

Grado en Biología

Memoria del trabajo de Fin de Grado

Cría para peor: A raza de cans PUG como caso paradigmático do conflito entre benestar animal e resposta á selección aplicada polos criadores. (Revisión bibliográfica).

Cría para peor: La raza de perros PUG como caso paradigmático del conflicto entre bienestar animal y respuesta a la selección aplicada por los criadores.

Breeding for worse: The PUG dog breed as a paradigm of the conflict between animal welfare and response to selection applied by breeders.



Nuria Rodríguez Pérez

Julio, 2017

Tutor Académico: Horacio Naveira Fachal

ÍNDICE

Resumen/Resumo/Abstract

Palabras clave

1. Introducción.....	pág.7-9
2. Objetivos.....	pág.10
3. Material y métodos.....	pág.10-12
3.1. La raza Pug.....	pág.10-12
3.2. Encuestas.....	pág.12-14
3.3. Empleo de redes sociales con fines científicos.....	pág.14
4. Resultados.....	pág.14-27
4.1. Análisis de datos facilitados por veterinarios y criadores de las encuestas.....	pág.14-16
4.2. Grado de endogamia de los Pug.....	pág.16
4.3. Asociación entre Meningoencefalitis del Pug y SNPs.....	pág.16-19
4.4. Intensidad y respuesta de la selección sobre caracteres fenotípicos de los Pug.....	pág.19-21
4.5. Efectos correlacionados de la selección.....	pág.21-25
4.5.1. Meningoencefalitis necrotizante (NME).....	pág.21-23
4.5.2. Síndrome Ocular Braquicefálico.....	pág.23-25
4.5.3. Otras enfermedades genéticas presentes en el Pug.....	pág.25
4.6. Otras patologías debidas al efecto fundador.....	pág.25-26
4.7. Consideraciones éticas.....	pág.26-27
5. Discusión.....	pág.27-28
6. Conclusiones (Castellano/Gallego) / Conclusions.....	pág.28-29
7. Bibliografía.....	pág.29-31

RESUMEN

A raíz de los intentos de domesticación del perro desde hace más de 15.000 años, los humanos han establecido una intensa selección artificial en los perros para desarrollar nuevas razas que presenten funciones específicas y rasgos fenotípicos deseables. Esto es posible debido a que el ADN del perro es muy maleable y pequeños cambios conllevan grandes consecuencias, hecho propiciado especialmente por los concursos de belleza canina del Kennel Club, quien ha seleccionado sin pudor a los perros, superponiendo este objetivo al bienestar de los animales.

Como resultado evolutivo se obtuvieron más de 350 razas domésticas caracterizadas por presentar un alto porcentaje de endogamia, que se traduce en una menor variabilidad genética manifestada en problemas hereditarios de salud en los animales. El objetivo de este trabajo es informar a la sociedad del terrible grado de selección existente, determinar las enfermedades resultantes de la selección en el Pug y minimizar la transmisión de enfermedades genéticas, así como orientar a los futuros propietarios de perros de la mejor opción de adopción.

RESUMO

A raíz dos intentos de domesticación do can desde fai máis de 15.000 anos, os humanos estableceron unha selección artificial intensa en cans para desenvolver novas razas que teñan funcións específicas e características fenotípicas desexables. Isto é posible porque o ADN do can é moi manipulable e pequenos cambios teñen grandes consecuencias. Feito especialmente incentivado polos concursos de beleza canina do Kennel Club, quen descaradamente seleccionou aos cans, superpoñendo este obxectivo ao benestar a dos animáis.

Como resultado evolutivo obtivéronse máis de 350 razas domésticas caracterizadas por presentar unha porcentaxe elevada de consanguineidade, que resulta nunha variabilidade xenética inferior manifestada en problemas hereditarios de saúde nos animáis. O obxectivo deste traballo é informar á sociedade do terrible grao de selección, determinar as enfermidades resultantes da selección no Pug, minimizar a transmisión de enfermidades xenéticas e concienciar aos futuros propietarios de cans da mellor opción de adopción.

ABSTRACT

Following attempts to domesticate the dog for more than 15,000 years, humans have established an intense artificial selection in dogs to develop new breeds that have specific functions and desirable phenotypic traits. This is possible because the dog's DNA is very malleable and small changes have great consequences, made especially by the Kennel Club's dog beauty contests, who have uncontrollably selected dogs, overlapping this goal with animal welfare.

As a result of evolution, more than 350 domestic breeds were obtained, characterized by a high percentage of inbreeding, which results in lower genetic variability manifested in hereditary health problems in animals. The objective of this work is to inform the society of the terrible degree of selection, to determine the diseases resulting from the selection in the Pug and to minimize the transmission of genetic diseases, as well as to guide the future owners of dogs of the best option of adoption.

PALABRAS CLAVE

Pug, endogamia, consanguinidad, cría selectiva, Kennel Club, meningoencefalitis, braquicefalia, animal welfare.

Quiero dedicar este trabajo a mi Pug, Julieta, por haber sido mi inspiración durante la elaboración de la memoria y permitirme observar y reflexionar sobre los problemas de salud que mucha gente desconoce antes de adquirir un perro de raza.

1. Introducción

Hoy en día sabemos que los perros han descendido de los lobos grises gracias a análisis genéticos que confirmaron que ambos comparten el 99.9% de su ADN (véase fig. 1). Sin embargo, el momento y la región geográfica donde se llevaron a cabo eventos clave de domesticación son controvertidos. Los datos arqueológicos sugieren que los perros aparecieron por primera vez hace 15.000 años en múltiples lugares, incluyendo Europa, Oriente Medio y Siberia Oriental. Estudios del genoma nuclear canino apoyan esta afirmación, lo que sugiere que el Sudeste asiático y/o Europa son las principales regiones de domesticación, mientras que estudios separados que analizan el ADN mitocondrial sugieren que es más probable que exista un origen en Asia sudoriental. El debate continúa hasta nuestros días.

Los científicos que estudian los orígenes caninos discrepan en muchas ideas respecto al origen del perro, pero la mayoría coinciden en que secundariamente se llevó a cabo un largo proceso de domesticación durante miles de años.



Figura 1. Imagen extraída del artículo de Rodney Honeycutt, donde se muestra al lobo gris como sucesor de las distintas razas domésticas de perros.

Galton (1907) sugirió que los perros entraron por primera vez en nuestras vidas cuando nuestros antepasados tomaron algunos cachorros de lobo, los trajeron al campamento y los criaron como mascotas. Dejaban montones de cadáveres en los bordes de sus campamentos con el fin de que los lobos se atreviesen a acercarse a la gente. Estos lobos sobrevivieron más y produjeron más cachorros, un proceso que, generación tras generación, produjo animales cada vez más audaces, hasta que finalmente un lobo estaba comiendo de la mano de una persona.

Una vez que nuestros antepasados se dieron cuenta de la utilidad de estos animales, iniciaron una segunda fase, la fase de domesticación, la cría de los primeros caninos para ser mejores cazadores, pastores y guardianes. Una colaboración científica comparó miles de antiguos esqueletos de perro y lobo que revelaron el aplanamiento de las puntas dorsales de las antiguas vértebras de perro, lo que sugiere que los animales transportaron pesadas mochilas en sus espaldas. Este hecho se relaciona con la primera evidencia para la cría de perros localizada en la remota isla Zhokhov de Siberia” (Grimm, 2015).

En esta isla, situada a 500 kilómetros al norte del actual continente ruso, hace aproximadamente nueve mil años sobrevivieron los habitantes del Ártico. Un análisis arqueológico de los huesos caninos en Zhokhov sugiere que allí los perros fueron criados para tirar de trineos (véase fig. 2), siendo esto la primera evidencia de la cría de perros para un propósito particular.



Figura 2. Perro siberiano tirando del trineo. Bulychov, Ivan Dmitriyevich (fl.1856) / Scott Polar Research Institute, University of Cambridge, U.K./Bridgeman Images.

Pitulko *et al* (2004) mediante la excavación de Zhokhov consiguieron huesos de perros que demostraban que los animales fueron criados para tirar de trineo. Posteriormente, gracias al mayor análisis genético hasta la fecha, se ha descubierto cómo esas razas llegaron a ser como son actualmente, cuáles están estrechamente relacionadas, y qué hace a algunos perros más susceptibles a enfermedades.

La población mundial de perros está fragmentada en más de 350 razas domésticas. Rimbault *et al* (2012) pasaron 20 años visitando exposiciones de perros y recolectando muestras de ADN por todo el mundo. No estaban interesados en determinar cómo y cuándo los perros eran domesticados, sino en cómo se desarrollaron todas las razas. Su muestra ahora incluye 1346 perros que representan 161 razas representadas en un árbol genealógico (véase fig. A en Anexo).

Una comparación de ADN ayudó a agrupar 161 razas de perros en grupos más grandes sobre la base de sus antepasados comunes. Casi todas las razas se agruparon en 23 agrupaciones más grandes llamadas clados, que tendían a reunir rasgos similares. De este modo, los Bóxer, Bulldog y Terrier de Boston,

criados para la fuerza, se reúnen en un clado; mientras los Pastores, Corgis y Collies se reúnen en otro; y los cazadores como Retrievers, Spaniels y Setters se agrupan en otro. Pero los datos también muestran cómo algunas razas ayudaron a crear otras, ya que comparten ADN con múltiples clados. Un ejemplo son los perros de la raza Pug procedentes China, que fueron utilizados para establecer otras razas, de modo que el ADN del Pug es parte de muchos otros genomas” (Parker *et al.*, 2017). Esto se debe a la selección artificial impuesta por los criadores para desarrollar razas con comportamientos particulares y rasgos específicos (Peter *et al.*, 2017).

Como resultado, las razas de perros domésticos presentan hoy en día una gran variedad de variaciones en cuanto a la longitud de la pata, la forma del cráneo, el tamaño del cuerpo, etc. Sin embargo, el número de genes que controlan cada rasgo es pequeño en comparación con los grandes números asignados a fenotipos humanos, por lo que muchas razas de perros son descendientes de un pequeño número de fundadores, y muchos de ellos sufrieron cuellos de botella temprano en su desarrollo (Rimbault *et al.*, 2012).

Esta selección artificial ha sido cuestionada por (Harrison, 2008) quien publicó el documental de la BBC “Pedigree dog exposed” <https://www.youtube.com/watch?v=SqtglVOJOGc&t=171s>, que trata del tema de salud y bienestar al que se enfrentan los perros en el Reino Unido y su relación con el Kennel Club, el órgano rector de los perros de pedigrí.

El número de problemas genéticos están aumentando a un ritmo alarmante, presentando los perros de raza altos niveles de discapacidad y deformidad de la enfermedad. Según el genetista Steve Johns los perros de pedigrí son peligrosamente endogámicos, ésta es la causa principal del problema. “La segunda causa, según Mark Evans, veterinario de la Real Sociedad para la Prevención Contra la Crueldad sobre los Animales (RSPCA) es que los perros presentan problemas de salud debido a los concursos caninos.

El objetivo de los concursos caninos es producir un perro que se aproxime lo más posible al estándar de la raza estipulado por el club, seleccionando así los rasgos fenotípicos más deseados y propiciando la endogamia y la pérdida de variabilidad genética como consecuencia (Balding *et al.*, 2008).

En este documental se plasman las enfermedades comunes de cada raza (véase tabla. A en Anexo) como consecuencia de la selección, e incluso la eutanasia por parte del órgano rector del Kennel Club que se dispone a sacrificar cachorros sanos simplemente porque no cumplan con los estándares requeridos. Tales atrocidades han sido puestas de manifiesto por miles de personas, incluido la BBC y 3 años después en “Pedigree dog Exposed “three years on”: <https://vimeo.com/166015460> el Kennel Club se ve obligado a modificar las bases de su club instaurando un código ético para los criadores, siendo todavía insuficiente para garantizar una mejora en el bienestar de los animales.

