

Los animales domésticos

Su estudio, su origen, su historia

Tomo I

El fenómeno de la domesticación animal y su estudio



Raúl Valadez Azúa



Los animales domésticos
Su estudio, su origen, su historia

El fenómeno de la domesticación
animal y su estudio

———— Tomo 1 ————

Los animales domésticos

Su estudio, su origen, su historia

El fenómeno de la domesticación animal y su estudio

———— Tomo 1 ————

Raúl Valadez Azúa



Catalogación en la publicación UNAM. Dirección General de Bibliotecas

Valadez Azúa, Raúl, autor.

Los animales domésticos. Su estudio, su origen, su historia / Raúl Valadez Azúa.

Primera edición. | México : Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, 2021.

LIBRUNAM | ISBN: 978-607-30-4489-9

Animal doméstico – estudio, concepción | Evolución – Mundo antiguo | Interdisciplina
– Mundo antiguo | Medicina y salud – culturas antiguas y contemporáneas.

LCC F1219.8.O56.A748 2020 | DDC 972.01—dc23

Primera edición 2021

Término de la edición: agosto 2021

© D.R. 2021 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México, 04510
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
www.iiia.unam.mx

ISBN: 978-607-30-4489-9

Portada: figuras de animales domésticos, fotografía y diseño de Jonathan Valadez Téllez;
apoyo de Arantza Castillo.

Todos los manuscritos presentados para su publicación en el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, son sometidos a un riguroso proceso de dictaminación bajo el principio de doble ciego y de acuerdo al Reglamento del Comité Editorial: http://www.iiia.unam.mx/instituto/transparencia/documentosIIA/REGLAMENTO_CE_10MAR_2021.pdf

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, la fotocopia o la grabación, sin la autorización escrita de los titulares de los derechos de esta edición.

Esta obra está a disposición bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed>.



Derechos reservados conforme a la ley.

Hecho en México / *Made in Mexico*

EL FENÓMENO DE LA DOMESTICACIÓN
ANIMAL Y SU ESTUDIO

ÍNDICE

Agradecimientos	9
Prólogo a la colección	11
Introducción al tomo I	15
 PARTE I. LO QUE SABEMOS Y NO SABEMOS SOBRE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS	 19
1. Concepto del animal doméstico y visión tradicional del proceso de domesticación animal	21
2. Limitaciones de los conceptos tradicionales sobre la domesticación animal	31
 PARTE II. LA INTERDISCIPLINA Y EL ANIMAL DOMÉSTICO	 43
1. La conducta del animal doméstico	45
2. La fisiología del animal doméstico	53
3. La biología molecular y el animal doméstico	63
4. La ecología del animal doméstico	77
5. La arqueozoología del animal doméstico	89
6. La contraparte del beneficio de la domesticación: la zoonosis	111
 PARTE III. EL ORIGEN Y LA EVOLUCIÓN DEL ANIMAL DOMÉSTICO	 155
1. La domesticación animal I. Fenómeno biológico y evolutivo	157
2. La domesticación animal II. La participación humana	175
 REFLEXIONES SOBRE LOS TEMAS DEL PRIMER VOLUMEN	 179
 BIBLIOGRAFÍA DEL PRIMER VOLUMEN	 181

AGRADECIMIENTOS

Cuando se realiza una obra cuya magnitud y alcances superan todo lo que se planeó en el inicio, es fundamental la posibilidad de comunicarse con quien le puede ayudar a consolidar algunas propuestas, descartar otras, opinar sobre el curso de la organización de ideas y su transformación en una línea o página escrita, en otras palabras, brindar la oportunidad de medir esfuerzos, evitar errores, mantener los pies en tierra. En este sentido quiero antes que nada dar las gracias a mi esposa y compañera de siempre, Rocío Téllez, con quien siempre he contado en el momento de lanzarme a estas aventuras.

En segundo lugar, quiero agradecer y ofrecer mi reconocimiento a mis entrañables amigos, Fernando Viniegra y Katuska Olmos, quienes siempre me han motivado para continuar con esta labor y quienes me dieron la oportunidad en innumerables ocasiones de llevar mis ideas a publicaciones que, poco a poco se fueron acomodando y organizando hasta dar lugar a este proyecto y la obra resultante.

Por último, mi agradecimiento a Ada Ligia Torres, Diana Franco, Jaquelina Ibarra, Martha González y Jonathan Valadez por su colaboración durante la revisión y diseño del libro, por sus sugerencias, ideas, dedicación y esfuerzo.

PRÓLOGO A LA COLECCIÓN

Hace 25 años me interesé por primera vez en el fenómeno de la domesticación animal y han pasado 21 desde que apareció mi primer libro sobre este tema. Como biólogo que soy, el fenómeno me llamó la atención por el poco interés que se daba a la parte animal y a la nula capacidad en general, para ver el proceso como un evento biológico, ecológico para ser más preciso.

En las primeras obras escritas sobre el tema (Valadez 1992; 1996; 2003a, b), busqué, antes que nada, reconocer la base biológica sobre la cual descansaba el fenómeno denominado “domesticación animal” y, aunque creo haber logrado mi objetivo, el paso de los años me llevó a reconocer que mi esfuerzo se había quedado corto, pues, desde hace una década, la biología es la ciencia de la cual parte la visión de cómo surgieron los procesos involucrados y las bases que los sustentan, reduciendo así lo humano a su mínima expresión, siendo apenas el sustrato en el cual se realiza el evento.

Paradójicamente la mayor parte de los interesados en el tema lo abordan con mentalidad antropológica, es decir, con la seguridad de que se trató de un proceso impulsado por el hombre y para el beneficio del hombre, posición heredada de quienes trataron el tema a lo largo de los siglos XIX y XX, partiendo principalmente de datos arqueológicos, pero con la absoluta convicción de que nada ni nadie, más que el ser humano, podía haber promovido el proceso hasta su final.

Pero como mencioné, y veremos más adelante, en este nuevo milenio la domesticación animal se considera un fenómeno evolutivo natural, es decir, 100 por ciento biológico, perfectamente acomodado dentro de parámetros asociados con la adaptación y la selección natural. Esto, sin embargo, ha sido insuficiente para despertar el interés de los biólogos, quienes menosprecian el tema, simple y sencillamente porque no conocen sus bases actuales y ven a estos organismos como contaminación humana y no como el producto de eventos naturales.

Este cúmulo de concepciones equivocadas, con mala o escasa información, conocimientos anticuados, algunos francamente retrógrados y poco interés, contrastan con estudios recientes muy relevantes e interesantes con muy buenas perspectivas a futuro. Todo ello constituyó el móvil que me condujo a construir una nueva obra del tema con un tratamiento diferente y, al mismo tiempo más definitivo, pues las condiciones actuales así lo ameritan.

Como se indicó líneas atrás, la idea más común es que el tema involucra lo antropológico, y por ende lo humano desempeña un papel esencial, pero los nuevos conocimientos lo dejan ver como un fenómeno biológico en el cual somos un factor ambiental más. Con esta perspectiva el lector abordará una conducción con

enfoque interdisciplinario, en el cual se hará uso de información, estudios y criterios provenientes de diversas áreas, a fin de presentar propuestas originales, con un buen soporte académico.

Una idea, también con profundas raíces equívocas, se relaciona con la supuesta ausencia de animales domésticos en el México antiguo, nada que vaya más allá de los perros y los guajolotes. En anteriores libros sobre el tema (Valadez 1996; 2003) se muestra que esto es erróneo, en este momento se cuenta con datos relevantes que permiten profundizar más en este campo, a fin de ofrecer al lector una visión más concreta y profunda al respecto, permitiendo ver la relevancia de los animales domésticos en esta región del mundo y cómo se dieron los procesos que derivaron en la formación de algunos. Esto constituye el segundo propósito de esta obra.

Al momento de conformar este libro y constatar la gran cantidad de información disponible, se concluyó que, aunque continuara la propuesta de presentar primero las bases para el estudio de los animales domésticos en el mundo antiguo y posteriormente describirlos en función de la región de procedencia, ya no era posible enfocar el esfuerzo a un solo campo, pues la realidad es que media docena de disciplinas proporcionaban datos relevantes, a veces únicos, de tal forma que en algunos casos lo arqueológico era lo básico y la genética un complemento, en tanto que en otros ocurría justo lo contrario. Visto así, la única manera de crear una obra acorde con la perspectiva científica, pero además ilustrativa para todo interesado, era darle igual relevancia a cada disciplina, algo que requería de que en la primera parte se dispusiera de capítulos independientes, cada uno orientado hacia determinada ciencia, para concluir con la presentación de un modelo creado por el autor acerca de cómo se formaron estos animales desde una perspectiva natural.

Mención aparte merece la existencia de un tema importante en la práctica médica, pero ausente en los discursos sobre los animales domésticos: la zoonosis. Este producto del resultado de la relación entre humanos y animales, constituye una área de investigación relevante; de ahí que se incluya en esta primera parte, en la cual se pretende construir un cuerpo de conocimiento amplio que involucre todo campo relacionado con el tema.

El tamaño que iba alcanzando paulatinamente y mi objetivo de presentarlo bajo un esquema de alto nivel académico, pero en un formato sencillo, ágil, fácil de digerir y de entender, condujo a dividirlo en varias partes, varios volúmenes, cada uno con objetivos independientes, pero al mismo tiempo cada uno como complemento de los otros. De esta forma, cada interesado puede empezar con sus temas de preferencia, pero conforme la lectura avanza sin duda tendrá el interés o la necesidad de saber qué hay bajo tal o cual forma de estudiar el fenómeno o cómo se aplicó determinada información para entender un evento de domesticación en particular.

PRÓLOGO A LA COLECCIÓN

Finalmente, y a medida que se avance en la lectura se verán interesantes giros en el tipo de información, pasando de lo cultural a lo ecológico, de la biología molecular al urbanismo, del pasado al presente. En los últimos años se ha abogado más por la idea de que el conocimiento no debe limitarse a disciplinas o corrientes y que su último fin debe involucrar al ser humano en general y no a los especialistas. Ciertamente este libro se trató de acomodar lo mejor posible a este marco, ya que, aun cuando se parte de información reciente de muy alto nivel, el enfoque interdisciplinario obliga a darle un manejo detallado y fino para la comprensión de todo interesado.

Raúl Valadez Azúa

Octubre de 2019

INTRODUCCIÓN AL TOMO I

Alguna vez un profesor de la preparatoria nos comentaba que la ciencia le había asestado cuatro fuertes golpes a la vanidad humana:

1. Con Galileo Galilei, cuando creó y sostuvo la teoría heliocéntrica, quitándole así al hombre la posición de centro del Universo.
2. Cuando Charles Darwin elaboró la teoría de la evolución y colocó al hombre como una especie más y no como un ente derivado de lo divino.
3. Cuando Alexander I. Oparin propuso que la vida en la Tierra se había originado a partir de procesos de evolución química y no del designio de los dioses.
4. Cuando Sigmund Freud mostró que la parte inconsciente de la mente humana es el eje rector de nuestro comportamiento, y no la parte racional como se creía.

Si nos unimos a la causa de tirar del pedestal al hombre, junto con todo su narcisismo, también podemos referirnos a la aportación de que los animales domésticos del mundo antiguo fueron producto de procesos evolutivos y adaptativos naturales y no, como se suponía, resultado de la iniciativa e ingenio humanos. Sin duda habrá quien responda que quizá en el pasado así fue, pero que en el presente existen organismos a los que se les ha incluido en el esquema doméstico (por ejemplo, en espacios de investigación). Pero ante eso respondemos que, efectivamente, los eventos de domesticación de animales continúan, pero en mucho mayor cantidad de lo que podemos imaginar y vemos en los laboratorios, con la peculiaridad de que, para variar, ni cuenta nos damos de ello, por lo que seguimos sin percatarnos de este interesante proceso evolutivo.

La forma como se ha concebido a los animales domésticos es un tema diverso e interesante, pues su presencia dentro del entorno humano les ha convertido en tema de reflexión desde hace siglos. ¿Aparecieron de forma súbita o algo (o alguien) los puso en ese lugar? ¿Son una fracción de la naturaleza introducida al espacio humano o productos humanos que hacen contacto con lo natural? ¿Es su razón de ser servir al hombre? ¿Son fundamentalmente compañeros compartiendo el mismo ámbito o su presencia tiene propósitos divinos ajenos al devenir humano? Cada cultura antigua, en función de sus bases filosóficas y visión cosmogónica creó su propia perspectiva al respecto.

Independientemente de ello, hubo una y sólo una condición en la que todos los hombres coinciden: los animales domésticos se desarrollan dentro del territorio humano y en más de un caso requieren de su apoyo para sobrevivir. Otro aspecto casi igual de relevante fue que en muchos casos era difícil, si no imposible, encontrar organismos equivalentes en el espacio natural. Ambos aspectos llevaron a un principio fundamental en la concepción occidental acerca de estos animales: que habían sido

creados de forma independiente del resto y que su dependencia de nosotros nos daba el derecho de disponer de su destino, idea aún dominante en la mayor parte del mundo.

Acaso estos aspectos y la conclusión resultante llevaron a que durante siglos no existiera mayor interés por los animales domésticos salvo para explotarlos al máximo; ciertamente podía haber intereses diversos por parte de criadores o naturalistas por conocerlos mejor, pero finalmente todo recaía en aspectos de producción y aprovechamiento.

Este esquema fijista continuó existiendo, por ejemplo, dentro del sistema de clasificación de Linneo, quien los colocó como especies distintas, reforzando la idea de que se trataba de entidades independientes de lo natural y ligados a lo humano. Charles Darwin se refiere a ellos, a lo largo de toda su obra escrita, desde la perspectiva de que se trataba de organismos viables para la manipulación y transformación en función de los intereses humanos.

No obstante, la visión darwiniana de que todos los seres vivos evolucionaban, incluyendo los animales domésticos, permitió que la antigua visión fijista se debilitara en la mente de diversos académicos, sobre todo los que estaban vinculados con la investigación arqueológica, pues los restos animales se estudiaban no sólo con el propósito de reconocer lo ya descubierto sino también para saber si habría algo que se relacionara con el origen y evolución de las especies domésticas (Angress y Reed 1962). Acaso la suma de los tres términos: animal doméstico + selección artificial + evolución reafirmó la idea de que origen e historia de cualquiera de ellos dependía absolutamente de la voluntad humana.

No obstante, una cosa es la idea de asociación indisoluble de estos organismos con el hombre y otra el interés en su estudio desde diversos ámbitos (Angress y Reed 1962), situación que fue fortaleciéndose conforme avanzaba el siglo xx, sobre todo cuando ciencias como la biología molecular y la genética involucraron a estos animales en sus investigaciones y constataron que su lejanía de lo natural era más aparente que real, por lo que era completamente factible entender su evolución e historia, así como la dinámica entre ellos y lo humano hasta llegar a los productos actuales. Conforme se consolidaron estas inquietudes científicas se incluyeron otras disciplinas, por ejemplo, la ecología y la fisiología, estableciendo así las bases que permitieron, ya en el nuevo siglo, estructurar una nueva teoría sobre el origen de los animales domésticos.

Este primer volumen de la obra, *Los animales domésticos. Su estudio, su origen, su historia*, presenta justamente la transformación de nuestro modo de estudiar a estos organismos y su origen desde este nuevo universo de disciplinas con la siguiente orientación:

Parte I está constituida por dos capítulos cuyo objetivo es ofrecerle al lector una visión general de la concepción tradicional del animal doméstico y las limitaciones al respecto.

INTRODUCCIÓN AL TOMO I

Parte II está organizada en seis capítulos en los que se ilustra cómo estudian diversas ciencias el tema de los animales domésticos y el tipo de aportaciones que derivan de ello.

Parte III ofrece, a través de dos capítulos, un modelo de origen de los animales domésticos derivado de estudios del autor.

I

LO QUE SABEMOS Y NO SABEMOS SOBRE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS



Polluelo (pípilo) de guajolote (*Meleagris gallopavo*). Esta ave fue el primer animal doméstico de América del Norte, condición alcanzada hace unos cinco mil años (imagen de <https://www.naturalista.mx/taxa/906-Meleagris-gallopavo>).

I

CONCEPTO DEL ANIMAL DOMÉSTICO Y VISIÓN TRADICIONAL DEL PROCESO DE DOMESTICACIÓN ANIMAL

Como más adelante veremos con detalle, y contra todo lo esperado, los procesos que prohicaron la fauna doméstica precedieron a la civilización por muchos miles de años, de tal forma que cuando se desarrolla vida sedentaria, las primeras ciudades o los primeros Estados, la presencia de animales domésticos era algo tan cotidiano que sencillamente se les consideraba parte del ámbito humano sin que se prestara mucha atención a desde cuándo o cómo se habían integrado. Este dato es relevante por la certeza de que los animales domésticos habían sido siempre parte de lo humano, no era el resultado de lo conocido sino de lo desconocido.

En una cultura antigua las especies domésticas tenían principalmente un móvil utilitario, desde su consumo como alimento hasta el uso de la piel o las plumas, y desde su valor como bestia de carga o transporte hasta el ser compañero de caza o como objeto de comercio o trueque. Esta imagen, quizá por su antigüedad, ha estado enormemente arraigada en la mente humana y de ahí se desprende que de esta apreciación partan muchas de las ideas acerca de lo que es un animal doméstico y su origen (Cid 2004).

CONCEPTOS TRADICIONALES DEL ANIMAL DOMÉSTICO

Con base en lo anterior, no debe sorprendernos que hasta el siglo XIX los conceptos creados para definir a los animales domésticos estaban estrechamente vinculados con el sentido utilitario que se les confería. Ya que desde el siglo I aC, en Roma, hubo obras escritas sobre agricultura, por ejemplo, por Marco Terencio Varrón, quien dice que “de entre los animales y por su mansedumbre fueron las ovejas las primeras bestias de las que se apoderó el hombre para proporcionarle carne, leche, vestido y queso.” (Cid 2004); otro interesante concepto lo brinda Charles Cornevin, ilustre veterinario francés, quien escribió en su *Traité de zootechnie générale* (1891) que los animales

domésticos eran aquellos que “... forman parte de una casa, *domus*, que está sujeta a la dominación de un amo al que le dan sus productos y servicios, que se reproducen en su estado de cautiverio voluntario y dan a luz a los nuevos individuos, quienes se adjuntan al dominio y servidores del amo...” Con base en estos dos ejemplos es fácil corroborar que en Europa y Medio Oriente se concebía al animal doméstico como un ser sometido a la voluntad humana con el objetivo de servirle (figura 1A).



a)



b)



c)

Figura 1. Muchos de los animales domésticos que conocemos antecedieron a las primeras culturas del mundo, por lo que su presencia dentro del ámbito humano, incluso en el momento de reproducirse, siempre fue algo normal. Su relevancia en las comunidades humanas abarcaba su empleo en el trabajo, como fuentes de carne y como símbolos religiosos o místicos. a) Imagen egipcia donde aparecen bueyes ayudando en las jornadas agrícolas; b) la cabra como símbolo del horóscopo chino y c) guajolote hembra con sus pópilos dentro de un espacio doméstico prehispánico en el centro de México (Sahagún 1979) (fotografía a) de <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/48042#Ganader.C3.ADa> y fotografía b) de <http://spanish.visitbeijing.com.cn/culturachina/n214747945.shtml>).

En otros centros de civilización, como China, a los animales domésticos se les asociaba con la prosperidad que, a su vez, se vinculaba con el trabajo agrícola.¹ Su horóscopo incluía especies que representaban diversas habilidades y comportamientos frente a la vida; así, seis de los doce animales son domésticos: el buey, la cabra, el caballo, el cerdo, el perro y la gallina (figura 1B).

Al otro lado del mundo, en Mesoamérica, se consideraba que los animales domésticos, esencialmente los guajolotes y los perros, habían sido hombres de una época anterior, del tercer Sol cosmogónico (Moreno de los Arcos 1967), castigados por los dioses, siendo una de las razones por las cuales habitaban los mismos espacios que el ser humano (figura 1C).

Todas estas concepciones, algunas muy antiguas, nos dejan ver una primera idea forjada sobre el animal doméstico: especies que vivían dentro del territorio donde habitaba la gente. Con ello se elaborará una primera definición, quizá incompleta, ya que numerosos animales silvestres que eran cautivos en los espacios humanos podían ajustarse al concepto anterior, aunque nadie pensaría que un mono, un tigre o un pez marino de un acuario pudieran considerarse domésticos, incluso si dichos animales vivieron, por ejemplo, toda, o casi toda su vida, dentro de una zona urbana.

A partir de esta reflexión tendríamos que analizar dos aspectos: por un lado, lo que implica vivir dentro del territorio humano, lo cual, a su vez, lleva a la siguiente pregunta: ¿cuál sería el elemento clave para diferenciar a un animal doméstico de uno cautivo? El segundo aspecto involucra nuestra propia percepción acerca de qué debe tener un individuo para que lo consideremos “doméstico”.

En cuanto al primer punto, sin duda existen diversos aspectos que en algún momento posibilitan o limitan la presencia de un animal en un lugar determinado, aunque sea clara su condición de doméstico, por ejemplo, el espacio que requiere para sus actividades normales o el tipo de alimento; sin embargo, hay una función para diferenciar a un organismo doméstico de uno cautivo y es la posibilidad de reproducirse dentro del propio territorio humano. Este dato es fundamental, pues permite precisar que aquellos a los que denominamos domésticos se han adaptado tan bien a las condiciones del ámbito humano que lo viven como propio; de ahí que puedan incluso, reproducirse. Las anteriores ideas constituyen la base de la definición más conocida (Thevenin 1961; Gautier 1990) y es considerar como doméstico al animal que vive su ciclo de vida completo en el territorio humano (figura 2).

¹ 2012 *Los doce animales del horóscopo chino*, <http://spanish.visitbeijing.com.cn/culturachina/n214747945.shtml>.



Figura 2. Cualquier animal al que se le califique como doméstico posee la capacidad para cubrir su ciclo de vida en territorio humano (fotografía de Raúl Valadez.)

PRIMERAS PROPUESTAS ACERCA DEL PORQUÉ Y CÓMO SE DIO LA DOMESTICACIÓN ANIMAL

Una vez trabajado el concepto de animal doméstico, el siguiente punto es examinar algunas de las tendencias principales acerca de cómo surgieron.

Con muy escasas excepciones, como en el caso ya referido de Marco Terencio Varrón, antes del siglo XIX la inmensa mayoría de las explicaciones partían de una concepción religiosa, o bien que las especies domésticas habían surgido de un ancestro silvestre idéntico, es decir, sólo habían cambiado de hábitat, concepto derivado de la idea de la inmutabilidad de las especies. Por ello considero más relevante centrarnos en épocas más recientes.

Tratando de encontrar un referente significativo e ilustrativo respecto a cómo la academia de otros tiempos percibía el origen del animal doméstico, tenemos a Charles Darwin (1982; 2008), quien en sus obras trata, entre otras cosas, de explicar y presentar el fenómeno de la variabilidad y la evolución, partiendo de los organismos domésticos.

Más allá de sus encomiables esfuerzos para demostrarle al lector que la variabilidad en plantas y animales es una constante, en *El origen de las especies* con frecuencia se abren los argumentos hacia aspectos que involucran el origen de los animales domésticos y la participación del hombre en ello.

Sin duda, el capítulo más ilustrativo es el primero, “La variación en estado doméstico”, en el cual hace diversas afirmaciones al respecto:

...Se ha admitido con frecuencia que el hombre ha escogido para la domesticación animales y plantas que tienen una extraordinaria tendencia intrínseca a variar y también a resistir climas diferentes [...] cómo pudo un salvaje, cuando domesticó por vez primera un animal, conocer si éste variaría en las generaciones sucesivas?

[...] en los tiempos más antiguos, en los monumentos de Egipto [...] encontramos gran diversidad de razas [...] Pero esto [...] demuestra que los animales fueron domesticados en tiempo mucho más antiguo de lo que hasta ahora se ha supuesto [...] Pero puedo decir que, considerando los perros domésticos de todo el mundo, después de una laboriosa recopilación de todos los datos conocidos, he llegado a la conclusión de que han sido amansadas varias especies salvajes de cánidos, y que su sangre, mezclada en algunos casos, corre por las venas de nuestras razas domésticas [...] La clave está en la facultad que tiene el hombre de seleccionar acumulando; la naturaleza de variaciones sucesivas; el hombre las suma en cierta dirección útil para él. En este sentido puede decirse que ha hecho razas útiles para él.

En la segunda obra, *La variación de los animales y las plantas bajo domesticación* (2008), tenemos comentarios equivalentes los cuales, a la luz de la ciencia actual pueden parecer lógicos, incluso un tanto simplistas, pero que para ese momento significaba entrar de lleno a un debate sobre lo que significaba la formación de nuevas especies, ya fuera por acción de la naturaleza o por mano del hombre:

...El primero y principal punto de interés en este capítulo es si las numerosas variedades domésticas de perro descienden de una única especie salvaje o de varias. Algunas creen que todas descienden del lobo o el chacal o de una especie desconocida extinta [...] Varios naturalistas...creen que los gatos domésticos son los descendientes de varias especies salvajes [...] no es improbable que los salvajes de varias regiones del mundo hayan domesticado más de una especie nativa (de caballo) o raza natural [...] muchos naturalistas creen ahora que todas nuestras cabras descienden de la *Capra aegagrus* de las montañas de Asia [...] la llama es el descendiente domesticado del guanaco, y la alpaca de la vicuña [...] comenzamos a vislumbrar cuán grande ha sido el lapso de tiempo transcurrido desde que el hombre domesticó los primeros animales y cultivó plantas.

En estos comentarios Darwin deja ver ideas que, en su época, eran avanzadas en cuanto al tema de los animales domésticos: en primer lugar, que éstos se encuentran dentro del ámbito humano, 100 por ciento dependientes de la voluntad de los hombres; en segundo lugar, que descienden de formas silvestres de épocas remotas y, en tercer

lugar, que su manipulación tuvo objetivos claros, como la variabilidad, aunque no necesariamente podía determinarse la ruta que seguiría su posterior manejo (figura 3).

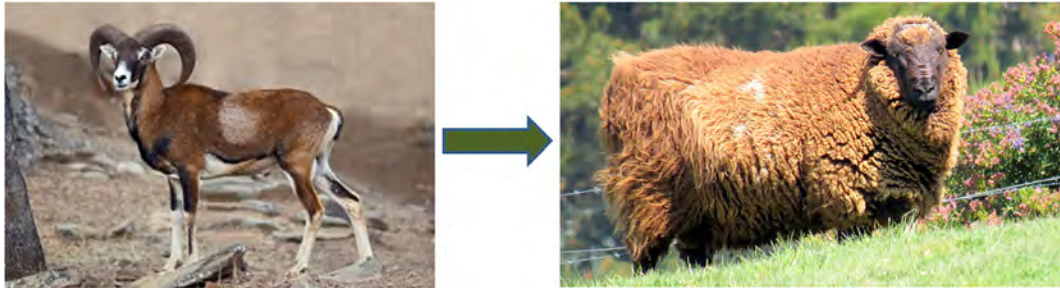


Figura 3. Izquierda, el muflón asiático (*Ovis orientalis*), ancestro silvestre del borrego doméstico (*Ovis orientalis aries*) (derecha). Las claras diferencias en su morfología, así como la formación de una piel cubierta de una gruesa capa de lana en este último, despertaba curiosidad y duda entre los naturalistas respecto de cómo había podido saber el hombre el resultado final del proceso de domesticación (imagen de muflón de: <https://www.uco.es/crcp/guiaespecies/1091-muflon-ovis-orientalis-gmelin-1774> y del borrego de: <https://www.naturalista.mx/taxa/121578-Ovis-aries>.)

Conforme siguió transcurriendo el siglo XIX y pasamos hacia el XX se consolidó la idea de que los animales domésticos se derivaban de formas silvestres a través de un proceso de selección artificial y el hombre como responsable de ello. De esta forma, los autores que tocaron el tema se interesaron principalmente por entender los procesos involucrados y qué era entonces lo que quedaba definido bajo el rubro de “animal doméstico”.

En un principio la idea más extendida fue que los animales domésticos, eran, efectivamente, un derivado de formas silvestres, las cuales habían sido sometidas y conducidas por la simple voluntad humana, idea muy acorde con la visión colonialista de Europa en ese entonces.

Ya hacia finales del siglo se empezó a cuestionar la propuesta de domesticación a través del dominio por la de reconocimiento y tregua mutua (Cid 2004), es decir, la domesticación como producto de un acostumbamiento simultáneo y una dependencia relativa del hombre, de forma que existía un uso y aprovechamiento de los animales, pero si el esquema de interacción se perdía, —por ejemplo, al quedar animales domésticos liberados de la presencia humana— la consecuencia obligada era el retorno al esquema silvestre.

Una obra interesante sobre el tema es *Los animales domésticos de la América precolombina*, escrito por Ricardo Latcham en 1922. En la introducción indica que el primer animal que el hombre domesticó fue el perro, menciona que esto se dio cuando el *Homo sapiens* era aún nómada y cazador y cuando tenía sus presas, las jaurías se acercaban y podían quedarse con las sobras. Dice que este animal derivó de diversos cánidos silvestres, según la región del mundo donde se dio este esquema. Respecto de los herbívoros, señala que el proceso involucró a las especies que eran presas preferidas para la cacería y su domesticación fue producto de un cambio gradual de la actitud humana hacia ellos, lo que llevó primero a esquemas en los que se les conducía a espacios cerrados, para ahí mantenerlas controladas y, posteriormente, favorecer actividades de pastoreo en las cuales los rebaños de borregos y cabras se llevaban a zonas con pastos durante el día, y más tarde a corrales para pasar la noche. Claramente deja ver con sus ideas que él propugna por un proceso de reconocimiento y tregua mutua.

Respecto de la América precolombina, los camélidos fueron animales domésticos creados gracias a la necesidad de carne y pieles, unido a la pasividad con que respondían a la presencia humana y la gran facilidad para el amansamiento y su posterior manipulación. Aunque el autor piensa que el guanaco y la vicuña eran silvestres, probablemente ancestros de la llama y la alpaca, menciona que hay quienes creen que las cuatro variedades tenían orígenes independientes. En su obra indica que más allá de estos animales en América, es notoria la ausencia de ganado equivalente al del Viejo Mundo y no por la falta de especies aprovechables, sino por la ausencia de necesidad, ya que el clima cálido y húmedo hacía innecesario el esfuerzo humano en este sentido.

En su obra, Latcham (1922) dio un enorme valor al perro, al que considera el animal doméstico más abundante. Señala también que a otros más se les puede ubicar en este rubro, por ejemplo, diversos monos en la Amazonia; los cobayos en la zona andina, los guajolotes, diversas especies de patos, guacamayas, águilas y otras aves de presa en América del norte y del sur e incluso hasta ciertos peces en Panamá, siendo los móviles de su domesticación el alimento, la disponibilidad de animales para el sacrificio o incluso el ornato y la creación de mascotas.

El siguiente personaje relevante es Gordon Childe (1936), cuya obra *Los orígenes de la civilización*, publicada en 1936, tiene por objetivo formular cómo se dio la evolución cultural del hombre desde el Pleistoceno, dando especial importancia al proceso denominado “revolución neolítica”, durante el cual surgieron las bases para el desarrollo de la civilización, tales como el sedentarismo, la agricultura y la crianza de animales.

Sin duda uno de los aspectos más relevantes de su trabajo es que muchos de los procesos que describió parten de evidencias arqueológicas limitadas, por lo que sus

ideas son una amalgama de datos antiguos y recientes, datos biológicos y ambientales, conducta humana y animal.

Su hipótesis acerca de cómo ocurrió la domesticación y la crianza de animales, para de ahí llegar a la ganadería, parte de los cambios ambientales detectados en Medio Oriente y norte de África a inicios del Holoceno, en especial la tendencia a la desertificación, así como el surgimiento de la agricultura. Estos aspectos, manejados en una narrativa en la cual se construye una dinámica entre la fauna silvestre, los oasis, campos de cultivo y la presencia de comunidades de agricultores, llevarían el siguiente orden:

1. El escenario son regiones en las que ya existe la agricultura, con condiciones ambientales limítrofes, con precipitaciones anuales de unos 300 milímetros.
2. El clima se va volviendo más seco, lo que provoca que hombres y animales concentren sus vidas en los oasis.
3. Los cazadores-recolectores aprovechan las condiciones para cazar a los herbívoros famélicos, pero los agricultores se conforman con ahuyentarlos e incluso, una vez recogida la cosecha, les permitirían entrar a los campos para que consuman el rastrojo o hasta parte de la cosecha, si ha sido favorable. Durante estos periodos el hombre dedica tiempo a estudiarlos y conocer sus hábitos.
4. Esta actitud humana y las necesidades de los animales hacen que éstos se vuelvan más dóciles y toleren más la cercanía humana.
5. Por curiosidad o intereses no alimentarios, se le presta especial atención a las crías, incluyéndolas dentro del grupo humano. Esto deriva en un mayor conocimiento de la biología de los animales y la decisión de mantenerlos hasta la edad adulta, como reserva de alimento.
6. Se dedica tiempo y esfuerzo al cuidado de estos animales cautivos, sacrificando a los más agresivos, dando así pie a un proceso selectivo que derivaría en rebaños constituidos por animales más manejables.
7. Estos rebaños irían de las casas a los cultivos o al monte para alimentarse y de ahí a los corrales, de modo que serían ya organismos completamente dependientes del hombre.
8. Con el paso del tiempo se harían pruebas diversas para saber qué especies eran domesticables.
9. Conforme el tiempo pasaba el hombre iba reconociendo otros usos, por ejemplo, el estiércol como abono o el pelo, así como otras formas de obtención de alimento, por ejemplo, la leche.

Esta construcción hipotética, cuya base es el cambio de clima, la inteligencia y organización humana, incluso con momentos de romanticismo (como cuidar a las crías por curiosidad o dar parte de la cosecha a los animales hambrientos), se convirtió en la base de todas las propuestas posteriores.

El impacto de la obra de Childe para el tema de la domesticación fue de tal magnitud, que difícilmente podemos encontrar, hasta finales del siglo xx, alguna obra sobre el tema que no parta de sus ideas. En ellas generalmente se plantea que la domesticación tuvo un fin utilitario (Cid 2004), que se llevó a cabo desde el Neolítico, para obtener carne y materia prima, y todo ello inició al concluir el Pleistoceno.

Sobre los procesos que se manejaban a finales del siglo xx, podemos encontrar distintas alternativas (Cid 2004), pero en general todas partían de cuatro fases: captura, amansamiento, reproducción dirigida y doma, es decir, procesos que involucraban directamente la iniciativa, el control y la voluntad humana.

Sandor Bökonyi (1969), arqueozoólogo rumano, sentó muchas de las bases relacionadas con el estudio de la domesticación a partir de las evidencias reconocidas en el material óseo; describe a la domesticación animal como un proceso que incluye: la captura y dominio de los individuos de una especie con comportamiento particular para mantenerlos bajo condiciones controladas de reproducción con fines de lucro.

Otras ideas manejadas en esta misma época trataron de entender el proceso más en función de intereses específicos que por la sola inteligencia humana. Quizá la propuesta más simple es la de domesticación por utilidad, la cual se daría con base en los beneficios que se obtenían (alimento, pieles, lana, por ejemplo), aunque habría casos, como el perro y el caballo, que fueron “aprovechados”, propiamente, mucho después de su domesticación, es decir, las evidencias demuestran su presencia como animales domésticos antes de que hubiese elementos que apoyaran el empleo del perro en jornadas de cacería, por ejemplo, o instrumentos para la monta y la carga, en el caso del caballo.

Otra teoría es llamada “totemismo” (Cid 2004). Esta idea indica que la domesticación se derivó del interés por poseer animales con fines recreativos o religiosos, sobre todo a partir de su vinculación con algunas culturas antiguas, como, por ejemplo, los egipcios. Según esta teoría, el totemismo pudo haber sido una causa relevante del inicio de la civilización.

Otro aspecto relevante de estas corrientes de final del siglo xx se relaciona con la edad de los individuos que entrarían en el proceso de domesticación. Las primeras propuestas refieren a los ejemplares y nada más, pero, a partir de Childe, se destaca la relevancia de las crías dentro del proceso, sobre todo por la existencia de figuras de mujeres amamantando becerros (o al menos eso interpretan los arqueólogos). Así, en función de los elementos mencionados, para finales del siglo se consideraba que los primeros eventos de domesticación habían seguido el patrón que se presenta en la figura 4 (Leonard 1986; Valadez 1996; 2003b).

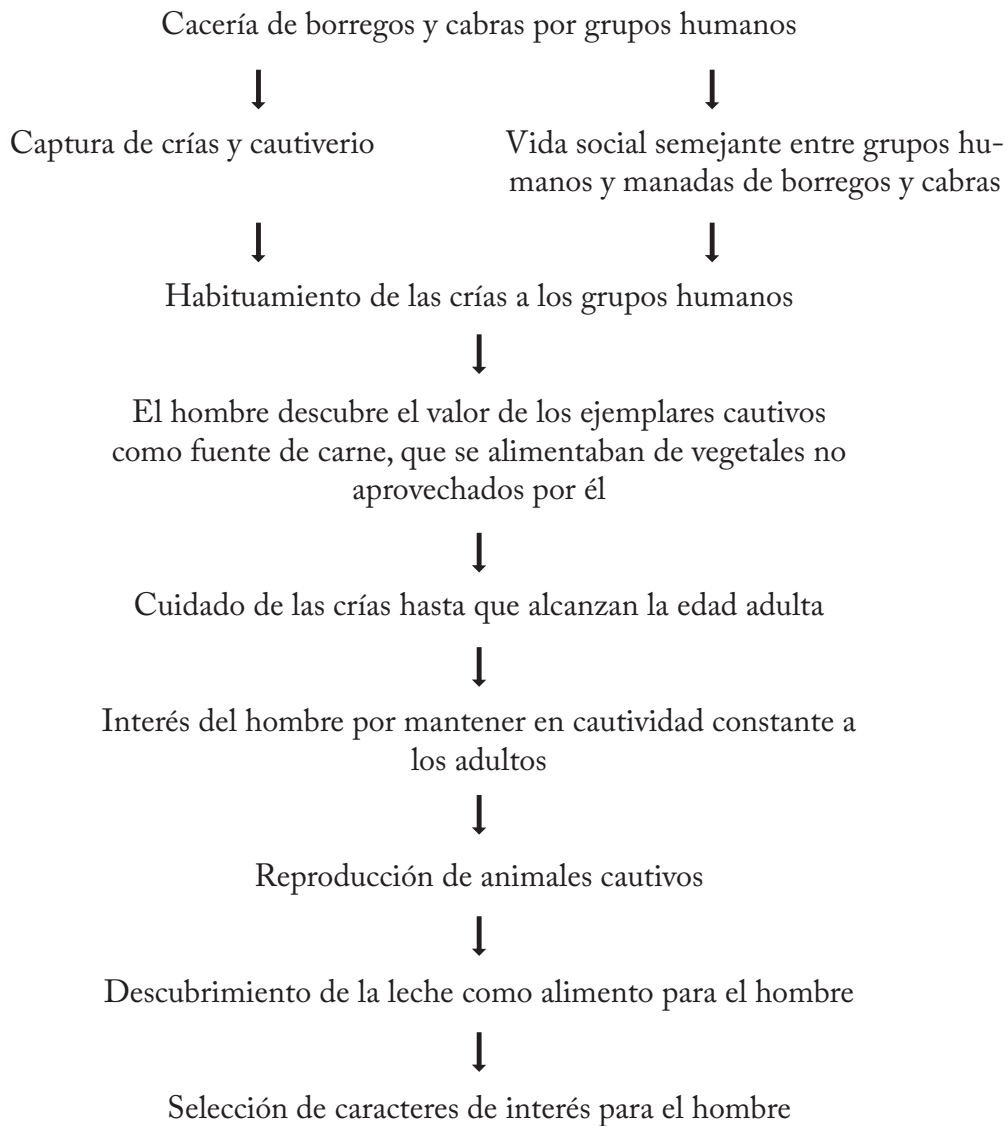


Figura 4. Modelo hipotético de domesticación de los borregos y cabras (Raúl Valadez).

