fácilmente digerirá el almidón que está incluido en su dieta “doméstica”. Curiosamente, existen grandes variaciones en el número de copias de este gen en los lobos y muy pocas copias en los linajes del dingo y el husky. Esto sugiere que al principio de la domesticación los perros se caracterizaban por una dieta más carnívora que la de los perros actuales, que era la dieta del hombre prehistórico, y por lo tanto que la domesticación no es un evento simple ni se ha producido cuando el hombre se ha vuelto sedentario sino mucho antes.

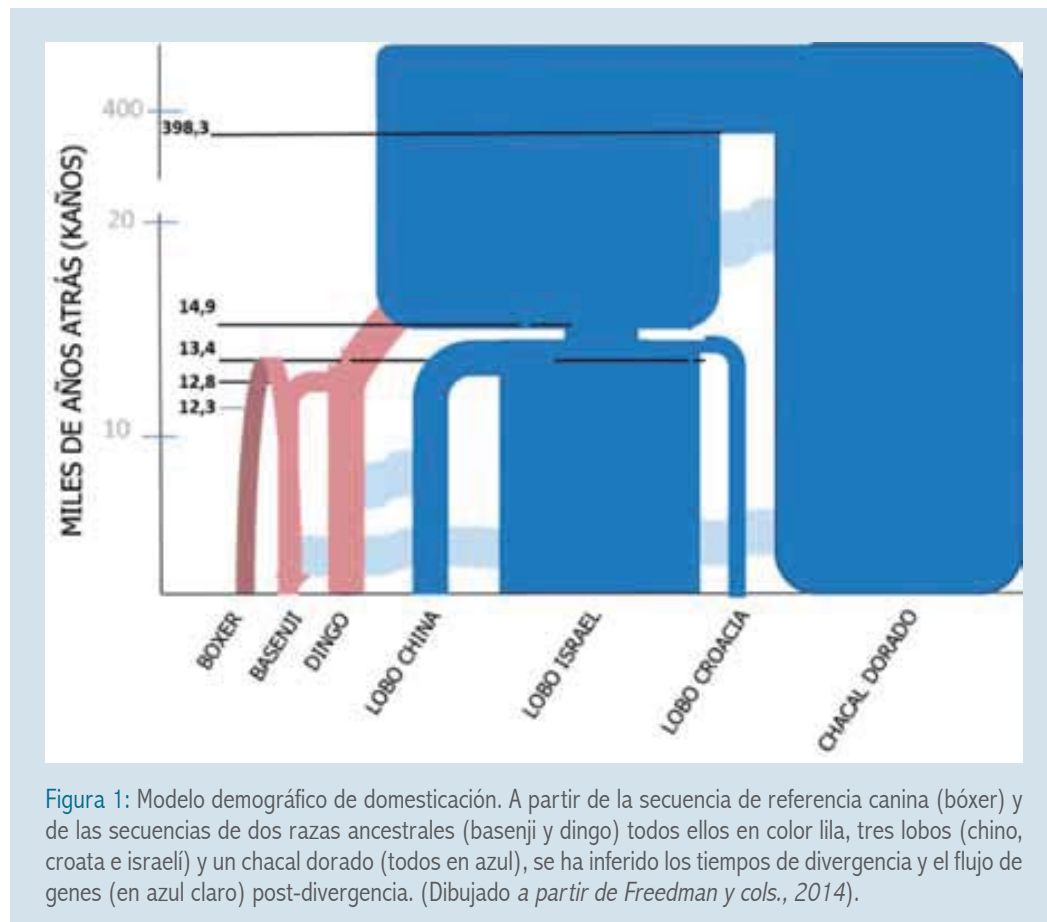


Figura 1: Modelo demográfico de domesticación. A partir de la secuencia de referencia canina (bóxer) y de las secuencias de dos razas ancestrales (basenji y dingo) todos ellos en color lila, tres lobos (chino, croata e israelí) y un chacal dorado (todos en azul), se ha inferido los tiempos de divergencia y el flujo de genes (en azul claro) post-divergencia. (Dibujado a partir de Freedman y cols., 2014).