2. Objetivos

El trabajo consistirá eminentemente en una revisión crítica del estado actual del conocimiento sobre el tema, y se desarrollará siguiendo las siguientes etapas: (1) recopilación y estudio de la bibliografía y otras fuentes documentales; (2) elaboración y difusión de encuestas entre veterinarios, criadores y otros colectivos de interés; (3) análisis de datos facilitados por criadores y de los resultados de las encuestas, si los hubiese; (4) estima del grado de endogamia de los individuos de la raza PUG; (5) revisión de los estudios de asociación entre la meningoencefalitis del PUG y polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs); (6) intensidad y respuesta de selección sobre distintos caracteres fenotípicos en los PUG; (7) efectos correlacionados sobre la salud de los animales; (8) discusión.

3. Material y métodos

3.1. La raza Pug

Aunque las teorías acerca del origen del Pug difieren debido al desconocimiento del lugar exacto donde se originó, actualmente se acepta, mayoritariamente, que el Pug tuvo su origen en China, desde donde pasó a Japón y más tarde a Europa (Rise, 2012).

El Pug es conocido con una variedad de nombres. En 1731, se definía la palabra “Pug” como el apodo cariñoso de un mono, debido a que se parecían a los titíes de la época. En algunos países europeos, el Pug sigue siendo conocido con el nombre de “Mops”, que significa refunfuñar, refiriéndose al aspecto arrugado y al ceño fruncido de este perro. En Francia, era conocido como Carlino, debido a la máscara negra de esta raza (Cuniffe, 2010).

En China, los Pug eran tratados como miembros de la realeza y en la Gran Bretaña del siglo XVII el Pug se puso muy de moda, no sólo en la corte, sino también entre la gente con un cierto rango social, siendo considerado cada vez como una raza más prestigiosa y aumentando su actividad en los certámenes caninos de belleza.

La fundación del primer Club del Pug fue aprobada por el Kennel Club de Inglaterra en enero de 1883, celebrando su primera exposición canina en 1885. El Pug, enmarcado en el grupo de razas pequeñas “”, es una raza braquicéfala, caracterizada por presentar un hocico corto y cabeza ancha. Se trata de una raza que presenta una personalidad marcada y sensible, aspectos que hace que sean excelentes para terapia canina, mejorando la calidad de vida de las personas mayores y discapacitadas.

El estándar de la raza del Pug (véase fig. 3) representa las características más

comunes de la raza (Cuniffe, 2010).



Figura 3. Captura de imagen realizada del estándar de la raza Pug del Club del Carlino Español.

- Aspecto general: enmarcado en un cuadrado (compacto y rechoncho).
- Características: gran encanto, dignidad e inteligencia.
- Temperamento: equilibrado, con un talante alegre y vital.
- Cabeza y cráneo: cabeza grande y redonda, presentando arrugas claramente definidas. Hocico corto, romo y cuadrado.
- Ojos: oscuros, muy grandes y brillantes con forma globular, su expresión es dulce y afectuosa.
- Orejas: finas, pequeñas y suaves como el terciopelo. Dos tipos son admitidos: “oreja de rosa”: oreja pequeña caída que se dobla hacia atrás y “oreja de botón”: oreja que se dobla hacia delante. Se prefiere esta última.
- Boca: ligero prognatismo inferior. La mandíbula desviada lateralmente, los dientes o la lengua visibles (con la boca cerrada) son tres defectos muy graves. La mandíbula inferior es ancha; los incisivos casi en línea recta.
- Cuello: ligeramente arqueado, fuerte y grueso.
- Extremidades anteriores: muy fuertes, rectas, de longitud moderada.
- Cuerpo: corto y rechoncho, con un tórax amplio y provisto de buenas costillas. Línea superior recta.

- Extremidades posteriores: muy fuertes, de longitud media. Rectas y paralelas al observarlas desde atrás.
- Pies: dedos bien separados. Las uñas son negras.
- Cola: implantación alta, formando un bucle lo más cerrado posible por encima de la cadera. El doble tirabuzón es muy buscado.
- Marcha/movimiento: vista desde delante, las extremidades anteriores deberían elevarse y bajar. Visto por detrás, el movimiento es equilibrado. Es típico de la marcha de esta raza un ligero bamboleo del tren trasero.
- Capa: fina, lisa, suave, corta y brillante. Ni áspera ni lanosa.
- Color: plateado, albaricoque, leonado o negro. Cada uno de ellos estará claramente definido, para así buscar el contraste claro entre el color de la capa, el “trazao” (raya negra que se extiende desde el occipital hasta la cola) con la máscara. Manchas claramente definidas. El hocico (máscara), las orejas, los lunares de los pómulos, la mancha en forma de diamante de la frente y la línea “trazo” que recorre el dorso lo más negros posibles.
- Talla: peso ideal: 6,3-8,1 kg.

Estas son características que distinguen la raza, pero en los clubs y concursos de belleza se llevan a rajatabla, considerando como una falta cualquier desviación en los puntos mencionados que será penalizado en función de su gravedad. A los ejemplares que más se aproximen al estándar, en las exposiciones caninas de belleza en Inglaterra y EE.UU., se les entregan unas rosetas.

3.2. Encuestas

Con el fin de conseguir datos reales sobre los problemas de salud que presentan los perros, he elaborado una encuesta (véase fig. 4) destinada a las diferentes clínicas y hospitales veterinarios de Galicia, principalmente de A Coruña.

La encuesta ha sido en la mayor parte de los casos telefónica, exceptuando algunas clínicas de las que no obtuve respuesta y procedí a enviar correos a las cuentas de correo de los respectivos centros.

Cada centro también dispone de una plataforma en internet que incluye ubicación, teléfonos de contacto, cuentas de correo, información sobre el centro y los profesionales que allí trabajan, así como información sobre las diversas enfermedades que presentan los animales.

En el siguiente enlace aparece la plataforma virtual de una de las clínicas veterinarias más reputadas de A Coruña:

http://www.cirugiaveterinaria.es/equipo-humano_30278.html.

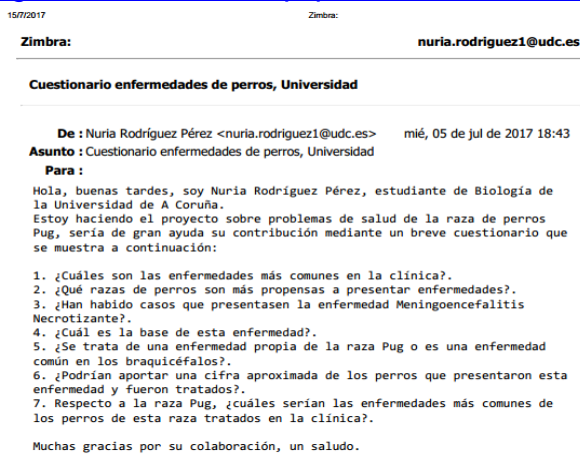


Figura 4. Captura de imagen realizada en pdf de la encuesta enviada a los centros veterinarios mediante el gestor de correo de la udc (Universidad de A Coruña).

Por otro lado, he elaborado una encuesta destinada a los principales criadores de Carlinos en el ámbito geográfico español (véase fig. 5), con el fin de investigar cuáles son sus prioridades a la hora de criar perros de raza, si predomina la salud por encima del estándar de la raza o sucede lo contrario.

La encuesta ha sido tramitada mediante correo electrónico, obteniendo las diferentes cuentas de correo de los criadores a través del libro “El nuevo libro del Carlino”, que incluye una lista con los principales criadores de Carlinos en España.

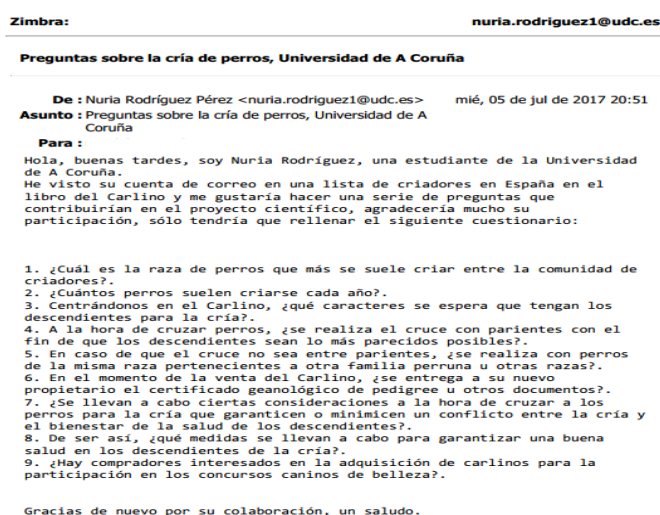


Figura 5. Captura de imagen en pdf de la encuesta enviada a los criadores de Carlinos mediante el gestor de correo de la udc (Universidad de A Coruña).

Cabe destacar la dificultad que tiene hacer este tipo de estudios habida cuenta de que debemos confiar en que los criadores y veterinarios respondan o las dificultades que ponen a la hora de ofrecer estos datos porque se cuestionan las prácticas de selección, etc.

3.3 Empleo de las redes sociales con fines científicos

Han sido de gran ayuda para la obtención de datos científicos los blogs de debate, que permiten a los investigadores científicos que han publicado sus artículos y a las personas interesadas en estas publicaciones, debatir sobre el tema, compartir opiniones y resolver dudas.

Un blog de este tipo se corresponde con “The conversation”: <https://theconversation.com/how-serious-is-inbreeding-in-show-dogs-56402>, en el que el científico David Balding responde a las personas interesadas sobre la publicación de lo grave que puede ser la endogamia en los perros (véanse figuras C y D en Anexo).

Los científicos suelen disponer de un perfil en internet en donde muestran todos sus artículos, citas, comentarios y permiten la opción de poder establecer comunicación con ellos mediante correo electrónico, dirección geográfica, número de teléfono o entidad a la que pertenecen.

Tales perfiles pueden inspeccionarse en plataformas: [ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Rodney_Honeycutt](https://www.researchgate.net/profile/Rodney_Honeycutt) (véase fig. E en Anexo).

Páginas web personalizadas en torno al expediente científico: Rodney Honeycutt: <https://www.tamu.edu/faculty/honeycutt/> (véase fig. F en Anexo).

Entidades profesionales como el Instituto de Genética y Desarrollo de Rennes al que pertenece Maud Rimbault: <https://igdr.univ-rennes1.fr/en/research/research-groups/catherine-andr%C3%A9-group/team-composition/maud-rimbault> (véase fig. G en Anexo).

4. Resultados

4.1. Análisis de datos facilitados por veterinarios y criadores de las encuestas

Tras ponerme en contacto con el personal de los centros veterinarios de las ocho clínicas que respondieron al teléfono, los resultados fueron los siguientes: una no quiso colaborar, cuatro de ellas sí que respondieron a las preguntas formuladas, y las restantes sugirieron que le enviase un correo electrónico con la encuesta adjunta, pero no obtuve respuesta alguna.

Las respuestas de los veterinarios correspondientes a cuatro clínicas de A Coruña fueron las siguientes (véase tabla. B en Anexo).