LIMITACIONES DE LOS CONCEPTOS TRADICIONALES SOBRE LA DOMESTICACIÓN ANIMAL

En el primer capítulo abordamos la visión tradicional sobre la domesticación animal y la forma en que las ideas fueron evolucionando a lo largo de los siglos XIX y XX. Ahora es importante centrarnos en el análisis de esas ideas para ver si son acordes con el actual avance científico.

El conocimiento humano, sea del orden que sea, siempre ha sido propenso a manifestarse por ciclos en los que existe un inicio, un momento de impacto en el orden social, su aplicación en diversos espacios de la vida humana y finalmente un ajuste en función de nueva información, o su declive al ser rebasado por nuevos conocimientos. Esta secuencia en la cual periódicamente vemos cambios en los paradigmas, en los enfoques, en las interpretaciones, es en realidad el gran acierto de la dinámica de las ciencias, pues nos garantiza renovación y actualización permanente en el conocimiento.

Para el caso que nos atañe esto no es diferente pues, como hemos visto, varias de las teorías fundamentales presentadas sustituyeron hace más de un siglo a ideas creacionistas. El periodo de vida de una teoría no es en sí algo en discusión, pero no debe sorprendernos cuando una de ellas es sustituida al cabo de varias décadas. En todo caso, lo importante es analizar lo que representan las nuevas propuestas.

Un aspecto relevante es que el estudio de la domesticación animal ha quedado tradicionalmente en manos de antropólogos e historiadores, cuando en realidad corresponde a una condición interdisciplinaria en la cual podemos involucrar a diversos campos de estudio. La idea en sí no es tan reciente como podríamos pensar pues, desde mediados del siglo XX algunas obras manifiestan ideas como la siguiente:

El origen de la domesticación, inseparablemente asociada con la evolución de la civilización humana, debe ser estudiada por quienes se dedican al estudio de la historia cultural. Las especies domésticas, sus relaciones filogenéticas y su especiación dentro del ámbito doméstico, deben ser estudiadas por la biología. Estudios sobre los ancestros silvestres de las recientes razas deben ser trabajados por veterinarios y criadores (Angress y Reed 1962).

Parte de la renovación en el pensamiento científico del siglo XXI es que ideas como la mencionada ya no son una posibilidad, sino una realidad, pues ahora se considera viable, e incluso indispensable, que el fenómeno de la domesticación sea objeto de estudio de disciplinas muy diversas, desde la arqueología hasta la biología molecular.

Y con esta propuesta empecemos este ejercicio de renovación analizando las ideas tradicionales.

EL ANIMAL DOMÉSTICO COMO UN PRODUCTO CON DOS PARTICIPANTES

Empecemos primero con el concepto de animal doméstico. Como vimos en el capítulo anterior, la definición más común y aceptada refería a estos animales como aquellos que habitan y cubren su ciclo de vida en el espacio humano. La idea en sí se ajusta a nuestra imagen de cualquier caso al que estamos habituados, empero, existen algunas limitaciones, por ejemplo, ¿cómo calificamos a los cientos de artrópodos, desde ácaros hasta mariposas, pasando por hormigas, cucarachas, moscas, arañas, chinches y muchos más, que viven dentro de nuestro ámbito e indudablemente cubren todo su ciclo de vida en él? Aunque a varios de ellos se les denomina “doméstico”, por ejemplo, a la mosca (*Musca domestica*), difícilmente lo vemos como un organismo equivalente a un perro o una gallina pero, cabe aclarar, no pasa lo mismo cuando hablamos de abejas (*Apis mellifera*) o del gusano de seda (*Bombyx mori*), especies con las que no tenemos reparo para darles ese calificativo.

La respuesta a esta controversia es simple y contundente: sólo damos ese calificativo a los animales con los que sentimos una condición de beneficio, la cual es retribuida mediante el cuidado que se les proporciona.

Para comprender mejor los alcances de esta idea, veamos los cuadros 1 y 2. En el primero vemos cómo se puede dar la relación entre dos seres vivos. Es decir, dos organismos, sean cuales fueren, al interactuar entre sí, derivan en alguna de las opciones que se presentan en el cuadro 1; así puede haber casos en los que tengamos un esquema neutro (neutralismo), pero igualmente se puede dar una situación en la que uno se beneficia y el otro no; por ejemplo, un acto de depredación o una condición de parasitismo o bien que para ambos sea negativa, como es el caso de la competencia. Lo más importante es que cualquiera que sea el esquema de interacción entre dos individuos, necesariamente caerá en alguna de estas opciones.

Cuadro 1. Formas de interacción entre seres vivos (Pianka 1978)

<i>Formas de interacción entre dos seres vivos</i>	<i>Nombre de la interacción</i>	<i>Especie A</i>	<i>Especie B</i>
Ambos se benefician	Simbiosis	+	+
Uno se beneficia, el otro se perjudica	Depredación	+	-
	Parasitismo	+	-
Uno se beneficia, con el otro es relación neutra	Comensalismo	+	°
Uno se perjudica, con el otro es relación neutra	Amensalismo	-	°
Ambos se perjudican	Competencia	-	-
No existe beneficio o perjuicio para ninguno	Neutralismo	°	°

Clave: (+) interacción positiva; (-) interacción negativa; (°) interacción neutra.

Ahora veamos el cuadro 2. En él tenemos a varios animales domésticos o especies que encontramos bajo diversas circunstancias dentro del espacio humano. El primer caso, el de la rata doméstica gris (*Rattus norvegicus*), se trata sin duda de una especie enormemente adaptada al espacio humano y, sin embargo, es casi imposible que se la considere un animal doméstico, principalmente porque, aunque las ratas claramente se benefician en esta relación, no pasa lo mismo con el hombre, pues con ellas nos movemos en una relación de parasitismo o comensalismo. Situaciones equivalentes se dan con animales como las moscas de la fruta (*Drosophila melanogaster*) o aves como los gorriones domésticos (*Passer domesticus*), con las que es claro el beneficio que obtienen, si bien para nosotros la interacción se mueve entre lo neutro y lo negativo.

Caso especial y relevante es el de los grandes carnívoros que, en numerosas ocasiones, algunos desde tiempos muy antiguos, han sido objeto de interés especial por el hombre, principalmente por motivos religiosos o como símbolos de poder: leones (*Panthera leo*), guepardos (*Acinonyx jubatus*), tigres (*Panthera tigris*), jaguares (*Panthera onca*), pumas (*Puma concolor*), lobos (*Canis lupus*) y aves de presa como las águilas (*Aquila chrysaetos*). En algunos casos, es factible que vivan largos periodos en el ámbito humano y llegando incluso a reproducirse. Sin embargo, tampoco nos sentimos seguros de poderles dar el calificativo de doméstico, porque siempre percibimos que estamos frente a una relación de depredación en la cual nosotros somos las presas potenciales (cuadro 2).

Cuadro 2. Tipos de relación entre el hombre y diversos animales que pueden habitar dentro del espacio humano con las que sostenemos una relación de simbiosis, es decir, positiva para ambos, tradicionalmente catalogados como domésticos
(Valadez 1996; 2003a).

<i>Organismo</i>	<i>Condición dominante en la relación</i>		<i>Tipo de relación</i>
	<i>Animal</i>	<i>Hombre</i>	
Rata doméstica gris	+	-	Parasitismo
	+	°	Comensalismo
Grandes felinos	+	-	Depredación
Mono	-	°	Amensalismo
Gorrión doméstico	+	°	Comensalismo
Mosca de la fruta	+	-	Parasitismo
	+	°	Comensalismo
Peces de acuario	+	°	Comensalismo
	-	°	Amensalismo
Perro	+	+	Simbiosis
Caballo	+	+	Simbiosis
Cerdo	+	+	Simbiosis
Guajolote	+	+	Simbiosis

Otros casos importantes son las “mascotas exóticas”, como monos, hurones, ardillas, tortugas, aves diversas, serpientes, ranas, cangrejos, caracoles, que pueden también mantenerse dentro de espacios controlados y ciertamente tampoco llegan hasta la condición de doméstica, pues la relación casi siempre es negativa para el animal, sobre todo porque mueren en breve tiempo o viven más, pero sin reproducirse.

Una vez presentados estos casos, al entrar al último grupo de animales - aquellos que sí son domésticos - vemos que en ellos la relación es positiva para los dos, lo que significa que se trata de una condición de simbiosis.

Si analizamos con cuidado toda la información hasta ahora presentada veremos que este aspecto, la simbiosis, es ciertamente mucho más relevante que nuestra capacidad de dominio o control, pues la condición de beneficio mutuo promueve o explica todo el esquema de existencia de un animal doméstico y de su relación con el hombre, más que nuestra habilidad para dominar y someter.

Por sorprendente que sea, este criterio ha sido de los últimos en ser tomados en cuenta y, en efecto, son pocas las obras en las que se ha tratado con la suficiente amplitud (Gautier 1990; Budiansky 1992; Valadez 1992; 1996; 2003a), quizá porque de alguna forma resta importancia al hombre como ente dominante. Incluso en

recientes investigaciones se destacan más, aspectos como la adaptabilidad humana o la explotación de animal por el hombre (Arbuckle 2005) que la condición de simbiosis e igualmente podemos encontrar definiciones que incluyen el grado de control que se puede tener sobre estos animales, incluyendo su ADN, pero olvidan casi siempre que este esfuerzo humano sería banal si la relación no se soportara en el apoyo y complementariedad mutua.

Los beneficios que la fauna doméstica proporciona al hombre son obvios, pero es menos claro para los animales, sobre todo cuando los vemos dentro de los corrales, abandonados en el campo o en nuestro menú. No obstante, la inmensa mayoría tiene sus necesidades básicas aseguradas por el esfuerzo humano y, en lo particular, considero que el primero y mayor beneficio para las especies involucradas es que gracias a esta relación todas han asegurado su sobrevivencia cuando las especies en peligro aumentan día a día, incluyendo a los ancestros silvestres de los cuales se derivaron (cuadro 3). Ciertamente existe un aspecto de trato y respeto que con facilidad se olvida, pero afortunadamente es un tema que se ha abordado de muchas formas, incluyendo lo legal, lo cual permite que, de cuando en cuando, el sentido de justicia se manifieste a su favor.

Cuadro 3. Principales animales domésticos de tiempos antiguos, según zona de origen, ancestro silvestre y condición actual. Uno de los beneficios de la condición doméstica es su sobrevivencia a lo largo del tiempo, lo cual no ha ocurrido con buena parte de las especies silvestres ancestrales (elaboró Raúl Valadez)

<i>Animal doméstico</i>	<i>Región de origen</i>	<i>Ancistro silvestre</i>	<i>Condición actual</i>
Conejo	Península ibérica	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Vulnerable
Cuy	Sudamérica	<i>Cavia tschudii</i>	Óptima
Perro	Siberia	<i>Canis lupus</i>	Delicada
Gato	Valle del Nilo	<i>Felis sylvestris</i>	Óptima
Elefante	India	<i>Elephas maximus</i>	En peligro
Asno	Valle del Nilo	<i>Equus africanus</i>	En peligro
Caballo	Estepas de Eurasia	<i>Equus ferus</i>	Casi extinto
Cerdo	Medio Oriente, China	<i>Sus scrofa</i>	Óptima
Llama	Sudamérica	<i>Lama glama guanicoe</i>	Óptima
Alpaca	Sudamérica	<i>Lama glama vicuña</i>	Óptima
Dromedario	Arabia	<i>Camelus dromedarius</i>	Extinto
Camello	Estepas centro de Asia	<i>Camelus ferus</i>	En peligro

Cuadro 3 (continuación). Principales animales domésticos de tiempos antiguos, según zona de origen, ancestro silvestre y condición actual. Uno de los beneficios de la condición doméstica es su sobrevivencia a lo largo del tiempo, lo cual no ha ocurrido con buena parte de las especies silvestres ancestrales (elaboró Raúl Valadez)

<i>Animal doméstico</i>	<i>Región de origen</i>	<i>Ancestro silvestre</i>	<i>Condición actual</i>
Reno	Siberia	<i>Rangifer tarandus</i>	Óptima
Borrego	Medio Oriente	<i>Ovis orientalis</i>	Óptima
Cabra	Medio Oriente	<i>Capra aegagrus</i>	Óptima
Bovino (buey)	Medio Oriente, Anatolia	<i>Bos primigenius</i>	Extinto
Yak	Centro de Asia	<i>Bos mutus</i>	En peligro
Banteng	Sureste de Asia	<i>Bos javanicus</i>	Casi extinto
Carabao	Valle del Indo	<i>Bubalus arnee</i>	En peligro
Pato	Medio Oriente	<i>Anas platyrhynchos</i>	Óptima
Pato real	Sudamérica	<i>Cairina moschata</i>	Óptima
Ganso	Europa central	<i>Anser anser</i>	Óptima
Guajolote	México	<i>Meleagris gallopavo</i>	En peligro
Gallo	Valle del Indo	<i>Gallus gallus</i>	Óptima
Paloma	Valle del Nilo	<i>Columba livia</i>	Óptima
Loro corona-marillo	México	<i>Amazona oratrix</i>	En peligro
Loro frentiblanco	México	<i>Amazona albifrons</i>	Optima
Loro yucateco	México	<i>Amazona xantholora</i>	Optima
Periquillo	México	<i>Forpus cyanopygius</i>	En peligro
Guacamaya roja	México	<i>Ara macao</i>	En peligro
Trogón mexicano	México	<i>Trogon mexicanus</i>	Optima
Canario	Islas Canarias	<i>Serinus canaria</i>	Optima
Arasari de collar	México	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Optima
Urraca cara blanca	México	<i>Calocitta formosa</i>	Optima
Azulejo real	México	<i>Cotinga amabilis</i>	Óptima
Reyezuelo cresta-oro	México	<i>Regulus sátrapa</i>	Optima
Zorzal pecho amarillo	México	<i>Catharus dryas</i>	Optima

Cuadro 3 (continuación). Principales animales domésticos de tiempos antiguos, según zona de origen, ancestro silvestre y condición actual. Uno de los beneficios de la condición doméstica es su sobrevivencia a lo largo del tiempo, lo cual no ha ocurrido con buena parte de las especies silvestres ancestrales (elaboró Raúl Valadez)

<i>Animal doméstico</i>	<i>Región de origen</i>	<i>Ancestro silvestre</i>	<i>Condición actual</i>
Pico gordo cara negra	México	<i>Caryothraustes poliogaster</i>	Óptima
Tordo sargento	México	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Óptima
Dominico	México	<i>Carduelis psaltria</i>	Óptima
Gorrión mariposa	México	<i>Passerina ciris</i>	Óptima
Cuitlacoche	México	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Óptima
Centzontle	México	<i>Mimus polyglotos</i>	Óptima
Gorrión mexicano	México	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Óptima
Gusano de seda	China	<i>Bombyx mori</i>	Óptima
Abejas	Valle del Nilo	<i>Apis mellifera</i>	Óptima
Abejas	México	<i>Melipona domestica</i>	Óptima
Abejas	México	<i>Melipona beckeii</i>	Óptima
Abejas	México	<i>Melipona fulvipes</i>	Óptima
Mosca de la virgen	México	<i>Trigona</i> sp	Óptima
Grana cochinilla	México	<i>Dactylopius coccus</i>	Óptima

Con lo ya descrito y analizado es factible y necesario obtener una definición de lo que en este momento podemos ubicar como animal doméstico:

Un animal doméstico es aquel cuya existencia, evolución y adaptación se ha realizado en función del ámbito humano, incluso hasta la fase reproductiva, adoptando dicho ámbito como propio, a partir de una relación de simbiosis con el ser humano, quien promueve dicha relación a través del cuidado y control de los individuos y su descendencia, siempre en función de su beneficio.

LO QUE FALSAMENTE CREÍAMOS QUE ERA EL PROCESO DE DOMESTICACIÓN ANIMAL

Como hemos visto, desde el siglo XIX y hasta casi el final del XX todo estudio relacionado con el origen de los animales domésticos siempre consideró que, al ser especies ligadas al hombre, necesariamente fue éste quien dio lugar al proceso, lo cual implica, una visión evidentemente antropocéntrica. Esto no es difícil de comprender si conside-

ramos que la inmensa mayoría de los científicos involucrados fueron antropólogos, que toda propuesta al respecto surgía de restos o representaciones iconográficas asociadas a sitios arqueológicos y finalmente la idea dominante fue que el animal doméstico era resultado de un proceso de selección artificial creado según los cánones darwinistas (Angress y Reed 1962; Darwin 1982).

Conforme a este esquema, no es raro que a lo largo del siglo xx se fueran construyendo diversos modelos que explicaban el proceso. En todos ellos la evidencia científica fundamental se componía de los restos de animales domésticos, como cabras, ovejas o toros, los cuales proporcionaban un dato sobre el momento en el que existieron. Mucho de este material pertenecía a asentamientos sedentarios o semi-sedentarios, fue relativamente sencillo ligar todo ello a los cambios del Neolítico del Medio Oriente y Europa, a la llamada “Revolución Neolítica” (Childe 1982). Para ilustrar este pensamiento tomemos un fragmento de la obra de Childe:

...El hombre empezó a sembrar, a cultivar y a mejorar por selección algunas hierbas, raíces y arbustos comestibles. Y también, logró domesticar y unir firmemente su persona a ciertas especies de animales en correspondencia a los forrajes que se les podían ofrecer, a la protección que estaba en condiciones de depararles y a la providencia que representaba para ellos...

En este y en posteriores esquemas, el papel de la naturaleza se relacionaba con las circunstancias que llevaban al encuentro entre animales y hombres, quedando en nuestras manos todo el proceso posterior. Tomemos de nuevo a Childe:

...Una parte de los animales que pueden vivir cómodamente con una precipitación pluvial de treinta centímetros al año, se convierte en población sobrante cuando la precipitación disminuye [...] Los herbívoros tienen que congregarse en un número decreciente de manantiales y arroyos [...] quedan más expuestos [...] a los ataques de las fieras [...] Y también enfrentarán al hombre...Pero, si [...] es [...] agricultor, tendrá algo que ofrecer a las bestias hambrientas [...] Una vez almacenados los granos el agricultor pudo tolerar que los musmones o los bueyes muertos de hambre invadieran sus parcelas cultivadas. Estos estarían demasiado débiles para huir, demasiado flacos para que valiera la pena matarlos para servir de alimento. En lugar de eso, el hombre pudo estudiar sus hábitos [...] incluso ofrecerles alguna cantidad de grano que sobrara de sus provisiones. Las bestias, por su parte, deben haber crecido mansamente y se acostumbraron a la proximidad del hombre...

Como podemos ver, en este panorama, casi conmovedor, casi romántico, el hombre posee la capacidad innata de transformar tanto la naturaleza como sus propios hábitos

para alcanzar sus objetivos. Esta propuesta fue adaptada, con el paso de los años, para incluir a los animales domésticos y, sin duda, la inmensa mayoría de los estudiosos de la prehistoria la consideran correcta. Obviamente, un triunfo del antropocentrismo.

No obstante, hay diversos aspectos que se pasan por alto, sobre todo cuando consideramos un evento como éste desde una perspectiva biológica. En primer lugar, ubiquemos que todo este esquema parte de evidencias arqueozoológicas de animales, de organismos que ¡ya eran domésticos!, por lo que el proceso, en sí, no se conoce, sino que se presupone. Ciertamente los registros son una importante fuente de datos, pues de esta forma reconocemos la región donde aparecieron estos primeros animales domésticos, la época y los esquemas culturales asociados, de hecho, todo, ¡excepto cómo ocurrió!

En segundo lugar, es claro que se acomodan diversos pasos en el orden necesario para que todo tenga un sentido, mas no significa que sea lógico o no acarree fuertes complicaciones. Pensemos, en primer lugar, en los elementos ambientales, que se considera fundamentales para crear la interacción hombre-animal; según el modelo, el punto clave serían los periodos de sequía durante los cuales los ecosistemas estarían en crisis, mientras que subsistirían los espacios agrícolas. No obstante, la realidad es que varios periodos de sequía continuos serían tan desastrosos para unos como para otros y la condición de famélicos, de desesperanza, de muertos de hambre, se aplicaría por igual a hombres y animales. No olvidemos que incluso en las sociedades más organizadas, como por ejemplo, la egipcia, bastaba un par de años de sequía para que la gente se volcara a buscar alimento donde fuera y si los problemas continuaban entonces se comían hasta lo dudosamente comestible. En estas condiciones es muy poco probable que en medio de un desastre climático los grandes carnívoros se detuvieran ante los grupos humanos y aún menos probable aún sería que éstos compartieran con los herbívoros el agua, el escaso alimento y además ¡los protegieran, pero sin usarlos como alimento!

Además de eso, no olvidemos la conducta de los animales silvestres, aquellos que quedarían dentro del espacio humano durante estas crisis. Suponiendo que efectivamente fuera posible que los famélicos herbívoros aceptaran el apoyo humano, ¿durante cuánto tiempo lo permitirían? ¿Es qué un uro o un borrego silvestre podrán olvidar sus hábitos sin mayor problema? En estos modelos el esquema que se presenta de manera implícita es el de animales pasivos, dispuestos a tolerar la presencia humana y su control, comportamiento que no es el propio de un organismo silvestre, sino de uno ya domesticado, por lo que es claro que en estos modelos se superponen las dos imágenes y, de manera inconsciente, se da por hecho que es lo mismo ponerle una brida a un caballo doméstico que a uno salvaje.

Por otro lado, y aún tratándose de un animal demasiado débil para resistirse a la manipulación humana, en el mejor de los casos toleraría sencillamente su presencia

mientras estuviera muy débil y, en el primer momento de energía, se marcharía sin que el hombre pudiera hacer algo para detenerlo. Muchas personas han tenido la experiencia de cuidar a un animal herido y muy pocos concluyen su relato diciendo que el animal ya no regresó a su ambiente, pues prefirió quedarse en el ámbito humano, actuando así en contra de su propia naturaleza.

Posiblemente lo más interesante es la propia condición humana y nuestra percepción al respecto. En este modelo se considera que la actitud del hombre puede oscilar del extremo de ser cazador (aunque haga labor agrícola) a ser protector, simplemente porque ¡lo decidió! En estas propuestas, se da por hecho que dentro de un proceso tan complejo como éste el *Homo sapiens* tendría todo tipo de habilidades para conducir, ¡sí!, conducir, un conjunto de acciones desconocidas para él, y que toda su experiencia, forma de vida, tradiciones, instinto, podrían hacerse a un lado para hacer algo de lo cual no tiene precedentes ni la más mínima idea de lo que significan. Ciertamente nosotros tenemos la interesante característica de considerarnos superiores a todo y capaces de buscar aquello que entra en el terreno de lo desconocido, pero claramente, como en el caso del manejo de la imagen del animal, se traslapa la imagen del humano ideal con la del real.

Si alguien piensa que esto es una exageración, pensemos un poco en el modelo y las circunstancias que se manejan. Pongámonos en el lugar de un hombre de hace unos 11 000 años (momento del cual tenemos los más antiguos registros de borregos y cabras domésticas); en ese periodo se es un cazador y un recolector que, en el mejor de los casos aprovecha con más intensidad algunas plantas que crecen en su entorno, pero sólo eso. Los borregos, las cabras, los antílopes, constituyen un conjunto de presas potenciales tan antiguas que nadie las ubica de otra forma. Vienen épocas de sequía, cuando, tal como lo menciona Childe (1982), decenas de animales se aglomeran alrededor de las fuentes de agua, situación que el hombre aprovecha para cazar a los individuos más débiles, o en un descuido robarle parte de la presa a algún leopardo.

En estas condiciones, las constantes hasta ese momento a lo largo de la existencia de todas las personas, ¿qué razón tendría alguien para cambiar su forma de vida hacia algo que ni conoce ni sabe a qué llegará? ¿Por qué cambiar el alimento fácil de obtener por el cuidado de un animal a la espera de quién sabe qué? Evidentemente todo esto se resuelve en la visión antropocéntrica argumentando que siempre podría haber un individuo con una visión fuera de lo normal, quien intuiría el valor de ese esfuerzo sin importar que los demás lo consideraran un loco; pero, además, llegamos nuevamente a un punto en el cual mezclamos un plano que corresponde al mundo contemporáneo con el antiguo, olvidando que en esas épocas los inventos debían

tener, desde el principio, un valor práctico para que perduraran y, en este caso, ¿quién vería lo práctico de cuidar y alimentar animales a costa de su propio alimento y de su propia seguridad?

Por último, pensemos que aún en la más rápida de las labores de selección artificial (Crockford 2000, 2006) se requieren no menos de veinte generaciones de trabajo sostenido con la especie involucrada, lo cual, para el caso de un borrego o una cabra y en un mundo de cazadores-recolectores, habrían significado muchos siglos de personas cuidando, alimentando, seleccionando y controlando animales, sin saber qué ocurrirá más adelante, periodo que lógicamente superaría la visión de aquella persona con habilidades fuera de lo normal y nuevamente nos lleva al gran problema de cómo pudo, no un hombre, sino toda una comunidad, llevar a cabo, durante muchas generaciones, un esfuerzo tan grande como para convertir una especie silvestre en una doméstica sin que la gente tuviera la más mínima idea de lo que se trataba y a lo que llevaría.

EL PROCESO DE DOMESTICACIÓN Y LA VISIÓN INTERDISCIPLINARIA

A lo largo de este capítulo ha sido posible construir una propuesta sobre lo que define a un animal doméstico y presentar los argumentos que niegan la confiabilidad de los modelos tradicionales sobre cómo se originaron los primeros animales domésticos. Todo ello se ha logrado a través de una visión en la cual se conjunta la información biológica con la antropológica, es decir, a través de la interdisciplina.

Como primer paso de lo que representa esta nueva visión sobre el animal doméstico y su evolución, tenemos la figura 5. En ella podemos ver una forma simplificada acerca del proceso que derivaría en un animal doméstico a partir de uno silvestre. Una diferencia fundamental con respecto de los esquemas tradicionales es que uno de los factores que dirigen el proceso es la interacción entre hombre y animal, pero no por medio de la inteligencia o trabajo humano, sino por su sola presencia en esta relación entre dos especies. El otro factor es la selección de individuos que poco a poco entran a un esquema de más intensa interacción, vía los beneficios que se obtienen a través de una relación de simbiosis, que finalmente conduce a que ambas partes compartan hábitat, llegando así a la domesticación.

Como veremos más adelante, este diagrama no abarca con detalle las diversas fases que involucra la relación hombre-animal antes de llegar a lo que sería una clara condición de simbiosis ni la medida en la que la selección natural o artificial participaron en el proceso; aun así, se considera básico partir de esta propuesta, a fin de que el lector olvide las antiguas teorías y se prepare para conocer todo el universo de nueva información que en el presente se encuentra incluido dentro de lo que son “esos animales a los que llamamos domésticos”.

En la parte inferior derecha de la figura 5 tenemos flechas verdes que se asocian con diversos campos de estudio involucrados con el proceso de domesticación animal.

En los siguientes capítulos, veremos la información sobre el tema desde diversas disciplinas, para posteriormente entrar a la elaboración de un modelo más detallado y profundo sobre el fenómeno de la domesticación, consistente con el conocimiento actual.

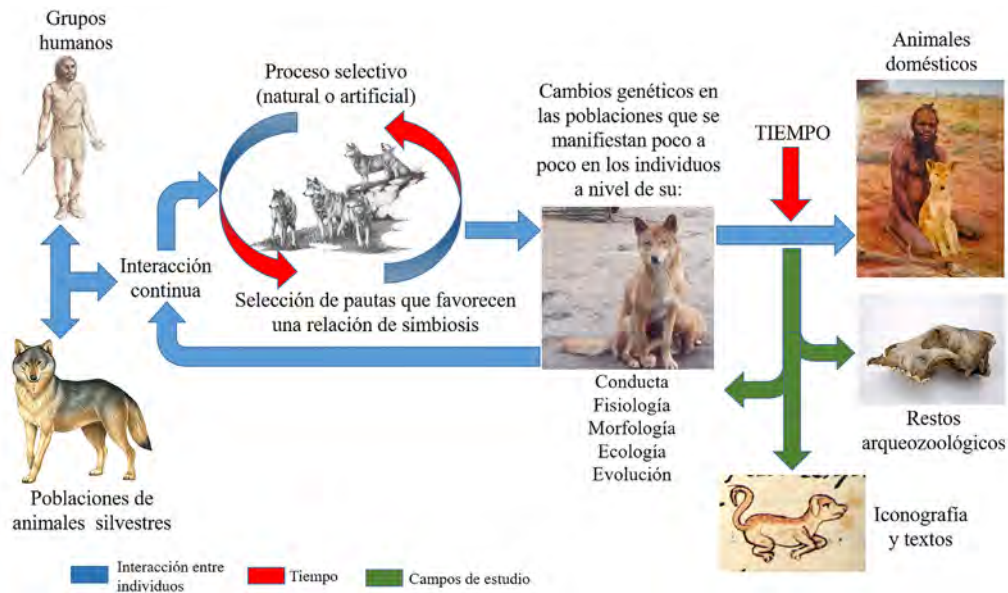


Figura 5. Diagrama simplificado que muestra el proceso general que daría origen a un animal doméstico a partir de un ancestro silvestre (elaboró Raúl Valadez.)

Fuente: <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=T%2BF4TODM&id=EFEFC4168729C7BCF74857674DC3582027432823&thid=OIP.T-F4TODMnn-e9iBLhgwieQHv&q=lobo+gris+asi%3a1tico&simid=607997982006053902&selectedindex=75&mode=overlay&first=1>; <https://romavema.wikispaces.com/file/view/cromagnon.jpg/307056338/cromagnon.jpg>; https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=K%2fBnvxU0&id=AE6EDDB567B196570015F589879447492E1F40C2&thid=OIP.K_BnvxU04AMLwMF7gWWOJQHv&q=manada+lobos&simid=608024104002981577&selectedIndex=171&ajaxhist=0; <https://todoanimales.org/dingo.html>; <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=ijDx16t5&id=F9692301E9E944DA121904102F3FAACF552EB9C5&thid=OIP.ijDx16t5Fcrb-vjvQ1Qu9gHaE8&q=perros+f%3b3siles&simid=608020629332822014&selectedIndex=10&ajaxhist=0>.

II

LA INTERDISCIPLINA Y EL ANIMAL DOMÉSTICO



Restos arqueozoológicos de guajolotes domésticos (*Meleagris gallopavo gallopavo*) del sitio de Huixtoco, Estado de México (siglos VI-II aC) (fotografía de Rafael Reyes).

I

LA CONDUCTA DEL ANIMAL DOMÉSTICO

Los capítulos que se presentan a continuación corresponden a las líneas de estudio que han abordado detenidamente el tema de los animales domésticos y su origen. Conforme vayamos conociendo la información básica al respecto podremos comprender la dinámica de este fenómeno lo que nos permitirá, en primer término, comprender las fuertes limitaciones de los conceptos tradicionales y, en segundo lugar, conocer las propuestas actuales.

Aparte, otros aspectos que podremos ir reconociendo a medida que avancemos es por qué no todo animal fue domesticado y qué tuvieron de particular aquellos que sí lo fueron, sobre todo cuando hablabamos de tiempos antiguos, cuando no se podía planificar y, por tanto, qué características de las especies eran más relevantes que todos los intereses humanos juntos. En 1985 tuve la oportunidad de conocer al investigador Sandor Bökonyi, con quien platicué extensamente sobre sus estudios. En una ocasión le pregunté por qué sólo ciertos anátidos (patos y gansos) se habían domesticado y me respondió “sólo se puede domesticar lo domesticable”. Obviamente su respuesta no resolvió mi duda, pero más allá de eso deja en el aire la pregunta, ¿qué aspectos definen la domesticabilidad de un animal? Veamos a continuación qué podemos conocer de esto.

EL COMPORTAMIENTO: ASPECTO FUNDAMENTAL DEL ANIMAL DOMÉSTICO

Sin duda la conducta es la parte de la biología del animal doméstico más fácil de reconocer y evaluar. Ciertamente pocos serán los lectores que habrán podido constatar por sí mismos la diferencia en el temperamento entre un individuo silvestre como, por ejemplo, un jabalí y su contraparte doméstica, el cerdo, pero todos estarán de acuerdo en que la sola posibilidad de hacer contacto físico sin recibir de inmediato una respuesta agresiva y peligrosa, ya nos habla de un esquema de comportamiento diferente.

Pero además de lo que significa el temperamento como tal, otros aspectos en la conducta de un animal doméstico permiten entender cómo se llegó a esa condición (cuadro 4). La revisión de esto nos ofrece importantes herramientas para poder entender por qué en este proceso se involucraron sólo determinadas especies.

Cuadro 4. Aspectos principales de la conducta de un animal que involucran la posibilidad de que pueda domesticarse (Valadez 1996; 2003a)

<i>Factor</i>	<i>Condición en especie potencialmente doméstica</i>	<i>Condición en especie no domesticable</i>
Contacto con el hombre	Alto	Bajo
Vida social	Alta	Baja
Reconocimiento de jerarquías por aprendizaje temprano o instinto	Alto nivel	Bajo nivel
Capacidad de aprendizaje	Alta	Baja
Nivel de estrés	Bajo	Alto
Agresividad	Baja	Alta
Flexibilidad en su conducta	Alta	Baja
Necesidades territoriales	Bajas	Altas

CONOCIMIENTO HOMBRE-ANIMAL

Un aspecto que en realidad implica a los dos participantes es el nivel de reconocimiento mutuo. Si el punto de origen de todo el proceso es la interacción constante es lógico que cada especie sepa qué esperar y qué no, del otro, sobre todo si busca algún beneficio; pues si bien con el paso del tiempo se crea y fortalece una condición de simbiosis, ésta es el resultado de la interacción no su origen.

Pensemos en el caso más simple (paradójicamente) desde el punto de vista biológico: hombre y lobo. Cuando se dieron las condiciones que favorecieron una interacción más intensa (ver capítulos 11 y 12 del volumen II) eran ya antiguos competidores y se conocían lo bastante bien como para saber qué esperar del otro, por ejemplo, qué expresiones de rostro y orejas del lobo significaban actitud de ataque o cómo se movía el ritmo circadiano en el hombre. Este conocimiento mutuo permitió en algún momento que la interacción aumentara de intensidad, no así el riesgo, digamos, el momento en el que algunos lobos se atrevieron a entrar al campamento humano de noche o cuando los hombres realizaban diversos movimientos o amenazas a la espera de que los lobos mostraran signos de temor en vez de agresión. Conforme pasó el tiempo y otros factores selectivos entraron en juego,

este conocimiento aumentó más y más hasta que ambas especies podían reconocer pautas de comunicación del otro ya fueran visuales, olfativas o auditivas, casi como si fueran miembros de la misma especie (figura 6).



Figura 6. Lobos y hombres poseen un acervo de expresiones olfativas, auditivas, corporales y faciales que permiten a cada uno reconocer el estado de ánimo del otro. El nivel de conocimiento que se posea depende básicamente de la frecuencia con la que se interactúa. Miles de años de contacto favorecieron el aprendizaje mutuo, de tal forma que, cuando los perros se convirtieron en parte de las bandas humanas, cada quien conocía a detalle los esquemas de comunicación no verbal del otro (imágenes de <http://shaymonita-elloblo.blogspot.mx/2010/02/expresion-corporal-de-los-lobos-1-parte.html> y Jorge de 2014).

LA VIDA SOCIAL, ASPECTO FUNDAMENTAL

Posiblemente el aspecto más determinante en la conducta del animal doméstico es su habilidad para hacer vida social, no sólo por lo que significa el ser parte de un grupo, sino también por la flexibilidad que se debe tener a nivel conducta si se realiza la vida completa en constante relación con otros.

El hombre es un ser social, eso lo sabemos y sin duda fue un elemento clave cuando se llegó a un nivel de interacción tal que no sólo involucraba el conocimiento de la otra especie, sino además el contacto continuo y más tarde su cuidado y manejo. Para el caso de los animales, si la vida social no forma parte de su acervo natural, simplemente no hay posibilidad de que acepten formar parte de un grupo (el del hombre). Es fácil constatar que la inmensa mayoría de mamíferos y aves, incluso hasta los insectos que forman parte del grupo doméstico, poseen esta característica. Para el caso de las aves, por ejemplo, los guajolotes (*Meleagris gallopavo*) forman parvadas de diez a veinte individuos con jerarquías bien definidas, mismas que se manifiestan claramente en el estado doméstico (Camacho 2011) (figura 7).

a)



b)





Figura 7. La vida social y los diferentes esquemas de conducta relacionados fueron un factor clave dentro en el proceso que llevó a la domesticación de diversas especies en tiempos antiguos. En el caso de los anátidos (Lorenz 2007), la impronta que se manifiesta en ellos en la acción de seguir a una figura mayor a) permite al hombre tener control de sus movimientos desde muy temprana edad. En el caso de los guajolotes b), su vida social y gregarismo ayuda a mantenerlos cerca de los espacios humanos. Respecto a los gallos y gallinas c), su vida social, con esquemas jerárquicos muy fuertes, ayuda a que reconozcan a la figura humana como líder del grupo. (fotografía a) de Agirregabiria 2004; fotografía b) tomada por Raúl Valadez y fotografía c) de Salinas 2017).

Ciertamente existen algunas excepciones a la regla y sin duda el gato es el caso principal. Los estudios sobre su domesticación indican que el factor clave fue su flexibilidad ecológica y la tolerancia a la figura humana, lo cual le permitió adoptar los campos de cultivo egipcios como si fueran sus cotos de caza, habiendo sido éste el móvil para el desarrollo de una interacción de simbiosis (pues los gatos cazan en los espacios agrícolas y con ello el hombre se beneficia) (Valadez 2003c). Esta condición de animal doméstico con escaso desarrollo de vida social es algo bien conocido, siendo incluso uno de los factores que tienen más valor en el momento de escoger una mascota, pues los futuros dueños generalmente indican que les gustan los gatos por su independencia y porque no buscan pertenecer al grupo, como ocurre con los perros.

RECONOCIMIENTO DE JERARQUÍAS

Íntimamente unido al aspecto anterior existe la capacidad de los animales de reconocer los niveles sociales dentro de un grupo.

Ciertamente no todo grupo involucra la existencia de jerarquías pero, como en el punto anterior, la mayoría de los mamíferos y aves domésticas poseen esta característica. En el caso de los gallos y gallinas silvestres (*Gallus gallus*)² éstos viven en pequeños grupos jerárquicos de entre 16 y 40 ejemplares que se desplazan por la selva. Los miembros del grupo se comunican entre sí mediante treinta tipos de cacareos diferentes y sus llamadas de alarma tienen distinta estructura, para avisar sobre la presencia de depredadores aéreos o terrestres, lo que ayuda a los demás miembros del grupo a reaccionar (figura 7). En los esquemas domésticos se ha observado que las jerarquías se mantienen con enorme fuerza entre los individuos, manifestándose de diversas formas, incluso agrediendo a picotazos a los de menor nivel sin que haya muchas posibilidades de hacer ajustes, a no ser que el estatus entre dos ejemplares sea casi el mismo (Lorenz y Leyhausen 1985).

La relevancia de este aspecto se asocia con la habilidad de los animales para reconocer la presencia de un líder, en este caso, el hombre. Esta característica quizá no fue tan determinante antes de que cada especie se estableciera en el marco de lo doméstico, pero una vez ubicados en este modo de vida, fue posible manejar a los grupos de animales con relativa facilidad, en vez de dedicar grandes esfuerzos a mantener juntos a animales que no tolerarían el hacinamiento y, además, no podrían actuar a partir del reconocimiento de un líder.

NIVEL DE ESTRÉS Y AGRESIVIDAD

Estos aspectos, fuertemente relacionados con la respuesta endocrina a los posibles riesgos del ambiente, sería sin duda algo determinante en el momento de los encuentros hombre-animal. Conocemos gran cantidad de especies sin posibilidad alguna de disminuir el nivel de estrés durante el contacto humano, de tal forma que pueden llegar hasta a morir de una falla cardíaca, circunstancia que limitaría la posibilidad de desenvolverse en un esquema constante de interacción con los grupos humanos. Igualmente complicado sería el caso de especies que reaccionan de forma violenta en estas condiciones.