Razas de perros

Una de las consecuencias de la domesticación ha consistido en ciertas modificaciones morfológicas encontradas en los perros primitivos: modificaciones faciales, reducción del tamaño de los dientes etc. Según ciertas hipótesis, estos cambios morfológicos íntimamente correlacionados con una selección sobre el comportamiento, estarían ligados a modificaciones hormonales. Al seleccionar zorros con el criterio de docilidad durante una docena de generaciones se han observado modificaciones morfológicas y en paralelo una disminución de la tasa media de cortico-esteroides (hormonas ligadas al estrés). Las modificaciones hormonales tendrían consecuencias importantes sobre el desarrollo de la ontogénesis. Estos resultados vendrían a decir que con la reproducción de los animales más dóciles y los menos sensibles al estrés se seleccionaba indirectamente sobre la tasa de hormonas, lo que habría provocado las primeras modificaciones morfológicas del lobo hacia un tipo de perro primitivo. Aunque esto no explica los precoces elevados niveles de diversidad racial en la especie canina observados en los abundantes testimonios arqueo-zoológicos. Pinturas rupestres encontradas en Turquía, y que datan de 5.850 años antes de nuestra era, muestran perros de tipo moloso, se han descubierto representaciones de individuos de tipo graioides (tipo galgo) en pinturas y cerámicas del 4º milenio antes de nuestra era en el mediano oriente y en cuevas de Argelia, se han descubierto esqueletos de perros en Italia que muestran la variabilidad de tamaño muy importante desde la edad del bronce hasta el periodo romano, así como la existencia de perros enanos (*Figura 2*).

La aparición de estos morfotipos, posiblemente muy diferenciados, ha sido un proceso paralelo al de la utilización especializada de los perros. El libro de caza de Gaston Phebus, de finales del siglo XIV, es un buen testimonio del uso que se hacía de diferentes perros en función del tipo de caza. Recientemente, en el año 2010, Boyko y colaboradores han identificado 51 regiones en el genoma del perro asociadas a la variación fenotípica de 57 caracteres tales como tamaño corporal medio, dimensiones externas del cuerpo, del cráneo, de los dientes, forma de



Figura 2: **A.** Pintura rupestre que muestra un perro de tipo lebral o graioides procedente de las cuevas Tassili, en Hoggar (Argelia) que tienen unos 8.000 años de antigüedad. **B.** Otra pintura en la que se ve la representación de un perro de tipo moloso en CatalHüyük (Turquía) hacia 5.850 aC.

los huesos largos, etc., y encontraron que un número muy reducido de regiones cromosómicas explican la mayor parte de la variación fenotípica encontrada para estos caracteres. Se comprobó, además, que estos cambios genómicos son consecuencia de procesos de selección recientes, que se asocian a caracteres específicos de razas (tamaño corporal, tipo de capa, forma de orejas), lo que confirma el papel jugado por el hombre en la modificación de la arquitectura genética del perro.

Aparición de las razas modernas, los libros genealógicos y el concepto de raza pura

En el siglo XVIII, la cría del perro todavía se rige por principios empíricos; lo cual no ha impedido la emergencia de un gran número de poblaciones diferenciadas. Al final del siglo XVIII, ya se conocen la mayor parte de los tipos raciales. Varias razas muy similares a las actuales están descritas en obras de naturalistas como Buffon en su *Histoire Naturelle* (1774) o Daubenton en la Enciclopedia británica también en el siglo XVIII. Los métodos de selección ya tratan de utilizar los animales de mayor belleza y “mejores”, al margen de lo que signifique mejor, para las cubriciones y desaconseja usar perros que tengan defectos naturales (como la epilepsia) o cuyos padres los tienen. En la misma época las experiencias de selección de Bakewell sobre los ovinos inician una revolución en la producción, aunque harán falta todavía muchos decenios para que esos métodos pasen de Inglaterra a Francia y España, y de la oveja al perro.

Pero hasta la primera revolución industrial, ya en el siglo XIX, no aparece la noción moderna de raza asociada a la de estándar morfológico o de comportamiento, que constituye la base de los primeros libros genealógicos. Dos fenómenos paralelos aparecen durante el siglo XIX que modifican completamente la cría canina. En primer lugar, las exposiciones caninas que se inician en 1859 en Inglaterra, y en 1863 en París, y que son el principal soporte para marcar los objetivos en la selección canina. Después de estos eventos, se van creando los primeros libros genealógicos. El Kennel Club inglés se funda en 1874 y le siguen otros en otros países. La formación de los libros va de la mano con el concepto de raza pura, y las principales consecuencias sobre la evolución y la selección de las razas son que los criadores van a intentar fijar las razas alrededor de un estándar morfológico, y de comportamiento. Estas razas se van a constituir en poblaciones relativamente cerradas, con una gestión que se coordina a nivel nacional o incluso en algunos casos, internacional. Aparece también en el siglo XIX la práctica de la consanguinidad, iniciada por los británicos, que pretende considerar al perro no solo por sí mismo sino también por las características de su familia y la constancia con la que éstas se han transmitido.