Como se puede observar en el archivo adjunto, por norma general, los veterinarios conocen la enfermedad de meningoencefalitis. Recalcan que en

sus clínicas los Pug no han sido tratados de dicha enfermedad, ya que es un caso que suelen tratar los especialistas en neurología en hospitales veterinarios. También coinciden en que en las clínicas no disponen de muchos perros de la raza Pug, pero los que frecuentan ir presentan los mismos problemas de salud, debidos a su complexión física principalmente, como son problemas respiratorios, oftálmicos y de piel.

Tras evaluar el índice de respuesta del personal veterinario obtuve el siguiente resultado: de los diez centros totales con los que me puse en contacto, sólo cuatro de ellos respondieron a las preguntas formuladas en la encuesta. Estos datos se corresponden con un índice de respuesta del 40%. La participación, aun siendo escasa, fue mejor que en el caso de los criadores, ya que, de los veinte correos electrónicos enviados, solamente respondieron dos criadores, uno de ellos respondió a todas las preguntas (véase fig. H en Anexo) mientras que el otro no quiso aportar información al respecto. Estos datos se corresponden con un índice de respuesta del 5%, frente al 40% de los veterinarios, lo que puede indicar que muchos criadores no están interesados en dar explicaciones sobre sus métodos de cría.

Al acceder a las diferentes páginas web que adjunta el criador obtuve las respuestas necesarias. Todas estas sociedades caninas presentan una amplia galería de imágenes, reglamentos y normativas, listados oficiales de las distintas razas, pruebas requeridas en las exposiciones caninas, estándares de raza, contacto con la lista de criadores del club, así como el código ético con el que se comprometen dichos criadores y los métodos de identificación genética de los perros.

La FCI (Federación Cinológica internacional) es la mayor organización canina del mundo: <http://www.fci.be/es/>. En el apartado de Salud, Bienestar y Protección de los perros a nivel mundial <http://www.fci.be/es/Salud-Bienestar-y-Proteccion-de-los-perros-a-nivel-mundial-1291.html> figuran las directrices que deben cumplir los criadores para garantizar el bienestar del perro.

En la página web de la Real Sociedad Canina de España: <http://www.rsce.es/web/> aparece un listado ordenado de los grupos que comprenden los perros de raza en España reconocidos por la FCI, incluyéndose al Pug en el grupo 9 (véase fig. I en Anexo). También aparece un apartado de identificación genética con el fin de garantizar la calidad genética de los perros (véase fig. J en Anexo).

En la página web correspondiente al Club del Carlino Español: <https://www.clubcarlino.com/> observé que figura un código ético. Dicho código tiene como objeto establecer y garantizar unos criterios básicos de responsabilidad en la crianza del Carlino por parte de los criadores asociados al club. Se trata de una base ética de respeto a la raza, que supone la garantía

de calidad y seriedad para los futuros propietarios. La carta ética (véase fig. K en Anexo) representa la necesidad de velar por una buena condición genética, con la que los criadores se han comprometido y serán sancionados ante la Junta Directiva en incumplimiento de dicho código.

Tras adquirir esta información volví a contactar con el criador en cuestión (véase fig. L en Anexo) para comprobar si los criadores evalúan la condición genética de los Carlinos y cómo la evalúan, pero no obtuve respuesta alguna.

4.2. Grado de endogamia de los Pug

El documental de investigación “Pedigree dog Exposed”, mencionado anteriormente, encontró una excesiva endogamia entre los perros de pura raza. En este documental se menciona el experimento llevado a cabo por el Imperial College de Londres: <http://www.imperial.ac.uk/> que demuestra que de los 10.000 Pug registrados en el Reino Unido, su patrimonio genético es de tan alto grado consanguíneo que se correspondería con el de una población ideal formada por tan sólo 50 individuos, debido a la extrema endogamia resultante de la elevada intensidad de selección artificial aplicada.

Tras realizar varios intentos de contactar con David Balding (véase fig. M en Anexo) uno de los investigadores de la noticia, el resultado fue infructuoso, por lo que no se puede concluir nada más de lo que dice esta noticia, tampoco se ha publicado ningún artículo científico donde se notifique este experimento.

4.3. Asociación entre Meningoencefalitis del Pug y los SNPs

El Laboratorio de Genética Veterinaria (VGL) de la Universidad de California, en Davis (UC Davis) ofrece servicios de verificación, identificación, forenses, diagnóstico genético e investigación de enfermedades genéticas. Greer *et al* (2010) desarrollaron una prueba de marcadores de riesgo de encefalitis en el Pug (PDE) que proporciona información valiosa a pesar de que la prueba no sea 100% definitiva, ya que todavía no se ha descubierto la mutación que provoca esta enfermedad.

Este test mide la propensión que puede tener el Pug a presentar la enfermedad de Meningoencefalitis necrotizante.

Aproximadamente el 1,2% de los perros Pug mueren de PDE, también conocida como meningoencefalitis necrotizante (NME). NME es una enfermedad inflamatoria del sistema nervioso central que suele ser progresiva y fatal. Los síntomas de NME incluyen convulsiones, depresión, ataxia, marcha anormal y ceguera. Siendo los perros de menos de 7 años más propensos que los individuos adultos a desarrollar NME (Greer *et al.*, 2010).

Según la página web de la Universidad de California, en Davis: <https://www.vgl.ucdavis.edu/services/PDE.php>, investigaciones recientes han revelado que la susceptibilidad a NME está asociada con la región antígeno leucocitario (DLA) del cromosoma 12 del perro. La asociación está en o cerca de la región que contiene los genes DLA clase II.

Los perros que presentan homocigosis para el alelo de riesgo (S/S) asociados a esta región tienen 12,75 veces más riesgo de presentar la enfermedad NME que los Pug que tengan una o ninguna copia (N/S o N/N).

Esta enfermedad es causada por una mutación recesiva presente en dos copias y es contribuida tanto por machos como por hembras.

Este test está comercialmente disponible para consejo genético en <https://www.vgl.ucdavis.edu/services/dog.php>, donde figuran los distintos precios de los test empleados para la raza Pug (véase tabla. 1).

TEST DEL PERRO PUG	PRECIO	MUESTRA
Deficiencia de la piruvato quinasa	50\$: una prueba por animal 70\$: ambas pruebas por animal	Muestra interdental para obtener la saliva del perro y analizar su DNA. La saliva será recolectada por cepillos suplementados por citología VGL
Suceptibilidad a la encefalitis del Pug	Descuento de 5\$: si la prueba se realiza en 3 o más perros	

Tabla 1. Elaborada en Excel por Nuria Rodríguez a partir de los precios reportados en el consejo genético de la Universidad de California, en Davis, sobre los test empleados para el diagnóstico de enfermedades en la raza Pug.

Resultados reportados del test de PDE (véase tabla. 2).

N/N	No hay copias de los marcadores asociados a NME (homocigótico normal). Estos perros tienen un bajo riesgo de desarrollar NME.
N/S	1 copia de los marcadores asociados a NME (heterocigotos para la susceptibilidad). Estos perros tienen un bajo riesgo de desarrollar NME.
S/S	2 copias de los marcadores asociados a la susceptibilidad a NME. Estos perros presentan 12.75 veces más probabilidades de desarrollar NME en su vida.

Tabla 2. Elaborada en Excel por Nuria Rodríguez a partir de la lista de precios publicada por el Laboratorio de Genética Veterinaria de la UC Davis para los test empleados en PDE.

En el caso de la encefalitis, el test permite diagnosticar qué animales son portadores del alelo de alto riesgo para así poder seleccionar, si procediera, animales libres en buena medida del riesgo de padecer esta enfermedad. Con la ayuda de estos test se puede conseguir que la frecuencia de mutación responsable de la enfermedad disminuya rápidamente, aunque la patología nunca se erradicará por completo, ya que en cada generación podrán

producirse nuevas mutaciones (los alelos de riesgo se mantendrían en lo que se denomina frecuencia de equilibrio mutación-selección).

Los esfuerzos de investigación para identificar la mutación del gen PDE continúan. Greer *et al* (2010) esperan descubrir por qué uno de cada ocho Pugs con marcadores de susceptibilidad de alto riesgo desarrolla la enfermedad mientras que otros no. Recientemente encontraron la asociación genética potencial en dos o tres lugares adicionales en Pugs y están estudiando la enfermedad en otras razas .

Otro método empleado en la actualidad que permite estudiar problemas de salud en perros consiste en el genotipado del genoma animal no humano, utilizando chips, como es el caso de los laboratorios Illumina.

Illumina es una compañía líder mundial en el campo de la genómica, ofreciendo un listado de pruebas clínicas de secuenciación de todo el genoma destinadas a ayudar a diagnosticar y evaluar el riesgo de sus pacientes para ciertas enfermedades genéticas: <https://www.illumina.com/>.

Uno de los productos que ofrece Illumina es el CanineHD BeadChip, que permite interrogar la variación genética en cualquier raza de perro doméstico. Este chip contiene, como promedio, más de 70 marcadores por megabase y más de 170.000 marcadores posicionados sobre la secuencia de referencia CanFam2.0, alcanzando así una densidad de SNPs más que suficiente para estudios de asociación y variación de número de copias.

Illumina desarrolló el BeadChip en colaboración con el Consorcio LUPA, que incluye 22 universidades Europeas y el Broad Institute, entre otras instituciones.

El coste que tendría hacer un estudio a nivel genómico del polimorfismo de los SNPs es muy elevado, ya que se necesita conocer la distribución de estos polimorfismos a lo largo del genoma (véase tabla. 3).

Chip de genotipado	Precios	Muestras
	4.042 euros	48
CanineHD BeadChip	24.248 euros	288
	96.990 euros	1152

Tabla 3. Realizada en Excel en formato pdf por Nuria Rodríguez a través de los precios estipulados de la página oficial de Illumina.

Este elevado coste constituye un condicionante en este tipo de trabajos, por lo que económicamente fue inviable secuenciar el ADN de mi Pug para obtener datos de su genoma. Tampoco pude emplear métodos de secuenciación del ADN mitocondrial porque al tratarse de una raza de perro tan endogámica, no obtendría las variaciones necesarias en esa parte del genoma para contrastar los resultados como podría ocurrir si se secuenciase el genoma completo.

La aplicación de la próxima generación de secuenciación (NGS) a ChIP ha revelado conocimientos sobre la regulación de eventos de genes que desempeñan un papel en diversas enfermedades y vías biológicas, como el desarrollo y la progresión del cáncer.

Otro tipo de método de secuenciación es el genotipado de ADN mitocondrial para realizar estudios globales sobre un gran stock de razas de perros (Webb *et al.*, 2008). En dicho estudio plasmado en *Journal of Forensic Sciences*: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1556-4029.2008.00953.x/pdf>, (Webb *et al.*, 2008) evaluaron un fragmento de 1.000 pares de bases de la región de control mitocondrial de 552 perros para para comprobar la variación de secuencias en el análisis forense.

A través de la alineación de secuencias obtuvieron 36 nuevos haplotipos y se identificaron 24 nuevos polimorfismos de nucleótidos individuales (SNPs). Se encontró que las razas tenían secuencias similares, aunque no idénticas.

El empleo de las bases de datos me ha permitido llegar a este artículo, para ello visité la página web del NCBI (Centro Nacional de Información sobre Biotecnología) (véase fig. N en Anexo), que proporciona acceso a información biomédica y genómica: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.

Dentro de la base de datos “Gene” (véase fig. O en Anexo) marqué la opción “popset” y busqué la referencia “Pug breed” para obtener datos poblacionales de la raza Pug. El programa mostró una lista de las secuencias de los perros según la raza que presenten (véase fig. P en Anexo).

Al marcar un enlace correspondiente a la raza Pug podemos ver las características del ADN del ejemplar o en que locus se encuentra (véanse figuras R y S en Anexo).