Para nuestros intereses, buena parte de esta variable está relacionada con los aspectos de vida social y niveles jerárquicos, es decir, que los organismos sociales gene-

² *Gallus gallus* (2017). https://es.wikipedia.org/wiki/Gallus_gallus#Comportamiento.

ralmente tienen más posibilidad de brindar sus respuestas flexibles a las condiciones del medio, de tal forma que individuos con mayor capacidad para tolerar el estrés, interactuarían más fácilmente con la gente y, al mismo tiempo, si esto se tradujera en algún beneficio, heredarían este esquema de conducta a sus descendientes.

INSTINTO TERRITORIAL

La mayor parte de las aves y los mamíferos poseen un instinto territorial, es decir, una conducta dirigida a la determinación de un espacio vital para cubrir sus necesidades. Si se trata de especies sociales, podemos encontrar tanto territorios que involucran al grupo, como los que corresponden a cada miembro. En numerosas ocasiones estos espacios individuales entrañan jerarquías.

Evidentemente una especie que se involucra en un esquema de interacción debe ser flexible en sus necesidades territoriales, al menos en lo que significa tener a miembros de otra especie a corta distancia y, si el proceso llega hasta el nivel de simbiosis, es igualmente deseable que su conducta territorial varíe de forma tal que quede el hombre incluido dentro del espacio como si se tratara de un miembro más, permitiendo así un esquema de interacción más intenso y constante.

FLEXIBILIDAD: ¡EN TODO!

Aunque como se ha señalado, existen diversas particularidades entre las pautas de conducta de una especie animal silvestre que habrían sido determinantes para favorecer el desarrollo de una interacción de simbiosis que llevara hasta la domesticación, lo cierto es que en todo momento se ha destacado la enorme importancia del grado de flexibilidad en cada aspecto presentado. Esto en sí no es de extrañar, dado que hablamos de un proceso que involucra el cambio en diversos aspectos, desde la cercanía con el hombre hasta la alimentación o el ritmo de vida diarios. Si constatamos el número de especies de caprinos en Eurasia y norte de África (24) y lo comparamos con las que se domesticaron en tiempos antiguos (1),³ no podremos hacer menos que aceptar que aún en el mejor de los casos se requirieron muchos encuentros circunstanciales hasta organismos completamente hechos a los intereses humanos y, sin duda el proceso dependió de mucho más que nuestro simple interés o inteligencia.

³ Los artiodáctilos y sus especies (2012) monografías.com.

LA FISIOLÓGÍA DEL ANIMAL DOMÉSTICO

Sin duda la conducta ha sido el aspecto más trabajado en el momento de tratar de reconstruir el origen de un animal doméstico y su posterior adaptación al ámbito humano. A tal grado se considera que el comportamiento es la clave de la domesticación y que cualquier otro que involucre la biología de estos organismos es tema aparte, que se considera que las modificaciones morfológicas y fisiológicas son producto de procesos independientes de lo etológico.

No obstante, quien conozca lo básico sobre la biología animal sabe que la conducta es la manifestación de procesos fisiológicos; es decir, que dentro de un individuo existe una red endocrina funcionando y parte de ella se manifiesta a nivel conducta.

Debido a ello es fundamental conocer cómo se relacionan estos aspectos con la evolución e historia de la entidad llamada “animal doméstico”. Afortunadamente, en el presente disponemos de diversas investigaciones experimentales que permiten ver con detalle el efecto que tiene la adaptación al territorio humano en la fisiología de los animales silvestres, su contacto y el vivir dentro de un ambiente antropogénico, donde muchas veces la tolerancia es la clave para la sobrevivencia.

LOS EXPERIMENTOS CON LA ZORRA ROJA (*VULPES VULPES*)

El genetista ruso Dmitry K. Belyaev realizó el mejor ejemplo conocido de domesticación animal por vía experimental a mediados de los años cincuenta en la URSS (Crockford 2000; Arbuckle 2005). El objetivo fue producir zorras domésticas (*Vulpes vulpes*) equivalentes al perro, a través de la selección de su conducta y rastrear sus efectos en la reproducción y en sus sistemas. La investigación se prolongó por más de cuarenta años (Trut 1999; Arbuckle 2005).

Al inicio del experimento los pies de cría empleados provenían de una granja en Estonia dedicada a la peletería desde inicios del siglo xx. Las zorras de ahí ya estaban más acostumbradas a la presencia humana y a la vida en cautiverio; aun así, reaccionaban defensivamente cuando las personas se acercaban. El conjunto inicial fue de

treinta machos y cien hembras y a lo largo de las cuatro décadas se manipularon unos 45 000 ejemplares (Trut 1999).

La determinación de qué individuos pasaban a la siguiente generación (G) se basaba en los resultados de pruebas de conducta que permitían ver cómo reaccionaban a la interacción con las personas encargadas de su cuidado y manejo. La selección de individuos era muy estricta, apenas el 4 o 5 por ciento de los machos y entre el 15 y 20 por ciento de las hembras, y para evitar la homocigosis, los ejemplares que continuaban, se cruzaban con otro conjunto que provenía de otra granja, además de que siempre se dispuso de una población control.

Este trabajo llevó a la formación de zorras dóciles, diríamos domésticas, con un carácter similar al del perro, pero los cambios no sólo se reflejaron en la conducta, sino también en los parámetros reproductivos, en los sistemas endocrinos y neuroquímicos, en la morfología craneal, así como en inesperados detalles a nivel morfológico y conductual (figura 8).

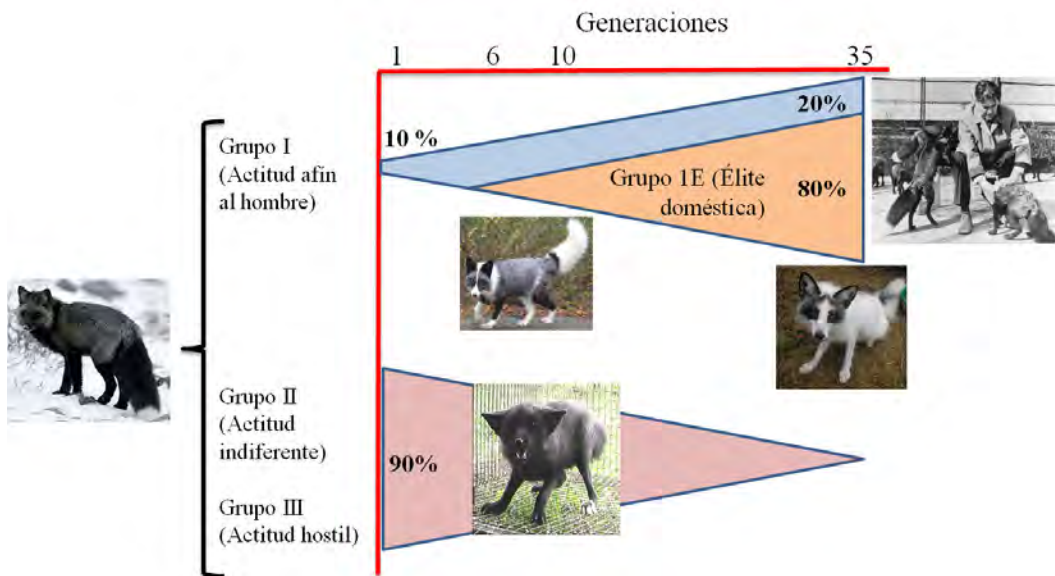


Figura 8. Los trabajos de selección artificial con zorras (*Vulpes vulpes*) realizados en Rusia para obtener ejemplares dóciles son un excelente ejemplo acerca de formación de animales domésticos, así como de la forma en la que los procesos selectivos aplicados a los aspectos de conducta impactan otra parte de los individuos, por ejemplo, color de la piel (Crockford 2000; Arbuckle 2005). (Fotografías tomadas de <https://www.petmoo.com/exotic-pets/silver-fox/>, <http://thefanhitch.org/V14N3/V14,N3News.html>; Bridges 2018; Return of Kings 2012; Trut 1999 y Westfall 2011; elaboró Raúl Valadez).

Durante los primeros meses de vida, cada ejemplar era sometido a pruebas para ver su comportamiento frente a un humano o frente a otros cachorros (Trut 1999); una vez que cumplía los siete u ocho meses de edad se le clasificaba en una de tres categorías de conducta (figura 8):

Clase I. Individuos de conducta amigable hacia quienes los cuidaban y que manifestaban buena disposición, por ejemplo meneando la cola.

Clase II. Individuos que permitían el acercamiento y contacto, pero sin mostrar alguna conducta positiva hacia los cuidadores.

Clase III. Aquellas zorras que huían de las personas o las mordían.

Al inicio apenas el 10 por ciento de los individuos mostraba una conducta tipo I, pero después de seis generaciones se dividió la categoría I en dos, siendo denominada como “IE” (élite doméstica), la que se caracterizaba por individuos que se afanaban en obtener el contacto humano, gemían para llamar la atención y jugaban o los olisqueaban. Para la décima generación (G10), 18 por ciento de la población era de tipo IE, aumentando diez generaciones después (G20) al 35 por ciento y al llegar a G35, alrededor del 80 por ciento manifestaba este esquema.

Como se indicó, el impacto de la selección no sólo afectó la respuesta de los animales hacia la presencia humana, sino otros aspectos (figuras 8-10). El color varió en función de cambios en la pigmentación, pues fueron apareciendo diversos esquemas, llegando hasta el blanco con manchas negras o grises (figuras 8 y 9), así como ejemplares con orejas pequeñas, cola más corta curvada hacia arriba y miembros más cortos fueron caracteres que aparecieron después de diez a quince generaciones, aunque su frecuencia no fue muy alta.

El aspecto de la pigmentación fue objeto de especial atención. Después de ocho a diez generaciones, se presentaban individuos cuya piel mostraba manchas oscuras (principalmente de tono café), sobre todo en cabeza y pecho, y en el resto dominaba la ausencia de coloración, es decir, color blanco (figuras 8-10). En el grupo de control esta característica aparecía en menos del 1 por ciento de los ejemplares, pero en las zorras domésticas podía dejarse ver hasta en el 12.4 por ciento del total. Se determinó que esta característica (llamada mutación estrella) era producto del grado de migración de los melanoblastos (precursores de las células pigmentarias o melanocistos) durante el desarrollo intrauterino de los fetos. Posteriores eventos de dicha migración promovían la desaparición de los melanocistos y con ello la ausencia de pigmentación de la piel en diversas partes.



Figura 9. Variaciones en color de zorras rojas (*Vulpes vulpes*) de granjas de peletería actuales, en las cuales se aplican los procedimientos establecidos por las investigaciones rusas durante la segunda mitad del siglo xx (Crockford 2000; Arbuckle 2005; Westfall 2011). Los ejemplares con tonos lisos, que se presentan al lado derecho, tienen coloración natural, es decir, aparecen en los individuos silvestres, y los de la izquierda, los moteados, son coloraciones propias de ejemplares extensamente manipulados, o sea, zorras domésticas (fotografía de Weber y Wong 2010.).

Por otro lado, las hembras fueron adelantando sus temporadas reproductivas más y más, hasta que se llegó a dos periodos de celo al año, además de que éstas maduraban sexualmente un mes antes de lo esperado y su fertilidad era mayor, pues engendraban en promedio un cachorro más por camada (figura 10). La conclusión fue que esto era producto de más altos niveles de progesterona y estradiol en las hembras. Otros cambios observados en su esquema de desarrollo fue que los cachorros domésticos, en promedio, abrían los ojos en el día 17 o 18, un día antes que sus contrapartes silvestres, respondían a los estímulos auditivos sobre el día 14 y no hasta el día 16 y era hasta pasadas las nueve semanas que actuaban con miedo frente a circunstancias desconocidas, en tanto que los

cachorros normales mostraban esta conducta desde la semana seis (en perros esto se da entre la octava y duodécima semana).

La selección de la conducta relajada con poca tendencia al estrés promovió cambios en neurotransmisores y hormonas que se involucran con la conducta agresiva y respuestas emocionales relacionadas con condiciones de tensión, principalmente en la cantidad de serotonina, de corticosteroides y las características de las glándulas suprarrenales. Respecto de la primera, la cual es un neurotransmisor que inhibe la conducta agresiva, la tendencia a partir de la vigésima generación en las zorras seleccionadas fue de poseer niveles más altos; el segundo grupo, dentro del cual destaca el cortisol, se relaciona más con la respuesta al estrés y, por ello mismo, el proceso observado fue el opuesto, especialmente en las hembras, llevando a que después de treinta generaciones (G30), la concentración en sangre fuera apenas del 25 por ciento con respecto de la población de control. Dentro de todo esto, las glándulas suprarrenales, íntimamente involucradas con estas hormonas, fueron reduciéndose en tamaño conforme se fue acentuando el esquema de domesticación (figura 10).

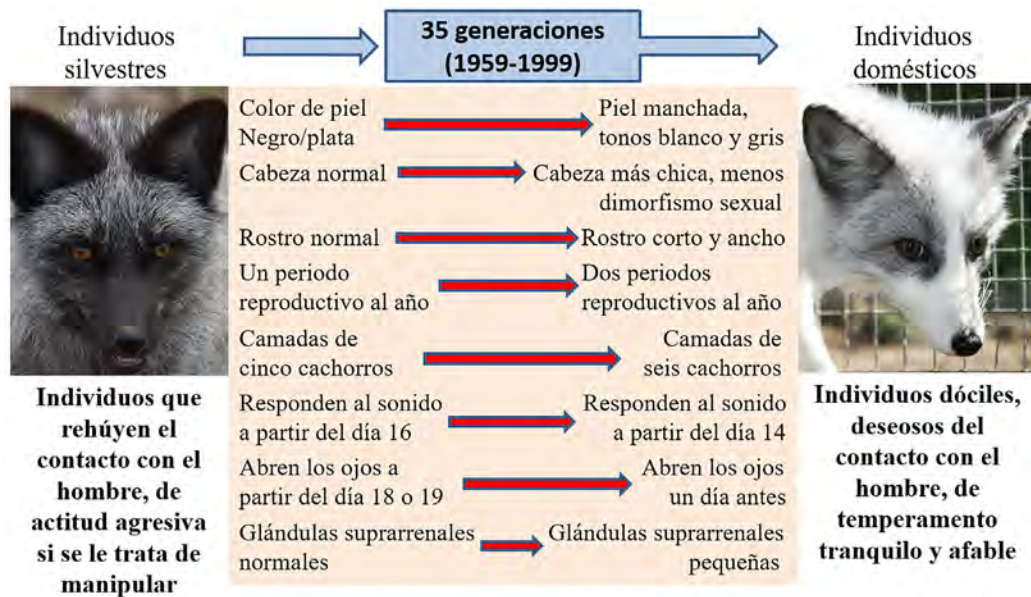


Figura 10. Los experimentos conducidos por Belyaev en Rusia tenían por objeto crear zorras manipulables y así, de hecho, se alcanzó su domesticación, aunque junto con los cambios de conducta también modificaron su morfología, su fisiología, su ontogenia y sus esquemas reproductivos (Trut 1999). (Fotografías de Taylor 2014; figura elaborada por Raúl Valadez).

Con toda esta información fue posible reconocer que el proceso de selección realizado a lo largo de cuatro décadas ciertamente había alcanzado sus objetivos, pero también mostró plenamente que la variación en la conducta de las zorras no se derivó del adiestramiento de individuos sino de un proceso de selección artificial que había llevado a cambios en la frecuencia poblacional, a partir de importantes modificaciones de los nuevos organismos, pero no en su aspecto o en algún órgano, sino fundamentalmente a nivel hormonal, pues tal como se muestra en la figura 11, si se busca la formación de animales dóciles, se seleccionarán ejemplares con menor secreción de adrenalina, pero eso significa menores niveles hormonales de diversas glándulas y de otras tantas hormonas como la del crecimiento y la estimulante de los melanocitos (Crockford 2000).

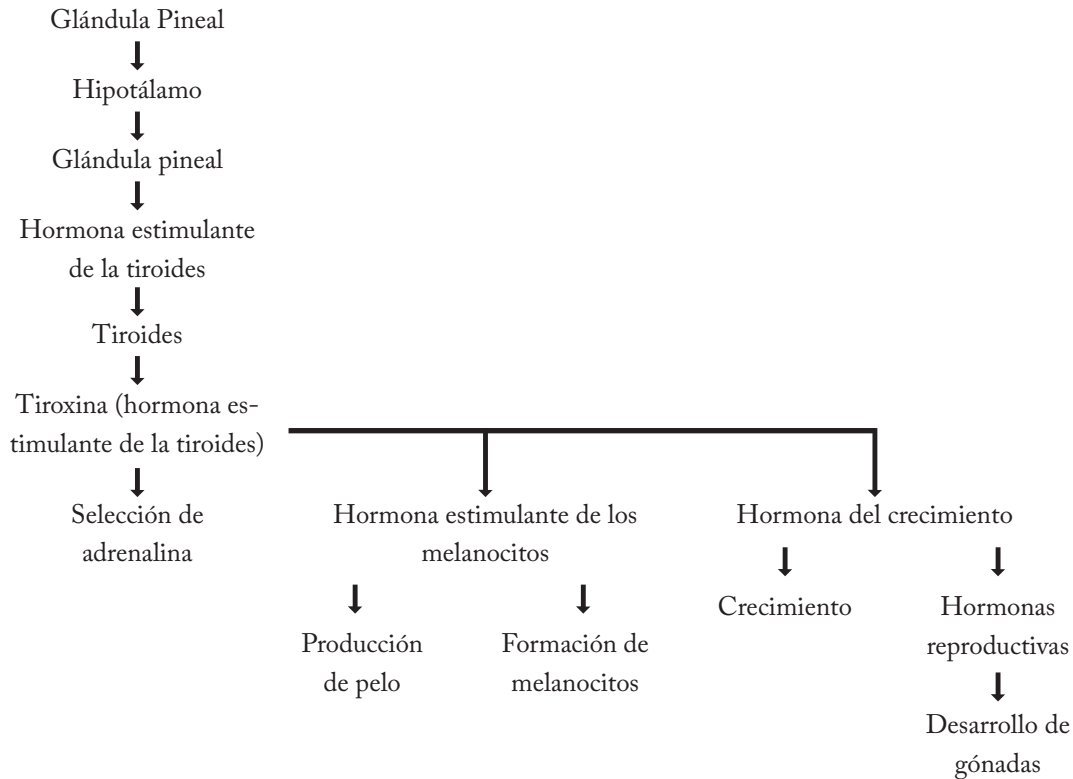


Figura 11. Diagrama que muestra la red hormonal dentro de la cual se encuentra la adrenalina (Crockford 2000) y permite ver cómo en el momento en que se selecciona individuos dóciles, sea, con menor secreción de esta hormona, se está, simultáneamente, favoreciendo a ejemplares con glándulas más chicas o con una reducción de los productos endócrinos, derivándose, por tanto, cambios que afectarán el organismo completo.

A partir de este tipo de evidencias es claro que un animal doméstico, por su sola categoría, no es una especie distinta y las diferencias en su conducta o morfología no implican cambios fundamentales en su genotipo.

EXPERIMENTOS CON DIVERSOS ROEDORES

Para fortuna de los interesados en el tema, a lo largo del tiempo se han realizado más estudios que buscan comprender el efecto de la selección de la conducta y la creación de organismos dóciles, sobre su fisiología.

Uno de estos casos involucra a la rata gris (*Rattus norvegicus*), la cual no sólo ha sido compañera del hombre desde hace varios miles de años, por decir lo menos, sino un excelente animal de laboratorio desde hace casi un siglo (Arbuckle 2005). Esta forma de rata “doméstica” es menos agresiva que las que habitan en basureros y cloacas o el ámbito silvestre. Se ha visto que la reproducción selectiva puede conducir, al cabo de seis generaciones, a la aparición de individuos muy dóciles frente a los extraños; no obstante, si se les coloca en ámbitos similares a los propios, es decir, principalmente de túneles, los animales pronto regresan a los esquemas originales. Como en el caso de los experimentos con las zorras, si se efectúan trabajos de selección para disminuir la agresividad, después de veinticuatro generaciones se manifiestan cambios en hormonas como la serotonina y los corticosteroides, así como en las glándulas suprarrenales. En el caso de otras variables los resultados fueron muy similares: aumento en la actividad sexual, madurez más temprana y el tamaño de las camadas aumentaba desde 3.2 en G1, a 10.2 en G19.

Los procesos selectivos derivaban en cambios de la coloración de los individuos, pero además se dio lugar a la reducción del tamaño de varios órganos como el cerebro, el hígado, el páncreas, la tiroides, el corazón, el bazo y los riñones. No obstante, y a pesar de estas transformaciones, no se dieron modificaciones a nivel esquelético, excepto por la reducción del tamaño del oído medio e interno.

Respecto de los ratones domésticos (*Mus musculus*), estudios de laboratorio en ambientes que imitaban lo natural, mostraron que después de diez generaciones de selección, los individuos eran menos agresivos, se interesaban en conocer a los extraños y chillaban menos al ser manipulados. Las hembras eran fértiles tres y media semanas antes de lo esperado, comían más, dando lugar a individuos mayores, aunque su grado de actividad era menor que el observado con sus contrapartes silvestres.

Otros roedores que han entrado en estos esquemas de manipulación para convertirse en animales domésticos son los jerbos (*Meriones unguiculatus*) y los cobayos (*Cavia aperea porcellus*) (Arbuckle 2005) (figura 12). Los primeros han sido convertidos en mascotas desde hace medio siglo y los resultados de la selección de individuos dóciles son muy similares a lo descrito párrafos atrás: disminución de

hormonas relacionadas con la respuesta agresiva, aumento en la serotonina, mayor fertilidad, camadas más grandes, pero también temporada reproductiva más corta, incremento en el tamaño del cuerpo y reducción de hasta el 18 por ciento en el tamaño del cerebro. Dato importante, derivado de experimentos hechos con estos roedores, fue identificar que los individuos que nacían en jaulas simples abrían los ojos más pronto, crecían más rápido, alcanzaban la madurez sexual anticipadamente, sus cuerpos eran mayores, eran más dóciles y sus glándulas suprarrenales más chicas que las de los que nacían en jaulas más complejas con espacios aislados. Esto muestra la relevancia de los espacios de crianza en el desarrollo fenotípico de los individuos.

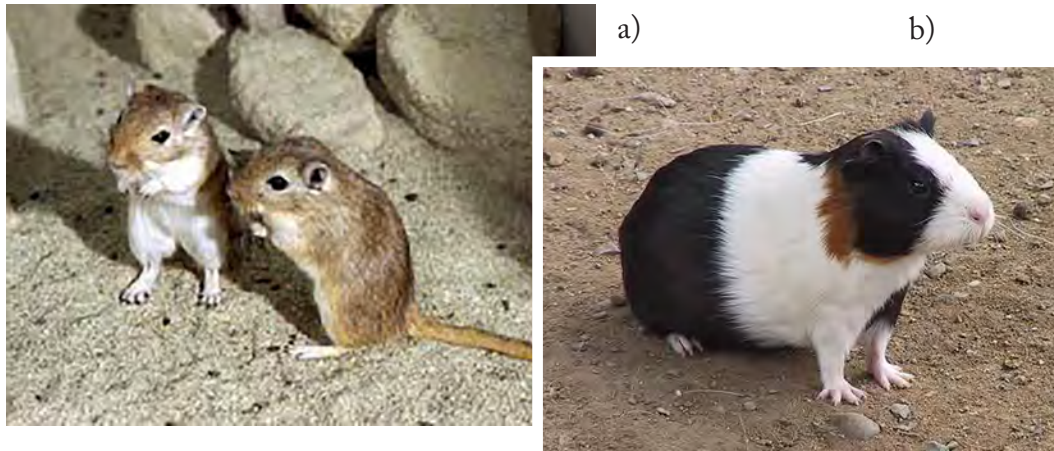


Figura 12. Los jerbos a) y los cobayos b) son dos especies de roedores con los que se han realizado estudios sobre el efecto de la selección de individuos dóciles. En el caso del cobayo, se sabe que su domesticación se realizó hace varios miles de años en la zona andina (fotografías tomadas de <https://www.mundomascota.net/los-jerbos-como-mascotas/#> y <https://www.taringa.net/posts/noticias/17634451/Cobayos-para-el-mundo-desde-Arequipa-Peru.html>).

En cuanto al cobayo, se sabe que fue domesticado en la zona andina desde hace más de ocho mil años (Vol. II, cap.16), por lo que el conocimiento acerca de las modificaciones relacionadas con este proceso se han realizado comparando ejemplares silvestres con domésticos. En cuanto a estos últimos, se ha visto que son menos agresivos y exhiben una respuesta endocrina menor al ser ubicados en espacios desconocidos debido a una menor actividad del sistema simpático y bajos niveles de diversas hormonas. También se ha visto que su cerebro es 18 por ciento menor y el ojo 27 por ciento más chico que los individuos de vida libre.

LO QUE NOS DICE LA FISIOLÓGÍA DEL ANIMAL DOMÉSTICO

Reducción en los flujos hormonales, menor actividad endocrina, disminución de las glándulas suprarrenales y otros órganos como el cerebro, aumento de talla, cambio en la coloración, desarrollo más temprano, mayor actividad sexual e incremento de la fertilidad, todas son pautas que se manifiestan al comparar organismos domésticos con sus contrapartes silvestres, siempre como resultado de una conducta más dócil y tolerante hacia el hombre y su ambiente. Diversas especies que se encuentran en esta condición, como los hurones (*Mustela vison*), los anseriformes (patos, gansos, cisnes), el guajolote e incluso hasta el salmón (*Salmo trutta* y *Salmo salar*), que es criado en granjas, permiten observar estas tendencias (Arbuckle 2005).

En lo que se refiere al cerebro (cuadro 5), se ha visto que la reducción de este órgano involucra áreas específicas, especialmente aquéllas asociadas con lo sensorial, por ejemplo, el oído y la vista, así como en la parte del sistema límbico que se relaciona con la emoción, la agresividad y la reactividad a los estímulos, llevando a una reducción de hasta el 34 por ciento en la capacidad de respuesta en borregos, cerdos y perros, aunque, en otros casos, como los camélidos sudamericanos, los estudios no reportan cambios.

Cuadro 5. Comparación de los niveles de reducción de la masa cerebral en diversos animales domésticos y silvestres de similares dimensiones (derivado de Arbuckle 2005)

<i>Organismo</i>	<i>Reducción en el tamaño del cerebro comparado con el de individuos silvestres de similares dimensiones</i>
Rata doméstica	8%
Perro	34%
Hurón	20-30%
Caballo	16%
Cerdos	34%
Llamas, alpacas	17%
Borrego	24%

En general, toda esta información muestra el efecto de los trabajos de manipulación en poblaciones de animales cuyo fin es dirigirlas hacia esquemas de conducta más dóciles y tolerantes hacia todo lo humano. Sin duda en tiempos pasados estos mismos efectos debieron manifestarse como resultado de procesos equivalentes, aunque si consideramos que todo se dio en condiciones naturales, los periodos involucrados fueron mucho más largos, al menos hasta que se llegó a un punto en el cual

los hombres podían hacer un trabajo de selección organizado y con un objetivo claro, es decir, cuando ya se tenía un buen control de los organismos, lo que significaría que todo el proceso de domesticación de una cierta especie entrañaría una primera parte, donde humanos y animales entrarían en esta dinámica de selección de características propicias para sobrellevar adecuadamente la interacción y sólo después tendrían lugar eventos de trabajo zootécnico, mucho más semejante a los estudios presentados.

LA BIOLOGÍA MOLECULAR Y EL ANIMAL DOMÉSTICO

Cualquier investigación acerca del tema de la domesticación animal antes de la década de 1990, necesariamente tenía que basarse en restos arqueozoológicos o paleontológicos, iconografía y, si se tenía un poco de suerte, objetos que se relacionaran con el manejo de organismos. Todo este acervo es relevante, pero para fortuna nuestra, en los últimos cuarenta años se ha abierto una enorme gama de investigaciones dirigidas hacia este tema, pero desde otras disciplinas. Una de las más recientes, e indudablemente, de enorme relevancia, es la biología molecular.

La introducción del ADN como herramienta para estudiar diversos aspectos de la domesticación animal, por ejemplo, ancestros silvestres, regiones probables de origen, fenómenos de dispersión y etapas tempranas de evolución de las poblaciones domésticas, abren evidentemente una perspectiva de conocimiento y comprensión de estos fenómenos que nadie se hubiera imaginado hace un siglo, pues en muchos sentidos constituyen un verdadero viaje al pasado por la precisión de los resultados y el alcance de las interpretaciones. Por ello, es importante detenernos un momento para reconocer las bases sobre las cuales descansa este campo de estudio y algunos casos que nos ilustren sobre las aplicaciones. Posteriormente, cuando veamos de manera más específica el origen de los diferentes animales domésticos de tiempos antiguos, retomaremos esta información, pero de manera más específica.

EL ADN Y LAS BASES DE SU EMPLEO EN EL ESTUDIO DEL ORIGEN DE UN ANIMAL DOMÉSTICO

Ha transcurrido aproximadamente medio siglo desde que aparecieron los primeros estudios que buscaban establecer relaciones de parentesco entre organismos a partir de la comparación entre biomoléculas, originalmente proteínas (Dillon 1978).

En 1984 se publicaron las primeras investigaciones relacionadas con la aplicación de ADN antiguo para la definición de relaciones filogenéticas (Higuchi *et al* 1984). El estudio consistió en la búsqueda de ADN de un organismo que había muerto muchos años antes, una “media cebra” (*Equus quagga*), especie extinta desde finales del siglo

xix. Producto de la investigación fue la obtención de una secuencia de 229 pares de nucleótidos de ADN mitocondrial proveniente del músculo el cual se comparó con secuencias equivalentes de la cebra de montaña (*Equus zebra*), derivándose de la investigación varios principios fundamentales: 1) las cadenas de ADN eran similares, pero no idénticas, algo coherente con el hecho de que se trataba de especies distintas; 2) que el ADN de la media-cebra había sufrido poca o ninguna modificación *post-mortem*, lo cual significaba que la antigüedad no constituía por sí misma un obstáculo para estos estudios; 3) que la comparación de las dos secuencias indicaba un origen común y, 4) que podía calcularse el tiempo transcurrido desde el momento en que ambas especies se habían separado (3-4 millones de años), algo compatible con la evidencia fósil del género.

En el presente la tecnología ha permitido avanzar con enorme rapidez y se ha logrado una gran precisión en los resultados de estas investigaciones, rebasando diversos obstáculos, por ejemplo, la obtención de suficiente ADN y el manejo de las secuencias. Ciertamente no se han abandonado los estudios sobre la comparación de proteínas, pero sin duda el ADN es la molécula elegida hoy en todo lo que se refiere al estudio de filogenias y fenómenos evolutivos en organismos actuales y antiguos. Su única limitación, por demás lógica, es que en estos últimos los restos deben conservar alguna porción de material orgánico que contenga ADN.

PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL USO Y MANEJO DEL ADN

Sabemos que el ADN es una cadena doble, con cada una de sus partes constituida por nucleótidos, los cuales se acomodan de forma lineal y cada uno posee una pentosa, un grupo fosfato y un par de bases nitrogenadas características: adenina, citosina, guanina y timina, las cuales se unen en pares (citocina con guanina y adenina con timina).

La secuencia que se forma en la cadena, equivalente a un sistema de escritura, está constituida por cuatro símbolos (A, C, G, T) y constituye una clave que al “leerla” la célula da paso a la formación de proteínas, pero también a otros sistemas de comunicación, por ejemplo, la secuencia palindrómica de siete bases nitrogenadas (CCGCGCC, por decir algo) significa para la célula la interrupción de la lectura del ADN que involucra la formación de ARN mensajero (transcripción), en tanto que la terminación de un proceso de traducción (formación de proteínas a partir de la lectura del ARN), involucra sólo la lectura de tres bases que pueden ser UAA, UAG y UGA.

Dada la relevancia del ADN en el funcionamiento de la célula y su dinámica permanente (por ejemplo, su duplicación por la formación de nuevas células o su lectura para la formación de ADN durante la elaboración de proteínas), no es de extrañar que entre evento y evento se lleguen a dar modificaciones en las secuencias, diríamos “errores de dedo”, muchos de los cuales son reparados por la célula misma,

aunque siempre cabe la posibilidad de que algo se quede sin arreglo, cambio al que denominamos “mutación”. Otra fuente de mutaciones son agentes externos, por ejemplo, la radiación ultravioleta o agentes químicos, cuyo impacto final depende de los sistemas de reparación.

Las mutaciones pueden ser de diferentes tipos y su impacto en el funcionamiento de la célula varía según cada caso; puede implicar la pérdida, la inclusión o la modificación de un nucleótido (mutaciones puntuales), pero también puede ocurrir con un gen o con el segmento de un cromosoma, incluido un cambio de posición (mutación cromosómica) o de cromosomas completos, hasta de juegos completos de los mismos (poliploidía).

La relevancia de las mutaciones en nuestro tema es diversa, pues las usamos a manera de lunares en la piel que se heredan de padres a hijos o como un metrónomo; nos sirven para la sincronización de un reloj de cambio evolutivo, reconocimiento de grados de parentesco o la fijación de mutaciones en función de procesos de selección artificial. Más adelante veremos la aplicación de toda esta información.

De regreso con los aspectos fundamentales del ADN, lo encontramos en diversos organelos de la célula; está en el núcleo (ADN_n), lo tenemos también en las mitocondrias (ADN_{mt}) y en los cloroplastos (ADN_{cp}), este último, también se emplea en investigaciones de filogenia y, obviamente, no tiene relación alguna con los animales. Con base en ello el ADN_n y el ADN_{mt} son los más relevantes en nuestro tema.

Como se señaló líneas arriba, no todo el ADN funciona de la misma forma. El 25 por ciento del ADN nuclear (eucromatina) es conocido como ADN codificante porque produce proteínas, mientras que el otro 75 por ciento no tiene expresión génica (heterocromatina), sino más bien le corresponde un papel regulador, estructural y promotor; a su vez, dos tercios de este segundo grupo de ADN están constituidos por una secuencia única y el resto por secuencias repetidas (Saiz *et al.* 2012).

Por otro lado, existen importantes diferencias entre el ADN del núcleo y el de las mitocondrias que deben tomarse en cuenta al emplearse con fines filogenéticos (cuadro 6). Entre las más relevantes está la relativa sencillez de los cromosomas mitocondriales lo cual contrasta con el hecho de que gran parte de él está representado por una enorme cantidad de copias, a veces miles.

Cuadro 6. Comparación entre ADN nuclear y ADN mitocondrial

<i>ADN nuclear</i>	<i>ADN mitocondrial</i>
Lo tenemos en el núcleo de la célula.	Se encuentra en las mitocondrias de la célula.
En eucariones tenemos dos juegos de cromosomas.	Existe un solo cromosoma, cada mitocondria puede tener varias copias.
Proviene de herencia materna y paterna.	Sólo proviene de línea materna.
Varía de generación en generación por meiosis y por la unión de genes maternos y paternos	Sólo varía por las mutaciones.
Estructura lineal, dividida en cromosomas.	Estructura circular.
Encerrado por una envoltura nuclear.	Se encuentra libre de una envoltura nuclear.
ADN empaquetado en cromatina.	ADN no empaquetado en cromatina.
Tasa de mutación moderada.	Tasa de mutación 10 a 17 veces más alta que la del núcleo.
Eficientes sistemas de reparación.	Sistemas de reparación limitados.

Fuente: Raúl Valadez.

Otra relevante diferencia es que el ADN_{mt} se hereda sólo por vía materna. Cuando se unen espermatozoide y óvulo, se fusiona parte de los contenidos de las dos células, pero posteriormente sólo sobrevive el ADN del núcleo espermático, de modo que el acervo mitocondrial, incluido el ADN de cada individuo, es exclusivamente herencia de la madre.

¿Qué relevancia tiene esto en los estudios de filogenia? En una investigación de esta índole se busca reconocer los cambios que se dan con el paso del tiempo y la velocidad con la que las especies varían, independientemente de las presiones de selección o procesos adaptativos que se dan. Para este objetivo lo ideal es disponer de un “reloj” que vaya marcando el paso del tiempo y dicho reloj son los cambios en el ADN; empero, si se trata de modificaciones producto de la recombinación de genes durante la meiosis, por ejemplo, por las combinaciones derivadas de la unión de gametos o la selección de individuos por procesos de selección, es difícil reconocer el tiempo transcurrido sólo a partir del número de cambios, pues el reloj “no está calibrado”, pero si disponemos de una forma o condición del ADN que cambia de forma aleatoria pero continua, casi digamos rítmica, a una tasa constante, servirá mucho mejor a nuestros intereses. Por todo esto las mutaciones puntuales, espontáneas, son el factor de cambio que mejor sirve a nuestros intereses.

De los tipos de ADN descritos, el que tenemos en las mitocondrias (ADN_{mt}) es el que mejor se ajusta a este objetivo pues, como se indicó, proviene exclusivamente de

la línea materna y al estar relacionado sólo con eventos intracelulares, los procesos que se dan en el exterior, desde la fecundación del óvulo hasta eventos adaptativos diarios, tienen nulo impacto en su constitución.

No debemos olvidar que el ADN codificante, el que se encuentra en el núcleo y se relaciona directamente con el funcionamiento de la célula, no es el más adecuado para reconstruir filogenias, tanto por las razones expresadas en el párrafo anterior, como porque posee complejos mecanismos de reparación. Por otro lado, el ADN estructural, el de la heterocromatina, que se manifiesta en gran cantidad de copias y posee limitados mecanismos de reparación, es el que mejor sirve a nuestros propósitos, pues se obtiene más fácilmente y los cambios se dan por mutaciones espontáneas, y a cierto ritmo (Weber y Wong 1993, Brinkmann *et al.* 1998), permitiendo construir “un reloj molecular” pues con él podemos establecer velocidades de cambio.

Como excepción que confirma la regla, se ha visto que existe otra fuente de ADN con comportamiento muy similar al de las mitocondrias, pero que proviene del núcleo y éste es el que se encuentra en el cromosoma Y, por lo que se ha convertido en una herramienta adicional, pues provee información de relevancia filogenética, pero proveniente de la línea paterna (Cal 2001). El cromosoma Y, aunque es de origen nuclear, presenta una serie de particularidades que le confieren un valor equivalente al del ADNmt, aspecto relevante para construir secuencias filogenéticas, pero por vía paterna (Cal 2001).

Se sabe que el cromosoma Y presenta grandes segmentos del ADN no codificante y numerosos conjuntos de secuencias repetidas. Este cromosoma es relativamente pobre en genes codificantes y eso lleva a suponer que hay una baja presión selectiva en buena parte de su ADN, lo que favorece la aparición de mutaciones y su posterior permanencia. Por otro lado, su participación en la línea germinal hasta la formación de espermatozoides, con un alto número de divisiones celulares, favorece la aparición de mutaciones (Weber y Wong 1993, Brinkmann *et al.* 1998; Cal 2001).

Por otro lado, la frecuencia de polimorfismos en regiones no codificantes del cromosoma Y es mucho menor que en el resto del genoma nuclear. Las posibles explicaciones son, por ejemplo, la baja población efectiva de cromosomas Y, ya que por cada uno de ellos hay tres cromosomas X y cuatro de los restantes cromosomas. Esto le confiere un esquema de estabilidad que sólo se rompe frente a la llegada de una mutación.

Por último, está la falta de recombinación del cromosoma Y, pues en el momento de la meiosis no hay otro cromosoma Y (en individuos masculinos los cromosomas sexuales son uno X y uno Y), además de que cuando se da la fertilización, si el espermatozoide porta el cromosoma Y, quedará en el óvulo como tal, junto con su contraparte X. Todo esto, unido a lo anterior, lleva a concluir que las mutaciones y la

posterior deriva genética tienen, por mucho, un efecto relevante sobre el cromosoma Y, lo que acrecienta su interés para estudios de evolución.

Tan relevantes como son los criterios en los que se basa la selección del tipo de ADN que mejor sirve a los propósitos de la filogenia, es lo referente a la sección del ADN que se va a emplear.

Las lecturas del ADN no se realizan sobre cromosomas completos, sino en pequeños fragmentos que se comparan, secuencias a las que se denomina haplotipos, los cuales poseen la característica de que no se recombinan y se heredan en conjunto.