A partir de mediados del siglo XIX, con el concepto “fijista” de raza, comienza el aislamiento reproductivo de forma más sistemática entre los animales que se clasificaban en las diferentes razas, cuyo número actual ronda las 400 (actualmente hay 358 razas caninas reconocidas por la Federación Cinológica Internacional). Es

evidente que el concepto de raza ha ido modificándose a lo largo del tiempo, pero las consecuencias se han mantenido. Entre estas, la principal es una redistribución de la variabilidad genética, parte de la cual se atribuye a diferencias entre razas. El nivel de aislamiento reproductivo alcanzado entre las razas caninas ha llevado a uno de los más elevados niveles de diferenciación genética entre razas de todas las especies domésticas. Recientes trabajos utilizando tanto microsatélites como SNPs atribuyen a las razas entre el 27% y el 33% de la variabilidad genética total, valores muy superiores a los que se encuentran en otras especies domésticas.

Comentábamos que la noción de raza desde el siglo XIX ha sido tratada desde muy diversos puntos de vista (biológicos, culturales, sociales, administrativos), que pueden ser incluso antinómicos. De las muchas definiciones disponibles presentamos la de Clutton-Brock (1999): *“Una raza es un grupo de animales que han sido seleccionados por los humanos para poseer una apariencia uniforme, heredable que la distingue de los demás grupos de animales de la misma especie”*. Aunque, como decía K. Hammond, quien fue responsable del grupo de Recursos Genéticos Animales de la FAO: *“una raza es una raza si un número suficiente de personas dicen que lo es”*. Que esto es así, es decir, que el reconocimiento de una raza es un procedimiento administrativo sin que sea necesario invocar bases científicas, es comprobable en numerosos ejemplos: La FCI tenía reconocidas dos razas en la antigua Yugoslavia, el perro pastor yugoslavo de Charplanina y el perro pastor del macizo del Karst, pero como consecuencia de la división del país en estados independientes, dos nuevas razas, morfológicamente similares, han sido reconocidas por la FCI, el pastor de los carpátos, y el pastor de Bosnia-Herzegovina y de Croacia.

En los últimos años, ha habido cerca de medio millón de inscripciones de perros de raza pura en los libros genealógicos. En España, el Libro de Orígenes o LOE es mantenido por la Real Sociedad Canina de España (RSCE), que es miembro de pleno derecho de la *Fédération Cynologique Internationale* (FCI) desde 1912. De las 57.000 inscripciones realizadas en el LOE el año 2013, la mayor parte corresponden a las siguientes razas: perro de pastor alemán, yorkshire terrier, chihuahua, setter inglés, labrador retriever, bichón maltés, golden retriever, bulldog francés, schnauzer miniatura, teckel, bulldog inglés, epagneul bretón, bóxer, rottweiler, perro de agua español, american staffordshire terrier, mastín español, staffordshire bull terrier, caniche y perro de pastor belga. Las cifras acumuladas de los últimos cinco años muestran una clara preferencia por las razas perro de pastor alemán y yorkshire terrier (40.330 y 38.812 e inscripciones respectivamente).

La gran mayoría de los perros inscritos en el LOE pertenecen a poblaciones relativamente homogéneas desde un punto de vista morfológico y comportamental, que están bien seguidas y seleccionadas. Esta selección racial permite, al favorecer tipos especializados, ampliar la diversidad entre poblaciones dentro de la especie. También ha inducido seguramente una reducción de la variabilidad genética intra-racial y el incremento, bajo el efecto del aumento de la consanguinidad, de la incidencia de las afecciones hereditarias dentro de las poblaciones. Este

último fenómeno no hace más que acentuar la preocupación de los propietarios por el bienestar y la salud de sus perros. Los criadores y las asociaciones de razas demandan, por tanto, soluciones que les permitan luchar contra esas afecciones y mantener la diversidad genética.



Servicio de Genética

Facultad de Veterinaria
Universidad Complutense de Madrid



UNE EN ISO 9001:2008
Agencia
Certificación 3946: 1191
991

genetica@ucm.es
www.ucm.es/genetvet
91 394 3758