En la cita se puede obtener el artículo completo en pdf (véase fig. Q en Anexo), en el apartado de Material y Métodos, (Webb *et al.*, 2008) recogieron muestras de sangre, de tejido y bucales como donaciones de veterinarias y donantes privados que habían determinado el tipo de raza y si el perro era de raza o no).

4.4. Intensidad y respuesta de la selección sobre caracteres fenotípicos de los Pug

Para entender los efectos de la selección en los caracteres fenotípicos, primero hay que dar cuenta de qué ocurre en el genoma para que esto se manifieste físicamente, éste documental de Odisea lo detalla perfectamente:

<https://www.youtube.com/watch?v=VR59716JwqQ>.

Los perros presentan 2.400 millones de bases nitrogenadas en combinaciones conocidas como pares de bases. Las secuencias de bases componen millares de genes que especifican cada componente de un perro. Los investigadores del Instituto Nacional de Salud han descifrado el genoma del perro, el

complemento completo de su información genética, determinando que todos los perros domésticos son similares genéticamente, exactamente en un 99,8 %, todas las variaciones en tamaño, forma y carácter se deben a esa diferencia de un 0,2% en el genoma. Estos investigadores han descubierto que un pequeño cambio en un solo gen, el IGF-1, influye en el tamaño del perro.

Fondon *et al* (2014) ofrecen una explicación al hecho de que los humanos sean capaces de transformar a los perros tan fácilmente. Fondon (2014) recogió sangre de 92 razas de perros en Texas y secuenció su ADN, para intentar averiguar cuáles son las mutaciones (cambios en el ADN) responsables de que las diversas razas de perros tengan un aspecto diferente.

Fondon *et al* (2014) repararon en algo fascinante en las series de código genético, “repeticiones en tándem”, son pequeñas secciones de ADN que se repiten una y otra vez. Estas mutaciones pueden transformar las proteínas fabricadas por la célula provocando cambios en la función celular y finalmente, en el aspecto físico.

Todos los seres vivos tienen repeticiones en tándem en sus genes, pero el perro tiene significativamente más que la mayoría.

Fondon (2014) examinó primero las repeticiones en tándem que influyen en el desarrollo del cráneo del perro, y descubrió que la longitud de esta repetición estaba relacionada con el acortamiento del hocico de los perros.

Las mutaciones que se producen en las repeticiones en tándem contribuyen enormemente a la variedad de tamaño y forma de los perros, esta teoría podría explicar por qué es tan fácil modificar un perro de una generación a otra.

Fondon *et al* (2014) se fijaron en otros cánidos para ver si este incremento de las repeticiones en tándem era resultado o no de las manipulaciones del ser humano, y concluyeron que todos los cánidos secuenciados tenían esta propiedad en sus genomas. Esto hecho fue previo a la domesticación: los lobos lo tienen, sin embargo, otros mamíferos no lo presentaban.

La significativa cantidad de repeticiones en tándem halladas en los genes de los cánidos puede ayudar a explicar el rápido aumento evolutivo de la gran cantidad de tipos de perros.

Para responder a esta cuestión también me he puesto en contacto con el científico Rodney Honeycutt, quien ha respondido (véase fig. T en Anexo) que hay mucha plasticidad en el perro doméstico que no se expresa bajo condiciones salvajes. La domesticación relaja la selección ya que es probable que muchas anomalías sobrevivan bajo tales condiciones. Si nos fijamos en el registro fósil, así como las poblaciones de perros salvajes, que tienden a fusionarse con un fenotipo estándar, esto implica que la diversidad morfológica que vemos en los perros de raza pura es la consecuencia de la selección artificial, que tiende a impulsar el cambio a un ritmo rápido. Esta es una de las razones por las que Wallace criticó el uso de especies domesticadas por Darwin como descriptores de la selección natural. Aunque no se ha confirmado, Rodney Honeycutt sospecha que los cambios en las formas morfológicas,

especialmente de la estatura y la región de la cabeza de los perros, son la consecuencia de los procesos de desarrollo que implican el momento de la expresión génica. Muchos de estos cambios, como los que se ven en los Pug, pueden dar lugar a patologías, y la mayoría de las razas de perros tienden a clasificarse para patologías específicas (por ejemplo, osgood schlatter enfermedad en los grandes daneses, cardiopatía congénita en Golden retrievers, síndrome ocular braquicefálico en Pugs, y problemas musculoesqueléticos en muchas razas). En el caso de Pugs y Bulldogs, el cráneo es muy aplanado. Basado en estudios de asociación, se ha identificado un gen llamado SMOC2 relacionado con la longitud total de la cara del perro (véase fig. 6).



Figura 6. Foto realizada por Mary Bloom, AKC, donde se aprecian las diferencias de cráneo en el perro.

En la parte superior de la imagen se muestran ejemplos extremos de razas braquicefálicas (en la parte superior, de izquierda a derecha: Pug, Japanese Chin, Bruselas Griffon, Bulldog francés, Mastiff napolitano) y razas dolicocefálicas (en la parte inferior, de izquierda a derecha: Pastor Alemán, Bull Terrier, Saluki, Ibizan Hound, Collie). Rimbault *et al* (2012).

4.5. Efectos correlacionados de la selección

4.5.1 Meningoencefalitis necrotizante (NME)

A principios de la década de 1970, una misteriosa condición comenzó a ocurrir en Pugs, los perros jóvenes aparentemente sanos solían morir no mucho después de la aparición de signos neurológicos, como inestabilidad o convulsiones. Esta condición se reconoció finalmente como encefalitis Pug Dog (PDE), siendo reportada por primera vez en 1989 en los perros Pug de California en los Estados Unidos: <https://www.purinaproclub.com/resource-library/todays-breeder/issue-74/taking-a-team-approach/>.

Se trata de una agresiva y fatal enfermedad inflamatoria del sistema nervioso central, conocida como meningoencefalitis necrotizante (NME), la condición

también se produce en otros perros (raza pequeña). Los signos neurológicos progresivos (presión craneal, movimiento en círculos, ceguera, dolor en el cuello y ataques de tipo epiléptico) son comunes. Los perros afectados se vuelven letárgicos y deprimidos.

La edad media notificada al inicio de los signos clínicos de NME es de aproximadamente 2,5 años (Cooper *et al.*, 2014).

Según el Pug Dog Club of America (PDCA): "La enfermedad sólo puede ser confirmada por una necropsia cerebral".

En 1995, PDCA comenzó la recaudación de fondos para la investigación PDE y la solicitud de propuestas de investigación a través de la Fundación canina de la salud del AKC.

Greer *et al* (2008) dueño de un Pug, realizó una investigación en el Laboratorio de Genómica Canina de la escuela de Texas. "Pensaba que si un Pug sobrepasaba los 2 años sin señales de PDE ya estaba a salvo, pero ahora sabemos que la edad no es garantía y que los Pugs, incluso con la edad de 7 o 8 años de edad todavía pueden desarrollar PDE" (Greer, 2008).

Un estudio de PDE en el Colegio Universitario de Medicina Veterinaria tuvo como objetivo conocer si PDE es causada por un virus, dado que las lesiones cerebrales que se producen en PDE se asemejan a una forma viral de encefalitis en las personas, desde entonces, han evaluado los cerebros de más de 50 Pugs que murieron de la enfermedad por numerosos virus y otras enfermedades infecciosas. Sin embargo, no se ha identificado ninguna infección viral "desencadenante".

Belmond *et al* (2008) comenzaron a recolectar muestras de ADN de perros afectados y no afectados. El análisis genético implicó la búsqueda de asociaciones entre los perros afectados.

Los escáneres de resonancia magnética (IRM) de los cerebros de los perros tomados antes de su muerte y las necropsias tomadas después de su muerte no indicaban consistencia en signos físicos o lesiones cerebrales, excepto que se empeoraron progresivamente, por lo que (Greer, 2008) concluyó que las exploraciones por resonancia magnética eran buenos indicadores de la gravedad de la enfermedad, indicando cuánto tiempo podría vivir un perro.

Cooper *et al* (2014) contribuyeron a la investigación de esta enfermedad evaluando la edad, sexo, raza, supervivencia y características del examen del líquido cefalorraquídeo (LCR) y obtuvieron como resultado del estudio que 4 razas de perros pequeños (Papillom, Shih Tzu, Coton de Tulear y Bruselas Griff) presentaban la enfermedad de meningoencefalitis necrotizante, demostrando así que no era un trastorno de raza restringida.

Todos los casos identificados presentaron diapositivas microscópicas revisadas por 3 patólogos para confirmar el diagnóstico de EMN (véase fig. 7).

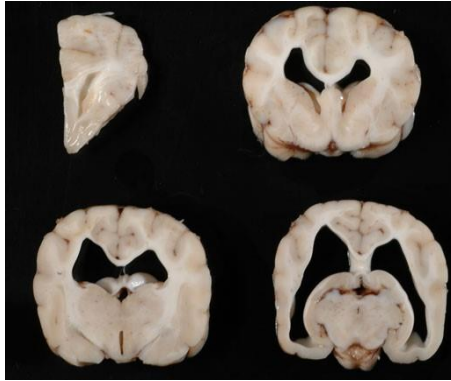


Figura 7. Imagen extraída de (Cooper *et al.* 2014) de uno de los perros del estudio donde se muestra la gravedad de las lesiones en la sustancia blanca y gris en el lóbulo frontal y las lesiones presentes en los hemisferios laterales del cerebro.

La NME debe incluirse en el diagnóstico diferencial de perros con enfermedad crónica, crónica o progresiva, especialmente aquellos con crisis convulsivas que sospechen cambios inflamatorios en leptomeninges, corteza cerebral y materia blanca subcortical de causa desconocida.

4.5.2 Síndrome Ocular Braquicefálico

- Efectos clínicos y patológicos:

El término braquicefalia se emplea para describir la forma anormal de la cabeza debido a un defecto hereditario en el desarrollo de los huesos del cráneo (Stockard, 1941). Mostrando una longitud marcadamente reducida, así como un acortamiento considerable del hocico y la presencia de unos ojos grandes y prominentes. Sin embargo, los tejidos blandos de la cabeza no se reducen de forma similar en tamaño, por lo que existen una serie de condiciones médicas de gravedad asociadas con la forma braquicefálica.

Estas condiciones incluyen el síndrome de obstrucción de las vías respiratorias braquicéfalo (BAOS), dificultades para dar a luz, problemas dentales causados por braquignatia maxilar y el síndrome ocular braquicéfalo.

Estas anomalías pueden ir acompañadas de combinaciones de las siguientes anomalías (Maggs *et al.*, 2008):

-Anomalías en la morfología de los párpados (Cuniffe, 2010):

- Entropión: rotación del párpado hacia dentro provocando que las pestañas crezcan hacia dentro y causen la irritación de la córnea, lo que puede conducir a pigmentación o ulceración de la córnea.

- Anomalías de las pestañas (Rice, 2012):

- Distiquiasis: crecimiento de dos filas de pestañas supernumerarias que provocan irritación ocular y lagrimeo.
- Triquiasis: crecimiento de las pestañas hacia dentro, causando la irritación de la córnea.

- Conjuntivitis (Rise, 2012):

- Síndrome del ojo seco (*queratoconjuntivitis sicca*): está relacionada con los prominentes globos oculares del Carlino. La descarga suele ser densa y pegajosa y suele presentarse queratitis.
- Queratitis pigmentaria (PK): invasión del cristalino por parte de pequeñas venas a partir del limbo. Si no se trata, puede provocar ceguera total.



Figura 8.



Figura 9.