En el presente, la mayor parte de los estudios de ADN utilizan haplotipos de poco menos de doscientos pares de bases y forman parte del ADN regulador (no codificante) de la heterocromatina, mismo que se encuentra entre los genes y que recibe el nombre de “región control”. De igual forma tenemos el llamado “ADN satélite” el cual está constituido por secuencias cortas de 180 pares de bases aproximadamente, que se repiten en tandem cientos de miles o millones de veces en un genoma; éstas se acumulan en los centrómeros y regiones subteloméricas principalmente (figura 13), siendo fácil de aislar y, posteriormente, de clonar.

Otra región del ADN empleada con éxito son los “microsatélites”, los cuales son pequeñas secuencias de ADN nuclear de entre dos y diez pares de bases repetidas que son variables en número y en longitud, además de que presentan una fuerte tendencia al polimorfismo en función del número de alelos (versiones) presentes, pues la mayoría son multialélicos (se manifiestan de múltiples formas). De acuerdo con diversos especialistas (Karima *et al.* 2011), actualmente son los marcadores más utilizados para estudios de diversidad en fauna doméstica, por ejemplo, ganadería.

USANDO EL RELOJ MOLECULAR

Todo el esquema presentado tiene un objetivo fundamental: mostrar al lector hasta dónde se dispone de herramientas para que el ADN sirva como medio para reconocer esquemas de cambio entre organismos y que, suponemos, dependen principalmente del tiempo transcurrido, ya que se dan de manera aleatoria, no por presiones de selección, situación que nos permite definir, por ejemplo, el tiempo que ha pasado desde que dos especies se separaron de un tronco común o los grados de afinidad.

Una vez superada la fase de selección y extracción del ADN y la determinación de las diferencias, entramos a la aplicación de la información, la cual básicamente se enfoca en el reconocimiento de niveles de parentesco y la velocidad con la que se modifica el ADN.

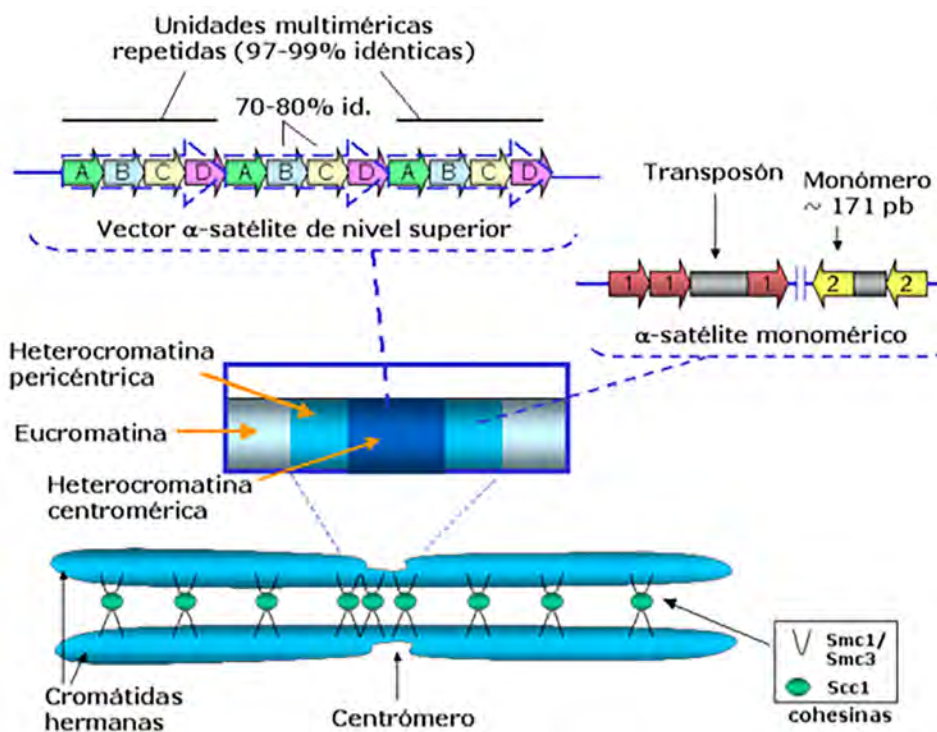


Figura 13. Dentro de los centrómeros de los cromosomas tenemos la heterocromatina de donde se obtiene el ADN satélite (imagen de <https://es.wikipedia.org/wiki/Centrómero>).

Respecto de este segundo aspecto, los principios en los que se basa son relativamente simples, pero requieren del uso simultáneo de datos moleculares y paleontológicos.

Para ilustrar esto veamos el cuadro 7. Desde hace unos treinta años se dispuso de resultados que permitían reconocer, a nivel molecular, el grado de diferencia entre los diversos grupos de carnívoros, incluidos el perro y el gato (Wayne *et al.* 1989). Tomemos como ejemplo el caso de *Canis*, el referente paleontológico para ubicar el momento de origen probable del género son los fósiles *Canis ferox*, en Norteamérica y formas equivalentes en Europa (por ejemplo, *C. cipio* en España) de hace unos seis millones de años (Tedford, Wang y Taylor 2009). Al tomar ese dato y aplicarlo al lobo y al chacal, las dos especies de *Canis* manifiestan mayor distancia de ADN (12 por ciento de diferencia, lo que deriva en una tasa de cambio dentro del orden aproximado de 2 por ciento por cada millón de años).

Cuadro 7. Ejemplo simplificado de la definición de la velocidad de cambio en el ADN en diferentes tipos de *Canis*, utilizando el porcentaje de diferencias en el ADN y la edad de los fósiles más antiguos del género. Con ellos podemos proponer un ritmo de modificación del ADN y así reconocer el tiempo de divergencia entre especies. Dentro de este modelo no se consideran posibles presiones de selección que “dirijan” los cambios del ADN, sino sólo la acumulación de mutaciones que surgen de manera espontánea

DATOS DERIVADOS DEL REGISTRO PALEONTOLÓGICO:

Fósiles del género *Canis* más antiguo: *Canis ferox* y *Canis cipio* (seis millones de años).

Inicio de divergencia y dispersión de *Canis*: unos seis millones de años.

DATOS DERIVADOS DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR:

% de diferencia del ADN entre chacales y lobos: hasta 12%

CORRELACION DE AMBOS PARÁMETROS:

$$1). \frac{\% \text{ de diferencias del ADN entre chacales y lobos}}{\text{tiempo de divergencia}} = \text{taza de cambio}$$

$$12\% \div \text{seis millones de años} = 2\% \text{ de cambio por cada millón de años}$$

$$2). \frac{\% \text{ de diferencias del ADN entre coyotes y lobos}}{\text{taza de cambio}} = \text{tiempo de divergencia}$$

$$4\% \text{ de diferencia} \div 2\% / \text{millón de años} = \text{dos millones de años de divergencia}$$

$$3). \frac{\% \text{ de diferencias del ADN entre lobos y perros (0.2\%)}}{\text{taza de cambio (2 \%/millón de años)}} = \text{tiempo de divergencia (0.1 millones de años)}$$

(Elaboró Raúl Valadez)

Pero lo más interesante del estudio fue que al aplicar este dato al caso del perro, no sólo se vio que el lobo era el cánido silvestre con el ADN más afín, sino que la diferencia calculada (0.2 por ciento) indicaba 100 000 años de divergencia. Para este momento aún era fácil encontrar a quienes sostenían que el ancestro del perro era el chacal o algún cánido extinto (Brewer *et al.* 2001), hipótesis que perdió toda su fuerza, pero, además, quienes trabajaban el tema de los animales domésticos y su historia se vieron ante el sorprendente dato de que la ruta evolutiva que le había llevado al regazo humano había iniciado hacía 100 000 años, es decir, diez veces más tiempo que lo que indicaban los más antiguos registros arqueozoológicos del momento (Olsen 1985).

CONSTRUYENDO FILOGENIAS

En el trabajo con ADN, la cantidad de cambios en los pares de bases indican la distancia entre especies a partir de un ancestro común. Al usar la información para elaborar un árbol filogenético, no sólo reconocemos la cantidad, sino también el tipo de cambios a fin de definir niveles de afinidad entre las especies o taxa muestreados.

Cuando se construye un árbol filogenético “tradicional”, es decir, empleando el organismo en conjunto, consideramos las similitudes y diferencias entre éstos, dando a cada característica un peso específico, sobre todo para distinguir entre las ligadas a su origen y las que son producto de la adaptación. Con el apoyo de los fósiles no sólo podemos hacer más certera esta valoración, sino que incluimos asimismo el factor del tiempo. Para el caso de árboles filogenéticos moleculares los principios son muy similares, con la diferencia de que a las mutaciones se les da un peso específico, a fin de reconocer parentescos y, con la ayuda de fósiles, antigüedad. Durante su construcción (figura 14), es importante visualizar las tendencias que se presentan, a fin de reconocer ancestros comunes.

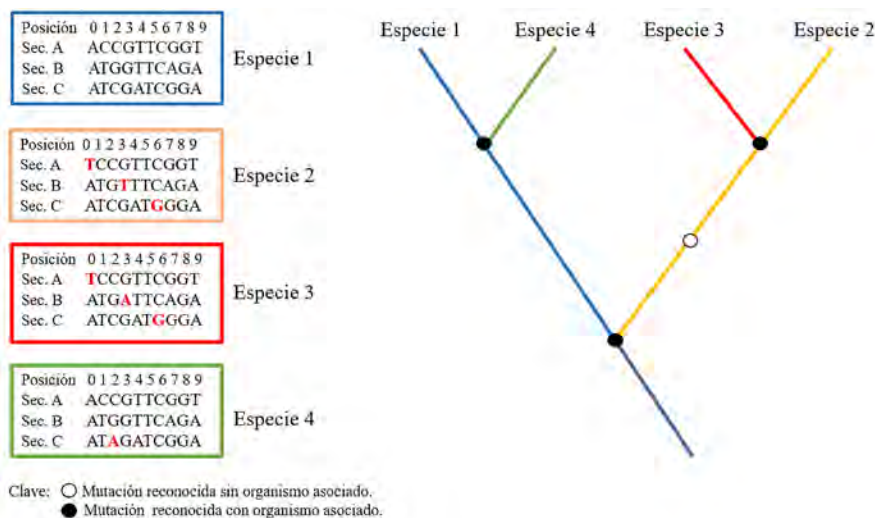


Figura 14. Ejemplo de construcción de un árbol filogenético a partir del análisis de tres secuencias (haplotipos) de cuatro especies (1-4). Al observarlas, se reconoce que las secuencias de las especies 2 y 3 presentan diferencias (pares de bases en rojo) comparadas con las de las especies 1 y 4, indican divergencia del tronco común y ruta independiente con la posterior acumulación de las mutaciones señaladas y, posteriormente, su separación. Entre las especies 1 y 4 sólo existe un par de bases de diferencia en el haplotipo C pero, dado que en uno de los casos (especie 4) se aparta de las especies 2 y 3, se puede considerar indicativo de que la especie 1 es el tronco común y la 4, una especie derivada tiempo después de que divergieron las especies 2 y 3 (Elaboró Raúl Valadez).

Cuando trabajamos la evolución y la filogenia a nivel organismo, se define qué características se manifiestan como distintivas, diríamos exclusivas, de cada grupo y que permanecieron sin profundos cambios con el paso del tiempo, así como cuáles fueron decisivas para su sobrevivencia y adaptación a través de un proceso de selección natural; los primeros nos permiten reconocer la afinidad taxonómica entre especies o grupos y los segundos la cantidad de cambios ocurridos a través del tiempo.

En el caso de la evolución molecular se trabaja con la acumulación progresiva de mutaciones (figura 14) y con lo que eso significa en términos de distancia genética y tiempo transcurrido.

Cuando queremos reconstruir la historia de un grupo a través de un árbol filogenético, debemos partir de ciertas suposiciones (Rodríguez 2013):

1. Los haplotipos empleados tienen un origen común y variaron con el paso del tiempo.
2. Los momentos de divergencia se crean a partir de una rama ancestral de la cual se deriva otra por una mutación que se presenta.
3. Cada par de bases de una secuencia evoluciona independientemente.

En el presente, toda la labor de construcción de filogenias se lleva a cabo a través de programas estadísticos que permiten analizar las diferencias y establecer patrones de cambio, y así crear enormes bases de datos que aseguran resultados confiables.

EL TRABAJO CON EL ADN ANTIGUO

Después del trabajo de Higuchi (1984), los estudios con ADN antiguo se fueron multiplicando (Saiz *et al.* 2012). A finales de la década de 1980, se hicieron las primeras extracciones de ADN humano del hueso y de dientes, cuya antigüedad abarcaba desde unas cuantas décadas hasta más de 5 000 años. Su caracterización exitosa demostró que era factible extraer y manipular el ADN antiguo. Posteriormente, el desarrollo de técnicas de clonación y amplificación de secuencias repetidas de ADN, incluso a partir de pequeños fragmentos, permitieron asegurar la disponibilidad de haplotipos de hasta cerca de doscientos pares de bases.

Sin embargo, el trabajo con el ADN antiguo está lleno de enormes retos, pues una vez que muere la célula la ruptura de las cadenas toma lugar de manera acumulativa y constante, sobre todo por el contacto con el agua, además de modificaciones a nivel molecular, que llevan a una progresiva escasez, aunado a que puede haber casos en los que no se realice la clonación y amplificación del ADN a causa de inhibidores presentes en los extractos, lo que impediría que se obtuviera la información deseada a pesar de que las muestras aparenten estar en buenas condiciones.

Un interesante caso de construcción de un árbol filogenético basado en el ADN antiguo y actual es el del guajolote o pavo doméstico (*Meleagris gallopavo*) (figura 15). En estudios realizados en los últimos años (Speller *et al.* 2010; Manin *et al.* 2018) se ha buscado reconocer diversos aspectos sobre la historia del guajolote doméstico. Para este momento en particular, las preguntas relevantes fueron saber cuál había sido el ancestro silvestre en tiempos prehispánicos, si la domesticación había sido producto de un solo evento o de varios, y qué relación existía entre los guajolotes de tiempos antiguos y los actuales.

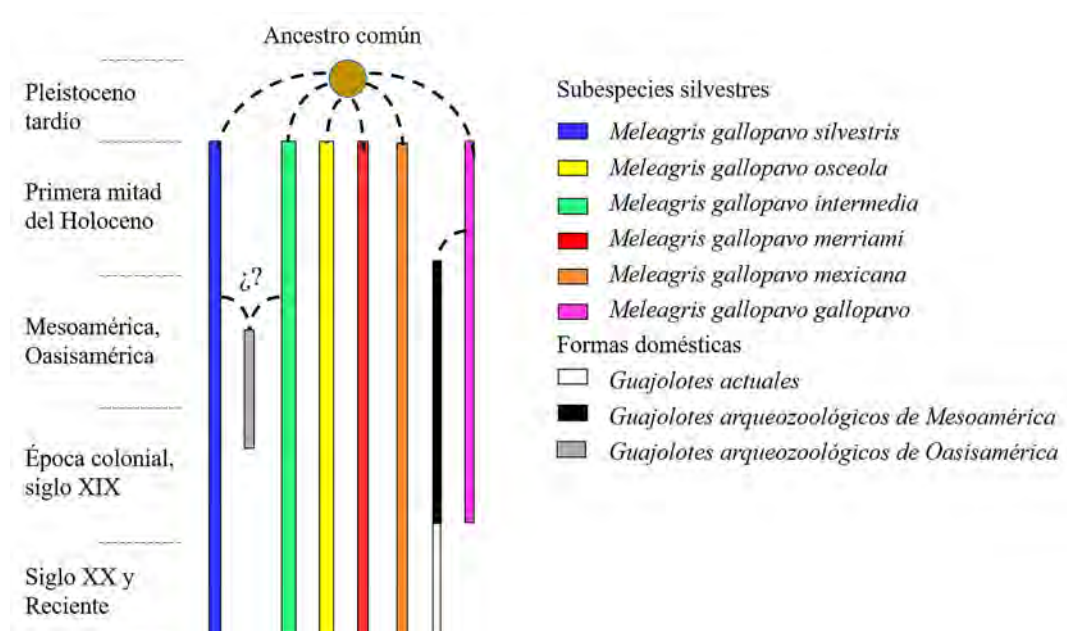


Figura 15. Razas actuales de guajolote (*Meleagris gallopavo*) y formas domésticas derivadas de ellas. La comparación de haplotipos mostró que las poblaciones de Mesoamérica y Oasisamérica tuvieron un origen independiente y todos los organismos domésticos actuales descenden de los guajolotes que vivieron en las poblaciones del México prehispánico (Speller *et al.* 2010; Manin *et al.* 2018; elaboró Raúl Valadez).

Meleagris gallopavo se originó probablemente en el Pleistoceno tardío y a lo largo del Holoceno se derivaron varias razas (figura 15). En los estudios de biología molecular se extrajo el ADNmt y se obtuvieron y prepararon haplotipos de 438 pares de bases en función del genoma completo de ADNmt, disponibles en GenBank, de las secuencias estudiadas por otros autores (Speller *et al.* 2010; Manin *et al.* 2018) y de ejemplares domésticos actuales, de granjas de América y Europa y de restos de organismos de tiempos prehispánicos de Mesoamérica y Oasisamérica.

Los resultados demostraron que todos los pavos domésticos en el mundo descienden de las poblaciones que habitaron en Mesoamérica y éstos, a su vez, de *M. gallopavo gallopavo*, la raza silvestre que existió en el centro de México.

En cuanto a las aves domésticas de Oasisamérica,⁴ las secuencias de ADN no mostraron parentesco con las mesoamericanas, es decir, su origen fue independiente y, de hecho, no fue claro cuál raza habría sido su antecesora. Las dos más compatibles en su ADN, *M. g. silvestris* y *M. g. intermedia*, quedaron como probables opciones, aunque en el segundo caso se consideró más viable que la semejanza fuera producto de eventos de hibridación, ya que comparten territorio.

HIBRIDISMO

Otro de los aspectos relacionados con la historia y el desarrollo de los animales domésticos es la hibridación, en otras palabras, la cruce entre ellos y sus congéneres silvestres.

Hasta hace muy poco era un tema poco abordado, casi diríamos latente, pues no era fácil disponer de elementos para analizar este aspecto, sobre todo si se trataba de casos antiguos. Otra limitación era la certeza de que formas domésticas y silvestres constituían especies diferentes, por lo cual no era viable que los eventos de cruzamiento fueran frecuentes y, por tanto, de relevancia en la historia de la domesticación.

Un caso interesante para ilustrar este aspecto se relaciona con la historia temprana del caballo doméstico (Jansen *et al.* 2010). En *Equus* se observa que el fósil más antiguo, *E. simplicidens* tiene entre uno y tres millones de años de antigüedad. También se ve que el máximo número de mutaciones entre equinos actuales es de 10.1 en haplotipos de 244 pb. Esto significa una tasa de mutación de 1/100 000-350 000 años, sumamente baja si la comparamos, por ejemplo, con la de *Canis* (cuadro 7).

Las evidencias arqueozoológicas de caballos domésticos indican una antigüedad de entre 11 400 y 4 000 años. Hasta ahora es la región entre Kazajastán y Ucrania el lugar donde se han reconocido los restos arqueozoológicos más antiguos (Librado *et al.* 2016; Outram *et al.* 2009), de hace 5 500 años. Esto, más el dato de la tasa de mutación, indica que un origen monofilético, seguido por aislamiento, llevaría a idénticas secuencias entre ancestro silvestre y ejemplares domésticos, algo que no ocurre, pues las poblaciones actuales son bastante diversas en su ADN, lo cual dejó abierta la opción de múltiples centros de domesticación.

⁴ Región ubicada entre el suroeste de Estados Unidos y noroeste de México, donde se desarrolló el sedentarismo, la agricultura y la civilización alcanzó un desarrollo comparable entre inicios de nuestra era y hasta el siglo XII.

La comparación del ADNmt de cebras y fósiles de Alaska estudiados en años pasados dejó ver evidente cercanía genética (Jansen *et al.* 2010) indicando que todos pertenecen a *Equus* y que sus haplotipos podían ser el punto de partida en la evolución molecular del género.

Dada la poca variabilidad observada se determinó una baja tasa de mutación, no obstante en los caballos actuales se observa una gran diversidad genética, situación por demás controversial.

Respecto del origen múltiple, se dice que el manejo de ejemplares silvestres para llevarlos a la domesticación es algo muy difícil, por lo que un origen múltiple, como explicación de la diversidad, es muy improbable. Otra opción es que su rápida expansión haya sido producto de la mezcla constante y deliberada de ejemplares domésticos y silvestres, quizá para incrementar su número y así arraigar su presencia en ciertas zonas o para obtener animales con cierto perfil (tamaño, color, resistencia, etcétera). De este modo la variabilidad observada sería producto de múltiples cruzamientos entre poblaciones.

LA ECOLOGÍA DEL ANIMAL DOMÉSTICO

Hablar de la ecología de un animal doméstico parecería ser, en primera instancia, un asunto de todo y nada, puesto que, si una de sus características es poder vivir dentro del ámbito humano, entonces su ecología es nuestra ecología y abarcaría casi cualquier ámbito en tanto haya presencia del hombre.

En realidad, adentrarse en este tema es involucrarnos algo que es mitad información y mitad reflexión, ya que no se requiere de nuevos datos sino de ubicar los que existen y verlos bajo la lupa de nuevos planteamientos. Sobre todo, hay que analizar en qué medida la designación de especie a un animal doméstico obedece a una condición de individualidad genética, asociada con la ocupación de un nicho, todo ello derivado del aislamiento geográfico y distanciamiento físico, conductual y ecológico con respecto de sus contrapartes silvestres.

EL CONCEPTO “ESPECIE”

Consideremos, en primer lugar, que hablar sobre aspectos de ecología ligados a un organismo en particular involucra, por un lado, reconocer su estatus taxonómico, es decir, saber de qué especie hablamos y, en segundo término, reconocer, a la luz de la información disponible y de la experiencia de quienes le estudian, diversos aspectos que se relacionan con el nicho que ocupa y su forma de vida en función de éste.

Sobre el primer punto, desde que en el siglo XVIII se creó el sistema de clasificación actual, se decidió que los organismos domésticos eran especies diferentes, algo lógico si consideramos que en esa época se pensaba que las especies eran inmutables. En este momento la propuesta partió, principalmente, de sus características morfológicas, complementada por el hecho de que, justamente, su esquema de vida estaba irremediablemente ligado al hombre, de forma que, en diversos casos, no les era posible sobrevivir sin su apoyo.

LAS “ESPECIES” DOMÉSTICAS

Sin embargo, con el paso del tiempo, sobre todo a lo largo del siglo xx, fueron surgiendo dudas acerca de esta condición taxonómica, lo cual finalmente repercutía en toda nuestra percepción sobre el animal doméstico, siendo el punto clave su nivel de aislamiento reproductivo, pues uno de los aspectos que definen el estatus de especie es que la reproducción sólo ocurre entre los individuos que forman parte de la misma.

Para ilustrar esto veamos algunos ejemplos. Hasta hace pocos años el lobo y el perro eran dos formas de organismos perfectamente diferenciables desde el punto de vista taxonómico: *Canis lupus* para el lobo y *Canis familiaris* para el perro. Las bases para esta diferenciación taxonómica provienen desde Linneo, es decir, desde el siglo xviii, aunque fue precedida por muchos siglos de tradición durante los cuales se creó el concepto de que ambos cánidos eran entidades biológicas diferentes, primero y antes que nada, por el ambiente que cada uno ocupaba.

Cuando se creó la designación taxonómica para cada uno se “formalizó” científicamente la idea de que al tratarse de especies distintas todo su esquema biológico debía responder a ello, empezando por su aislamiento reproductivo, es decir, que lobo y perro eran reproductivamente incompatibles. Sin embargo, frente a esta concepción, a la que se aferró con fuerza buena parte del mundo de naturalistas y biólogos, existía una innegable realidad: lobos y perros eran reproductivamente compatibles, desde la fase de celo hasta la llegada de camadas con individuos fértiles.

¿Qué significado tiene todo esto? En el caso del caballo (*Equus ferus*) y el asno (*Equus africanus*) tenemos a dos especies tan distinguibles entre sí como el lobo y el perro, ambas propias de ambientes abiertos, desde estepas hasta semidesiertos. Si bien es posible impulsar su encuentro reproductivo mediante artificios, finalmente el producto resultante, la mula, es estéril, pues, aunque comparten el 97 por ciento de su carga genética, lo suficiente como para dar origen a un individuo, su condición no persiste para posteriores generaciones. La razón de ello es que el primero posee 64 cromosomas y el segundo 62, dando así lugar a un híbrido cuyo juego cromosómico es de 63, aunque se han reconocido casos de mosaicismos, en los cuales el 32 por ciento de las células posee 60 cromosomas y el 67 por ciento restante, 62 (Lozano, Von Chong y Meza 2011), es decir, en el caso de ambos equinos domésticos no hay duda de su condición de especies independientes, partiendo de que los ancestros silvestres son, sin lugar a dudas, especies distintas.

Los dos casos descritos son, en apariencia, equivalentes, pero en realidad son opuestos: lobos y perros eran designados como especies distintas, pero finalmente el primero es el ancestro del segundo y la compatibilidad reproductiva se manifestaba de forma natural; en el segundo caso, caballo y burro, son formas domésticas derivadas

de ancestros silvestres diferentes, por lo que la reproducción sólo surge a resultas del manejo humano, derivándose híbridos generalmente estériles (figura 16).

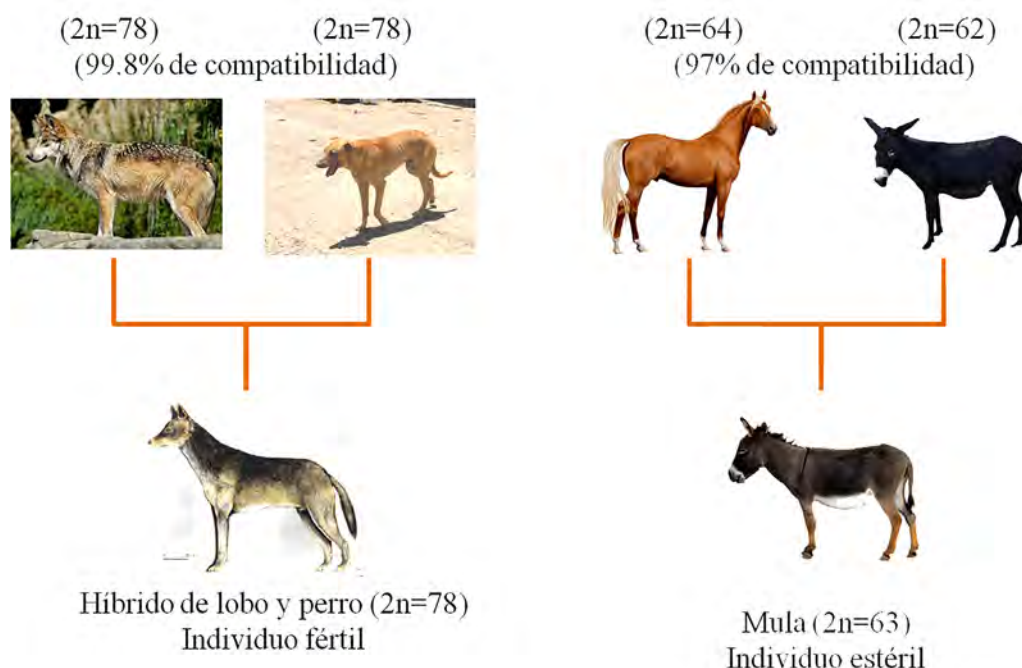


Figura 16. Las cruza de especies domésticas con domésticas o de éstas con silvestres han sido algo que el hombre ha hecho frecuentemente desde tiempos antiguos. En algunos casos, como lobos y perros, los productos son completamente normales, dada la absoluta afinidad genética de los progenitores. En otros casos, como las cruza entre caballo y asno, existe suficiente compatibilidad para permitir la procreación de individuos sanos, aunque las diferencias limitan su potencial, sobre todo en el aspecto reproductivo (imágenes de equinos tomadas de: [//es.kisspng.com/kisspng-6k5d4x/](https://es.kisspng.com/kisspng-6k5d4x/); imagen del lobo tomada de <https://www.queanimal.com/que-comes-el-lobo-mexicano/>; imagen del perro de Raúl Valadez; elaboró Raúl Valadez).

Veamos otro caso, la vicuña (*Lama glama vicuña*), el guanaco (*L. glama guanicoe*) y sus derivados domésticos respectivos, la llama (*L. glama glama*) y la alpaca (*L. glama pacos*) (López Velásquez 2007). Siempre se ha visto a las dos primeras como especies diferentes, incluso durante largo tiempo se ha dado la controversia respecto de la distancia taxonómica de la vicuña, pues hay quienes le consideran un género aparte: *Vicugna vicugna*, y de ahí se desprende que en algún momento a la alpaca

se le designara como *V. pacos*, propuesta que alcanzó mayor fuerza académica al hacerse un estudio de microsatélites de ADN nuclear en el cual se reafirmó la relación entre formas silvestres y domésticas y se dijo que los resultados apoyaban la idea de que el guanaco y la vicuña pertenecían a géneros diferentes (figura 17) (López Velásquez 2007).

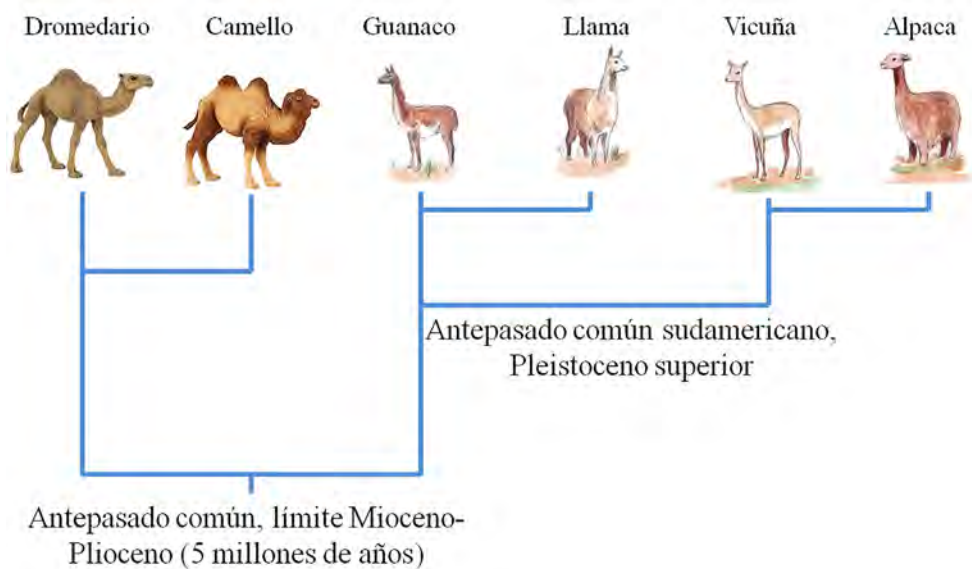


Figura 17. Filogenia de los camélidos actuales. Los estudios recientes del ADN indican que cada especie silvestre sudamericana dio lugar a un derivado doméstico y que los cuatro son muy afines, genéticamente hablando, capaces de cruzarse y tener descendencia fértil; no obstante, en el presente se sostiene la idea de que el guanaco y la llama pertenecen al género *Lama* y la vicuña y la alpaca al género *Vicugna* (López Velásquez 2007; imágenes de dromedario y camello tomadas de <https://www.amazon.es/Papo-2050129-0/dp/B004JQN1UM>; imágenes de camélidos sudamericanos de Baldo, Arzamendia y Vilá, 2013; elaboró Raúl Valadez).

No obstante la contundencia de esta afirmación, todos estos estudios también han demostrado que su cariotipo es el mismo ($2n=74$) y que todos, los domésticos y los silvestres, pueden cruzarse entre sí y producir individuos fértiles (figura 18), siendo los principales limitantes su distribución y la participación humana (Stemmer y Valle 2007; Espinosa, Oliveros y Árias 2008).

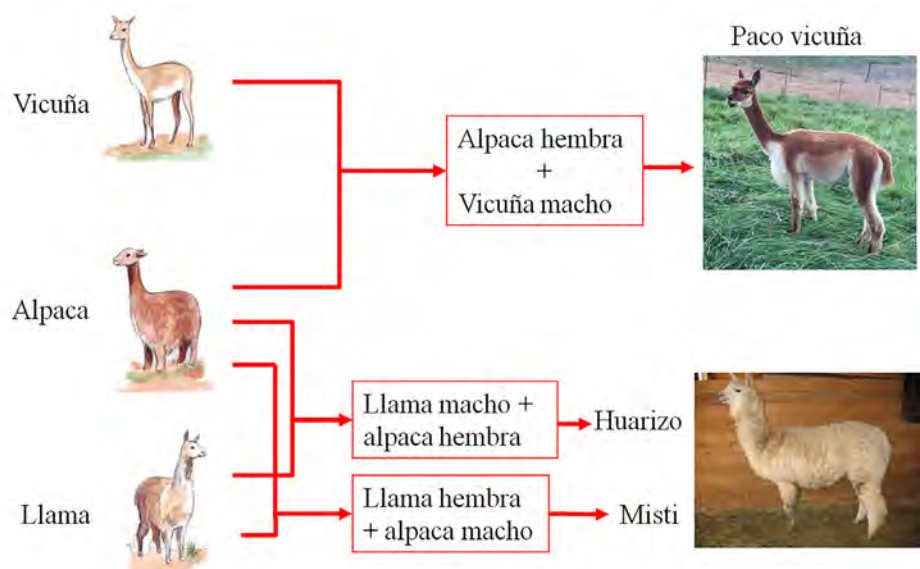


Figura 18. Desde tiempos antiguos fue práctica común en la zona andina la hibridización de camélidos silvestres con domésticos, a fin de mejorar la calidad de los productos, sobre todo la lana. Aunque las cuatro especies pueden aparearse entre sí, los principales esfuerzos se dirigen hacia tres opciones: Paco vicuña, Huarizo y Misti (imágenes tomadas de <https://welcomehomefarm-tj.blogspot.com/2010/07/shearing-llamas.html#.XZs3n25FyM8>; http://infoalpacas.com.pe/wp-content/uploads/2015/03/camelidos.aiza_.org_.pdf y Baldo, Arzamendia y Vilá, 2013; elaboró Raúl Valadez).

¿Qué significado tiene esto para nuestro tema? El punto clave es que, a diferencia de lo que conceptualizamos para el caso de la fauna silvestre, cuando entramos al tema de las formas domésticas llegamos a una controversial realidad: aspecto distinto y ambiente antropógeno no necesariamente implican especie diferente, genética y reproductivamente hablando, y si con las silvestres hay casos cuya condición de especie depende más de su distribución, su conducta y ecología que de su genética, para el caso de las segundas esto es mucho más patente aún, pues es fácil constatar, como lo hemos visto, que la diferenciación entre el individuo doméstico y su antecesor silvestre no tiene relación alguna con su carga genotípica, por muy diferente que sea su morfología.

Sin duda habrá quien argumente que bajo la intervención humana cualquier manipulación a nivel reproductivo es posible, aun tratándose de especies completa y absolutamente diferentes; esto es cierto, pero igualmente lo es que mediante este tipo de manipulaciones se llega a casos en los cuales los productos son estériles o poco

aptos para sobrevivir por sus propios medios, lo cual sólo nos ratifica que aún con los más altos niveles científicos y tecnológicos, no es probable superar las barreras naturales entre especies cuyo espectro biológico los determina como absolutamente independientes y, por otro lado, que cuando la biología promueve la compatibilidad entre dos individuos, la probabilidad de cruzamiento es factible, aun cuando el aspecto externo sugiera otra cosa.

EL ANIMAL DOMÉSTICO: ¿NUEVA ESPECIE O NUEVO HÁBITAT?

Conforme a los argumentos presentados, podemos concluir que los animales domésticos representan un conjunto de organismos mucho más ligados a la genética de las especies silvestres. En función de ello es fundamental reconocer que las diferencias entre unos y otros son producto de cambios acumulados a lo largo del tiempo, de un proceso de adaptación a la presencia humana y su manejo, tal y como lo vimos en el capítulo de genética y las zorras.

Ahora bien, si tomamos esta ruta, significa que todo el esquema que presenta el individuo doméstico con respecto de su antecesor silvestre es simple y sencillamente de condición fenotípica a partir de un genotipo en común, pero que se manifiesta de forma diferente en función de la historia adaptativa de cada uno. Así pues, el animal doméstico no es sino una subespecie, variedad o raza de la especie original, pero adaptada al ambiente humano. Encontramos esta conclusión en el fondo de las propuestas que determinan, por ejemplo, que el perro y el lobo son la misma especie, *Canis lupus*, diferenciándose el perro, a nivel nomenclatura, con el "*familiaris*", de la misma forma como el lobo mexicano es *Canis lupus baileyi*, el lobo de la India es *Canis lupus pallipes* o el de china *Canis lupus chanco*. En estas condiciones, y en función de lo expuesto, lo adecuado sería modificar la denominación específica de todas y cada una de las formas domésticas, partiendo siempre de las evidencias genéticas que determinarían el grado de diferencia entre unos y otros.

NUEVO AMBIENTE, NUEVO FENOTIPO, MISMO GENOTIPO

Pero hay que tener cuidado en el momento de distinguir entre modificaciones derivadas de un proceso adaptativo ligado a la ocupación de un ambiente determinado y modificaciones impulsadas por el hombre a través de la selección artificial. El primero sin duda es el determinante de los cambios básicos, por ejemplo, la mayor tolerancia ante la perturbación humana o la mayor flexibilidad alimentaria, en tanto que el segundo es, más bien, producto de la oportunidad que tiene el hombre de impulsar aquellas modificaciones que se han manifestado, siempre en la búsqueda de algún beneficio.

Pero, además de lo mencionado, existe otra circunstancia que impulsa la aparición de modificaciones, de nuevas características, durante el proceso adaptativo. Dichos cambios se manifiestan, por ejemplo, en la fijación de determinados patrones de coloración o en el desarrollo de pelo más largo o grueso y no parecen estar asociados con alguna ventaja adaptativa. Características de este tipo, tan decisivas en la percepción de las personas para categorizar a un animal doméstico, para fortuna nuestra, son perfectamente explicables dentro de lo que es la evolución de las especies animales (Mayr 1963).

El punto clave parte de que los genes generalmente se relacionan con diversos aspectos del funcionamiento de un individuo, algo ya determinado desde hace décadas, el se denomina pleiotropía (figura 19). Producto de esta condición es que cuando se llevan a cabo cambios genéticos en las poblaciones, promovidos por la selección de caracteres, como, por ejemplo, los hábitos alimentarios más especializados, con el paso de las generaciones puede dar lugar a individuos con una dentición con claras diferencias (respecto al patrón original), pero simultáneamente se empiezan a evidenciar otras características que probablemente no tienen nada que ver con el proceso en sí, como podría ser una franja de color distinto en el cuello. Estos cambios, como se indicó, son el resultado de que al manifestarse de forma distinta la carga de ciertos genes, los cambios involucran mucho más que aquellos caracteres que están desempeñando un papel relevante en el proceso adaptativo, dando lugar a generaciones de individuos que paulatinamente van acumulando múltiples diferencias con respecto de sus ancestros, aunque sólo una parte de ellas se relaciona directamente con el cambio de hábitat.

Un cuarto factor que se manifiesta en la constitución de las poblaciones de animales domésticos es resultado de su existencia en un ámbito donde la ausencia de competidores o depredadores significa menos presiones de selección. Esta circunstancia, que sería equivalente a un “relajamiento genético”, puede promover el aumento de las probabilidades de que aparezcan individuos “peculiares” con cerebros más chicos, por ejemplo, o cuerpos más pesados, denticiones más sencillas, etcétera, y, sin embargo, sobreviven e incluso se reproducen y dejan sus características para la siguiente generación.