Figuras 8 y 9. Imágenes realizadas por Susan Jacobi, extraídas de www.vision4pets.com, donde se muestra la queratitis pigmentaria de la córnea.

- Prolapso del globo ocular (Cuniffe, 2010):

Consiste en una dislocación del ojo más allá del plano de los párpados. Los perros braquicefálicos son más propensos a presentar este problema. Se trata de una emergencia médica que requiere tratamiento veterinario inmediato. La ceguera o la eliminación de los ojos son resultados frecuentes.

- Enfermedad de la córnea (Cuniffe, 2010):

La mayoría de las enfermedades de la córnea se manifestarán en forma de alteraciones de la transparencia de la misma. Se trata de un tejido innervado y los defectos en su integridad se verán acompañados de dolor, que se pone de manifiesto en el hecho de que el perro tenga los ojos casi cerrados.

Las úlceras de la córnea pueden ser problemas que conduzcan a la ceguera. La córnea responde a la irritación crónica transformándose en un tejido parecido a la piel, lo que se pone de manifiesto, clínicamente, por la pigmentación, la cicatrización y la vascularización.

En el siguiente enlace se puede ver la relevancia del síndrome ocular braquicefálico: <https://www.ufaw.org.uk/dogs/pug-brachycephalic-ocular-syndrome>. Los tratamientos quirúrgicos pueden ayudar, aunque algunos Pugs necesitan múltiples operaciones que pueden provocar angustia e incomodidad. A pesar de la cirugía, muchos perros necesitarán visitas veterinarias continuas y medicamentos oculares tópicos frecuentes como pomadas o gotas.

El síndrome ocular braquicefálico es el resultado de la selección selectiva de la braquicefalia, por lo que los Pug presentan la enfermedad en mayor o menor grado. Asher *et al* (2011) estiman que el tamaño de la población de Pugs afectados en el Reino Unido puede ser alrededor de 30.000.

Parece poco probable que sea posible eliminar la condición de los Pugs sin cambiar la conformación de la raza (y su estándar de la raza) significativamente, aunque puede ser posible seleccionar líneas menos afectadas. Desafortunadamente, como el Pug es una de las razas más braquicefálicas, puede ser imposible eliminar este problema, o hacerlo en un tiempo razonable.

4.5.3. Otros problemas genéticos presentes en el Pug

Estos problemas ocurren en razas braquicefálicas como el Pug debido a su conformación anatómica:

- Elongación del paladar blando (Rise, 2012): el paladar es más largo y grueso de lo normal y, dada la estrechez de las vías respiratorias puede causar problemas respiratorios. Cuando el perro tiene calor, hace un ejercicio intenso, jadea o respira rápidamente, el paladar engrosado se ve empujado hacia la parte trasera de la cavidad oral y deja de llegar a los pulmones el aire suficiente, lo que provoca disnea (falta de aire), que genera un estado anóxico.
- Luxación patelar (dislocación rotuliana) (Rise, 2012): los ligamentos de la articulación están debilitados, el surco traqueal de la parte superior de la tibia está poco definido y desplazado. La rótula se desliza al articularse sobre esa hendidura poco profunda como consecuencia de un defecto hereditario. Es un problema que se puede corregir con cirugía.
- Problemas vertebrales (Rise, 2012): debido a la selección artificial del doble tirabuzón muchos Pug sufren un problema vertebral que puede provocar la falta de movilidad del perro.

4.6. Otras patologías debidas al efecto fundador

Existen otras enfermedades en la raza Pug debidas a causas que no implican necesariamente ser consecuencia de la selección artificial, producidas principalmente debido a un efecto fundador y cuellos de botella a lo largo de la evolución.

Estos conceptos poblacionales:

http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/0_0_0/bottlenecks_01_sp afirman que la deriva genética puede causar grandes pérdidas de variabilidad genética en las poblaciones pequeñas.

Una disminución de la variabilidad genética implica que la población no puede adaptarse a nuevas presiones selectivas, como las que estarían asociadas a la infección por un nuevo virus u otro agente patógeno.

El efecto fundador (véase fig. U en anexo) se produce cuando unos miembros de la población original establecen una colonia.

4.7 Consideraciones éticas

Antes de adquirir un animal, primero hay que valorar sus requerimientos para concluir si podemos satisfacer sus necesidades, o no. Muchas personas compran impulsivamente, no esterilizan a sus perros antes de alcanzar la edad reproductiva o no dedican tiempo al animal y posteriormente se encuentran con el problema de que no pueden hacerse cargo de la situación y optan por abandonarlos o dejarlos en refugios y perreras, pero todo esto tiene una gran repercusión, ya que estas instituciones muchas veces no pueden hacerse cargo de este exceso de la población y muchos miles de perros, algunos de ellos Pug, son sacrificados cada año en refugios y perreras municipales. Cada año mueren millones de perros sometidos a la eutanasia.

Deberíamos hacer todo lo posible para evitar esta falta de planificación y de ignorancia que termina con la vida de muchas mascotas.

Una vez valorado esto, existen maneras muy diferentes de adquirir un Pug, en general existe un gran desconocimiento acerca de la procedencia y técnicas de cría de estos animales. Ante todo, deberíamos elegir un Pug procedente de una persona que aplique criterios científicos y muestre amor y respeto por los animales.

Se pueden encontrar criadores reputados en los clubs oficiales de la raza y observar si se han comprometido con la normativa del código ético, de ser así, este hecho figurará en sus perfiles.

Al contactar con el criador se debe concertar una cita para tratar con él en persona, conocer a los cachorros y visitar las instalaciones en las que se crían. Un buen criador se centrará en la salud del animal realizando las pruebas genéticas pertinentes para descartar la posibilidad de presentar enfermedades y transmitir las a la descendencia, mediante el uso de test de PDE como ya se ha

descrito y otros métodos. Su prioridad será el bienestar del perro por encima de todo, no sobrepondrá la belleza física ante estos requerimientos básicos de salud y también tendrá en cuenta el comportamiento del animal. Sería conveniente pedirle al criador pruebas de salud física, en especial ocular, de ambos padres.

Una vez se adquiere el Pug, se deben contrastar las garantías sanitarias en el veterinario antes de cerrar el trato con el criador, ya que la salud es el factor más importante a considerar en la búsqueda de un Pug (Rise, 2012).

Otra excelente opción sería la adopción de un animal, a veces aparecen Pugs extraviados o abandonados en algún albergue o refugio para perros.

Normalmente el animal rescatado es de mayor edad y es acogido por personas experimentadas, hasta que se evalúan su salud y carácter. Son esterilizados y vacunados de forma rutinaria, y se les implanta el microchip de identificación. Se pueden visitar los refugios para dejar ofertas de adopción y si lo conceden resultaría un hecho muy gratificante.

Por otro lado, lo que no se debería hacer es adquirir un Pug de criadores no profesionales que no comprueban las posibles enfermedades hereditarias de los progenitores. También sería una mala elección adquirir un perro perteneciente a las fábricas de cachorros, ya que estos lugares no presentan las condiciones higiénicas ni saludables que se necesitan, las hembras se encuentran juntas y masificadas y los cachorros suelen tener una conformación pobre debido a que las madres producen crías afectadas por enfermedades hereditarias. Además, en estas fábricas de camadas falta la socialización humana y los cachorros desarrollan hábitos indeseables.

5. Discusión

Se produce un gran debate en lo que respecta al origen de los perros. Los científicos interesados en saber de dónde vinieron los perros llegaron a conclusiones diferentes. Savolainen (2013) creó la primera base de datos de ADN canino en el mundo y comprobó que las razas del este asiático eran genéticamente más diversas que los orígenes más antiguos.

Wayne *et al* (2013) se centraron más en el ADN antiguo con el fin de concretar el momento en el que las poblaciones de perros estaban relativamente aisladas entre sí. Los perros se cruzan regularmente con los lobos y caninos de otras regiones, especialmente en China, donde el tráfico a lo largo de las rutas comerciales probablemente trajo la raza a Europa, Oriente Medio y otras partes del mundo en Asia.

En cuanto a la repercusión de la selección natural en el bienestar de los animales, existe un gran enfrentamiento entre los objetivos del Kennel Club y

criadores, obsesionados por cumplir explícitamente con el estándar de la raza para obtener los resultados esperados en los concursos de belleza, con los objetivos de Jemima Harrison, apoyada por la BBC o (Balding *et al.*, 2012) quienes pretenden desentrañar a la población los niveles alarmantes de endogamia y fomentar la variabilidad genética mediante la prohibición de la endogamia mirando por el bienestar de los animales.

En cuanto a las diversas enfermedades presentes en la raza Pug es muy difícil discernir qué patologías son el producto indeseado pero asociado a la selección y cuales obedecen a variedades genéticas debido a un efecto fundador, en el caso de la Meningoencefalitis podría ser consecuencia de la selección aplicada ya que los daños neurológicos se agravan en cráneos pequeños.

Si nos preguntamos qué tendrían que hacer los criadores para que los perros salgan sanos, la respuesta sería asegurarse de que su salud no se va a ver afectada al seleccionar rasgos, por medio de test que descarten enfermedades genéticas en los reproductores.

6. Conclusiones

1. Aunque hoy en día se mira más que antes por el bienestar de los perros, todavía siguen sucediendo despropósitos en la reproducción canina.
2. En el código ético los criadores se han comprometido con unas buenas prácticas de selección.
3. El futuro depende de que los criadores aseguren una buena condición genética de los animales.
4. Las razas existentes hoy en día ya no pueden volver atrás y subsanar el daño de tantos años de cría selectiva, pero sí que se puede mirar hacia el futuro para reconciliar los objetivos del bienestar con la selección.
5. Existe un gran desconocimiento en la población acerca de las prácticas de selección llevadas a cabo por los criadores y los concursos caninos de belleza y las consecuencias que esto supone en el bienestar de los animales.

Conclusión

1. Aínda hoxe se mira máis que antes para o benestar dos cans aínda están a suceder absurdos na reprodución canina.

2. No código ético os criadores están comprometidos cas boas prácticas de selección.
3. O futuro depende de cos criadores garantan una boa condición xenética dos animais.
4. As razas existentes hoxe en día xa non poden ollar para atrás e subsanar a dor de tantos anos de cría selectiva, pero si que se pode mirar cara ao futuro para reconciliar os obxectivos do benestar coa selección.
5. Existe un gran descoñecemento na poboación acerca das prácticas de selección levadas a cabo polos criadores e os concursos caninos de beleza e as consecuencias do que isto supón no benestar dos animais.

Conclusions

1. Although today we look more than before for the well-being of dogs, they still continue to happen nonsense in dog breeding.
2. The breeders of ethical codes committed to good selection practices.
3. The future depends on what breeders ensure a good genetic animal condition.
4. Existing breeds today can no longer go back and cure the damage of so many years of selective breeding, but you can look to the future to reconcile welfare goals with selection.
5. There is a great lack of knowledge in the population about the selection practices carried out by breeders and canine beauty contests and the consequences that this implies on animal welfare.

7. Bibliografía

Pedigree dog exposed (2008) acceso a <https://www.youtube.com/watch?v=SqtgIVOJOGc&t=25s> el 18 de Diciembre de 2016.

Documental perros (2011) acceso a <https://www.youtube.com/watch?v=VR59716JwqQ&t=1718s> el 3 de Febrero de 2017.

Pedigree dog exposed three years on (2012) acceso a <https://vimeo.com/166015460> el 7 de Abril del 2017.

Club Español del Carlino acceso a <https://www.clubcarlino.com/> el 14 de Julio de 2017.

FCI acceso a <http://www.fci.be/es/> el 14 de Julio de 2017.