Por último, vale retomar el segundo punto, el referente a la fijación de caracteres en función del esfuerzo humano, aspecto que representa en realidad “mejorar y cosechar” todo lo que va manifestándose en las poblaciones en función de lo que se promueve en los aspectos ya indicados, actividad que se remonta a tiempos antiguos, cuando se intentaba mejorar los caracteres que surgían espontáneamente en diversos individuos y se favorecía su reproducción para aumentar su población. Tal es el caso de pieles con lana en vez de pelo, mayor masa muscular, es decir, más carne, o tallas menores que facilitaban su manejo físico.

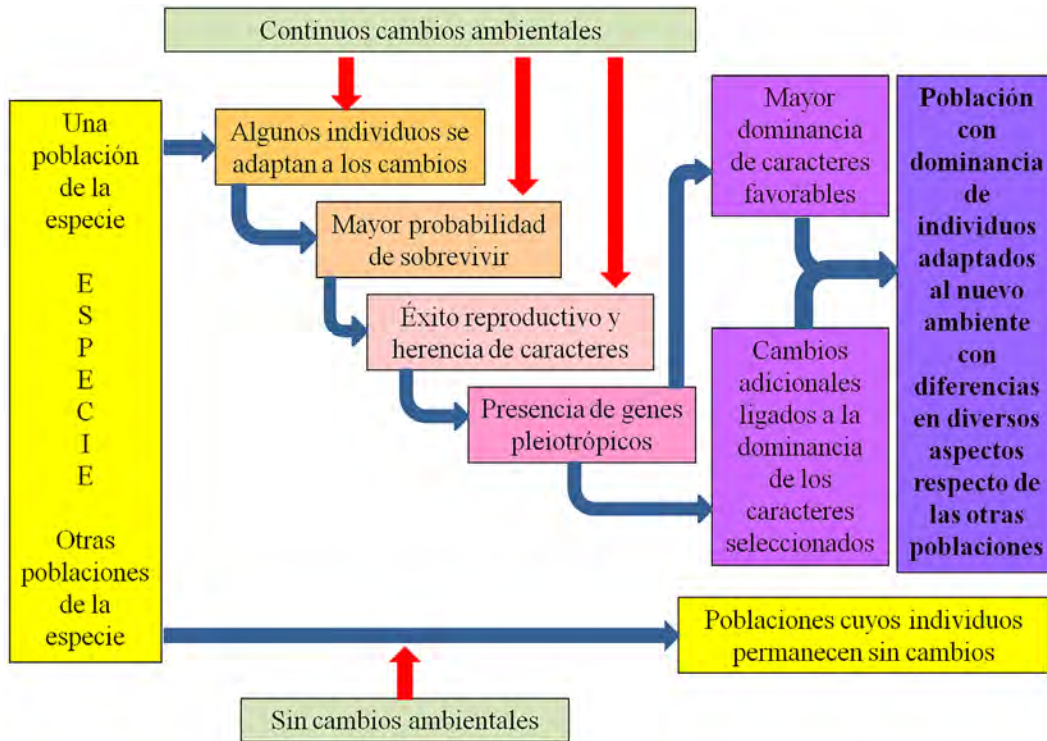


Figura19. Diagrama que muestra la evolución del animal doméstico en función de su adaptación progresiva al ambiente antropógeno y su relación con el proceso de pleiotropía (elaboró Raúl Valadez).

CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS BÁSICAS DEL ANIMAL DOMÉSTICO

Siendo clara la naturaleza de los cambios que presenta un animal doméstico, respecto de su antecesor silvestre, así como de su relevancia en su adaptación al ámbito antropogénico, ¿cuáles serían las características principales de las especies que entrarían a este proceso adaptativo?

Para responder la pregunta veamos el cuadro 8. Los factores señalados son características necesarias, o al menos deseables, para que un proceso de adaptación a lo humano pueda conducir hacia la condición doméstica.

Cuadro 8. Características principales de especies pre-adaptadas al proceso de domesticación

<i>Factor</i>	<i>Condición en especie potencialmente doméstica</i>	<i>Condición en especie no domesticable</i>
Contacto con el hombre	Alta	Baja
Dimensiones	Dentro del espectro humano	Fuera del espectro humano
Nivel de estrés	Bajo	Alto
Vida social	Alta	Baja
Flexibilidad conductual	Alta	Baja
Reconocimiento de líderes	Alta capacidad	Baja capacidad
Capacidad de aprendizaje	Alta	Baja
Necesidades territoriales	Bajas	Altas
Flexibilidad alimentaria	Alta o modificable	Baja o no modificable
Flexibilidad ecológica	Alta	Baja

Elaboró Raúl Valadez.

Los dos primeros aspectos están muy relacionados, sobre todo por su lógica; por un lado, no es probable: que una especie se involucre con la presencia humana si no hay contacto, ya sea físico, ambiental o dimensional. Una especie con todo el potencial para pasar a lo doméstico no lo hará si está lejos del ámbito humano (en una isla a medio océano), en un ambiente claramente diferente (por ejemplo, hábitat marino) o si es tan pequeño (algún constituyente del zooplancton) que, aunque su nicho sea el hombre, sencillamente su esquema de adaptación y evolución será en otro nivel (parasitismo o comensalismo, por ejemplo).

La parte etológica involucra dos ámbitos: por un lado, la habilidad para desenvolverse en ecosistemas que no son lo natural, lo habitual y, por otro, la posibilidad de que a medida que se involucre más y más en el ámbito humano, sea factible el contacto directo con el hombre y su integración al grupo, es decir, no sólo cohabitar el territorio, sino ser parte de la sociedad humana.

Sin duda, y tal como lo vimos en capítulos anteriores, el potencial para que el nivel de adrenalina y, por tanto, de estrés, disminuya, es fundamental, tanto en el momento de ocupar un territorio modificado, como cuando se frecuenta el contacto con el hombre (aunque sea a distancia) y, finalmente, cuando ambos ocupan el espacio físico contiguo y se llega al contacto como tal y a la manipulación de los organismos. Todo este proceso requiere también una fuerte habilidad para modificar sus hábitos y para aprender, pues es poco probable que una especie pueda entrar a lo doméstico si no tolera la presencia humana o si sus hábitos o sus ciclos no pudieran modificarse y con ello ajustarse a los cambios.

Interesante mezcla de aspectos biológicos y etológicos es lo referente a las necesidades territoriales. Por un lado, es fundamental que cada individuo viva en un espacio de tal dimensión y características que sea adecuado para cubrir sus necesidades básicas, es decir, la disponibilidad de alimento, de agua, la formación de una madriguera e igualmente relevante sería la tolerancia a otros individuos de la especie o de competidores cercanos. Para un animal involucrado con el proceso de domesticación es fundamental que esta fuerte fusión de necesidades pueda desarticularse, de tal forma que aun en los casos más extremos la conducta territorial se modifique ante los beneficios obtenidos.

La parte que involucra lo social es asimismo de gran relevancia, pues la sola probabilidad de hacer contacto visual, olfativo o auditivo con hombres puede constituir un obstáculo insuperable si en el acervo genético de la especie no existe la posibilidad de procesarlo y vivirlo como parte de algo cotidiano. Quizá la excepción más relevante sea el gato doméstico (*Felis sylvestris catus*), pues la versión silvestre dista mucho de ser un organismo con habilidades sociales, es de vida nocturna y con un fuerte instinto territorial; pero sabemos que el elemento social no está excluido por completo de la familia, tal y como lo demuestran los leones y, evidentemente existieron aspectos lo bastante relevantes para impulsar que su ritmo diario y sus necesidades de espacio se flexibilizaran, resultando de todo ello la oportunidad de que hombre y gato fueran haciendo contacto, sobre todo en los espacios vespertinos y en el alba.

Dentro de este aspecto social está también el reconocimiento de líderes, que involucra la posibilidad de que conforme la interacción avanza y el manejo por parte del hombre es más fuerte, el animal le ubica como líder del grupo y no sólo como un “mal necesario”. Ciertamente, los esquemas de vida social y jerarquías en los mamíferos y aves pueden ser lo bastante diversos como para poner en duda que los casos de domesticación más avanzados, como los perros (para el primer grupo) o los gallos y gallinas (para el segundo), alcanzaran su condición actual sólo por la gracia exclusiva de la inteligencia humana. En todo caso es más certero concluir que la intensidad de la vida social y la existencia de niveles fueron elementos que desempeñaron un papel fundamental en la evolución del proceso de domesticación.

Para terminar, y con el interés de subrayar lo descrito, es claro que para una población de seres vivos que, por la razón que sea, llega a un ámbito nuevo, su sobrevivencia dependerá primeramente de su potencial genético para adaptarse al nuevo entorno, posteriormente de la intensidad con la que se lleve a cabo la selección natural y, en tercer lugar el tiempo disponible; es decir, el número de generaciones que podrían renovar la población con individuos cada vez más aptos para sobrevivir en el nuevo ambiente (figura 20) y cuyas características van modificándose respecto de sus predecesores.

Este proceso es en sí algo muy conocido desde mediados del siglo pasado (Mayr 1963) y quedó reconocido bajo los principios que definían el proceso de especiación derivado del aislamiento geográfico, fenómeno evolutivo denominado “especiación alopátrica”; en todo caso, lo relevante es cómo podemos aplicarlo al proceso de domesticación animal, algo que retomaremos más adelante.

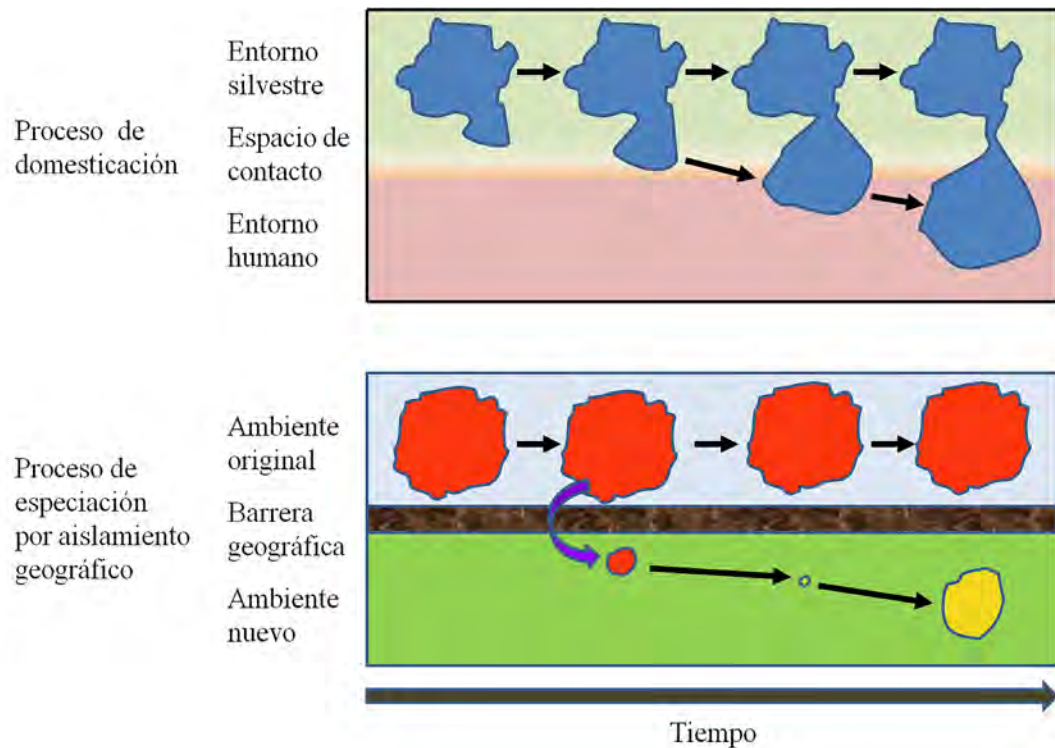


Figura 20. El proceso de domesticación animal (arriba) involucra principalmente la adaptación de especies silvestres particulares al ámbito humano, derivándose poblaciones más y más ligadas al nuevo entorno con características que les diferencian de sus contrapartes, aunque los permanentes flujos de genes entre unos y otros les mantienen como parte de la misma especie. Esta dinámica supone aspectos parecidos a lo que ocurre en el proceso de especiación (abajo), en el cual una o varias poblaciones de una especie se introducen (o llegan accidentalmente) a un ambiente nuevo, promovándose a través del aislamiento y las diferencias ecológicas, un fuerte proceso de selección natural y cambios en su genotipo (proceso denominado “revolución genética”), derivándose nuevas poblaciones más y más diferentes de las de la especie original. Si la barrera se rompe en un plazo relativamente breve, los flujos genéticos se manifestarán y quizá todo quede como una nueva subespecie, pero si el aislamiento continúa, al final se dará lugar una nueva especie (elaboró Raúl Valadez).

LA ARQUEOZOOLOGÍA DEL ANIMAL DOMÉSTICO

Hemos visto repetidas veces el interés que despierta el origen de cada forma doméstica, desde el momento mismo en que se originó, el ancestro silvestre involucrado, la región donde se realizó el proceso y hasta el esquema de interacción con el hombre. Sin duda la llegada de la biología molecular a este campo ha significado un enorme avance al respecto, tal y como lo vimos en el capítulo correspondiente; sin embargo, muchas de las preguntas relacionadas con la antigüedad o espacios donde tuvo lugar la domesticación, no se pueden responder a través de esta disciplina.

Dada la relevancia de poder reconstruir la dinámica en la que se forma un animal doméstico como, por ejemplo, la antigüedad, la cultura involucrada, los factores ambientales y antropógenos presentes, los primeros momentos de aprovechamiento y su dispersión posterior, ciertamente se requiere mucho más de lo que el ADN puede darnos; de hecho, la única fuente confiable para obtener esta información son los hallazgos arqueológicos, principalmente los restos óseos descubiertos en contextos del pasado, área que compete a la investigación arqueozoológica.

LA INVESTIGACIÓN ARQUEOZOOLOGICA

Muchos de los hallazgos arqueológicos que involucran el origen de la fauna doméstica son lo bastante antiguos como para asegurar que se trata de fósiles, por lo que, en sentido estricto, estaríamos hablando de estudios paleontológicos. Sin embargo, desde la perspectiva de los métodos de estudio y porque en todos estos casos una cultura está involucrada o se busca la asociación de los restos animales con las actividades humanas, es normal que los casos ligados a la domesticación queden dentro del campo de la arqueozoológica.

En común con la paleontología, la fuente primaria de información arqueozoológica son restos orgánicos, mayormente huesos, pertenecientes a los organismos domésticos, así como aquellos que permiten ubicar el contexto humano pero, a diferencia de la paleontología, la investigación incluye manifestaciones humanas como, por ejemplo, espacios de control, instrumentos para su manejo, productos elaborados

con sus partes, representaciones de ellos, es decir, todo lo que aparece en el contexto arqueológico y que forma parte del universo de interacción entre hombre y animales viviendo en su entorno.

Veamos primeramente lo relacionado con los huesos. Aunque se trata de elementos orgánicos que constituyen parte fundamental de uno de los grandes grupos animales que pueden ser estudiados en los contextos antiguos, pocos investigadores poseen los conocimientos necesarios para transferir la información anatómica a parámetros taxonómicos de género o de edad. En términos generales, se requiere de una buena capacidad de observación y un adecuado soporte de colecciones comparativas, obras escritas y bases digitales para abordar el estudio de los huesos y es muy importante tener absoluta claridad de que la determinación de aspectos que comprenden la domesticación no sólo abarcan el reconocimiento del tipo de organismo presente, sino de otros parámetros, como abundancia y distribución poblacional, por citar algunos (figura 21). Afortunadamente existen múltiples obras dedicadas a proporcionar la información básica, por lo que en este momento, el objetivo es analizar los aspectos que implican el factor doméstico en el ámbito arqueofaunístico.

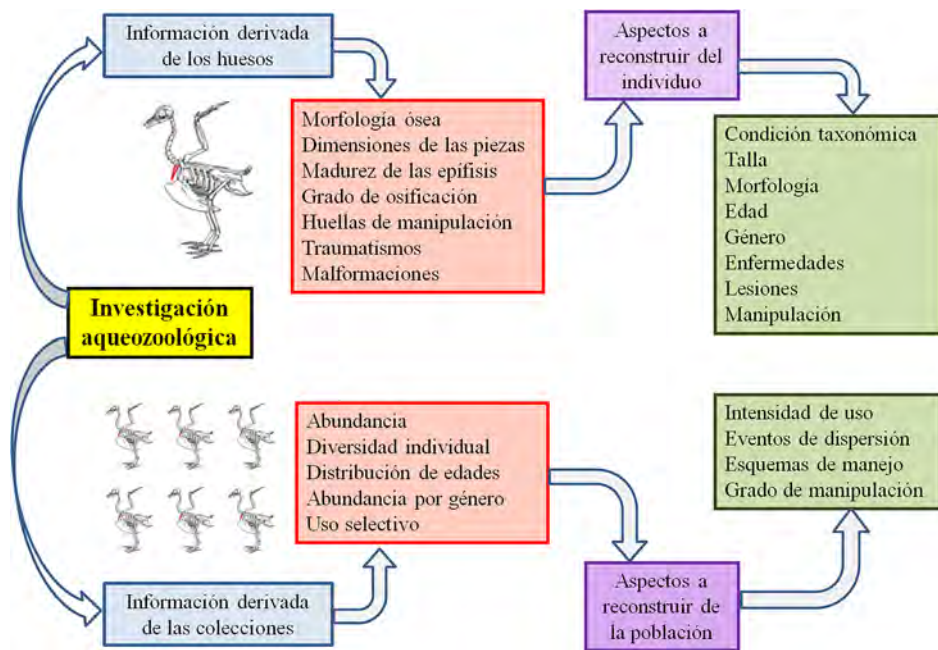


Figura 21. Rutas que abarca la investigación arqueozoológica y el tipo de conocimiento que se genera. Este procedimiento, aplicado a lo doméstico, permite llegar hasta la reconstrucción de individuos, determinación de esquemas de manejo, la diversidad de usos y la forma como estaban constituidas las poblaciones de animales dentro del espacio humano (elaboró Raúl Valadez).

La investigación arqueozoológica relacionada con los animales domésticos se limita casi por completo a los vertebrados, mayormente mamíferos y aves, pues aparte de ellos sólo los insectos tienen una historia de domesticación abordable en la perspectiva histórica, pero sus restos difícilmente sobreviven al paso del tiempo. Debido a ello, la orientación que se dará a este capítulo, salvo algunas excepciones, se dirige a los primeros dos grupos.

EL ESTUDIO DE LOS INDIVIDUOS

Los huesos (y los dientes para el caso de mamíferos) son un buen reflejo del individuo y siempre nos ofrecen una opción para definir quién era su dueño. Sus características morfológicas y dimensiones permiten reconocer a la especie correspondiente y las dimensiones de los organismos.

Un caso muy interesante es la relación entre el camélido sudamericano, la forma de los incisivos y la distribución del esmalte en la pieza (Wheeler 1982). Gracias a esta relación podemos reconstruir no sólo la presencia de tal o cual camélido, sino su abundancia a partir de los dientes descubiertos (figura 22).



Figura 22. Entre los camélidos sudamericanos es posible reconocer silvestres y domésticos a través de las características de los incisivos, lo que permite ubicar su presencia en los contextos arqueológicos sin necesidad de hallazgos de ejemplares completos (figuras de camélidos de <http://www.tourparquenacionallauca.com/blog/115/conociendo-mas-la-fauna-del-altiplano-chileno-camelidos-.html>; figura elaborado Raúl Valadez.)

Veamos ahora la figura 23. En ella tenemos a dos guajolotes (*Meleagris gallopavo*) machos, uno silvestre (izquierda) y uno doméstico (derecha). A primera vista la mayor diferencia es la coloración, ya que el primero posee un plumaje iridiscente y más llamativo, pero se trata de algo que no se preserva a nivel arqueológico. No obstante si se estudia los esqueletos, se podrá observar que las quillas (esternón) son bastante diferentes (Gilbert, Martin y Savage 2006), pues en los segundos este hueso es más grueso y de morfología más sencilla, resultado de un proceso de domesticación en el cual se ha favorecido el cuerpo con mayor masa muscular (que requiere de un mayor soporte óseo), con el fin crear a organismos que proporcionan mayor cantidad de carne. Este proceso también deriva en la disminución de su habilidad de vuelo, aunque esto no afecta la sobrevivencia de las poblaciones domésticas por el cuidado que les proporciona el hombre. La conclusión derivada de estos dos ejemplos es que a través del estudio arqueozoológico podemos diferenciar entre especies o razas y reconocer aspectos de la domesticación que modifican el esquema de vida de los organismos.

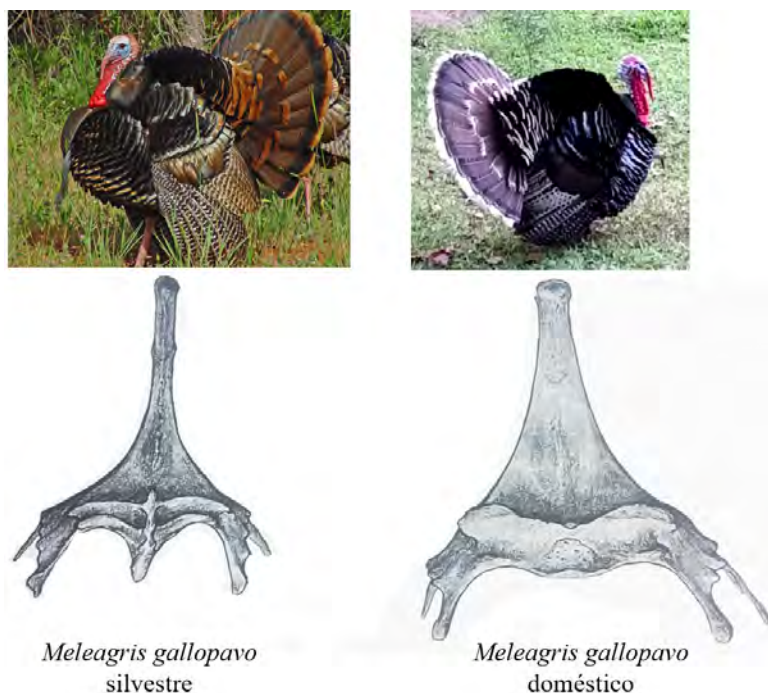


Figura 23. Aunque a primera vista un guajolote silvestre y uno doméstico sólo difieren por la coloración de las plumas, a nivel óseo, por ejemplo, en la quilla, se observan diferencias que permiten reconocer la condición doméstica (imagen de guajolote silvestre de <https://www.pinterest.com.mx/pin/546624473492695864/> y de guajolote doméstico de <https://www.youtube.com/watch?v=6q--OBGZiMw>; elaboró Raúl Valadez).

A través de la morfología y la morfometría de los huesos y dientes podemos también disponer de la información suficiente para reconocer las dimensiones y forma del organismo, su estatus taxonómico e incluso su condición genérica. Así, por ejemplo en el caso de los camélidos sudamericanos es posible determinar el sexo a partir del tamaño de los caninos y de algunos aspectos relacionados con la forma y robustez de la pelvis (Kaufmann *et al.* 2013); en el caso de los perros, el género se reconoce a través de la pelvis (figura 24) y en diversos aspectos del cráneo y dentario (Blanco, Valadez y Rodríguez 2009) (figura 25).

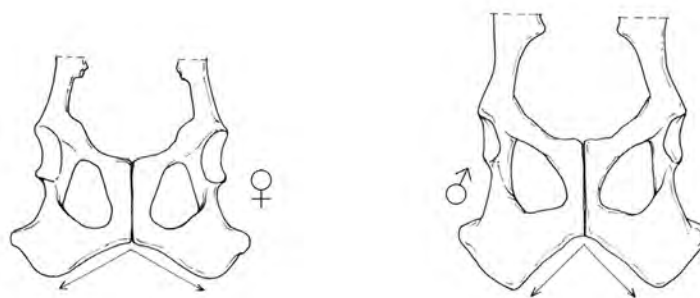


Figura 24. En muchos mamíferos la forma de la pelvis y el género están ligados por la labor del parto. En los perros, el isquion de las hembras (izquierda) es amplio y presenta un arco abierto en la parte posterior, para facilitar el paso del feto. En los machos (derecha), el arco es cerrado y la pelvis es robusta y comparativamente angosta (figura de César Fernández).

Uno de los momentos más relevantes en todo el proceso de domesticación se asocia con la crianza de la prole dentro del territorio humano, incluso en el propio espacio habitacional. Esta situación se reconoce por la presencia de crías y juveniles, circunstancia anormal cuando se trata de especies silvestres o cautivas. ¿Y cómo reconocemos un ejemplar inmaduro a través de los huesos? En este punto es necesario destacar que tanto en mamíferos como en aves podemos reconocer el nivel de desarrollo del individuo de distintas formas.

En primer lugar, tenemos la diferencia entre cría y adulto en función del desarrollo del tejido óseo. Las primeras presentan huesos de apariencia porosa y de poco detalle debido a que parte de su constitución es cartilaginosa (figura 26). En segundo lugar, las zonas articulares en los huesos largos (denominadas epífisis), además de su apariencia poco definida, están separadas del “tubo óseo” (denominado diáfisis), debido a que en el individuo vivo hay zonas de crecimiento del tejido entre ambas partes del hueso, lo cual lleva a que diáfisis y epífisis se mantengan “adheridas” mediante cartílago mientras dure el crecimiento, soldándose y convirtiéndose en un solo elemento óseo

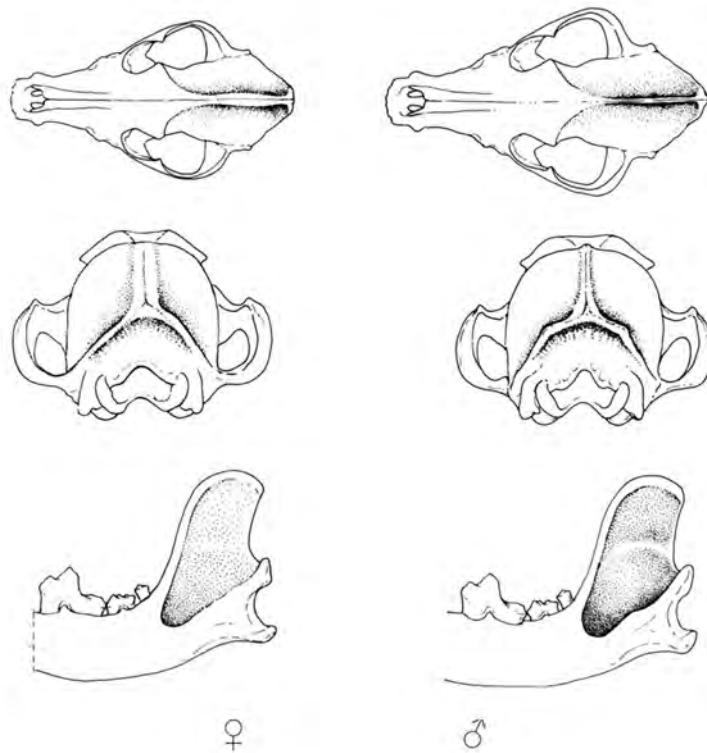


Figura 25. Mayor tamaño de los caninos y musculatura mandibular más desarrollada son dos características que en diversos mamíferos permiten diferenciar a machos y hembras. Sobre en los perros, el músculo masetero de los machos promueve un desarrollo más prominente de una cresta sagital y occipital más ancho en la parte superior, con claros rebordes que se unen a dicha cresta, así como una fosa más profunda en la rama del dentario. El grado en que se manifiesten estas características varía según la raza e igualmente varía en función de la subespecie o especie de *Canis*, pero los principios mostrados son básicamente los mismos (figura de César Fernández).

cuando se alcanza la condición adulta. Estos esquemas son más notorios cuanto más joven sea el individuo y van desapareciendo conforme se llega a la madurez física.

En muchas ocasiones aparecen restos que cuando se revisan o miden llevan a la conclusión de que sus características morfológicas no corresponden a lo esperado, por lo que su condición de “anormalidad” en el sentido osteológico es lo más notorio. A este respecto podemos manejar varias opciones (figuras 27-29):



Figura 26. Diferencias entre húmeros a), b) y tarsometatarsos c), d) de guajolote (*Meleagris gallopavo*) pertenecientes a un individuo inmaduro (dos meses de edad) a), c) y un adulto b), d). Además de las diferencias en tamaño, los huesos del primero son de consistencia porosa y las zonas de articulación manifiestan poco detalle, dando la apariencia, de que aún “no están terminados” (fotografías de Rafael Reyes).

1. Individuos cuyas características les diferencian de la media poblacional, por ejemplo, más chicos o más grandes, de miembros más cortos o más largos. Esto se puede ver con más facilidad justo entre la fauna doméstica (figura 27) y puede ser producto de diversas circunstancias, por ejemplo, selección artificial o deriva génica.

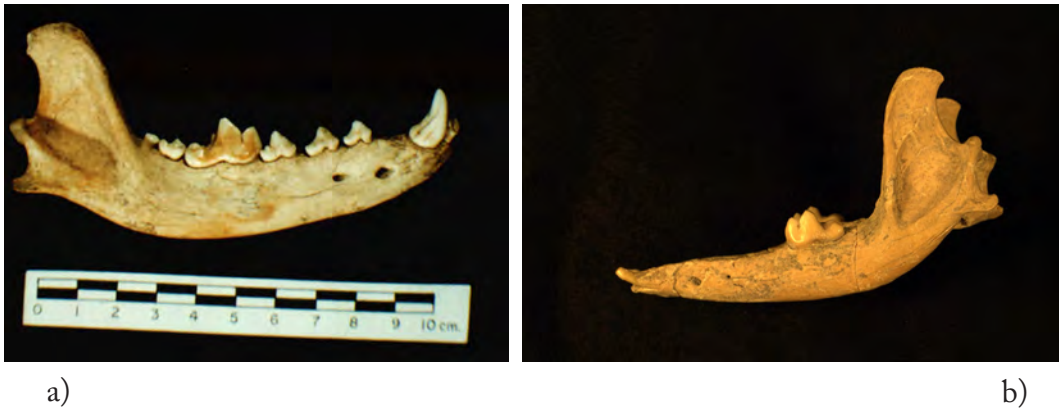


Figura 27. a), dentario de un perro (siglo XVI dC) con toda su batería dental y b), dentario de un perro pelón mexicano o xoloitzcuintle (siglo VIII dC). La mutación que promueve la ausencia de pelo también lleva a que los adultos sólo posean incisivos y molares. Se considera que esta raza apareció a través de una mutación espontánea de condición dominante (Valadez, Götz y Mendoza 2010; fotografías de Rafael Reyes).

2. Individuos que manifiestan alguna anomalía en algún hueso o región, lo cual conduce a la idea de que se trata de un organismo con una malformación o padecimiento congénito (figura 28).

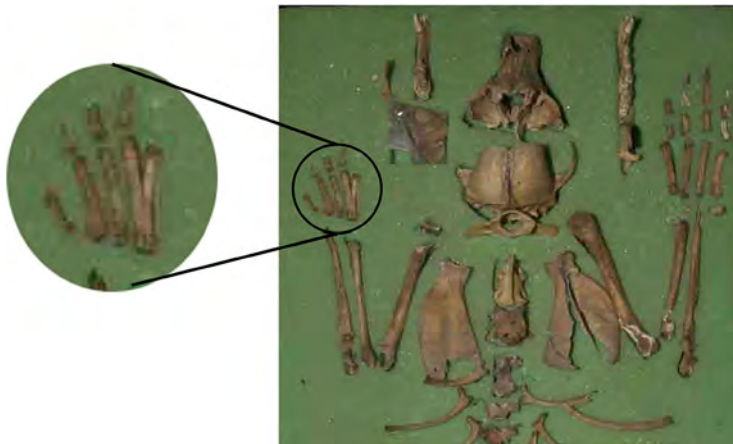


Figura 28. Porción anterior de un perro mesoamericano (siglo VII dC) cuyo miembro anterior izquierdo presenta huesos más cortos, algunos metacarpos soldados; otros, junto con las falanges, muestran desarrollo incompleto y la mano carecía de falangetas. Médicamente se determinó que este perro había tenido una braquidactilia de origen congénito (Valadez *et al.* 2000; fotografía de Rafael Reyes).

3. Huesos que presentan formas no naturales, producto frecuente de la acción humana, bien por algún acto realizado con el propio organismo o por actividades llevadas a cabo sobre el hueso mismo como cocimiento o manufactura (figura 29).



Figura 29. a) Húmero de un guajolote doméstico, sexo masculino (siglo I dC) cuya forma anormal fue el resultado de la manipulación que llevó a su fractura y una mala recuperación (Medina *et al.* 2020). b) Diáfisis de un hueso largo trabajado para convertirlo y usarlo como tubo (fotografías de Rafael Reyes).

EL ESTUDIO DE LAS POBLACIONES

La directriz de una investigación arqueozoológica lleva necesariamente a la creación de una base de datos cuyo acervo se constituye en poblacional (figura 21). Para el caso de la fauna doméstica, en la medida que podemos analizar un conjunto de restos de diversos individuos pertenecientes a una misma especie, época y lugar podemos abordar aspectos que hablan del conjunto de animales que vivieron y se utilizaron en un momento determinado dentro del espacio humano que estudiamos.

Uno de los aspectos que se derivan de este nivel es el reconocimiento de la abundancia de cada especie reconocida, lo que permite evaluar la importancia de las

formas domésticas en comparación con las silvestres en nuestro sitio de estudio o bien comparar los resultados para diferentes épocas o entre diferentes sitios. El estudio de la población arqueozoológica permite definir igualmente el grado de diversidad individual, por ejemplo, a nivel género o por edades, aspectos muy relevantes, ya que de esta forma podemos definir esquemas de manejo, preferencias y uso selectivo. Así, por ejemplo, si en un sitio encontramos una forma doméstica y el conjunto manifiesta abundancia y diferentes edades, sobre todo presencia de crías, entonces podemos concluir que se les criaba en ese lugar, incluso hasta el grado de ser un espacio de producción, pero si sólo aparecen adultos, aunque sean domésticos, es más probable que estos animales fueran adquiridos en alguna operación de trueque o comercio.

Cuando realizamos estas comparaciones entre diferentes épocas podemos notar aspectos como cambios en la relevancia de las diferentes especies a lo largo del tiempo, tanto en lo productivo como en lo simbólico, modificaciones en los esquemas de uso, aparición de nuevas formas, diríase razas, de cierto animal doméstico, producto de procesos de selección artificial o por la llegada de nuevas variedades desde otra región.

Veamos algunos casos ilustrativos. Borregos (*Ovis aries*), cabras (*Capra hircus*), bovinos (*Bos taurus*) y cerdos (*Sus scrofa*) domésticos son reconocidos en el registro arqueozoológico en Medio Oriente a partir de finales del Pleistoceno (10-12 mil años antes del presente). Durante el Neolítico, hace unos nueve mil años, se inició su expansión en Europa, bien como resultado de la interacción entre culturas o como producto de los movimientos humanos, siendo estos animales parte del “equipaje” que llevarían con ellos y, obviamente, sin idea alguna de si habría o no concordancia entre el animal, su ambiente original y el nuevo. El registro arqueozoológico indicó que hacia el 8500 antes del presente ya se encontraban en Grecia, quinientos años después en Bulgaria y para el 7000 en Ucrania, los Alpes y la cuenca del Danubio (Bokönyi 1988). La abundancia registrada en diversos sitios mostró que, conforme se avanzaba a climas más templados disminuía la cantidad de borregos y cabras, no así la de los bovinos y cerdos. Esto se interpretó como el resultado de que los dos primeros son animales propios de regiones cálido-secas, lo que derivó en problemas de adaptación, pero los dos restantes, al ser propios del bosque y del ambiente templado, no tuvieron problema en continuar hasta llegar a las costas del Mar del Norte.

Consideremos otro ejemplo. En la zona andina los camélidos han sido objeto de interés por su relevancia en la historia y desarrollo de las culturas de la zona. La costa norte de Perú representa un límite en el área de distribución de estos animales y, por tanto, es relevante reconocer tanto los esquemas de uso como si las poblaciones de camélidos arqueozoológicas son de condición local o fueron transportados desde otras zonas.

Un estudio en la llamada parte baja del valle de Chicama, relacionada con la denominada cultura Lambayeque (siglos VI-XIII dC) (Kent, Vásquez y Rosales

2001) intentó reconocer las circunstancias que determinaron la presencia de restos de veintiún camélidos depositados en entierros. A través de las medidas de huesos y características de los dientes, trece de ellos fueron identificados principalmente como llamas, acompañadas de una o dos alpacas, probablemente algún guanaco y un híbrido de guanaco y llama.

La presencia de todas estas formas permitió concluir que esta cultura realizaba actividades de pastoreo de condición mixta (llamas, alpacas y guanacos juntos); producto de este manejo fue la presencia de individuos con diversas anomalías genéticas, como, por ejemplo, polidactilia, lesiones poróticas en las ampollas auditivas y variación en patrones de erupción y desgaste dental. Esta reconstrucción coincide con los esquemas tradicionales de pastoreo actuales, que buscan mantener la variabilidad genética y su vigor, favoreciendo el cruzamiento entre diferentes tipos. De esta forma, mediante el estudio de los organismos descubiertos, fue posible reconocer que se trataba de una población local, no obstante encontrarse en el límite de su distribución.

Un muy interesante aspecto que se relaciona con la determinación de la edad de las crías y juveniles arqueozoológicos es que conforme se va reconociendo el ciclo reproductivo de cada especie involucrada y combinando la época probable de nacimientos, más la edad que tenían los individuos al morir, podemos determinar el momento del año en el que se dio el evento en el cual estos ejemplares dejaron de existir. Por ejemplo, en el caso de los perros del México antiguo (Blanco, Valadez y Rodríguez 2009), un ejemplar arqueozoológico de cuatro meses de edad, debió morir muy probablemente entre agosto y septiembre o entre febrero y marzo, ya que las camadas nacen entre mayo y junio o entre noviembre y diciembre (los perros tienen dos periodos gestacionales al año), y de ahí que al sumar los cuatro meses de vida obtenemos un momento probable de su fallecimiento (figura 30). Este dato no es exacto, pues deja abiertas dos opciones, pero sin duda es relevante ya que permite delimitar el momento de un suceso histórico en uno o dos momentos probables. Esta relación entre la edad de individuos inmaduros y el momento en el que murieron es un dato muy relevante en nuestro conocimiento sobre la dinámica del sitio de estudio, tal y como lo describen Kent, Vásquez y Rosales (2001) al analizar la arqueofauna de camélidos sudamericanos:

...la presencia de un animal cuya edad fue determinada en alrededor de tres meses sugiere que al menos algunos de los entierros tuvieron lugar durante los meses de marzo a mayo, al fin de la estación de lluvia en la zona, al comienzo del invierno.

Fases del ciclo reproductivo	Meses del año											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Celo												
												
Gestación												
												
Lactancia												
												

Figura 30. Desarrollo anual del ciclo reproductivo en perros. Gracias a su regularidad podemos reconocer el momento probable de la muerte de un ejemplar si éste tenía menos de un año de edad. Uniendo las probables fechas con otros hallazgos, por ejemplo, la presencia de especies con ciclos de vida anual o restos de frutos de temporada, es factible limitar el evento a un solo momento el año (elaboró Raúl Valadez).

LO SILVESTRE, LO CAUTIVO Y LO DOMÉSTICO

En una colección arqueozoológica siempre es probable reconocer restos de organismos silvestres que habitaban la zona o se empleaban de diversas formas e igualmente podríamos encontrar restos de animales cuya evidencia sugiere que, sin ser domésticos en el sentido estricto de la palabra, vivieron dentro del espacio humano, a veces bajo control del hombre y a veces sólo por los beneficios obtenidos. ¿Qué herramientas tenemos para distinguir unos de otros?

En la información presentada en páginas anteriores con frecuencia se ejemplificó cada aspecto con organismos domésticos, pero ¿cómo reconocer a uno de ellos, en contextos tan antiguos que llevan a pensar que la domesticación como tal estaría

en sus fases iniciales? En una colección de este tipo, y además grande y diversa, ¿cómo podemos reconocer a los individuos que podrían ser domésticos de aquellos que, sin serlo, pudieron vivir en el territorio humano?