Real Sociedad Canina de España acceso a <http://www.rsce.es/web/> el 14 de Julio de 2017.

NCBI acceso a <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> el 7 de Marzo de 2017.

The Conversation acceso a <https://theconversation.com/how-serious-is-inbreeding-in-show-dogs-56402> el 7 de Febrero de 2017.

Science acceso a http://www.sciencemag.org/news/2017/04/where-did-your-dog-come-new-tree-breeds-may-hold-answer?utm_campaign=news_daily_2017-04-25&et rid=17053026&et cid=1293290 el 28 de Abril de 2017.

Science acceso a http://www.sciencemag.org/news/2017/05/earliest-evidence-dog-breeding-found-remote-siberian-island?utm_campaign=news_daily_2017-05-26&et rid=17053026&et cid=1349465 el 31 de Mayo de 2017.

Research Gate acceso a <https://www.researchgate.net> el 18 de Junio de 2017.

Dr. John "Trey" W. Fondon, III | Genome Biology Group. (2017). Uta.edu.
Retrieved 19 July 2017, from http://www.uta.edu/biology/genome_group/people/dr-john-trey-w-fondon-iii.html

Rimbault L. acceso a <https://igdr.univ-rennes1.fr/en/research/research-groups/catherine-andr%C3%A9-group/team-composition/maud-rimbault> el 30 de Junio de 2017.

Los cuellos de botella y el efecto fundador. (2017). Evolution.berkeley.edu.
Retrieved 19 July 2017, from http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/0_0_0/bottlenecks_01_sp

L. Honeycutt acceso a <https://www.tamu.edu/faculty/honeycutt/> el 30 de Junio de 2017.

Balding D. acceso a <http://www.ucl.ac.uk/uqi/research/davidbalding> el 30 de Junio de 2017.

Purina acceso a <https://www.purinaproclub.com/resource-library/todays-breeder/issue-74/taking-a-team-approach/> el 1 de Julio de 2017.

Ucdavis Veterinay Genetics Laboratory acceso a <https://www.vgl.ucdavis.edu/services/PDE.php> el 1 de Julio de 2017.

UFAW acceso a <https://www.ufaw.org.uk/dogs/pug-brachycephalic-ocular-syndrome> el 5 de Julio de 2017.

Rimbault, M., y Ostrander, E. A. (2012). So many doggone traits: mapping genetics of multiple phenotypes in the domestic dog. *Human Molecular Genetics*, 21.

Fondon, J. W., Hammock E. A., Hannan, A. J., y King, D. G. (2008). Simple sequence repeats: genetic modulators of brain function and behavior. *Trends in Neurosciences*, 31.

Cooper, J. J., Schatzberg, S. J., Vernau, K. M., Summers, B. A., Porter, B. F., Young, B. D., y Levine, J. M. (2014). Necrotizing Meningoencephalitis in Atypical Dog Breeds: A Case Series and Literature Review. *Journal of Veterinay Internal Medicine*, 2.

Marchant, T. W., Johnson, E. J., McTeir, L., Mellanby, R. J., Clements, D. N., y Grimm, D. (2015). Dawn of the dog. *Science*, 348, 274-279.

Honeycutt, R. L. (2010). Unraveling the mysteries of dog evolution. *BMC Biology*, 8.

Cuniffe, J., (2010), *Pug. Serie Excellence, razas de hoy*, Barcelona, España: Hispano Europea.

Rice, D., (2012), *Carlino, Barrons Educational series*, Madrid, España: Tikal.

Razas de perros	Enfermedades o rasgos que presentan
Cavalier King Charles Spaniel	Trastorno neurológico (siringomielia) y enfermedades del corazón (soplos cardíacos)
Dachshund	Patatas cortas
Bull Terrier	Cambios en la morfología de la cabeza
Pastor alemán	"Andares atáxicos"
Labrador	Problemas en las articulaciones y en la vista
Springer spaniel	Deficiencia de enzimas exclusivas de la raza
Golden retriever	Alta incidencia de cáncer
Terrier blanco de West Highland	Alergias
Bóxer	Problemas cardíacos y una alta incidencia de cáncer (tumores cerebrales)
Ridgeback de Rodesia	Presencia de una forma ligera de espina bífida (cresta) y quistes dermoides
Pug	Problemas en las patas traseras, de estómago, colapso de la laringe, elongación del velo del paladar, así como problemas respiratorios y oculares
Setter	Alargamiento extremo
Basset hound	Artritis paralizante
Bulldog Inglés	Morfología problemática para la reproducción
Pekinés	Problemas respiratorios


Tabla A. Elaborada por Nuria Rodríguez a partir de las enfermedades debidas a la selección citadas en el documental "Pedigree dog exposed" de la BBC.



Figura C. Captura de imagen realizada del blog "the conversation" que muestra la noticia sobre lo serio que puede llegar a ser la endogamia en los concursos de belleza canina.

[Home](#) | Edition: [United Kingdom](#) | [Donate](#) | [Events](#) | [Get newsletter](#) | [Facebook](#) | [Twitter](#) | [RSS](#) | [Become an author](#) | [Sign up as a reader](#) | [Sign in](#)

THE CONVERSATION



David Balding
Professor of Statistical Genetics, University of Melbourne

1 Article | 1 Comment

[Sign in to contact](#)

Profile | Articles | Activity

Since finishing my PhD I have worked to develop and apply mathematical/statistical/computational methods and ideas in genetics. I have contributed to aspects of population, evolutionary, medical and forensic genetics.

In forensic genetics, my principal contribution has been to develop methods to allow for coancestry effects in the interpretation of DNA profiles. Match probability formulae incorporating coancestry coefficients are often called the "Balding-Nichols formulae" following our 1994 paper. More recently I have developed methods for the interpretation of low template DNA profile evidence, initially in collaboration with John Buckleton of ESR New Zealand (2009 paper).

The forensic match formulae are based on the multinomial-Dirichlet distribution, which I

Melbourne, Australia

Article Feed

ORCID

Joined March 16, 2016





Figura D. Captura de imagen realizada del blog "the conversation" que muestra las respuestas de David Balding sobre los problemas referentes a la endogamia.

ResearchGate or [Discover by subject area](#) | [Join for free](#) | [Log in](#)



Rodney L Honeycutt Pepperdine University, Malibu · Division of Natural Science


Evolutionary Biology, Genetics, Ecology
Ph.D. in Biology
al42.60

[Overview](#) | [Contributions](#) | [Info](#)

486
Research Items

11,804
Reads

8,522
Citations






Pepperdine University
Division of Natural Science
Malibu, United States


Featured research [View all](#)


Article: **A Discrete Stage-Structured Model of California Newt Population Dynamics During a Period of Drought**

Article · Nov 2016 · Journal of Theoretical Biology

  +4 more authors...


Top co-authors [View all](#)

 **Marc Allard**
U.S. Food and Drug Administration

 **John Bickham**
Battelle Memorial Institute


 **Kirk O Winemiller**
Texas A&M University

Figura E. Captura de imagen realizada del perfil de Rodney Honeycutt en la página Research Gate.

[Research](#) [Publications](#) [Courses](#) [Lab](#) [REU/UMCB](#) [Collaborators](#) [WFSC](#) [Links](#)



Rodney L. Honeycutt, PhD

Office: (979) 847-9462
Lab: (979) 847-9463

Professor: Departments of Wildlife and Fisheries Sciences, and Biology, Faculty of Genetics

Joined Texas A&M faculty in 1988

NSF Program Director, 1992-1993, Systematic and Population Biology Program

Associate Professor and Curator of Mammals, Harvard University (1984-1989)

Postdoc., The University of Michigan (1983-84)

Postdoc., Australian National University (1981-83)

Ph.D., Biology, Texas Tech University (1981)


M.S., Wildlife & Fisheries, Texas A&M University (1978)

B.S., Zoology, The University of Texas, Austin (1970)

Research Interests

My primary interests are in the patterns and processes of molecular evolution, especially in mammals and birds. Projects in my laboratory range from molecular systematic studies on vertebrates to conservation genetic studies on endangered species of wildlife. Over

Figura F. Captura de imagen realizada del perfil profesional de Rodney Honeycutt de la Universidad de Pepperdine Malibú, California.



Institute of Genetics & Development of Rennes


• Events • Contacts • Extranet • Press •

[FR](#) [EN](#)

• ABOUT US • **RESEARCH** • JOB OFFERS • TRAINING • SERVICES & FACILITIES •

Home » Research » Research Groups » Catherine ANDRÉ Group » Group members » Maud RIMBAULT

MAUD RIMBAULT



Status
Staff on fixed-term contract
Postdoctoral fellow

Membership
CNRS

Research

INFORMATION

Staff scientist

Catherine ANDRÉ Group

[Write a message](#)

+33 (0)2 23 23 67 60

Villejean campus / Building 4 / Room 219/1

IN A FEW WORDS

During my PhD in the "Dog Genetics" team at the IGDR, I worked on the definition of the rat and dog olfactory receptor gene repertoires and I studied the

Figura G. Captura de imagen realizada del perfil del Instituto de Genética y Desarrollo de Rennes al que pertenece una de las autoras de los artículos científicos, Maud Rimbault.

ENCUESTA PARA VETERINARIOS

1.-¿Cuáles son las enfermedades más comunes en la clínica?

2.-¿Qué razas de perros son más propensas a presentar enfermedades?

3.-¿Conoce la enfermedad Meningoencefalitis necrotizante?

4.-¿Cuál es la base de esta enfermedad?

5.-¿Se trata de una enfermedad de la raza Pug o es común en los braquicéfalos?

6.-¿Podrían aportar una cifra aproximada de los perros que presentaron esta enfermedad?

7.- ¿cuáles serían las enfermedades más comunes de la raza Pug tratadas en la clínica?

Veterinarios	RESPUESTAS						
	1	2	3	4	5	6	7
V1	Problemas generales como problemas oculares	Razas de perros pequeños	Sí	Problema neurológico que tratan los especialistas en neurología	Meningoencefalitis hay en todas las razas, no sabe si la raza Pug presenta una exclusiva	No trataron perros con esta enfermedad en la clínica	Problemas oculares
V2	Otitis debido al estrecho conducto auditivo	Braquicéfalos	Sí	Problema neurológico	No hay datos	No hay datos	Síndrome del braquicéfalo y problemas oculares
V3	Problemas de piel y respiratorios	Depende de la predisposición genética de la raza	Sí	Problema Inmunomediado a nivel cerebral, lo que provoca convulsiones	La raza de perros Pug es más predispuesta incluso más que otros braquicéfalos	En esta clínica no se han dado casos de esta enfermedad	Problemas de piel, respiratorios y Síndrome ocular del Pug
V4	Problemas debidos a la complexión física como respiratorios, oculares o alimenticios	La raza Pug y perros braquicéfalos en general	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos	Úlceras, atopias con picores generalizados, bronquitis, Síndrome ocular del Pug relacionado con queratoconjuntivitis, enfermedad de los ojos secos y de ojos pequeños, intolerancias alimenticias o problemas de rótula

Tabla B. Elaborada en pdf por Nuria Rodríguez donde figuran las respuestas de los centros veterinarios al cuestionario formulado, designándose a cada centro desde (V1- V4).

Zimbra:

nuria.rodriguez1@udc.es

Re: Preguntas sobre la cría de perros, Universidad de A Coruña

De : mar, 11 de jul de 2017 12:06
Asunto : Re: Preguntas sobre la cría de perros, Universidad de A Coruña
Para : Nuria Rodríguez Pérez <nuria.rodriguez1@udc.es>

Hola Nuria, espero que mis respuestas te sirvan.

1ª y 2ª.-En la primera y segunda pregunta puedes visitar la página web de la Real sociedad Canina de España www.rsce.es, donde puedes encontrar muchas respuestas a tus preguntas.

3ª.- Cuando los criadores de carlinos seleccionamos a los ejemplares para un cruce, después de conocer la genética de cada ejemplar, esperamos que sus descendientes sean lo más fiel al standar de la raza, en el cual predomina la salud de los ejemplares, puedes ver nuestro standar en nuestra página web www.clubcarlino.com, resalta en negrita los puntos de salud más importantes de nuestra raza.

4ª.- Los cruces entre parientes suelen ser lejanos, en nuestra raza tenemos variedad suficiente y líneas muy marcadas y en caso de **inbreeding**, se hace muy estudiado y con ejemplares con las pruebas de salud determinadas.

5ª.- Los cruces de raza siempre se hacen con la misma raza, está completamente prohibido hacer un cruce con una raza distinta, no obtendrás el pedigree de la camada ni su genealogía, ya no serían perros de raza.

6ª.- En el momento de la cesión se debe de entregar al cachorro debidamente documentado y con la edad suficiente para garantizar su salud física y psíquica (suele ser dos meses y medio), tanto con la documentación veterinaria(vacunas, desparasitaciones, certificado de salud) como la documentación legal(pasaporte con identificación obligatoria), además de un contrato de cesión donde garantice la salud vírica y congénita del cachorro y reguardo de alta de camada en la RSCE.

7ª.- esta pregunta está respondida en la nº 3 y 4

8ª- sobre todo las pruebas de salud de los progenitores, además en nuestra página del Club puedes leer la Carta Ética, la tienes en el listado de criadores.

9ª.- Los Concursos de Belleza es una opción que tienes cuando adquieres un cachorro de raza, pero no es lo importante, lo importante es tener un perro de la raza que te gusta sano y equilibrado en su carácter.

TODas las razas tienen su standar, te recomiendo que visites la página de la FCI (Federación Cynológica Internacional) www.fci.be. donde tienes todas las razas reconocidas, las razas se dividen en Grupos son X y su standar, tan importante es la salud como el carácter de los ejemplares de raza.

Figura H. Captura de imagen realizada de la respuesta del criador de Carlinos de España al formulario enviado anteriormente.

Listado de Razas Caninas reconocidas por la FCI

Grupo 1	Perros de pastor y perros boyeros (excepto perros boyeros suizos)
Grupo 2	Perros tipo pinscher y schnauzer, molosoides y perros tipo montaña y boyeros suizos
Grupo 3	Terriers
Grupo 4	Teckels
Grupo 5	Tipo spitz y tipo primitivo
Grupo 6	Perros tipo sabueso, perros de rastro (exceptuando lebreles) y razas semejantes
Grupo 7	Perros de muestra
Grupo 8	Perros cobradores de caza - perros levantadores de caza - perros de agua
Grupo 9	Perros de compañía
Grupo 10	Lebreles
Razas Provisionales	Razas provisionalmente aceptadas

Figura I. Captura de imagen realizada del listado oficial de razas de la FCI (Federación Cinológica Internacional), donde figura el Pug en el grupo 9 de los perros de compañía.

Identificación Genética (ADN)

La Real Sociedad Canina de España colabora con el Laboratorio de Genética, Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid, para seguir los procedimientos de Identificación Genética Canina de los perros de pura raza inscritos en el Libro de Orígenes Español (L.O.E.) o de los que puedan inscribirse en lo sucesivo, determinando que se utilizarán como referencia los marcadores establecidos en los paneles del I.S.A.G..

Los criadores que quieran realizar las pruebas de identificación genética de sus perros, que deben constar inscritos en el L.O.E. o en un Libro de Orígenes reconocido por la Fédération Cynologique Internationale (F.C.I.), han de solicitarlo a la R.S.C.E., pagando por esta analítica un precio preferente, beneficiándose así del convenio existente entre la R.S.C.E. y el Laboratorio de Genética de la F.V.

Los resultados quedarán incorporados a la base de datos de L.O.E., de manera que en los documentos que afecte al perro identificado genéticamente, quedará constancia de ello.

Si el criador precisa de otras pruebas analíticas, deberá consultar precios y condiciones con la R.S.C.E.

- ¿Qué son las pruebas de paternidad o control de filiación?

La asignación de paternidad se establece cuando un laboratorio utiliza métodos genéticos para demostrar que un supuesto padre es realmente el padre biológico. Las pruebas pueden utilizarse también para excluir la paternidad, es decir, para confirmar que un padre tiene un genotipo incompatible con un supuesto hijo.

Figura J. Captura de imagen realizada del apartado de Identificación genética de la RSCE (Real Sociedad Canina Española), donde se ven reflejadas las pruebas de ADN.

Normativa

1. Todos los ejemplares del criadero deberán estar alojados adecuadamente, en espacio suficiente, protegidos de la intemperie y recibiendo alimentación correcta, asistencia sanitaria y buen trato afectivo.
2. Solamente se utilizarán para la reproducción ejemplares en perfectas condiciones sanitarias y genéticas.
3. No se permitirá comprar cachorros al mayor para su reventa. Desaconsejándose cederlos a tiendas o grandes superficies,
4. La edad mínima para la primera cubrición de una hembra será de 18 meses, antes de esa fecha no podrá ser cubierta en ningún caso.
5. Cuando una hembra haya librado una camada, no podrá ser cruzada en el siguiente celo, en ese caso entre una camada y otra deberán transcurrir al menos 10 meses. Una hembra no podrá tener nunca más de dos camadas seguidas, independientemente del número de cachorros.
6. La edad máxima de cubrición de una hembra será de 8 años, siempre y cuando no peligre su salud
7. Una hembra reproductora podrá tener un máximo de 6 camadas en su vida, y no superar tres cesáreas.
8. Los cachorros no podrán abandonar el criadero a una edad inferior a los 60 días, después de haber sido vacunados al menos en una ocasión contra moquillo y parvovirus y convenientemente desparasitados, adjuntando la cartilla de vacunación o documento provisional análogo, firmado y sellado por el veterinario. Estas serán las condiciones mínimas, resultando lo ideal entregarlo a sus nuevos propietarios a partir de las 10 semanas de vida, con dos vacunas administradas, contra los virus ya citados y contra la hepatitis y la leptospirosis. En todos los casos, los cachorros deberán salir previamente identificados con tatuaje o microchip.
9. El criador deberá estar disponible y dispuesto a ilustrar al nuevo propietario sobre la cría del cachorro, sobre las características reales de la raza y evitar el ocultar o minimizar eventuales defectos importantes del cachorro.

Figura K. Captura de imagen de la normativa correspondiente a la carta ética del CEC (Club Español del Carlino), donde figuran los derechos de los cachorros pertenecientes al club.

Zimbra:

nuria.rodriguez1@udc.es

Re: Preguntas sobre el club del carlino, Universidad de A Coruña

De : Nuria Rodríguez Pérez <nuria.rodriguez1@udc.es> vie, 14 de jul de 2017 19:04
Asunto : Re: Preguntas sobre el club del carlino, Universidad de A Coruña
Para :

Hola de nuevo Ricardo, antes de nada quería agradecer su amabilidad por responder al cuestionario que envié anteriormente, me han sido de gran ayuda sus respuestas. He visitado las páginas web adjuntadas de su correo y en el club del carlino aparece un código ético muy interesante para el trabajo en el que figuran los criadores que se han comprometido en dicho código. He ampliado otra pregunta al cuestionario respecto a la normativa de la carta ética. El apartado dos dice que solamente se utilizarán para la reproducción ejemplares en perfectas condiciones sanitarias y genéticas. Como el trabajo se basa principalmente en asuntos genéticos, ¿podría decirme si de manera regular los criadores emplean test que muestran la susceptibilidad del Pug a padecer la enfermedad PDE u otros métodos para evaluar la condición genética de los animales y cómo se evalúa? Por otro lado, también observé que los criadores del club crían a variedades particulares del Pug, tales como negro, leonado o ambos, ¿hay alguna otra variedad de Pug para la cría? ¿en qué radican estas variantes? Muchas gracias de nuevo, un saludo.

Figura L. Captura de imagen realizada del nuevo correo enviado al criador de Carlinos tras ver las condiciones estipuladas por el código ético del Club del Carlino Español.

Zimbra:

nuria.rodriguez1@udc.es

University of A Coruña

De : Nuria Rodríguez Pérez <nuria.rodriguez1@udc.es> lun, 03 de jul de 2017 16:11
Asunto : University of A Coruña
Para :

Hello! I'm Nuria, a biology student at the A Coruña Science University. In this moment I'm preparing the final project about genetic diseases of dog breeds, particularly the Pug breed and I've seen an article in which you talk about how serious is breeding in Pugs. Could you give me some information for the project about the repercussions of consanguinity and the pug experiment that shows 10.000 pug registered in the UK with high levels of endogamy?

It's very important for me your participation, thanks!

I am looking forward to your answer, a greeting.

Figura M. Captura de imagen realizada del correo enviado a David Balding para obtener una mayor información sobre el experimento de Pugs llevado a cabo por el Imperial College de Londres.

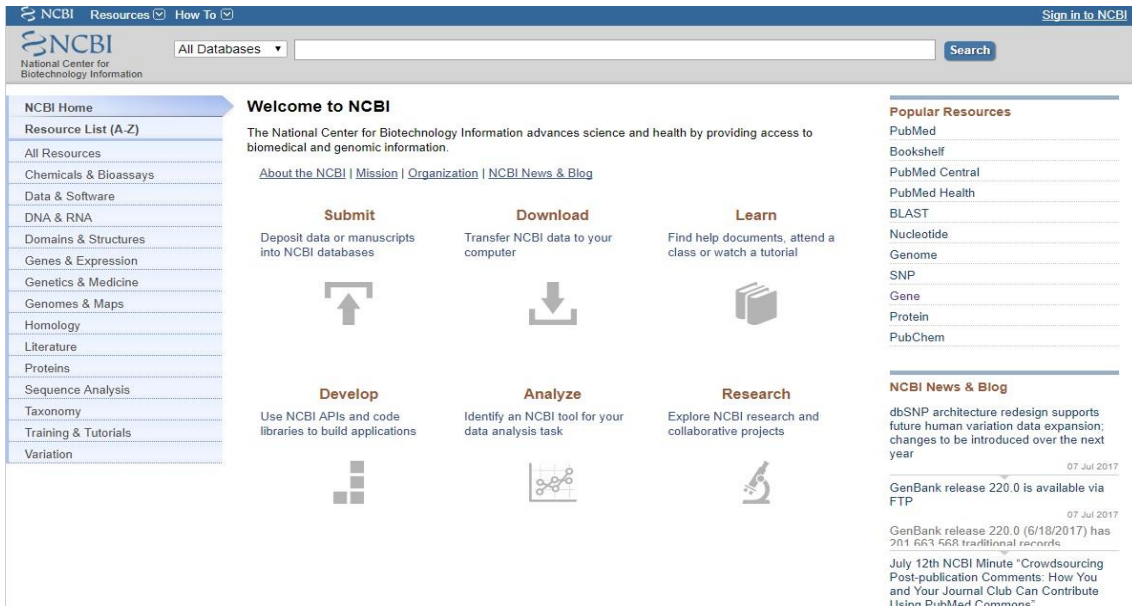


Figura N. Captura de imagen realizada de la página oficial del NCBI.