En el cuadro 10 mostramos diversos criterios que nos permiten distinguir a un animal doméstico en el registro arqueozoológico, de uno silvestre y junto con ello las diferentes variantes que podemos encontrar.

En este mismo cuadro tenemos una lista de aspectos que demuestran la condición de cada forma animal. En algunos casos éstas derivan del estudio de los propios individuos, en otros a partir de las poblaciones arqueozoológicas y el ambiente y, por último, están las que se reconocen por objetos diversos hechos por los hombres, pero que se relacionan con los animales, desde sus representaciones hasta instrumentos para su manejo y control.

Lo primero que debemos considerar es la distribución por edades. Si todos los individuos reconocidos son adultos, ocasionalmente algún subadulto, es casi seguro que estamos frente a fauna silvestre, ya que las crías o juveniles no son objeto de interés, por su talla, porque se encontraban en las madrigueras o bajo la protección de las madres; por otro lado, si vemos individuos de diversas edades, sobre todo con poco tiempo de vida, puede uno considerar que nacieron dentro del territorio humano y, por tanto, son muy probablemente de condición doméstica y si lo que tenemos es la presencia clara de juveniles, con poca o ninguna presencia de crías, entonces quizá se trata de organismos sustraídos de las madrigueras o del nido y mantenidos cautivos por un cierto tiempo (figura 31).

Podemos relacionar el uso diferencial de machos o hembras con el estatus de la especie. En las que son producto de la cacería vemos generalmente dominancia de individuos masculinos porque son presas más grandes, que muchas veces viven de forma solitaria, porque se dejan ver más fácilmente, incluso dentro de las tradiciones de muchas culturas antiguas la cacería de hembras se restringía por su importancia en el ciclo reproductivo de la especie, al mismo tiempo que se estimulaba la captura de machos por sus dimensiones o porque la presencia de ciertas partes como los cráneos completos, los cuernos, las astas, los caninos, los espolones, las plumas grandes y coloridas y los genitales, podían ser trofeos de gran valor simbólico.

Cuadro 10. Principales esquemas de relación hombre-animal reconocibles a partir de la evidencia arqueológica

<i>Fuentes de información</i>	<i>Caso 1</i>	<i>Caso 2</i>	<i>Caso 3</i>	<i>Caso 4</i>
Derivadas del hueso	Dominancia de individuos adultos. Mayor presencia de machos	Presencia de individuos de diversas edades. Presencia similar de machos y hembras	Mayor presencia de individuos juveniles. Presencia similar de machos y hembras.	Presencia de individuos de diversas edades. Presencia similar de machos y hembras.
Derivadas de las poblaciones arqueozoológicas	Los restos no muestran diferencias respecto a los organismos silvestres. Los restos generalmente no manifiestan evidencia de enfermedades o lesiones. Los organismos se encuentran en lugares donde viven de forma natural.	Los restos muestran diferencias respecto a los organismos silvestres. Los restos pueden presentar evidencia de enfermedades o lesiones. Los organismos pueden aparecer en sitios donde no existen de forma natural Individuos silvestres y domésticos de forma simultánea.	Los restos no muestran diferencias respecto a los organismos silvestres. Los restos pueden presentar evidencias de lesiones. Los organismos pueden aparecer en sitios donde no existen de forma natural. Individuos silvestres y domésticos de forma simultánea. Presencia de instrumentos relacionados con su control . Representaciones de escenas de captura.	Los restos pueden o no presentar diferencias respecto de los organismos silvestres. Los organismos se encuentran en lugares donde viven de forma natural. Presencia de individuos silvestres y e individuos “peculiares”. Presencia de instrumentos relacionados con su captura.
Derivadas de elementos elaborados por el hombre	Presencia de instrumentos relacionados con su captura. Representaciones en las que se destacan elementos silvestres.	Presencia de instrumentos relacionados con su manejo . Representaciones en los que muestran asociación con lo humano.		Representaciones en las que se enfatiza su abundancia en el entorno silvestre, cerca del ámbito humano.
Condición del organismo	Silvestre	Doméstico	Cautivo	Protodoméstico

Elaboró Raúl Valadez.

Si, por el contrario, tenemos una igual cantidad de machos y hembras o incluso más de estas últimas, entonces muy probablemente estamos frente a organismos domésticos, pues en estos casos la sobrevivencia del rebaño o del grupo está en función de que se tengan ejemplares de ambos sexos; incluso para asegurar la pervivencia del grupo de organismos domésticos, con menor cantidad de individuos, la mejor opción es constituir un grupo con varias hembras, la prole respectiva y uno o dos machos que funcionen como sementales.



Figura 31. (Izquierda) restos arqueozoológicos de un lobezno de cuatro meses de edad descubierto al pie de un templo ubicado en el sitio arqueológico maya de Hunchavín (derecha) de mediados del primer milenio de nuestra era (Blanco, Rodríguez y Valadez 2007). El ejemplar se mantuvo vivo hasta el momento de su sacrificio y deposición, a modo de ofrenda, junto con más de veinte crías de perros. Hunchavín se encuentra a unos 1 000 kilómetros del límite sur de su distribución natural (Hall 1981), por lo que se trató de una cría extraída de su madriguera cuando tenía tres o cuatro semanas de vida, transportada y mantenida cautiva varias semanas hasta el momento de su sacrificio (fotografía de Rafael Reyes, mapa de Raúl Valadez).

El tercer criterio es sencillamente el resultado de la evolución del proceso de domesticación que deriva en organismos morfológicamente diferentes respecto de sus contrapartes silvestres. Cuando tenemos restos de animales cuya identificación taxonómica permite reconocer a la especie, pero con una morfología y dimensiones que los identifica como distintos de lo esperado, entonces es muy probable que estemos frente a un caso de domesticación (figura 32). Generalmente el grado de diferenciación entre unos y otros depende en buena medida del tiempo que lleva el proceso bajo control humano, de modo que en contextos antiguos quizá las diferencias sean pocas y, por tanto, se requiera del uso simultáneo de criterios adicionales. En estos casos, en los que tenemos evidencia de animales que no muestran diferencias morfológicas notables respecto de lo silvestre, pero en otros aspectos parecen estar ligados a lo antropógeno, se les califica como “protodomésticos”.

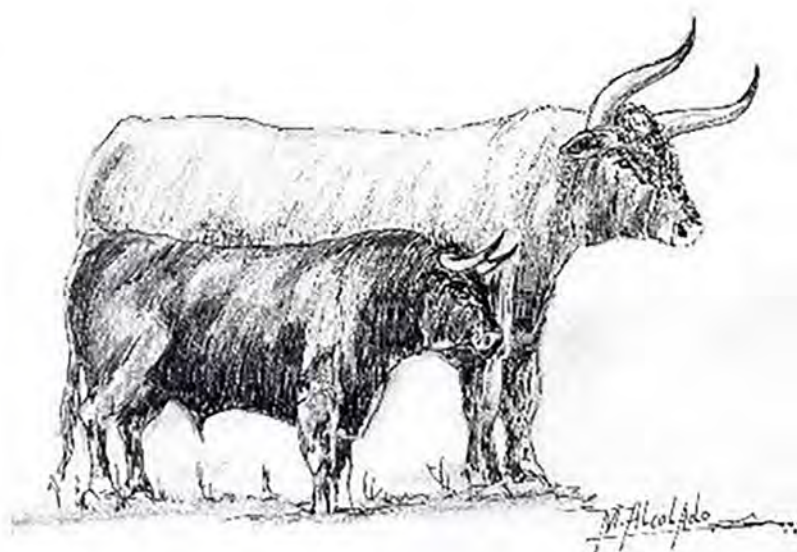


Figura 32. Comparación en tamaño de un toro doméstico (*Bos primigenius taurus*) (primer plano), con su antecesor, el uro (*Bos primigenius primigenius*) (segundo plano). Ambos compartieron gran parte del territorio europeo desde hace unos ocho mil años hasta la extinción de este último, en el siglo XVII, por lo que el hallazgo de los restos de uno u otro en sitios arqueológicos sería factible, siendo la diferencia en talla, un elemento a considerar para el momento de la identificación (imagen tomada de <https://naukas.com/2010/07/05/la-genetica-podria-resucitar-al-uro/uoytoro/>).

Por último, tenemos modificaciones en los huesos, producto de diversas circunstancias. Lesiones de este tipo por actos de manipulación nos remite frecuentemente a individuos cautivos, pues el interés de mantener bajo control y por largo tiempo a animales silvestres no pocas veces deriva en lesiones causadas por cuerdas o cadenas, mutilación dental, amputación de garras, todo aquello que permitiera mantener a un determinado animal bajo la tutela humana, pero reduciendo al mínimo posible sus movimientos y nivel de riesgo potencial.

Los animales silvestres se desenvuelven en ambientes donde su sobrevivencia depende de sus aptitudes, por lo que en sus restos difícilmente llegamos a encontrar evidencias de lesiones graves o enfermedades que lleven largo tiempo y, por tanto, impacten el hueso, pues es seguro que cuando el padecimiento se hace presente se convertirá en una fácil presa o simplemente morirá de hambre o en su madriguera. Si hablamos de animales domésticos la situación es inversa, pues su existencia en ámbitos donde goza del cuidado humano, o al menos se encuentra relativamente al margen de la competencia y la depredación, les permite continuar con vida, a veces por largo tiempo, aún con el padecimiento vigente (figura 33).



Figura 33. Restos arqueozoológicos de un perro proveniente de un contexto arqueológico mexicano.

La imagen muestra la pelvis de un adulto de más de diez años de edad, cuyo acetábulo derecho ha perdido la forma original por el desarrollo de un osteosarcoma (Gómez *et al.* 2015) y cuya sobrevivencia en estas condiciones sólo es explicable si se considera que estuvo bajo el cuidado de personas (fotografía de Rafael Reyes).

Otros rubros que pueden emplearse para definir el estatus de nuestros restos implican reconocer la presencia simultánea de formas domésticas y silvestres o restos de una determinada especie muy lejos de su área de distribución natural; en cuanto a este segundo caso, una condición así implica manejo por parte del hombre, pues su hallazgo en una zona en la que no debiera de existir implica traslado, ya se trate de animales que forman parte del grupo humano o de uno que fue capturado y llevado a otra región para cubrir un fin (figura 31).

El reconocimiento de objetos o instrumentos que se relacionan con el manejo de organismos más allá de su cacería, preparación o consumo, igualmente evidencian su condición: jaulas, collares, cadenas, grilletes (o sus equivalentes hechos con materiales no metálicos como madera o cuero) tendrían por objetivo limitar los movimientos del organismo cautivo, en tanto que bridas, comederos, corrales, perchas y otros más serían objetos relacionados con el manejo de individuos que viven dentro del ámbito humano (figura 34).



Figura 34. Imagen adaptada de una pintura rupestre del sitio de Shuwaymis, en el noroeste de la Península Arábiga, que muestra a un cazador con dos perros sujetos con unas cuerdas. La antigüedad de ésta y otras imágenes descubiertas se ha ubicado sobre los 8000 años antes del presente (Forssmann 2018), lo que evidencia la condición, absolutamente doméstica, de este animal en este momento.

LAS REPRESENTACIONES DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS

Los instrumentos y objetos diversos relacionados con el manejo y control de organismos, constituye un puente hacia otra importante fuente de información: la iconografía.

Encontramos las representaciones de animales domésticos en todas las culturas desde los tiempos más antiguos, en formas por demás diversas, desde pinturas rupestres hasta imágenes digitales, pero para nuestros objetivos lo más relevante es el testimonio que ofrecen sobre:

1. Los momentos en que ya existía una cierta forma doméstica en tal o cual región.
2. La forma como fue cambiando la presencia de esta fauna y su percepción con el paso del tiempo.
3. La relevancia que tenían como parte de los esquemas de subsistencia.
4. Las formas como se llegaban a establecer las relaciones hombre-animal en el plano doméstico e incluso afectivo.
5. Su importancia a nivel simbólico en las diferentes culturas antiguas.
6. Las características físicas de dichos animales, por ejemplo, coloración, robustez, las cuales pueden ser imposibles de definir a través del registro arqueozoológico.
7. El reconocimiento de la condición doméstica de algunas formas cuyas características biológicas limitan o impiden su preservación en el contexto arqueológico, por ejemplo, los insectos.

Como podemos ver, esta fuente de información es muy importante y un buen complemento de lo que los huesos nos dicen. Por ejemplo, la relevancia de la figura 34 no se relaciona tanto con el momento en que ya existían perros, pues sabemos que para entonces estos animales ya habían entrado a América, sino porque la imagen muestra que ya estaban bajo control absoluto del hombre hasta el grado que se les podía mantener sujetos en las jornadas de cacería hasta el momento de soltarlos para que atacaran a la presa elegida.

Otro elemento relevante es la concepción que se tenía de tal o cual organismo. En las pinturas o grabados de culturas antiguas se reconoce a los animales domésticos por que aparecen dentro del entorno humano, muchas veces en los espacios agrícolas, sujetos, con correas, llevados por el hombre a las jornadas de trabajo, jalando yuntas o carros, o en el arreo rumbo a las zonas de pastoreo.

Casos interesantes de uso de la iconografía en el estudio de los animales domésticos lo tenemos con las abejas (*Apis mellifera* y *Melipona beecheii* entre otras), pues a falta de restos orgánicos arqueológicos, la mejor forma de reconocer el momento en que la apicultura era una realidad es por medio de la observación de los instrumentos para su manejo y sus representaciones en pinturas, grabados y cerámica.

Uno de los lugares donde las abejas se domesticaron fue el valle del Nilo, en Egipto. Las evidencias más relevantes provienen de sus representaciones en jeroglíficos y grabados descubiertos dentro de las tumbas de algunos faraones de la primera dinastía (figura 35) y más adelante en descripciones en las que se hace referencia a su manejo y la producción de miel (Parra 2016). Con ello podemos considerar que la apicultura era ya una realidad desde el inicio de la historia egipcia, probablemente hace más de cinco mil años.



Figura 35. En los grabados descubiertos en las tumbas egipcias se ha reconocido la asociación entre hombres y abejas desde el inicio del Estado. En la imagen se hace referencia a la labor de colecta de miel. Esta imagen proviene de la tumba de Pabasa (TT279) en el-Asasif, en Luxor, en la necrópolis de tumbas de nobles (siglos XVI-VI aC), (imagen tomada de <https://www.alamy.es/luxor-egipto-la-tumba-de-pabasa-tt279-en-el-asasif-necropolis-de-tumbas-de-nobles-la-miel-recogida-image178979618.html>).

Otra región del mundo antiguo donde también apareció esta actividad fue en Mesoamérica, concretamente en la zona maya (figura 36). Los textos del siglo XVI describen con detalle el nivel de desarrollo de la apicultura en la región, pues la producción de miel y de cera era una actividad económica de primer orden con siglos de antigüedad. Para el estudio de este caso disponemos de ciertos códices que muestran abejas obreras, zánganos y panales con sus celdillas, aparentemente relacionando el día con la apicultura y en otros casos se representa panales en asociación con la guerra y como relevantes objetos de ofrenda, sin duda por el valor económico que representaban (Nárez 1988).



Figura 36. En el *Códice Madrid*, de tradición maya, aparecen varias láminas con imágenes de abejas (centro izquierda) y panales (sostenido por el hombre), mostrando así un fuerte vínculo hombre-abeja, evidentemente por la existencia de una apicultura de muy fuerte tradición e historia.

Un tercer caso es el gusano de seda (*Bombyx mori*); aunque los textos hablan del inicio de su manejo en la producción de seda hace más de cinco mil años, es por medio de láminas y pinturas como puede uno visualizar la forma como se realizaba todo el proceso de crianza del gusano y la elaboración de la seda (figura 37).



Figura 37. Dos pinturas chinas del siglo VIII de nuestra era en las que se muestra parte del proceso de elaboración de la seda, labor que realizaban mujeres de la alta sociedad. Gracias a estas imágenes podemos observar parte del proceso y comparar instrumentos y espacios con los hallazgos arqueológicos (imágenes tomadas de <https://www.lagranepoca.com/news/cultura/tradiciones-chinas/66837-si-caracter-chino-para-la-seda.html> y https://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/elaboracion-seda-antigua-china_11351/2).

LA CONTRAPARTE DEL BENEFICIO DE LA DOMESTICACIÓN: LA ZOONOSIS

Tzinocuili. Éstos son gusanos que están dentro de uno. Quien en quien se encuentran aparece así: la cara tiene manchas, manchas, ampollas. Son blancos, pequeños y delgados.

Tzoncoatl. Gusanos bien fuera de los anos de nosotros personas: también los gusanos *tzoncoatl* bien fuera de los anos de los perros. También los gusanos *tzoncoatl* son como (la planta medicinal) *tlalcuitlaxcolli*. Aquellos que se encuentran en la gente común, que salen de sus anos, son pequeños gusanos blancos como los gusanos de la carne cuando comienza a pudrirse. Sólo cuando uno duerme, salen y entre los perros aparecen cuando defecan. Todos se llaman gusanos, en cualquier putrefacción ellos viven (Dibble y Anderson 1963).⁵



Figura 38. *Códice Florentino*, siglo xvi, centro de México (Sahagún 1979, Libro 11, Foja 257) muestra la forma como hombre y perro eran afectados por las lombrices.

⁵ Traducción del inglés de Raúl Valadez, idioma original: náhuatl.

Este relato y la imagen asociada (figura 38), en la cual se presentan a hombre y perro padeciendo el mismo tipo de parásitos, fue el resultado inevitable de la continua interacción entre ambos, compartiendo espacio, actividades, alimento, además del propio contacto físico e incluso el dormir bajo el mismo techo. Si el potencial para que ambos sean hospederos de los mismos parásitos, es extensible a todas las formas que interactúan con el hombre de una manera u otra, entonces es fácil concluir que se trata de algo inevitablemente ligado a la domesticación y que, por tanto, constituye la contraparte de todo el beneficio que se ha derivado de esta relación.

LA ZOONOSIS

Las enfermedades que son producto de la interacción de los humanos con animales reciben el nombre de zoonosis, la cuál desde hace mucho tiempo constituye una área de estudio científico y médico. En el presente se tienen caracterizadas unas mil zoonosis (Dabanch 2003; Rodríguez 2009), principalmente derivadas de la relación entre el hombre y el animal doméstico.

Cuando se entra a esta área de estudio sorprende la diversidad de dinámicas en estas cadenas de contagio, así como su impacto en el humano y también en el animal, de modo que es importante conocer detalladamente este fenómeno.

En el relato presentado tenemos la presencia de tres organismos, una triada, como parte de una interacción en la cual *Homo sapiens* es participante, una especie animal el segundo, y finalmente está el tercero, el cual se hospeda en los otros dos, aprovechando su continuo contacto (figura 39).

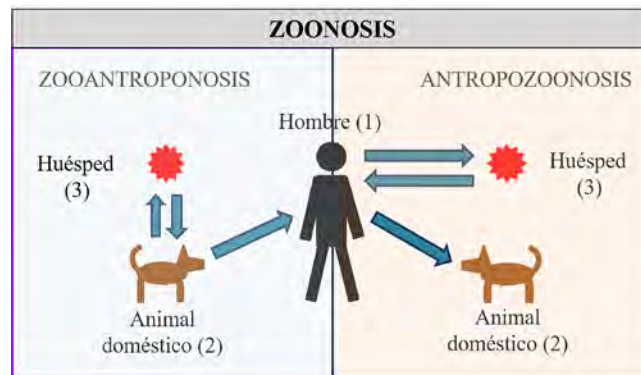


Figura 39. Esquema general de la zoonosis. En esta relación tenemos tres participantes: el hombre (1), un animal doméstico (2) y un parásito, el huésped (3). En el inicio o es el hombre o es el animal el hospedero básico y por el estrecho contacto se transmite el parásito al otro. Si la ruta es parásito-animal-hombre, el fenómeno se denomina “zooantroponosis” y si la ruta es parásito-hombre-animal, entonces le llamamos “antropozoonosis” (Darwich 2014; elaboró Raúl Valadez).

Como podemos ver en la figura 39, en la zoonosis existen, dos dinámicas (Darwich 2014). En uno de los casos tenemos a la parte animal que funge como hospedero primario de un parásito (en ocasiones es un comensal), el cual se transmite al hombre por el contacto físico con el animal o con algún elemento de él, por ejemplo, la saliva, los orines o sus heces fecales. En este caso, el ciclo de vida y adaptaciones del parásito involucran al animal en cuestión y el hombre es un “hospedero circunstancial”. A esto le llamamos “zooantroponosis”. La segunda ruta, llamada “antropozoonosis”, es cuando el hombre es el hospedero básico y quien infecta al animal. Por último, el parásito puede utilizar a cualquiera de los dos como hospedero primario y de ahí pasar al otro. Esta opción es conocida como “amfixenosis” y se vincula con huéspedes muy generalizados como bacterias u hongos que infectan heridas en la piel sin importar de quién se trate.

Ahora bien, aunque este cuadro nos define en términos generales la forma como funciona la zoonosis, existen diversas variantes (figura 40).⁶

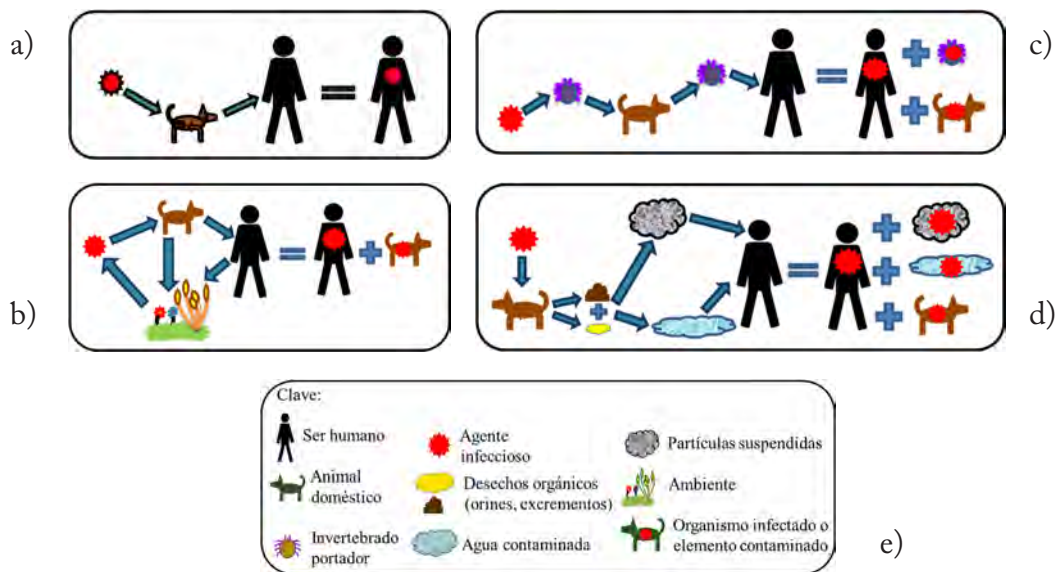


Figura 40. Diferentes formas de interacción que llevan a la zoonosis. Estas se puede involucrar no sólo a la persona y al animal doméstico, sino que puede haber otros participantes, sobre todo ectoparásitos. Otros eslabones de las cadenas de propagación de los agentes infecciosos pueden ser el agua, el aire o sencillamente el ambiente inmediato, por ejemplo, el suelo o las plantas (Para más información ver texto; figura elaborada por Raúl Valadez).

⁶ <https://www.ecured.cu/Zoonosis>.

1. Zoonosis directa (figura 40a). Cuando la transmisión se da entre hombre y animal, pero para que la infección se mantenga sólo se requiere de uno de ellos.
2. Ciclozoonosis (figura 40b). Para la preservación del padecimiento se requiere la participación de dos vertebrados que funcionan como hospederos.
3. Metazoonosis (figura 40c). El proceso involucra a vertebrados e invertebrados y pueden estar presentes más de dos hospederos.
4. Saprozoonosis (figura 40d). Hay un elemento inerte involucrado en el ciclo, por ejemplo el polvo o el agua.

Como podemos ver, una importante gama de interacciones entre hombres y animales derivan en flujos infecciosos los cuales pueden afectar a muchas especies o elementos del ambiente. Ciertamente se trata de interacciones ecológicas que se han dado entre especies a lo largo de toda la historia de la vida en el planeta, variando sólo en los participantes; en todo caso, lo especial de la zoonosis es que *Homo sapiens* es el principal eslabón y, para nuestro tema, lo más relevante es reconocer la participación del animal doméstico y el análisis de este fenómeno desde el marco ecológico y evolutivo.

Un estudio muy interesante sobre la forma como puede estar constituido un ámbito humano en términos zoonóticos lo presenta Dabanch (2003). En 2002, aplicó una encuesta a niños chilenos de escuelas de diferentes estratos sociales e inmunodeprimidos. Se determinó que el 70 por ciento de los hogares y el 58 por ciento de los pacientes con problemas del sistema inmunológico tenían mascota (54 por ciento perros, 25 por ciento gatos, 15 por ciento aves, 3 por ciento roedores y 3 por ciento fauna exótica), pero sólo 69 por ciento de los perros y 47 por ciento de los gatos de los inmunocomprometidos tenían un control veterinario. El resultado fue una relevante lista de agentes contagiosos dentro de los hogares de la ciudad de Santiago (cuadro 11).

El análisis de los resultados permite comprobar que la zoonosis se manifestaba en todas las formas presentadas en las figuras 39 y 40, desde virus hasta nematodos (cuadro 11) y de manera más puntual se reconoció que:

- Las transmisiones zoonóticas que involucraban perros eran menos frecuentes que las de otros animales y que si ocurría, era generalmente por mordidas.
- Las mordidas de gatos eran menos comunes, pero más infecciosas y los agentes causantes los mismos o similares.
- Las tiñas eran producto del contagio de hongos que se alimentan de queratina y ocupan el estrato córneo de la piel de mascotas o personas.
- Entre el 24.6 y el 40 por ciento de habitantes de Santiago podían estar infectado por *Toxoplasma gondii*, es decir, padecer toxoplasmosis, sobre todo por la contaminación de heces de gato. Debido a que esta enfermedad es asintomática, al menos en sus inicios, mujeres embarazadas y personas inmunodeprimidas eran

el sector de la población de mayor riesgo. Las salmonelosis no del tipo de la tifoidea o gastroenteritis eran frecuentes, sobre todo, en niños y personas con bajos niveles inmunológicos y muchos de estos casos provenían del contacto directo con reptiles, aves, perros o caballos.

- La leptospirosis se transmitía por la orina de animales contagiados y fuentes de agua, por ejemplo, aguas de regadío o fuentes. El reservorio animal en la ciudad eran los perros. Se consideró que la mayor incidencia se daba en gente que trabajaba en contacto con esa agua.

Otro estudio realizado en esa época, también en Santiago de Chile, pero en plazas y jardines públicos (Salinas *et al.* 2001), estuvo dirigido a la búsqueda de huevos y larvas de lombrices (*Toxocara canis*). A través de colectas de sedimentos de los jardines se determinó que el 18 por ciento de los suelos contenían huevos o larvas de *T. canis*, que el otoño era la época de mayor abundancia, que eran principalmente las condiciones estacionales las que determinaban la sobrevivencia de los huevos o larvas y, respecto del factor humano, que en las plazas ubicadas dentro de áreas habitacionales de mayor nivel económico, la incidencia de estos parásitos era menor, seguramente por el mayor cuidado que se le tenía a los perros, la baja presencia de ejemplares callejeros y la cantidad de recursos que se dedicaban al cuidado de estos espacios.

Cuadro 11. Principales enfermedades por zoonosis detectadas en 2002 en Santiago de Chile por Jeanette Dabanch

<i>Parásito</i>	<i>Tipo de parásito</i>	<i>Nombre de la enfermedad</i>	<i>Animal doméstico involucrado</i>	<i>Vía de infección</i>	<i>Principales síntomas</i>
<i>Lyssavirus</i>	Virus	Rabia	Perro, gato, roedores, conejos	Saliva infectada en heridas abiertas	Babeo, náuseas, convulsiones, fiebre, ansiedad, alucinaciones
<i>Hantavirus</i>	Virus	Fiebre hemorrágica con síndrome renal	Roedores no domésticos	Mordeduras, aspiración de partículas de excremento	Hemorragias, falla renal, insuficiencia respiratoria, náuseas, diarrea
<i>Virus LCMV</i>	Virus	Coriomeningitis linfocitaria	Roedores domésticos, conejos	Aspiración de partículas de heces fecales, saliva y orines	Malestar general, fiebre, posteriormente meningitis o encefalitis

Cuadro 11 (continuación). Principales enfermedades por zoonosis detectadas en 2002 en Santiago de Chile por Jeanette Dabanch

<i>Parásito</i>	<i>Tipo de parásito</i>	<i>Nombre de la enfermedad</i>	<i>Animal doméstico involucrado</i>	<i>Vía de infección</i>	<i>Principales síntomas</i>
<i>Ehrlichia, Anaplasma y Neorickettsia</i>	Rickettsias	Erliquiosis	Perros con garrapatas infectadas	Mordedura de garrapata	Síntomas tipo influenza
<i>Campylobacter</i> spp	Bacteria	Campylobacteriosis	Gatos, roedores, conejos, aves urbanas	Contacto con heces fecales e ingestión	Náuseas, diarrea, fiebre alta, calambres
<i>Salmonella</i> spp	Bacteria	Salmonelosis no tíficas	Roedores, conejos, aves urbanas	Contacto con heces fecales e ingestión	Náuseas, diarrea, fiebre
<i>Capnocytophaga canimorsus</i>	Bacteria		Perros, gatos	Contacto de la saliva en heridas abiertas	Abscesos, bacteriemia, meningitis
<i>Leptospira</i> spp	Bacteria	Leptospirosis	Perros	Agua y alimentos contaminados con orina de perro enfermo	Fiebre, dolor de cabeza, ictericia, deshidratación, insuficiencia renal
<i>Pasteurella multocida</i>	Bacteria	Fiebre hemorrágica, Pasteurelosis	Perros, gatos Conejos, aves	Mordeduras, aspiración de partículas de excremento	Problemas respiratorios, celulitis, abscesos, osteomielitis, artritis séptica
<i>Parásito</i>	<i>Tipo de parásito</i>	<i>Nombre de la enfermedad</i>	<i>Animal doméstico involucrado</i>	<i>Vía de infección</i>	<i>Principales síntomas</i>
<i>Bartonella henselae</i>	Bacteria	Enfermedad del arañazo del gato	Gatos	Mordedura o arañazo de gato infectado.	Inflamación de ganglios linfáticos, fiebre, dolor de cabeza, fatiga
<i>Chlamydia psittaci</i>	Bacteria	Psitacosis	Pericos	Aspiración de partículas de secreciones digestivas y respiratorias de aves infectadas	Fiebre, malestar general, cefaleas, congestión pulmonar

Cuadro 11 (continuación). Principales enfermedades por zoonosis detectadas en 2002 en Santiago de Chile por Jeanette Dabanch

<i>Parásito</i>	<i>Tipo de parásito</i>	<i>Nombre de la enfermedad</i>	<i>Animal doméstico involucrado</i>	<i>Vía de infección</i>	<i>Principales síntomas</i>
<i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>C. gatti</i>	Hongo	Cryptococosis	Principalmente aves y gatos	Aspiración de partículas de heces fecales	Fallas de órganos diversos en individuos inmunosuprimidos
<i>Trichophyton menta-</i> <i>grophytes</i> , <i>Microsporum canis</i>	Hongos	Tiña	Especies diversas	Especialmente contacto directo	Erupciones cutáneas
<i>Guardia lam-</i> <i>blia</i>	Protozoo	Giardiasis	Perros y gatos	Contacto con heces fecales	Náuseas, fiebre, cólicos, diarrea, anorexia
<i>Toxoplasma gondii</i>	Protozoario	Toxoplasmosis	Gatos	Ingestión por contacto con heces fecales	Malestar general, dolor de cabeza, inflamación hepática, de bazo, de ganglios linfáticos
<i>Ancylostoma caninum</i> y <i>A. braziliense</i>	Nemato	Larva migrans cutánea	Perros y gatos	Larvas que penetran la piel, provenientes de heces fecales	En zona infectada inflamación, dermatitis, vesículas, descamación
<i>Toxocara canis</i>	Nemato	Toxocariasis	Perros	Ingestión de huevos por contacto físico con heces contaminadas	Fiebre, tos, dolor abdominal, inflamación hepática, problemas oculares

Reelaborado por Raúl Valadez.

Si uno desea conocer cuánto se ha investigado sobre la zoonosis en ciudades y espacios de recreo, tendremos cientos, por no decir miles de publicaciones para casi cualquier país del mundo (Huapaya *et al.* 2009; López, Chávez y Casas 2005; Hotez 2011; Luzio *et al.* 2015; Toledo *et al.* 1994; Strube, Heuer y Janecek 2013; Uribarren 2018a-c; Vázquez 2012, por mencionar algunos ejemplos), los cuales muestran la prevalencia de parásitos ligados a la zoonosis, a veces más abundantes en zonas marginadas y a veces a la inversa, mayor presencia en zonas de alto desarrollo económico; de este

modo podemos asegurar que en todos los espacios donde habita el hombre es factible que entre el 10 y el 15 por ciento de los suelos aledaños tengan algún parásito ligado a la zoonosis, variando enormemente los valores, por ejemplo, para *Larva migrans* (*Toxoscara* y otros nemátodos más) 6.7 por ciento en Londres, Inglaterra; 14.4 por ciento en Conneticut, Estados Unidos; 10.9 por ciento en Ciudad de México, México; 26.2 por ciento en Italia e incluso 87.5 por ciento en ciertas ciudades de Japón.

¿Cuál es el objetivo final de estos ejemplos? Con ellos podemos ver que la zoonosis forma parte ineludible del fenómeno de domesticación animal, sin importar región, condición económica, sistemas de salud o estilos de vida. La zoonosis es un fenómeno real, tan integrado a la vida de *Homo sapiens* como el animal doméstico y, cosa muy importante, que no depende de circunstancias económicas o culturales, por lo que es un error creer que sólo se da en las granjas o en el campo y se trata de un fenómeno que desaparecerá conforme la ciencia y la medicina avancen pues, como se ha descrito, es constituyente ineludible de la domesticación animal.

UNA HISTORIA DE CONTAGIOS

La zoonosis, como producto de la interacción entre hombres y animales domésticos, es tan antigua (potencialmente hablando), como la primera vez en que un perro durmió dentro de un refugio humano hace unos veinte mil años (Valadez 2015), pues ello nos refiere a un momento a partir del cual era probable un contacto lo bastante continuo o intenso como para facilitar la transmisión de ectoparásitos o de lombrices por el contacto e ingestión involuntaria de huevos.

No obstante, debido a la forma como se vivía, así como a la esperanza de vida de finales del Pleistoceno, era prácticamente imposible que alguien pudiera reconocer enfermedades que podían ser transmitidas del perro al humano. La cantidad de individuos en esa época limitaría enormemente la transmisión y, si se diera el caso, era mucho más probable que el hombre infectado muriera en manos de un depredador o durante una persecución, antes de tener la posibilidad de pensar que algo de su cuerpo le estaba funcionando mal.

Si buscamos información de la antigüedad que nos pueda dar algún dato al respecto, una fuente fidedigna son ciertos papiros egipcios que muestran el manejo de animales domésticos y el tratamiento de enfermedades (Cordero 2001; Lederman 2016). Estos papiros provienen del Imperio Antiguo (2700-2185 aC) y son enormemente relevantes dado que describen con sumo detalle los procedimientos para el manejo de diversos padecimientos, sobre todo ginecológicos y de accidentes.

Los investigadores coinciden en que la base de este conocimiento surgió con Imhotep, quien por el año 2680 antes de Cristo, fue consejero de Zozer, el primer faraón de la III Dinastía (Grimberg 1983). Él fue un sabio que abarcó casi todo cono-

cimiento de su tiempo (quizá no como autor, pero sí como recopilador y organizador), desde astronomía hasta arquitectura (fue el creador de la Pirámide de Sakkara), y en cuanto a la medicina, sus tratados pasaron, con ligeras modificaciones, de generación en generación hasta el final del Egipto antiguo (siglo VII aC). Más tarde los griegos lo identificaron con el nombre de Esculapio (dios de la medicina). En relación con nuestro tema, se menciona cómo debían tratarse la tuberculosis y la peste, aunque nunca se las relaciona con animales, menos aún con lo doméstico.

Regresando al tema del material escrito, entre lo más relevante para nuestros propósitos tenemos el *Papiro de Ebers*, considerado el principal con orientación médica, perteneciente a la dinastía XVIII, del año 8 del reinado de Amenhotep I en el cual se hace referencia al tratamiento contra la peste. Otro caso relevante es el papiro de Edwin Smith, el sexto en antigüedad (1500 aC), donde se describe el empleo de exorcismos contra plagas.

Por último está el *papiro de Kahun* (2230-1800 aC), el cual focaliza las enfermedades de animales, principalmente los domésticos (figura 41), aun cuando no se refiere a enfermedades contagiosas.



Figura 41. Imagen contenida en el *papiro de Kahun*, en el que se muestra la atención que se le da a una vaca herida. Estos documentos ilustran acerca de los conocimientos y creencias egipcias sobre el tratamiento de enfermedades de hombres y animales, no obstante en ningún caso se refiere a cadenas de contagio entre ambos (imagen tomada de http://medicinaveterinariaydezootecnia.bogota.unal.edu.co/la-facultad/historia/detalle-linea-de-tiempo/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=119&c

Como podemos ver, aunque en estas fuentes se abordaron enfermedades como la peste y la tuberculosis, que ahora reconocemos como zoonosis, todo indica que los egipcios no las consideraban así. Sin embargo, su interpretación nada tiene que ver con su nivel de presencia e impacto en la población, conclusión a la que se llega gracias a la información proveniente de estudios paleopatológicos y de ADN llevados a cabo en diversas momias (Ledermann 2016; Valet 1994; Zink 2003), los que nos llevan hasta casos como los siguientes:

- La identificación de bacterias Gram positivas y Gram negativas en pulmones de momias de los siglos xv a x aC, algunas de las cuales podrían corresponder a bacilos relacionados con enfermedades como el ántrax.
- La presencia de un empiema enquistado (acumulación de pus en el espacio pleural), probablemente de origen tuberculoso en el cuerpo de una anciana nubia del siglo x aC.
- En la momia de Nespe-re-han, sacerdote de Amón, quien vivió durante el periodo de la XXI Dinastía y falleció alrededor del 1050 aC, se descubrió evidencia de espondilitis vertebral y absceso frío secundario en el músculo psoas derecho, lesiones que son conocidas como el mal de Pott, también un derivado tuberculoso (Ledermann 2016; Valet 1994). El diagnóstico de la enfermedad fue corroborado a través de la identificación de ADN perteneciente a *Mycobacterium tuberculosis*, el bacilo de la tuberculosis (Zink 2003).

Aparentemente esta enfermedad fue una de las principales preocupaciones de la medicina egipcia, no por nada es uno de los padecimientos de los que se habla desde la época de Imhotep, en el Antiguo Imperio y los estudios en momias lo ubican hasta el final del periodo independiente, es decir, hasta el siglo vi aC.

En el otro foco de la civilización de la región, Medio Oriente, encontramos códigos, sistemas de leyes con información interesante. Uno de estos documentos es el *Código de Eshnunna* (Castro y González 1968; Cordero 2001), pequeño conjunto de tablillas de arcilla (en idioma acadio), descubiertas en la ciudad de Esuna en Mesopotamia (siglo xvii aC), la cual estaba situada en la margen del río Tigris y cuyo mayor desarrollo se dio al final del periodo de preponderancia sumeria.

Este código es básicamente un sistema de leyes relacionadas con derechos y obligaciones, desde precios de alimentos hasta relaciones entre conyuges, hijos y familias, pero entre todo hay una que pudo relacionarse con una enfermedad transmisible a través de un animal: la rabia. Al respecto dice:

Art. 56

Si un perro es conocido como peligroso, y las autoridades de la Puerta han prevenido al amo, y éste no lo vigila; y el perro muerde a uno y lo mata, el propietario del perro debe pagar 15 siclos de plata.⁷

Art. 57

Si muerde (el perro) un esclavo y lo mata, debe pagar 15 siclos de plata.

Como es claro, ciertamente no se refiere a una enfermedad del perro o de su transmisión al hombre, pero la situación de que una mordida lleve a la muerte de la persona, invita sin duda a la reflexión de cuántos casos similares podrían haber involucrado a un perro rabioso. De hecho, se puede asegurar que la rabia fue la primera zoonosis reconocida por la obvia relación entre condición de salud del perro, conducta descontrolada, ataque a personas y decaimiento físico, desequilibrio y muerte de las víctimas (Cordero 2001). En posteriores obras, por ejemplo en *Investigación sobre los animales* (siglo IV aC), de Aristóteles (1992), definitivamente se reconoce la relación entre perro rabioso y contagio, y aunque no considera que el hombre afectado llegue al mismo nivel de afección y muerte, tampoco dice, estrictamente hablando, que las personas sean inmunes a todos los efectos de la rabia:

Los perros sufren tres enfermedades llamadas rabia, angina y gota. De ellas, la rabia produce locura, y cuando el animal muerde, todos los mordidos, a excepción del hombre, se ponen rabiosos. Y además, esta enfermedad mata no sólo a los perros, sino también a cualquier animal mordido, a excepción del hombre.

Obviamente esta posición tan radical y basada 100 por ciento en supuestos, no podía sobrevivir a la experiencia, de modo que Galeno (Cordero 2001), al final del siglo II de nuestra era, indica que cuando se daba la mordedura de un perro rabioso era necesario extirpar toda la zona afectada para contener el mal. Esta concepción, de que la rabia era transmisible a todo animal mordido por uno rabioso, quedó así definida en el pensamiento de la civilización occidental, dando lugar, a tratados médicos y obras de teatro, para ser reconocida como enfermedad transmitible de animal a persona.

Además de la rabia, otro caso, detectable en culturas antiguas de Europa y Medio Oriente, que nos deja ver de alguna forma la asociación animal-enfermedad-humano, es la prohibición del consumo de carne de cerdo, quizá por la posibilidad de que ello derivara en un daño para el comensal (Cordero 2001). Ya desde tiempos antiguos se reconocieron algunas de las enfermedades de los cerdos, que afectaban la calidad de la carne, aunque ningún dato nos refiere a un problema de salud en las personas

⁷ Unidad de cambio de Medio Oriente, de plata equivalente a una onza.

causado por haber comido la carne de este animal (hoy sabemos, infectada por triquinas y cisticercos).

Quizá desde esos tiempos antiguos surgen los primeros contagios relacionados con el ántrax (Leddermann 2003). Según este autor, Virgilio describió en el siglo I aC, en *La Eneida*, las enfermedades del ganado, así como la muerte de gran cantidad de ovejas, indicando que todo, hasta la lana, quedaba en estado inservible y repugnante, condición que recuerda la forma en que esta enfermedad diezmaba a rebaños de ovinos, caprinos y equinos.



*"Manadas enteras por la peste mueren
y hasta en los mismos establos
se hacinan los cadáveres destrozados
con la horrible infección.
Forzoso se hace cubrirlos de tierra
y sepultarlos en profundas hoyas
que ni pueden sus pieles servir para nada,
ni medio alguno de limpiar sus carnes
ni con agua ni con fuego,
ni siquiera urdir sus vellones
por la atroz podredumbre carcomidos,
ni asir con mano leve
aquellas lanas apestadas,
pues si alguno probaba a vestirse
con aquellos despojos repugnantes,
al punto se le cubría
el cuerpo de ardientes postillas"...*

Figura 42. Pasaje en el cual Virgilio describe las condiciones en que se encuentra una región aislada por la peste, supuestamente ántrax (Ledermann 2003) e imagen de ovejas muertas por esta enfermedad (imagen tomada de <https://todosaben.es/enfermedades-de-las-ovejas-las-enfermedades-mas-frecuentes.html>).

Tradicionalmente, cuando se habla de zoonosis en Europa, siempre se alude a las plagas como la que provoca la peste bubónica y su relación con la rata negra *Rattus rattus*, pero poco se dice sobre los animales domésticos. A este respecto hay descripciones, desde épocas romanas, de epidemias, probablemente carbunco bacteriano o

ántrax, que se presentaban desde los tiempos de la República Romana e involucraban a hombres y vacunos; por ejemplo, entre los años 175-173 aC tuvo lugar una zoonosis en Italia, de tal magnitud que, según se relata, había tantas personas y bovinos muertos que buitres y perros llegaron a ignorarlos (Cordero 2001). Aparentemente estos eventos se repitieron en varias ocasiones, de forma que hasta el siglo XVI vemos ordenanzas en ciudades como Venecia, donde se prohibía la venta y distribución de productos lácteos debido a las oleadas de disentería humana que, se temía, fueran producto del consumo de productos de origen vacuno.

En el continente americano no tenemos datos sobre la rabia antes de la llegada de los europeos, menos aún de la tuberculosis o la cisticercosis, lo cual no significa que no existieran casos de zoonosis. Un estudio ilustrativo fue el del análisis de los sedimentos asociados al entierro de un hombre adulto descubierto en el sitio denominado “Orejas de burro I”, en Santa Cruz, Argentina (Fugassa y Barberena 2006). El entierro fue fechado en 3720-3978 antes del presente y fueron identificados huevos de *Capillaria* sp. y *Trichuris* sp, así como ooquistes de *Eimeria macusaniensis*. El primero es un género de nemátodos, parásitos de diversas especies y puede encontrarse en el tracto digestivo humano, además de que se han encontrado en coprolitos de camélidos y de cánidos en la Patagonia; *Trichuris* sp, posiblemente *T. trichiura*, es huésped del hombre y *Eimeria macusaniensis* es un parásito de alpacas que puede pasarse a las personas. Finalmente, el cuadro de todos estos hallazgos condujo a la conclusión de que muy probablemente se trató de organismos que habían invadido al humano enterrado a través del consumo de carne cruda de camélidos infectada.

Respecto del otro foco de la civilización antigua, Mesoamérica, desafortunadamente no disponemos de estudios paleopatológicos que se refieran a posibles zoonosis, no obstante, y tal como se presentó al inicio del capítulo, hay información en fuentes escritas.

En cuanto a el llamado *Códice Florentino* (nombre original: *Historia general de las cosas de Nueva España*), aunque se trata de un documento de inicios de la época colonial (segunda mitad del siglo XVI), está escrito en náhuatl, el idioma dominante en el centro de México en los siglos XIV-XVI y traducido (aunque también muchas veces sustituido o interpretado) a la lengua española por el propio fray Bernardino de Sahagún y tanto los textos como las ilustraciones fueron hechos por informantes y escribanos mexicas que vivieron los últimos años del imperio.

En comparación con los papiros egipcios, los códigos de Medio Oriente o los restos estudiados por la paleopatología se trata de una fuente tardía, pero representa sin duda información original proveniente de una civilización ajena al Viejo Mundo. Por tanto, es un importante no sólo porque hable de parásitos relacionados con hombres y perros, sino porque explica que se trata de una enfermedad transmissible entre ambos, es decir, una zoonosis claramente identificada.

Otra obra de nuestro interés, de la misma época (1552) y elaborada bajo el principio de que el conocimiento autóctono quedara recopilado y organizado, es el *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*, escrito en náhuatl por el médico mexica Martín de la Cruz y traducido al latín por el maestro, también mexica, Juan Badiano. Su objetivo es describir enfermedades diversas y tratamientos conocidos para ese tiempo y lugar, básicamente un tratado de herbolaria (Cruz de la 1964). En referencia al tema que aquí tratamos, hay dos recetas para erradicar a las lombrices y, aunque no se especifica su uso en perros, nos proporcionan una buena imagen sobre tratamientos con esta orientación (figura 43):

F. 29 v.

AYECOTLI

CONTRA LOS ANIMALEJOS QUE DESCIENDEN AL VIENTRE DEL HOMBRE

Para el que haya tragado esa clase de animalejos, se muelas habas de las Indias y se le ponen en la boca. Despues, entre en un baño muy caliente. Cuando haya sentido el efecto del calor de aquel baño, sorba agua amarga, pero solamente para hacer buches y no la traga. Porque, queriendo Dios, con esto solo eliminará los animalesjos, sea por la boca, sea por la otra vía, o vomitando, o por deyección anal. Si no, con eso morirá (el animalejo). Echado fuera, o muerto, maceras hojas de Tlatlancuaye⁸ en el mejor pulque que se halle y beberás el jugo.

F30 r.

TEOITZAQUILITL. TONATIUH IXIUH PEPETLACA

MEDICINA QUE MATA LAS LOMBRICES

Muélanse con incienso blanco y cuézanse estas hierbas; tzonpilihuizxihuitl, ahuachyo tonatiuh ixtiuh. Límpiase ya bien el jugo ya bien cocido y luego bébase: se acaban las lombrices.

Desafortunadamente la información disponible para tiempos antiguos en regiones tan relevantes como China y la India casi no existe o el acceso a ella es limitado. En todo caso, lo que sí es claro es que en Europa, con el paso de los siglos, la atención de quienes practicaban los oficios de la curación del cuerpo intentaron entender mejor cómo acaecían estas epidemias y urdir explicaciones que fueran más allá de castigos de Dios. Un caso muy ilustrativo fue el descubrimiento, en 1775, de la vacuna contra la viruela por Edward Jenner mediante la extracción del contenido de una llaga en vacas y su aplicación (mediante inyección) a una persona, pues así se aseguraba que ella nunca se contagiaría de esta enfermedad. Ciertamente la viruela, causada por el

⁸ Pimienta larga: *Piper longum*



Figura 43. Folios 29 y 30 de *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis* (Cruz de la 1964) donde se muestran las plantas utilizadas para la expulsión y/o muerte de lombrices contenidas en el cuerpo humano. a) Imagen y uso del Ayecotli (*Phaseolus coccineus*) y b) Teoiztaquilil (quizá una malvácea) y Tonatiuh ixiuh pepetlaca (*Marsilea mollis*) (Rojas 2019) (fotografías de Raúl Valadez).

virus *Variola major*, tiene una dinámica que involucra más bien la interacción hombre-hombre, pero la participación del factor animal es relevante en tanto que vemos su implicación en casos como el señalado. En todo caso es una forma de ilustrar como iba cambiando la perspectiva humana sobre las enfermedades contagiosas y cómo hombre y animal eran partícipes.

Con el impulso a la urbanización derivada de la revolución industrial en Europa, aumentó notablemente el riesgo de entrar en los ciclos epidémicos zoonóticos; valga señalar que, en los siglos XVII y XVIII una de cada cuatro personas moría por un padecimiento secundario promovido por la tuberculosis y en el siglo XIX fue la primera causa de muerte en Estados Unidos (Paneque, Rojas y Pérez 2018).

Debido a su gran impacto social y económico este tipo de enfermedades se convirtieron en un tema de estudio constante en el siglo XIX. El médico alemán Rudolf Virchow (1821-1902) en su obra *Handbuch der Speziellen Pathologie und Therapie*, publicada en 1855, fue el primero en utilizar el término zoonosis. La base de su estudio fue la relación del cerdo con la triquinosis humana (Cordero 2001).

Poco después tuvieron lugar diversos descubrimientos que sentaron la base de la epidemiología actual y de la zoonosis como campo de trabajo médico y científico:

- En 1876, en Alemania, el científico Robert Koch publicó sus estudios sobre *Bacillus anthracis*, el bacilo del ántrax.
- Entre el 5 de mayo y el 5 de junio de 1881 Louis Pasteur llevó a cabo en público el primer procedimiento para vacunar ovejas contra el ántrax.
- El 24 de marzo de 1882, Robert Koch describió el *Mycobacterium tuberculosis*, agente patógeno de esta enfermedad.
- El 20 de abril de 1882, Louis Pasteur y Claude Bernard efectuaron el primer proceso de pasteurización.
- El 6 de julio de 1885 Louis Pasteur aplicó por vez primera una vacuna contra la rabia.

Cabe señalar que, aunque a partir de estos descubrimientos se dispusiera de los medios para erradicar estas zoonosis, tanto por los tratamientos médicos como por la construcción de normas de sanidad, finalmente los usos y costumbres se hicieron valer. De ahí se desprende que entre 1912 y 1937, hasta 65 000 personas murieron en Gran Bretaña por tuberculosis (Chow 2018), mientras que en 1906 se reportaron en Francia 247 000 decesos por el ántrax (Ledermann 2003), distribuidos de la siguiente forma: carniceros (36.4 por ciento), tapiceros y ebanistas (18 por ciento), silleros (de montar) (14.8 por ciento), curtidores (8 por ciento), pastores (6.4 por ciento) y cosedores de guantes de piel (4.9 por ciento), es decir, personas ligadas con el manejo de animales o sus partes, las cuales estarían infectadas.

Ya en el siglo XX, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), constituidos como comité mixto, y con el apoyo de expertos en zoonosis, las definió y ratificó (1951 y 1959), como “aquellas enfermedades e infecciones que se transmiten de forma natural entre los animales vertebrados y el hombre y viceversa”. A través de esta declaración quedó definido el concepto, no como enfermedades de los animales, sino de procesos compartidos entre hombre y animales (Cordero 2001).

RADIOGRAFIANDO ALGUNAS ZOONOSIS

El objetivo principal de esta narrativa histórica es constatar que las zoonosis como producto de la relación entre *Homo sapiens* y un organismo doméstico es algo tan real como la domesticación misma y que más allá del conocimiento médico y científico, las zoonosis se mantienen porque la interacción de ambas especies las promueven.

Hasta ahora se ha hablado de dos protagonistas fundamentales: el animal y el hombre. Sin embargo, poco hemos visto del tercer personaje: el parásito. No es el objetivo ni el espacio presentar las cerca de mil zoonosis conocidas (Rodríguez 2009), pero sí algunas, acaso las más ilustrativas, más investigadas y más relevantes para analizarlas desde diversas perspectivas y así comprender mejor esta dinámica para verla desde un punto de vista evolutivo, algo indispensable dentro de los objetivos de esta obra.

LA RABIA

Empecemos con la rabia. El agente activo, el virus denominado *Lyssavirus*, tiene forma de bala, con cápsula helicoidal y una cubierta lipídica con glicoproteínas que sobresalen con forma de espícula y una cadena de ARN (Anónimo 2014). Su ámbito (al menos como entidad activa) está limitado a los mamíferos, quizá por la afinidad bioquímica del virus con la acetilcolina, un neurotransmisor, y con determinados tipos de neuronas del sistema nervioso central.

La rabia se transmite por medio de la saliva casi siempre inoculada por una mordida; de ahí que si bien cualquier mamífero pueda enfermarse de rabia, sólo aquellos que muerden como parte de sus hábitos naturales o por propia defensa, la pueden transmitir. En ciertos mamíferos, como algunos roedores, la acción del virus provoca que el sistema nervioso conduzca a esquemas de parálisis, lo cual impide que puedan transmitirla (las ratas son una relevante excepción). Esto reduce la cantidad de especies participantes en la cadena (figura 44).

El grupo clave como reservorio y dispersor de la rabia son los quirópteros (figura 44), pues además de que se ha detectado la presencia del virus en estado latente, es improbable que uno de ellos se contagie a través de la mordida de otro mamífero, por ejemplo, de una zorra. Por otro lado, se ha determinado que *Lyssavirus* aparece en numerosas especies de murciélagos, sean frugívoros, insectívoros o hematófagos y en todos los continentes (Delmas *et al.* 2008), aunque ciertamente el riesgo de contagio depende por completo de que tenga lugar una mordida, ya sea por manipulación de uno de ellos o porque se trate de una especie que se alimente de sangre, como *Desmodus rotundus*.

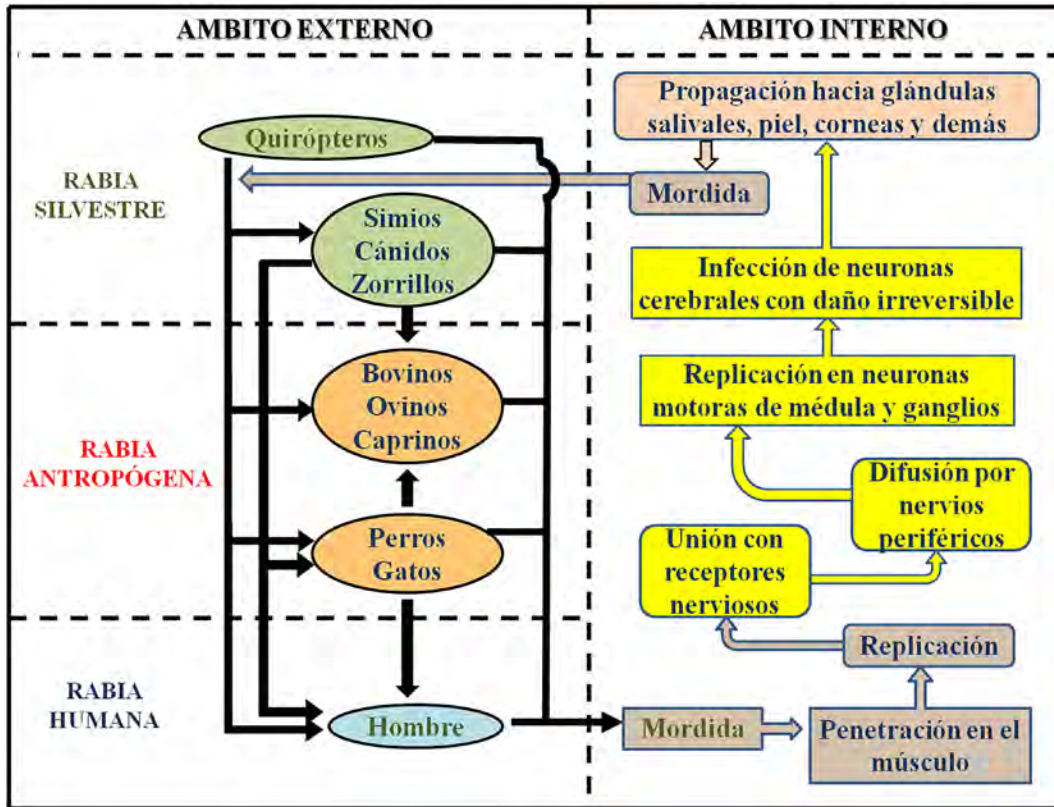


Figura 44. Propagación y patogenia del virus de la rabia (elaboró Raúl Valadez).

Viendo la dinámica de la rabia en el ambiente (figura 44), es claro que se transmite por diversas rutas, entre ellas las ligadas a los animales domésticos y el hombre, y para este último caso, los principales transmisores son gatos o perros (Llamas y Orozco 2009). El contacto físico como tal, piel a piel, no promueve el contagio, pues el virus no tolera la luz solar, la luz ultravioleta ni el ambiente carente de líquido, por lo que sólo se encuentra dentro de los hospederos y requiere de la inoculación directa para su transmisión, lo cual, casi siempre, es una mordida.

Una vez que el virus penetra en el nuevo cuerpo, primero se reproduce en las masas musculares, pero al cabo de los días penetra en el sistema nervioso, desde los axones hasta la médula, pues es muy afín al ambiente bioquímico del tejido nervioso. Entre su replicación y dispersión llega hasta el cerebro y ahí causa daños irreparables por la destrucción de neuronas, continuando su ruta hacia tejidos con gran innervación nerviosa como, por ejemplo, glándulas salivales, piel y ojos. Cuando se encuentra ya en el cerebro tienen lugar episodios de hiperactividad, alucinaciones, espasmos,

convulsiones y parálisis, estas últimas que son el preámbulo de lo que será pocos días después el paso a un estado de coma o la muerte súbita (Llamas y Orozco 2009). Todo el proceso dentro del cuerpo dura, entre uno y tres meses, dependiendo, en buena medida, de la magnitud de la inoculación y el tiempo que tarde el virus en empezar a invadir los axones ligados a los músculos.

Estudios del ARN del virus permiten reconocer algunas pautas de su evolución (Delmas *et al.* 2008). Aparentemente existen varios grupos o variedades del virus distribuidos por el mundo y los murciélagos son su principal medio de dispersión, sin duda desde hace millones de años. Posiblemente su centro de origen fue África, y luego pasó a Asia y de ahí a Europa, Oceanía y América.

A pesar de que la rabia no es una zoonosis originada a partir de los animales domésticos, en algunas regiones del planeta éstos son los principales transmisores. Llamas y Orozco (2009) indican que en países donde hay poco control antirrábico los perros son responsables de hasta el 90 por ciento de los casos reportados, mientras que donde hay buenas medidas y programas, disminuye a menos del 5 por ciento.

TOXOCARIASIS

Otro caso que vale abordar es la zoonosis relacionada con el nematodo *Toxocara canis*. Si bien su impacto en las poblaciones humanas y de perros no es tan definitivo como el de la rabia, quizá por ello su dispersión y persistencia ha sido sorprendente sin que sea relevante la condición económica o las pautas tradicionales (cuadro 12).

Toxocara canis es un nematodo de la población mundial hombre-perro y aunque es, originalmente, un parásito de *Canis lupus familiaris*, en el presente lo podemos encontrar en proporciones similares en *Homo sapiens*, como se observa en el cuadro 12 (Rojas-Salamanca *et al.* 2016).

Cuadro 12. Presencia de *Toxocara canis* en el mundo

<i>Países</i>	<i>Porcentaje de detección de T. canis en personas analizadas</i>
Grecia	97.5
Alemania	87.1
Bolivia	83
Nepal	81
Chile	75
Indonesia	68
Japón	63.3

Cuadro 12 (continuación). Presencia de *Toxocara canis* en el mundo

Irán	63.3
Brasil	60
Malasia	54.5
Venezuela	53
Colombia	47.5
Cuba	42
Argentina	31
Turquía	30.6
Egipto	30
Perú	22.46
Estados Unidos	20.6
México	12.45
Inglaterra	6.3
Francia	5
Suiza	5
Corea	5
España	1.2
Promedio en humanos	43.5
Promedio en perros	43
En el ambiente	77

Toxocara es un género de helmintos, parásito de diversos mamíferos, desde perros y gatos, hasta diversas especies de artiodáctilos e incluso elefantes. Sin embargo, el ser humano no es un hospedero natural, sino uno paraténico y, debido a ello, aunque ocupa su cuerpo, no completa su ciclo de vida, manteniéndose en estado larvario (denominado *Larva migrans* visceral u ocular) (Fe de la *et al.* 2006; Uribarren 2018a).

En el perro y otros hospederos naturales, *Toxocara* es un parásito que se aloja en el intestino, depositando centenares de miles de huevos, los cuales salen en las heces fecales, se mantienen en el sedimento hasta por varias semanas, para después ingerirse con el alimento (a veces con las mismas heces). En los cachorros la adquisición de las lombrices puede darse a través de la ingestión de larvas presentes en el suelo, agua o alimento o por vía materna, a través de la leche o la placenta. Éstas pasan del intestino a varios órganos (hígado, corazón, pulmones), más tarde regresan al primero, alcanzan la madurez y el ciclo se cierra; en los perros adultos las larvas no

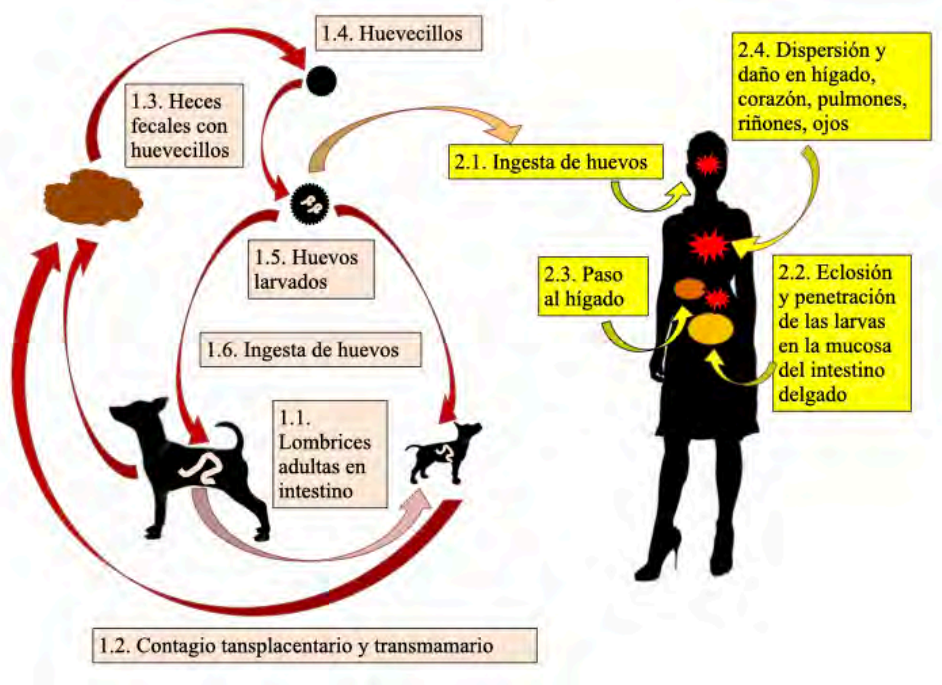


Figura 45. Zoonosis de *Toxocara canis* en perros y humanos. En los primeros se lleva a cabo un ciclo de vida completo que permite a las lombrices habitar en estos animales por largos periodos sin menoscabo de los hospederos; por el contrario, para los hombres infectados, su presencia constituye un peligro real, ya que al no tener nuestro cuerpo una “memoria de resistencia fisiológica”, tiene lugar una invasión a diversos órganos del cuerpo con daños severos, a veces irreparables (tomada parcialmente de Uribarren 2018a; elaboró Raúl Valadez).

migran a ese grado, manteniendo así un ciclo más corto, el cual también concluye en el intestino (figura 45).

En el hombre, los huevos y larvas ingeridos se desarrollan en el intestino y más tarde lo atraviesan para pasar al hígado. En muchos sentidos este ciclo es parecido al que sucede en los cachorros de perros, con la diferencia de que el paso de un órgano a otro causa lesiones y necrosis a causa de sustancias y tejidos que dejan a su paso y promueven inflamación y una reacción antígena que deriva posteriormente en una respuesta inmunopositiva y efectos anafilácticos y alérgicos; otra diferencia es que estas larvas nunca alcanzan a completar su ciclo ni retornan al intestino, circulando entre diversos órganos; quizá por ello, su persistente paso deja afecciones diversas y, muchas veces, profundas e irreparables. A este estado de larva permanente de *Toxocara* y otros

helminthos se le denomina estado de *Larva migrans* (Fe de la *et al.* 2006; Uribarren 2018a,b; Vázquez 2012). Para el caso de *Toxocara* hay dos variantes relevantes: *Larva migrans visceral*, descrito líneas arriba, y *Larva migrans ocular*.

Se ha determinado que las larvas de esta segunda variante, pueden llegar hasta el cerebro u ojos y su invasión a estos órganos deriva en lesiones como tumor de retina en el polo posterior y en la periferia o en la masa vítrea, dando lugar a niebla, desprendimiento de la retina, catarata, coriorretinitis, heterocromía del iris y microftalmo (Fe de la *et al.* 2006).

El síndrome *Larva migrans ocular* se presenta sobre todo en niños que llegan a consulta por tener el ojo inflamado y rojo, acompañado de conjuntivitis y otros síntomas (Uribarren 2018a). Estos problemas se presentan en el transcurso de días o semanas y su grado depende de la localización de las larvas. La eosinofilia, la respuesta fibrótica granulomatosa, puede dar lugar a distorsiones, heterotropía y/o desprendimiento de la mácula, con la consecuente pérdida de la visión:

Las infecciones por *Toxocara* no están limitadas a los perros, pues como vimos, este helmintho puede ser parásito de numerosos mamíferos. No obstante, *T. canis* y *T. cati* constituyen los principales agentes causantes de toxocariasis por tratarse de parásitos propios de las dos formas de animales domésticos más abundantes y presentes dentro del ámbito humano. Tal como se muestra en el cuadro 12, su presencia en las poblaciones humanas puede rebasar todo lo esperado e incluso en algunos países su impacto en la salud puede ser superior al que producen lombrices propias del hombre, como, *Ascaris lumbricoides*.

TUBERCULOSIS

Otros agentes patógenos mencionados, y de enorme relevancia son, *Mycobacterium tuberculosis* y *Bacillus anthracis*, sobre todo, por su estrecha vinculación con animales domésticos que han sido importante fuente de alimento y materia prima desde hace varios milenios.

Mycobacterium es una bacteria aeróbica que puede encontrarse en el suelo, el agua y en animales silvestres y domésticos. Pueden ser invasoras de diversos tipos de tejidos y órganos, por ejemplo, pulmones, linfa, piel, riñones, masa muscular y huesos. Se han reconocido poco más de 140 especies, muchas de ellas patógenas para el hombre (Uribarren 2018d).

En cuanto a las formas que derivan en el desarrollo de la tuberculosis dentro del ámbito humano (figura 46) tenemos, principalmente, a *Mycobacterium tuberculosis*, a *M. bovis* y a *M. avium*. La primera tiene al hombre como agente dispersor y reservorio. Entre los animales, indudablemente son los perros y gatos los más vulnerables a una

infección, mientras que, para otros, como bovinos, esto es muy improbable o bien se contagian pero la enfermedad se mantiene latente (Garbaccio s/f; Uribarren 2018d).

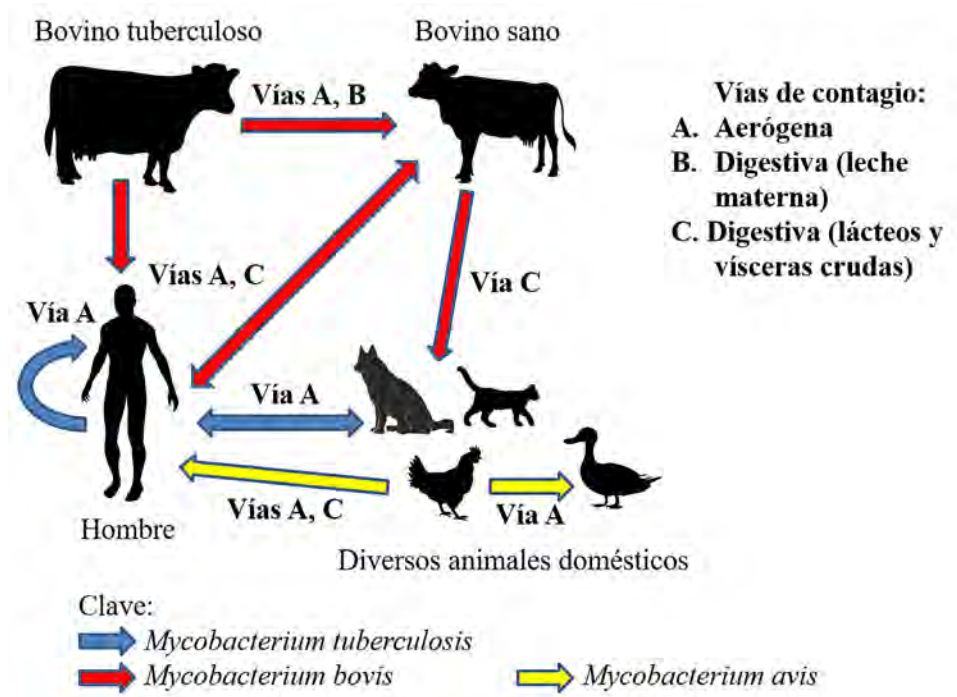


Figura 46. Esquema infeccioso de tres especies de *Mycobacterium* que impactan al ser humano y a diversos animales domésticos. El hombre posee un alto riesgo de enfermarse de tuberculosis por contagio entre personas enfermas, por el contacto prolongado con animales infectados o consumo de su carne. Después del ser humano, el perro es la especie más expuesta a esta enfermedad (elaboró Raúl Valadez).

Mycobacterium bovis es el principal causante de la tuberculosis en bovinos, causando lesiones en el útero e inflamación de ganglios retrolaríngeos. Muchas veces la infección prevalece gracias al hacinamiento y a la mayor vida útil de las vacas lecheras. Los cerdos también se enferman con esta bacteria pero, en menor grado, y en los ovinos la probabilidad de contagio es casi nula. Con los humanos la ruta de entrada es el consumo de productos infectados como los lácteos y la carne, así como el contacto prolongado con heces u orines del ganado.

La tercera especie, *M. avium*, tiene como hábitat principal las aves de corral (*Gallus gallus*), siendo el vector por el cual puede propagarse hacia otras especies como los guajolotes (*Meleagris gallopavo*) o los patos y gansos (anátidos). El hombre puede infectarse, pero sobre todo cuando mantiene contacto prolongado con estas aves o se consume carne infectada (Garbaccio s/f).

Como se indicó, los perros pueden contraer tuberculosis (figura 46), principalmente por exposición prolongada con pacientes enfermos y en ese caso desarrollan muchos de los síntomas clásicos, como tos y expectoraciones, reconociéndose la presencia de la bacteria en saliva, heces fecales y orina. El perro tuberculoso es un riesgo potencial, pues poca gente lo relaciona con esta enfermedad y si está contagiado lo más recomendable es su sacrificio. La probabilidad de contraer la enfermedad a través de *M. bovis* es baja, limitada a la ingesta de carne contaminada. El gato también puede llegar a enfermarse, pero por el consumo de alimentos infectados (Garbaccio s/f).

A pesar de los esfuerzos científicos y tecnológicos, en 2016 se reportaron 6.3 millones de casos nuevos, producto del mayor riesgo al ser el hombre susceptible a varias especies de esta bacteria, ya sea por el contagio al respirar aire contaminado o consumir carne infectada.

En la mayoría de los casos *M. tuberculosis* causa una infección primaria que no suele producir síntomas y posteriormente entra a una fase latente que puede durar incluso varios años. Si se atraviesan las defensas respiratorias altas y penetra a las regiones profundas de los pulmones, puede ocurrir que los macrófagos alveolares ingieran a los bacilos y algunos se repliquen dentro de ellos. Posteriormente estas células blancas son destruidas con ayuda de linfocitos y la acción inmunológica promueve inflamación y formación de granulomas, tejido fibroso y cavidades donde las bacterias continúan reproduciéndose. Entretanto, algunos macrófagos infectados migran a los ganglios linfáticos regionales y eso permite su llegada a otras zonas, como los huesos, los riñones o las meninges. Gran parte de este cuadro puede pasar inadvertido o mantenerse asintomático por largos periodos y se manifiesta principalmente cuando el sistema inmunológico se debilita, dando así lugar a cuadros clínicos bien conocidos. Mientras tanto las expectoraciones, desde ocasionales hasta intensas, pueden llevar a que el individuo enfermo transmita la infección a quienes le rodean, desde otras personas hasta mascotas (Garbaccio s/f; Uribarren 2018d).

Albert Zink y colaboradores hicieron en 2003 un estudio interesante respecto de la evolución de *Mycobacterium* y su relación con la zoonosis entre bovinos y hombres, analizando, mediante la técnica de *Spoligotyping*, el ADN de estas bacterias, el cual se obtuvo de momias del antiguo Egipto, del 2050 al 500 aC.

Como hemos visto, no una, sino varias especies de *Mycobacterium* pueden provocar tuberculosis en el hombre, y aunque se ha reconocido la presencia de esta enfermedad en esta cultura, se sabe poco acerca de cuál de ellas fue el agente infeccioso más

importante para este pueblo. Por otro lado, este estudio permitió buscar información acerca de si *M. tuberculosis* era un descendiente directo de *M. bovis*, más asociado con los bóvidos domésticos, o de *M. africanum*, especie propia de dicho continente.

En el estudio se usó tejido de 85 momias, 48 de las cuales dieron resultados positivos en la obtención del ADN de la bacteria. *Mycobacterium africanum* apareció básicamente en tumbas del Antiguo Imperio y *M. tuberculosis* en las más recientes, pero, contra lo esperado, *M. bovis* no parece haber repercutido como agente infeccioso. Otro aspecto importante fue que las dos formas de *Mycobacterium* aparecen separadas en el tiempo; es decir, en el periodo antiguo la tuberculosis estuvo relacionada con *M. africanum* y para tiempos posteriores con *M. tuberculosis*.

Por cuestión de lógica se suponía que *M. bovis* sería ancestro directo de las otras especies que afectan a los hombres, es decir, de *M. africanum* y *M. tuberculosis*: no obstante las diferencias en el ADN manifestaron que todas ellas provenían de un tronco común.

Algunos estudios con restos humanos muy antiguos hacen suponer que la tuberculosis pudo haber estado presente desde hace quince o veinte mil años, pero no se sabe bien la forma como se dio la evolución entre bacteria y enfermedad, hasta llegar a *M. tuberculosis*. Se consideraba probable que *M. bovis* fuera el causante principal de esta enfermedad en épocas antiguas. Sin embargo, su ausencia en las tumbas demostró que no desempeñaba un papel importante en la salud de los egipcios (Zink *et al.* 2003).

Finalmente, se concluyó que *M. africanum* parece estar más relacionada con la tuberculosis egipcia y con la propuesta de que esta enfermedad derivó del contacto bovinos-hombres, aunque aún no se sabe bien como se introdujo *M. tuberculosis* como agente infeccioso principal en épocas más tardías. En algunas muestras de esta última se observan ligeras diferencias en el ADN, como si se hubiera dado la transformación progresiva desde un ancestro desconocido hasta la forma actual, misma que, aparentemente, sólo tiene unos cuatro mil años de haber aparecido.

EL ÁNTRAX

La otra bacteria con larga historia ligada al hombre, *Bacillus anthracis*, es la causante del ántrax, llamado carbunco por los griegos. No obstante ser, como en el caso anterior, una bacteria, su esquema de vida y su acción como agente patógeno es muy diferente.

Bacillus anthracis se desarrolla en tres ámbitos (figura 47): el suelo, diversos animales y el hombre (Perret *et al.* 2001). La primera fase consiste en el periodo en el cual la bacteria, proveniente de restos de organismos infectados, desde heces fecales hasta cuerpos enterrados, se encuentra bajo la forma de esporas que subsisten indefinidamente en el suelo y la vegetación. Los rangos más favorables son temperaturas

medias arriba de los 15.5 grados centígrados en tierras no cultivadas ricas en materia orgánica y un PH mayor a 6.0. La mayor o menor humedad tiene poca relevancia.

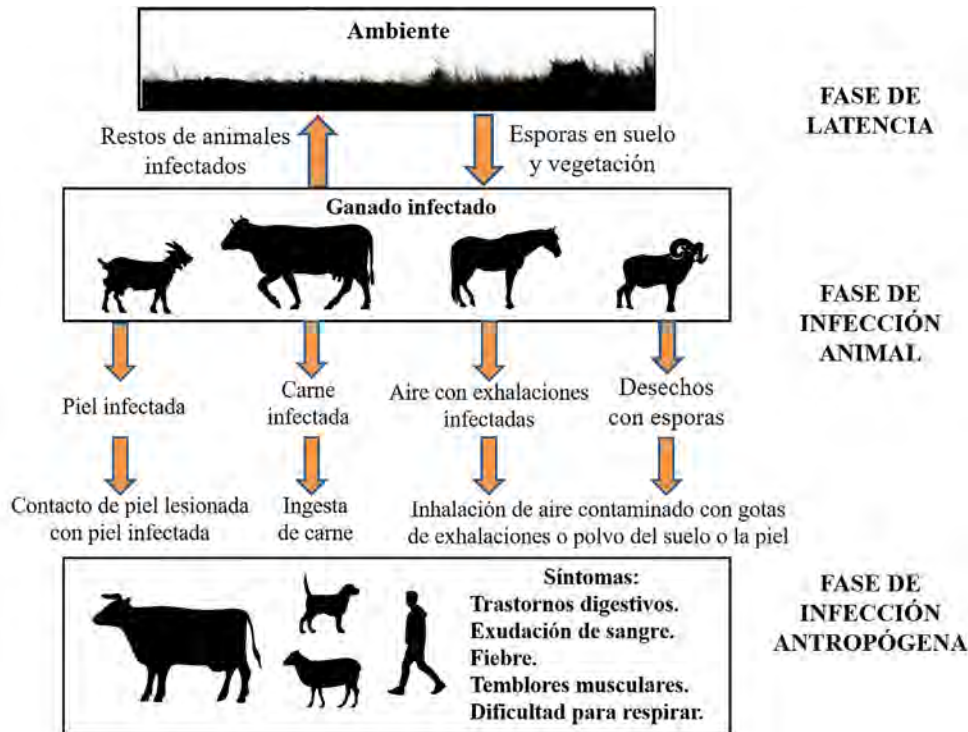


Figura 47. Ámbito en el que se desarrolla el bacilo del ántrax (*Bacillus anthracis*). Su flexibilidad para sobrevivir fuera de los cuerpos vivos le permite mantener el riesgo potencial por largos periodos, riesgo que se convierte en mortal realidad una vez que se encuentra dentro de un animal u hombre, pues su acción patógena es casi inmediata (elaboró Raúl Valadez).