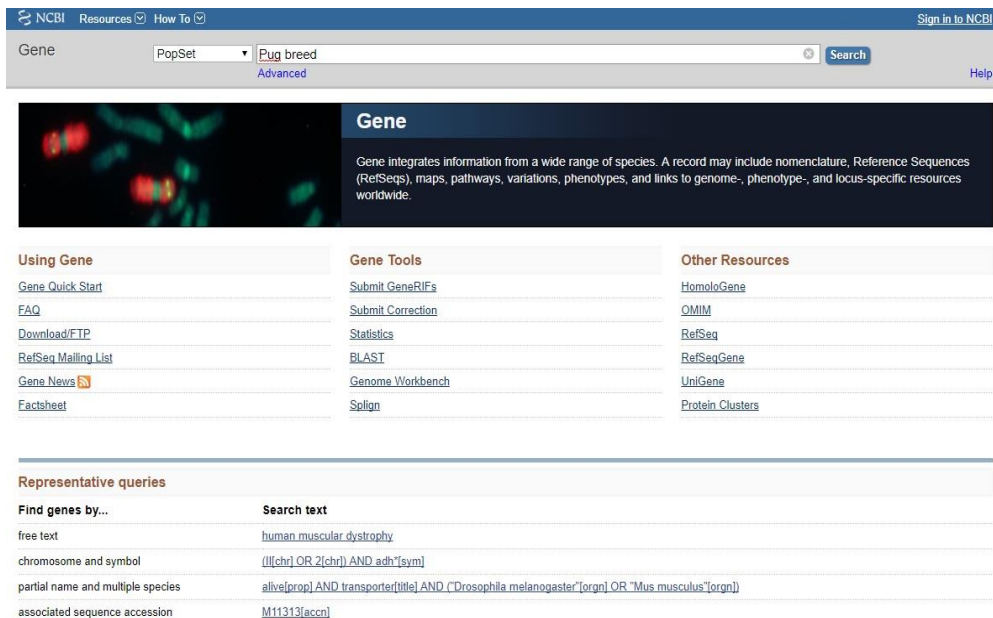


Figura O. Captura de imagen realizada de la base de datos Gene del NCBI.

Sequences in this data set

EU223811.1	Canis lupus familiaris YorkshireTerrier9P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223810.1	Canis lupus familiaris YorkshireTerrier3P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223809.1	Canis lupus familiaris YorkshireTerrier1P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223808.1	Canis lupus familiaris YorkshireTerrier1M control region, partial sequence; mitochondrial
EU223807.1	Canis lupus familiaris YorkshireTerrier10P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223806.1	Canis lupus familiaris Yorkie/Poodle4M control region, partial sequence; mitochondrial
EU223805.1	Canis lupus familiaris Yorkie/Poodle2M control region, partial sequence; mitochondrial
EU223804.1	Canis lupus familiaris Yorkie/Chihuahua1M control region, partial sequence; mitochondrial
EU223803.1	Canis lupus familiaris WheatonTerrier1P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223802.1	Canis lupus familiaris WhiteSchnauzer1M control region, partial sequence; mitochondrial
EU223801.1	Canis lupus familiaris Mastiff3P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223800.1	Canis lupus familiaris Weimaraner6P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223799.1	Canis lupus familiaris Weimaraner4P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223798.1	Canis lupus familiaris Weimaraner3P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223797.1	Canis lupus familiaris WelshCorgi1P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223796.1	Canis lupus familiaris WalkerHound1P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223795.1	Canis lupus familiaris WestHighlandWhiteTerrier2P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223794.1	Canis lupus familiaris WestHighlandWhiteTerrier1P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223793.1	Canis lupus familiaris WestHighlandTerrier6P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223792.1	Canis lupus familiaris WestHighlandTerrier5P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223791.1	Canis lupus familiaris WestHighlandTerrier4P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223790.1	Canis lupus familiaris WestHighlandTerrier3P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223789.1	Canis lupus familiaris WestHighlandTerrier2P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223788.1	Canis lupus familiaris WestHighlandTerrier1P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223787.1	Canis lupus familiaris WirehairDachshund1P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223786.1	Canis lupus familiaris Vizsla5P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223785.1	Canis lupus familiaris Vizsla3P control region, partial sequence; mitochondrial
EU223784.1	Canis lupus familiaris Vizsla2P control region, partial sequence; mitochondrial

Figura P. Captura de imagen realizada de las secuencias pertenecientes a las diferentes razas de perros.

JOURNAL OF **FORENSIC SCIENCES**
Explore this journal >

Identification of Forensically Informative SNPs in the Domestic Dog Mitochondrial Control Region*

Kristen M. Webb Ph.D., Marc W. Allard Ph.D.

First published: 24 February 2009 Full publication history

DOI: 10.1111/j.1556-4029.2008.00953.x View/save citation

Cited by (CrossRef): 20 articles Check for updates Citation tools

Am score

* This work has been presented at The National Institute of Justice Conference 2007 and at The George Washington University Research and Discovery Day, 2007. Both instances were in poster form. A portion of K. M. Webb's support came from a Selective Excellence grant from The George Washington University. This work was supported by the National Institute of Justice through grant 2004-DN-BX-K025 to M. W. Allard.

Additional information and reprint requests:
Marc W. Allard, Ph.D.
Food and Drug Administration
Office of Regulatory Science
Division of Microbiology
HFS-712
5100 Paint Branch Parkway
College Park, MD 20740
E-mail: mwallard@gwu.edu

Abstract

Text size Share

Abstract
Materials and Methods
Results
Discussion
Acknowledgments
References
Related Content
Citing Literature

Figura Q. Captura de imagen realizada del artículo científico completo en pdf del Journal Forensic Sciences que trata el estudio del genoma canino.

Canis lupus familiaris Pug6P control region, partial sequence; mitochondrial

GenBank: EU223707.1

[FASTA](#) [Graphics](#) [PopSet](#)[Go to:](#)

LOCUS EU223707 1070 bp DNA linear MAM 10-MAR-2009
 DEFINITION Canis lupus familiaris Pug6P control region, partial sequence;
 mitochondrial.
 ACCESSION EU223707
 VERSION EU223707.1
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion Canis lupus familiaris (dog)
 ORGANISM [Canis lupus familiaris](#)
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Mammalia; Eutheria; Laurasiatheria; Carnivora; Caniformia; Canidae;
 Canis.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 1070)
 AUTHORS Webb,K.M. and Allard,M.W.
 TITLE Identification of forensically informative SNPs in the domestic dog
 mitochondrial control region
 JOURNAL J. Forensic Sci. 54 (2), 289-304 (2009)
 PUBMED [19261051](#)
 REFERENCE 2 (bases 1 to 1070)
 AUTHORS Webb,K.M. and Allard,M.W.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (16-OCT-2007) Biological Sciences, The George Washington
 University, 2023 G Street, NW 340 Lisner Hall, Washington, DC
 20052, USA
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..1070
 /organism="Canis lupus familiaris"
 /organelle="mitochondrion"

Figura R.

```

20052, USA
FEATURES             Location/Qualifiers
     source            1..1070
                        /organism="Canis lupus familiaris"
                        /organelle="mitochondrion"
                        /mol_type="genomic DNA"
                        /sub_species="familiaris"
                        /bio_material="Pug6P"
                        /db_xref="taxon:9615"
                        /note="breed: Pug"
     misc feature     <1..>1070
                        /note="control region; lacks tandem repeat"
     gap              673..772
                        /estimated_length=unknown
ORIGIN
    1 acaccctac attcatatat tgaatcacc ctactgtgct atgtcagtat ctccaggtaa
    61 acccttctcc cctcccctat gtacgtcgtg cattaatggt ttgccccatg catataagca
    121 tgtacataat attatatacct tacataggac atattaactc aatctcataa ttcactgatc
    181 ttccaacagt aatcgaatgc atatcactta gtccaataag ggcttaatca ccatgcctcg
    241 agaaaccatc aacccttgct cgtaatgtcc ctcttctcgc tccgggccca tactaacgtg
    301 ggggttacta tcatgaaact atacctggca tctggttctt acttcagggc cataacttta
    361 ttactccaa tctactaat tctcgaaat gggacatctc gatggactaa tgactaatca
    421 gccatgatc acacataact gtgggtgcat gcactctgga tcttttaatt tttagggggg
    481 gaatctgcta tcactaccct acgaccgcaa cggcactaac tctaaactat cttctgctct
    541 cagggaatat gccctgcgcg gccctaagtc agtcaaataa cttgtagctg gacttattca
    601 ttatcattta tcaactcacg cataaaaatca aggtgctatt cagtcaatgg tttcaggaca
    661 tatagtttta gg
        [gap 100 bp]      Expand Ns
    773
    781 gtaagacatt aagttaactt atacaaaccc cccttacccc ccgtaaaactc atgtcatcta
    841 ttatacactt atttatgtcc cgccaaaccc caaaaacagg actaagtgca tacaatactc
    901 acaagcttta tttaaattat atacaaatgt attgctactc tagttaactt aacacaacag
    961 tcttacacgc atttggcttc gtagtctatc tatagatagc attccctttt ttttccctct
    1021 catatttact atgtatttta tttattacgc acactacaat ttcagtataa

```

Figuras R y S. Capturas de imagen realizadas del genoma de un Pug mediante las bases de datos del NCBI, donde se muestra el genoma del Pug representado con bases nitrogenadas.

Zimbra:

nuria.rodriguez1@udc.es

Re: University of A Coruña, Spain

De : Rodney Honeycutt

lun, 03 de jul de 2017 18:25

4 ficheros adjuntos

Asunto : Re: University of A Coruña, Spain

Para : Nuria Rodríguez Pérez <nuria.rodriguez1@udc.es>

Dear Nuria,

Your project sounds interesting. I will try to address your questions. Clearly, there is a lot of plasticity in the domestic dog that is not expressed under either feral or wild conditions. Of course, domestication relaxes selection as many abnormalities are likely to survive under such conditions. If you look at the fossil record as well as feral populations of dogs, they tend to merge on a standard phenotype. This implies to be that the morphological diversity that we see in purebred dogs is the consequence of artificial selection, which tends to drive change at a fast rate. This is one reason why Wallace criticized Darwin's use of domesticated species as descriptors of natural selection. Although it has not been confirmed, I suspect that changes in morphological shapes, especially of the stature and head region of dogs, are the consequence of developmental processes that involve the timing of gene expression. Many of these changes, such as those seen in your pugs, can result in pathologies, and most dog breeds tend to sort for specific pathologies (e.g., osgood schlatter disease in Great Danes, congenital heart disease in golden retrievers, brachycephalic ocular syndrome in pugs, and musculoskeletal problems in many breeds). In the case of pugs and bulldogs, the skull is highly flattened. Based on association studies, a gene called SMOC2 has been identified with the overall length of the dog's face. The paper was published in *Current Biology*.

Attached are a few papers that might prove helpful. Please keep in touch about your research. It sounds very interesting.

All the best,
Rodney Honeycutt

Figura T. Captura de imagen realizada de la respuesta de Rodney Honeycutt a mis preguntas sobre la plasticidad de la selección.

Efecto Fundador

- Es un caso extremo de la deriva génica, en que una nueva población es fundada por unos pocos individuos. Que puede no constituir una muestra representativa de la población original.

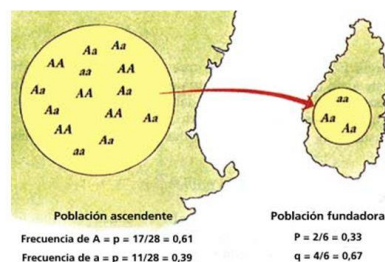


Figura U. Foto extraída de Slide Player que muestra el efecto fundador de las poblaciones.