La segunda fase, a la que podemos llamar “fase primaria de infección o fase de infección animal”, tiene lugar cuando el animal doméstico, básicamente el ganado, se alimenta de la vegetación contaminada o cuando penetra del polvo del suelo (con esporas incluidas) a una herida o a los pulmones (Perret *et al.* 2001). La tercera fase, la cual involucra al hombre, sería la antropógena, no porque los procesos biológicos sean diferentes, sino por el tipo de actividades que involucran la interacción hombre-bacilo.

La bacteria penetra a un animal o al hombre por una de tres vías: digestiva, cutánea o pulmonar. Si la entrada es por vía digestiva o cutánea, en un periodo de dos a cinco días germinan las esporas y liberan una exotoxina que provoca los síntomas de

la enfermedad. Si se trata de la vía digestiva se desarrolla una septicemia y la muerte sobreviene en un par de días.

Cuando la entrada fue por vía cutánea, en la zona afectada se desarrolla una irritación, seguida por inflamación y más tarde por una ampolla caracterizada por tener un anillo (rico en bacilos), con una parte central necrosada. Durante este periodo los leucocitos (macrófagos) atacan a las bacterias y las ingieren, pero con ello las transportan hacia la red linfática, dando así lugar a la inflamación de vasos y ganglios linfáticos, fiebre y una sobreinfección de la piel dañada. Posteriormente puede tener lugar una diseminación septicémica y, poco después, la muerte o la cicatrización y curación espontánea de la lesión.

La infección por vía pulmonar comprende la llegada de las esporas a los alveolos, a través de la reacción de los macrófagos antes indicada y su paso hacia los ganglios linfáticos mediastínicos o traqueobronquiales, donde permanecen latentes por varias semanas. Una vez que los bacilos surgen de las esporas producen la exotoxina, llevando a un cuadro de hemorragia masiva, mediastinitis y linfadenitis edematonecrótica que provoca dificultad para respirar, fiebre y tos, llegando la muerte por no poder respirar o por la septicemia.

La epidemiología del ántrax no varía entre ganado doméstico o el hombre. Sin embargo, para este último es relevante la probabilidad de contagio por la manipulación de objetos, por ejemplo, la lana o las pieles de animales enfermos, y se utilizaron, bien porque se desconocía este dato o porque se creyó, ingenuamente, que ya no podían transmitir la enfermedad. Otro esquema de contagio es el consumo de la carne cruda o semicruda (huesos incluidos) de animales infectados, con lo cual quedan perros y gatos dentro del flujo infeccioso.

No obstante el avance médico y científico, el ántrax sigue siendo una zoonosis de muy alto riesgo, no sólo por el tipo de animales involucrados, sino sobre todo por la rapidez con la que se manifiesta. Debido a ello en el presente existen programas para vacunación y control en las regiones donde el ganado ovino es parte fundamental de la economía, tanto por los rebaños en sí, como por el manejo de sus productos. En caso de que se determine la presencia de animales o humanos infectados (sin probabilidad de que puedan curarse) o de cuerpos muertos (personas incluidas) por ántrax, los lineamientos generales indican:

1. Que el cuerpo no debe ser objeto de algún tipo de necropsia, a fin de evitar que los bacilos pasen al estado de esporas al entrar en contacto con el oxígeno.
2. Se deben incinerar los restos, bien sean de hombres o animales. Si esto no es posible, los restos deben enterrarse a, por lo menos, un metro de profundidad para evitar que el cuerpo quede al descubierto por alguna razón.
3. Debe quemarse el área donde el organismo quedó tendido.
4. Se debe aviso inmediato a las autoridades correspondientes.

5. Se debe aplicar un periodo de cuarentena a la zona afectada.
6. Se debe aplicar la vacunación a hombres y animales que hayan estado en la zona afectada.

También deben existir programas de protección en las fábricas o talleres donde los diversos productos derivados de estos animales se manejan, pues las esporas pueden sobrevivir por años y no siempre es posible garantizar los esquemas de control de los productos, sobre todo carne o pieles. No puede subestimarse la posibilidad de que una mano con una pequeña herida entre en contacto con una piel contaminada ni se puede negar la posibilidad de que el polvo y los residuos provenientes de lana puedan ser un foco de infección si no se tienen esquemas de ventilación adecuados.

Conducta paradójica, pero nada sorprendente, del *Homo sapiens* actual, ha sido la propuesta de convertir a *Bacillus anthracis* en una arma de guerra biológica, aprovechando el enorme conocimiento acumulado y la fuerza letal de esta bacteria. Si esto es o no una realidad en el presente, no importa, lo relevante es la forma como el ser humano busca, siempre por todos los medios posibles utilizar, en este caso el recurso doméstico, no sólo para obtener un beneficio en común, sino también para obtener ventajas frente a otros grupos, comunidades o sociedades y así acabar con supuestas amenazas. Así se hizo al crear perros de ataque, caballos y carros de guerra y ahora, ántrax y armas biológicas.

TAENIAS O SOLITARIAS

Un grupo de parásitos ligados a la zoonosis y que no podemos pasar por alto, debido a su historia con el hombre y el ganado doméstico, son los céstodos. Estos organismos pertenecen al grupo de los llamados “gusanos planos”, muy antiguos y primitivos desde la perspectiva de la historia y filogenia animal, sumamente especializados algunos de ellos como, por ejemplo los pertenecientes al género *Taenia*.

Taenia tiene un ciclo de vida (Secretaría de Salud 2016; Uribarren 2016) (figura 48) cuyo inicio se encuentra en los huevos o proglótidos con huevos que se localizan en el suelo y la vegetación. Éstos son ingeridos por herbívoros u omnívoros (para nuestros intereses ganado doméstico), entran a su tracto digestivo y de ahí se convierten en embriones, atraviesan la pared intestinal y llegan hasta las masas musculares.

Esta fase, denominada “cisticerco”, es como un estado latente y dura mientras el hospedero temporal está vivo. En algún momento es consumido por un carnívoro (o por el hombre) y los cisticercos son ingeridos, llegan al intestino y ahí se convierten en adultos. Ya en su hospedero definitivo se desarrollan, dando lugar a gusanos de más de un metro de largo, los cuales se mantienen sujetos a la pared intestinal mediante ventosas y/o ganchos que tienen en su cabeza (escolex), mientras que el cuerpo, constituido por cientos de segmentos, los proglótidos, no tiene más objetivo

que la reproducción, pues cada uno de ellos posee aparatos reproductores masculino y femenino. Conforme los proglótidos “maduran”, se desprenden, saliendo del cuerpo junto con las heces fecales y quedan en el suelo a la espera de un herbívoro.

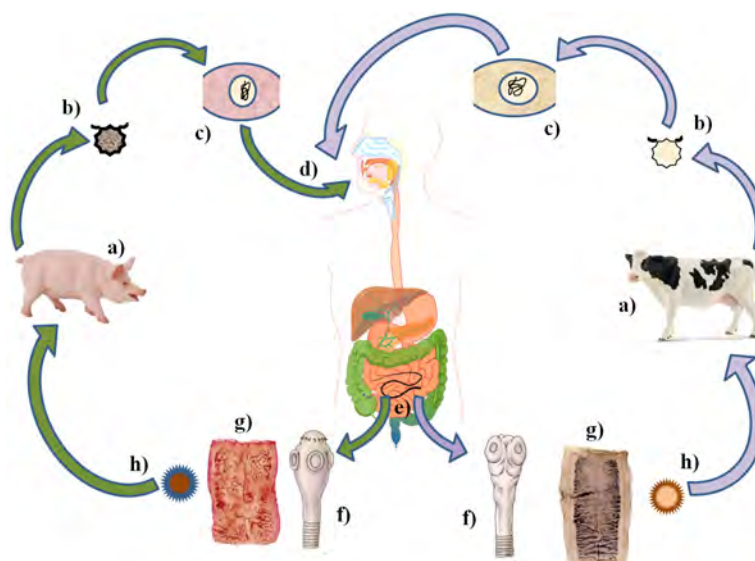


Figura 48. Existen varias especies de *Taenia* que parasitan al hombre, las más comunes son *T. solium* y *T. saginata*. La primera tiene como hospedero temporal al cerdo (izquierda) y la segunda al ganado vacuno (derecha); en ambos casos el ciclo incluye la ingestión de los huevos por los hospederos temporales a), el desarrollo de embriones b) que atraviesan la pared intestinal y en el estado de cisticercos quedan alojados en las masas musculares c) hasta que entran al hombre d) mediante el consumo de carne cruda o mal cocida, pasando al intestino e), para ahí alcanzar la madurez f). Es en los segmentos del cuerpo, denominados proglótidos g), donde se producen los huevos h), que al ser desalojados del tracto digestivo quedan en el ambiente a la espera de ser ingeridos por un herbívoro (imágenes de proglótidos de Uribarren 2016; figura elaborada por Raúl Valadez).

El ciclo de vida de *Taenia* se encuentra estrechamente relacionado con los niveles tróficos en los que el hospedero temporal es un herbívoro y el definitivo un carnívoro (Hoberg *et al.* 2000), por lo que resulta interesante el estudio de esta relación con el objetivo de reconocer la evolución del hombre en cuanto a su posición trófica, así como determinar a partir de cuándo, desde la perspectiva de *Taenia*, se convirtió en un depredador.

En años recientes ciertos estudios buscan establecer los niveles de parentesco de diversas especies de *Taenia*, a través de su ADN (Hoberg *et al.* 2000; Terefe *et al.* 2014), así como reconocer pautas evolutivas y de diversificación a través de su relación con sus diferentes hospederos temporales y definitivos. Su relevancia es que por este medio es factible visualizar la forma como los homínidos fueron “moviéndose” en el plano alimentario y trófico hasta convertirse en depredadores de herbívoros y hospederos definitivos de estos parásitos.

Un aspecto muy relevante es comprender la forma como funciona el “ambiente herbívoro” y “ambiente carnívoro” dentro del ciclo de vida de la tenia. Estos estudios indican que realmente cada “ambiente” es lo bastante particular como para que cada especie de *Taenia* tenga sus hospederos temporales y definitivos específicos, lo cual permite entender la relación de esta triada de forma equivalente a como vemos la relación entre biomas y la evolución de un género de plantas o de insectos.

Visto de esta manera, es importante ubicarnos en nuestra condición actual de depredadores del ganado doméstico y entender que, si somos hospederos definitivos de tres especies de *Taenia*, es porque se ha tenido un largo periodo adaptativo de estos parásitos, con el correspondiente proceso de especiación, lo cual lleva a la pregunta ¿desde cuándo formamos parte de este ciclo? ¿desde que apareció el ganado doméstico o antes?

Al estar frente a esta realidad de vida depredadora surge la reflexión de que la carnivoría no es una forma de vida que haya tenido relevancia primaria en nuestra evolución. Sabemos que los australopitécidos eran organismos claramente omnívoros, algunos incluso con marcada especialización hacia la herbivoría (Behrensmeyer y Reed 2013) y que los primeros miembros del género *Homo* eran omnívoros carroñeros (Leonard 2003). Dadas las circunstancias, ¿cómo se insertaron los homínidos en estas triadas y con qué papel?

Un aspecto bien reconocido por los investigadores es que en función del tipo de hospederos de *Taenia*, su centro de origen es África. Este dato es muy relevante, pues nos permite ir construyendo la respuesta a las preguntas planteadas desde el origen mismo de los homínidos e ir formulando los posibles cambios y adaptaciones que fueron dándose hasta la actualidad.

No obstante el esfuerzo académico de esos estudios, aún existen notables discrepancias sobre las relaciones filogenéticas dentro del género, sobre todo en cuanto a la posición de *T. solium*, *T. saginata* y *T. asiatica* (también parásita del hombre) a propósito de otras especies cercanas (Hoberg *et al.* 2000; Terefe *et al.* 2014); sin embargo, es claro que todas están incluidas en espacios que ubican como “vecinos del hombre” a depredadores de la talla de las hienas, los osos y los leones (figura 49), mientras que diversos grupos de artiodáctilos quedan como compañeros del ganado doméstico.



Figura 49. Posición de las tres especies de *Taenia* que parasitan en el hombre y su relación con los hospederos definitivos (carnívoros) y temporales (herbívoros). De acuerdo con el ADN, *T. saginata* y *T. asiatica* son especies derivadas de un proceso de especiación independiente del que dio lugar a *T. solium* (figura elaborada por Raúl Valadez, tomada parcialmente de Hoberg *et al.* 2000 y Terefe *et al.* 2014.)

Como se indicó, se sabe que *Taenia* se originó en África y sus hospederos iniciales eran mustélidos y roedores (Hoberg *et al.* 2000). Con el paso del tiempo estos cestodos “radiaron” hacia otras especies aprovechando su esquema de “vida latente” en el suelo y la vegetación a la espera de ser consumida por algún herbívoro. Conforme esta diversificación tuvo lugar, los artiodáctilos fueron los consumidores primarios “colonizados” en mayor grado y, en consecuencia, los carnívoros más grandes, como felinos, hienas y cánidos quedaron incluidos en las triadas.

A partir de este momento los homínidos quedan integrados a esta dinámica (figura 50). Al inicio las especies de *Taenia* ligadas al hombre están emparentadas con especies parásitas de carnívoros grandes y ungulados y no con vivérridos, mustélidos, roedores o lagomorfos. Esta ubicación, la de un homínido que se encuentra en un hábitat compartiendo el espacio con antílopes (bóvidos), suidos, hiracoideos, otros primates, leones y hienas, es propia de una sabana africana donde especies como *Australopithecus afarensis* y *A. africanus* se desarrollaron entre los 2.5 y 3.5 millones de años antes del presente (Foley 2013) (figura 50a).

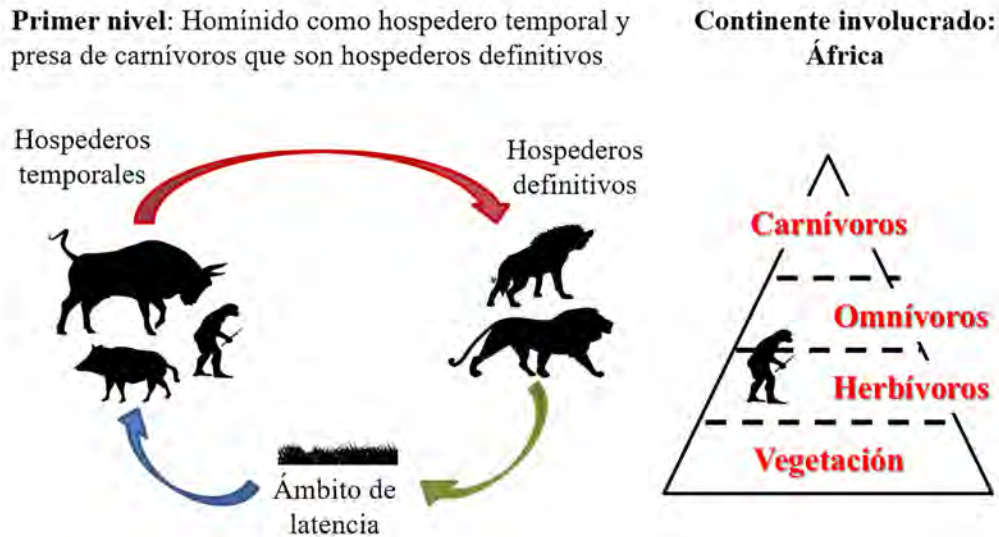


Figura 50a. Reconstrucción de la dinámica trófica relacionada con *Taenia* en el momento en que los homínidos quedan incluidos. Los organismos participantes serían australopitécidos que se alimentaban principalmente de vegetales con complemento de proteína animal (elaboró Raúl Valadez).

En este momento los homínidos involucrados, australopitécidos de modo más específico, no serían en modo alguno carnívoros sino omnívoros con fuerte tendencia a la herbivoría cuya acción depredadora se limitaría a pequeños animales bajo circunstancias puramente fortuitas y, simultáneamente, serían presa de carnívoros como leopardos, licaones, leones y hienas. Este esquema paleoambiental está bien documentado con *Australopithecus afarensis* o *A. africanus*, quienes fungirían, en este momento, como hospederos temporales de *Taenia*.

En la evolución de los homínidos sabemos que el origen de *Homo* está relacionado con una mayor adaptación a la sabana y con el desarrollo de ciertas características como una masa cefálica más grande (en comparación con la de los australopitécidos) y la fabricación de herramientas para, entre otros usos, apoyar el destazamiento y la fractura de huesos de animales cazados por depredadores. Con base en ello se considera que especies como *Homo habilis* eran omnívoros para quienes bulbos, frutos y semillas serían la base, con insectos, pequeños vertebrados, trozos de carne y médula de huesos grandes como complemento (figura 50b). La época a la que pertenece esta fase abarcaría unos dos a dos y medio millones de años (Valadez 2000).

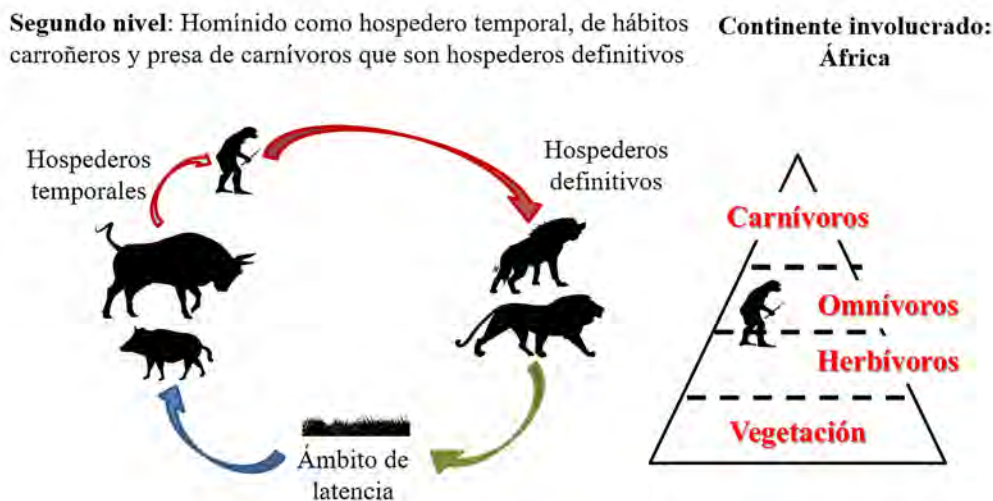


Figura 50b. Ciclo de vida de *Taenia* con los homínidos como hospederos temporales, pero en una condición trófica “corrida” hacia la carnivoría gracias a sus hábitos carroñeros (elaboró Raúl Valadez).

En este momento, con sus dosis de cisticercosis incluidos en su masa muscular, *Homo habilis* sigue siendo un hospedero temporal, pero independientemente de ello, sus hábitos carroñeros llevarían a que ocasionalmente ingiriera una significativa porción de carne, a veces también con estos embriones. Casi con seguridad éstos serían digeridos en el tracto digestivo de estos homínidos, ya que su ambiente fisiológico no sería el adecuado para que se diera lugar al estado adulto de *Taenia*; no obstante, este contacto ocasional podría ir conformando el “espacio ecológico” necesario para ser aprovechado posteriormente por esta lombriz.

El tercer nivel constituye la continuación de la tendencia al consumo de carne por los descendientes de *Homo habilis*, por ejemplo *H. ergaster* (Tattersall 1997; Valadez 2000), quien habitó en África entre un millón y medio a dos millones de años. Este homínido tenía una mayor capacidad para incluir carne en su dieta, tanto por la propia carroñería como por el robo de piezas y cierta habilidad para cazar, aunque seguiría siendo presa habitual de carnívoros mayores (figura 50c).

En estas condiciones las especies involucradas ocuparían un nivel intermedio en la cadena trófica. Muy probablemente sus características fisiológicas le ubicarían como un hospedero temporal de *Taenia*, pero es posible que esta mayor habilidad para la carnivoría abriera la opción de que los cisticercos comidos junto con la carne percibieran el tracto digestivo humano como “fisiológicamente óptimo” para desarrollarse



Figura 50c. Conforme *Homo* va desarrollando sus habilidades para la obtención y consumo de carne, queda abierta la opción de que *Taenia* le utilice como hospedero temporal y definitivo, evolucionando, de forma paralela a como fue evolucionando la fisiología digestiva humana respecto de la carnivoría (elaboró Raúl Valadez).

y llegar a ser adultos (figura 50c). Ciertamente en este proceso todo dependería del ambiente intestinal presente con la consiguiente adaptación de estas lombrices a las peculiaridades de este nuevo hospedero definitivo; en todo caso, lo más relevante es que este nivel de desarrollo evolutivo de *Homo* nos permite visualizar las circunstancias que permitirían a este cestodo aprovechar a los hombres bajo esta nueva condición.

La siguiente fase (figura 50d) involucra a *Homo erectus*, a especies equivalentes y a *Homo sapiens* hasta antes del proceso que llevó a la aparición del ganado doméstico. Los aspectos fundamentales serían su cada vez mayor habilidad depredadora, así como su diseminación por África y Asia. Este momento, que transcurrió del millón y medio de años hasta hace diez o veinte mil años, comprende, el acomodo de estos hombres como depredadores, en igualdad de circunstancias con tigres, leones, leopardos, osos, lobos y hienas.

Esta nueva y definitiva posición trófica sería el elemento determinante para que estas especies de *Homo* se convirtieran en hospederos definitivos de *Taenia*, pues, al margen de nuestra flexibilidad omnívora (parte de nuestra condición biológica), las modificaciones fisiológicas para que el intestino pudiera digerir la carne y la grasa

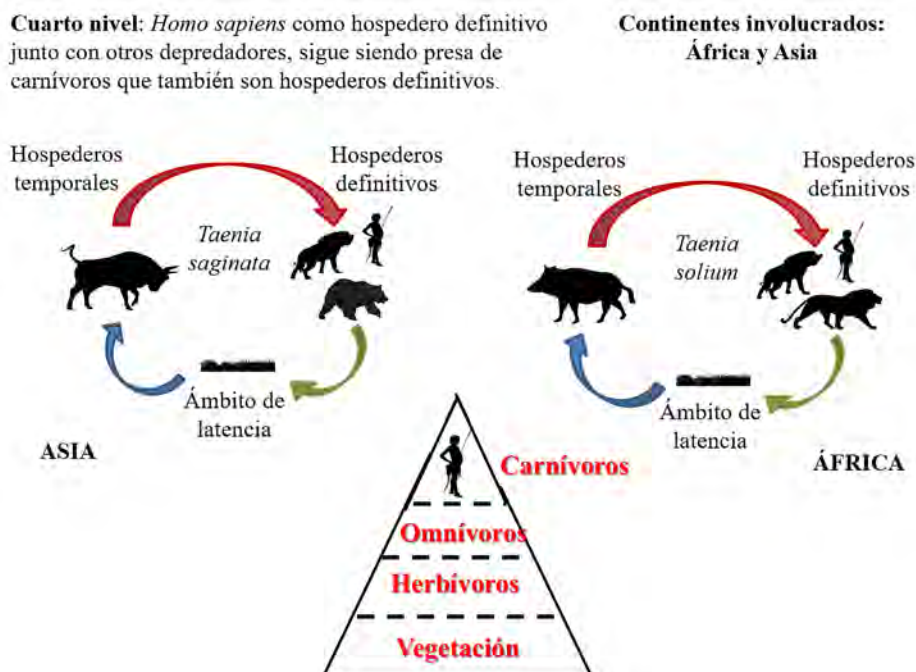


Figura 50d. Fase de desarrollo de la relación hombre-tenia. Conforme *Homo* se extiende por la mayor parte del Viejo Mundo, se van constituyendo las líneas de las que se derivarán posteriormente las diferentes especies de *Taenia* que nos parasitan. Ya para este momento estos cestodos reconocen el tracto digestivo humano como óptimo para su desarrollo adulto, producto de nuestras

animal sin problemas, también abrió la puerta para que esta lombriz pudiera establecerse en su fase adulta.

En tercer lugar, la salida de *Homo* de África deriva en procesos de dispersión y aislamiento que lleva a que se constituyan diversas especies de *Taenia*, en función de las herbívoros existentes en cada región que fungan como hospederos temporales. De acuerdo con los investigadores (Hoberg *et al.* 2000 y Terefe *et al.* 2014) (figura 49), las triadas constituidas por las lombrices, el ganado y el hombre se encuentran estrechamente relacionadas con otras en las que las hienas o los osos grises son los depredadores principales. Esto permite reconocer que esta última fase de la evolución y especiación de *Taenia* tuvo lugar de forma independiente, incluso en continentes diferentes (figura 50e).

Quinto nivel: *Homo sapiens* como hospedero definitivo de *Taenia solium* y *Taenia saginata* a través de los respectivos hospederos temporales, el ganado porcino (*Sus scrofa*) y el ganado bovino (*Bos primigenius*)

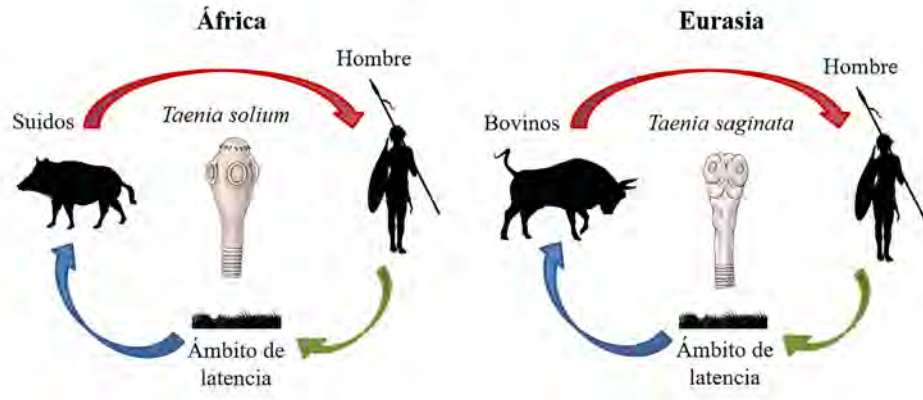


Figura 50e. Cadena trófica actual ligada al ciclo de vida de *Taenia solium* (izquierda) y de *T. saginata* y *T. asiatica* (derecha). Este esquema, con las especificaciones propias de cada parásito y del ganado involucrado, es producto directo del surgimiento del ganado doméstico hace, por lo menos, diez mil años (elaboró Raúl Valadez).

En estas circunstancias llegamos al último nivel en el cual el elemento clave es la aparición del ganado doméstico, aspecto que determina las condiciones ecológicas que finalmente conducirán al proceso de especiación en *Taenia* que dio lugar, de forma independiente, a *T. saginata* y *T. asiatica* como productos de la relación entre bóvidos y hombres y de *T. solium*, como producto de la relación cerdo-hombre (figura 50e).

ZOONOSIS EN CAMÉLIDOS

Las zoonosis presentadas en las páginas anteriores son las que más impacto han tenido, no sólo en el aspecto médico sino también en el ámbito cultural, tal y como lo muestra la narrativa histórica y los estudios arqueológicos. Igualmente podemos corroborarlo a través de investigaciones científicas que abordan aspectos como la filogenia del parásito y la historia natural de su relación con animales y hombres.

Obviamente, muchos otros animales domésticos y enfermedades tienen un acervo zoonótico, algunos, de gran relevancia como el cerdo, (Zannier 2016). Empero no es el objetivo del presente capítulo describir cada caso, sino ilustrar lo necesario para entender los procesos evolutivos y adaptativos cuyo eje es el fenómeno de la domesticación.

Y justo para ampliar un poco el panorama en este sentido, se considera importante tratar dos grupos de animales: uno es el de los camélidos sudamericanos, grupo de enorme relevancia por su larga historia con las comunidades humanas de la región de Los Andes.

Desafortunadamente existen pocos estudios específicos sobre los tipos de zoonosis que se relacionan con estos animales. En páginas anteriores vimos el estudio de restos arqueológicos humanos y animales estudiados en Santa Cruz, Argentina, en el cual se describe la presencia de parásitos que pudieron corresponder a una zoonosis e igualmente fue posible mostrar algunos estudios de este tipo en ciudades sudamericanas. Sin embargo, no se hace el mismo énfasis en las zoonosis relacionadas con los camélidos actuales o han quedado como estudios limitados a ciertas zonas.

Un trabajo relacionado con este grupo de animales se llevó a cabo en Gran Bretaña (específicamente Gales e Inglaterra), aprovechando poblaciones de los cuatro camélidos sudamericanos que se encontraban en zoológicos, en instalaciones de la industria peletera y como mascotas, entre los años de 1990 (462 individuos), 1991 (583 individuos) y 1992 (689 individuos) (Halsby *et al.* 2017). Los resultados se muestran en el cuadro 13.

Como podemos ver, la imagen equivale a la de otros ungulados domésticos, incluso algunas de las zoonosis son las mismas. Aunque hablamos de animales que se encontraban en una región ajena a la suya, sin duda compartiendo espacio con otros animales, siempre cabe la posibilidad de que algunas de las enfermedades fueran atípicas para ellos. De cualquier forma, y dada la directriz del estudio, el resultado final fue el reconocimiento de las zoonosis de camélidos que pueden llegar a manifestarse.

Cuadro 13. Zoonosis detectadas entre 1990 y 1992 en poblaciones de llamas y alpacas que vivieron en Inglaterra (Halsby et al. 2017)

<i>Zoonosis</i>	<i>Agente infeccioso</i>	<i>Medio de transmisión</i>	<i>Síntomas</i>
Tuberculosis	<i>Mycobacterium bovis</i> y <i>M. microti</i>	Aire con exhalaciones de animales enfermos, consumo de productos lácteos contaminados	Los mismos de la tuberculosis humana
Cryptosporidiosis	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Contacto con heces fecales o consumo de alimentos o agua contaminada	Diarrea, vómito, cólicos, anorexia, pérdida de peso
Sarcoptosis	<i>Sarcoptes</i> sp	Contacto físico	Dermatitis

Cuadro 13 (continuación). Zoonosis detectadas entre 1990 y 1992 en poblaciones de llamas y alpacas que vivieron en Inglaterra (Halsby et al. 2017)

<i>Zoonosis</i>	<i>Agente infeccioso</i>	<i>Medio de transmisión</i>	<i>Síntomas</i>
Disentería	<i>Escherichia coli</i>	Contacto con heces fecales o consumo de alimentos o agua contaminada	Gastroenteritis
Enteritis bacterial	<i>Campylobacter jejuni</i> y <i>C. coli</i>	Contacto con heces fecales o consumo de alimentos o agua contaminada	Cólicos y diarrea
Dermatophytosis	<i>Trichophyton</i> spp. o <i>Microsporum</i> spp.	Contacto con individuos enfermos	Enrojecimiento e irritación de la piel
Erysipeloides	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Contacto con individuos enfermos	Celulitis y ocasionalmente meningitis
Leptospirosis	<i>Leptospira</i> sp.	Contacto con heces fecales o consumo de alimentos o agua contaminada	Cuadro tipo influenza, problemas renales
Listeriosis	<i>Listeria monocytogenes</i>	Consumo de alimentos contaminados	Septicemia o enteritis, encefalitis, inmunosupresión
Encefalomiелitis ovina	<i>Louping ill</i>	A través de la picadura de garrapatas de género <i>Ixodes</i>	Fiebre y daños en cerebro y espina dorsal
Salmonelosis	<i>Salmonella</i>	Consumo de agua o alimentos contaminados con residuos fecales	Gastroenteritis con fiebres altas
Enteritis	<i>Streptococcus bovis</i> / <i>S. equinus</i>	Consumo de agua o alimentos contaminados con residuos fecales	Trastornos gastrointestinales y meningitis
Enteritis	<i>Streptococcus suis</i>	Consumo de agua o alimentos contaminados con residuos fecales	Meningitis y septicemias

Cuadro 13 (continuación). Zoonosis detectadas entre 1990 y 1992 en poblaciones de llamas y alpacas que vivieron en Inglaterra (Halsby *et al.* 2017).

<i>Zoonosis</i>	<i>Agente infeccioso</i>	<i>Medio de transmisión</i>	<i>Síntomas</i>
Yersiniosis	<i>Yersinia</i> sp.	Consumo de agua o alimentos contaminados con residuos fecales	Diarrea, fiebre, artritis y dolores abdominales

Elaboró Raúl Valadez.

LA PSITACOSIS

Los mamíferos son el grupo de animales más involucrado con las zoonosis, resultado lógico dada nuestra propia condición y la consiguiente afinidad fisiológica reconocible por los agentes patógenos. En el caso del otro orden de vertebrados involucrados, las aves, existen menos casos reconocidos, aunque en algunas ocasiones igualan o superan en virulencia y efecto patogénico a cualquiera de los ejemplos presentados hasta ahora.

Sin duda la zoonosis más relevante entre ave y hombre es la psitacosis, pues abarca a la mayoría de las aves de ornato de los hogares de cualquier parte del mundo. El nombre del padecimiento deriva de que los primeros casos fueron detectados en pericos y papagayos, es decir, en miembros de la familia *Psittacidae* (Dirección de Producción Ganadera [s/f]).

El agente patógeno involucrado es *Chlamydia psittaci*, bacteria muy frecuente en aves silvestres o domésticas. En la gran mayoría de los casos constituye una especie más que se encuentra en los excrementos de estos vertebrados sin que represente problema alguno, pero puede convertirse en un riesgo cuando se reúnen las siguientes condiciones (figura 51):

1. Ave con sistema inmunológico deprimido a causa del estrés provocado por la vida en cautiverio. Esta inmunodepresión favorece el incremento de la población bacterianas con la consiguiente invasión al individuo.
2. Debilitamiento de su sistema inmunológico por la mala alimentación y condiciones de vida inadecuadas, con el mismo resultado.
3. Hacinamiento de ejemplares en espacios pequeños (jaulas) con la acumulación de excrementos, lo cual promueve el desarrollo de la enfermedad.

Cuando un ave enferma, su organismo busca eliminar a *Chlamydia psittaci* a través de secreciones respiratorias y evacuaciones que se dispersan por todo el ambiente circundante. En este momento la infección puede pasar a otros ejemplares y surge la posibilidad de que una persona se contagie al respirar el aire contaminado (el excremento de las aves, al secarse, se transforma en polvo que se levanta con el aire), al

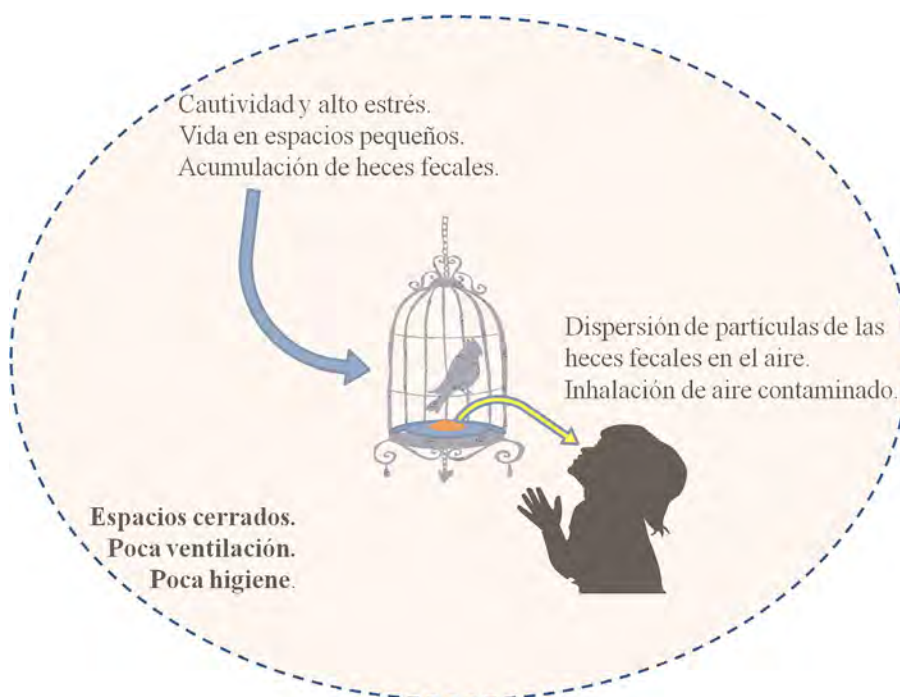


Figura 51. Esquema de contagio de la psitacosis en aves cautivas y personas (elaboró Raúl Valadez).

tener contacto manual con los excrementos, con el manejo mismo de los organismos enfermos o simplemente cuando se acerca uno a observarlas (figura 51).

Aunque las aves que habitan los espacios urbanos parecen estar sanas, por ejemplo, gorriones o palomas, la mala alimentación, el estrés, las condiciones de vida o la misma acumulación de heces fecales en espacios pequeños (por ejemplo, balcones o azoteas) pueden promover que la enfermedad se manifieste; por otro lado, *Ch. psittaci* puede estar en estado latente en estos animales, pero representa un riesgo en los lugares donde defecan las aves, pues esta bacteria sobrevive durante meses en estos residuos, aun cuando el ambiente sea muy seco.

En las aves expuestas a la enfermedad el periodo de incubación varía de unos pocos días a varias semanas. El cuadro agudo provoca somnolencia, anorexia, plumas erizadas, escalofríos, debilidad general, diarrea, descarga nasal, tos, conjuntivitis con flujo lacrimal y fotofobia. El cuadro crónico implica un progresivo desmejoramiento y pérdida de peso. El porcentaje de mortalidad no rebasa el 5 por ciento, lo que le resta importancia a los ojos de quienes les cuidan, permitiendo así una mayor difusión de la bacteria. Existen grupos de aves, como las palomas y los psitácidos, que son asintomáticos frente a la enfermedad.

El periodo de incubación de la psitacosis en el humano es de entre una y dos semanas y puede experimentarse un leve malestar general, sobre todo al inicio, que empero puede irse complicando y provocar fiebre, cefalea, mialgias, tos (primero seca, después con expectoración mucopurulenta), y posteriormente neumopatía e insuficiencia respiratoria (Díaz *et al.* 1995), síntomas que pueden llegar a confundirse con los de la influenza; en otros casos pueden afectarse otros órganos y producir endocarditis, miocarditis, hepatitis, artritis, queratoconjuntivitis y encefalitis.

Debido a la severidad con la que puede llegar a manifestarse, sobre todo por la poca conciencia de la enfermedad y de los factores que la promueven, es indispensable que un médico veterinario con experiencia esté al tanto del estado de salud de aves cautivas o domésticas, sobre todo si se encuentran en espacios habitacionales cerrados.

Mientras la infección es tratada médicamente, es necesario mantener a animales y personas en observación, pues no olvidemos que la enfermedad aún puede ser transmitida.

Para disminuir el riesgo de promover la psitacosis se debe considerar algunos cuadros preventivos. Para el caso de las aves es fundamental que no compartan espacios cerrados con las personas, mantenerlas en lugares aireados con las jaulas limpias y evitar la compra de ejemplares silvestres pues, como se indicó, cualquiera puede ser transmisor, pues un elemento vital es el desequilibrio en el que se puede ver una ave al mantenerla cautiva con alimentación inadecuada y en un ambiente estresante.

“UNA DE CAL POR LAS QUE VAN DE ARENA”

Este dicho popular –cuyo sentido se orienta hacia la idea de que en ocasiones nos vemos frente a eventos que invierten los procesos cotidianos porque se mueven en sentido inverso– sin duda es adecuado cuando hablamos de zoonosis en las que el flujo infeccioso va en el sentido hombre-parásito-animal, es decir, a la inversa de como lo hemos visto en las páginas anteriores.

Un caso relevante es el de la tuberculosis, pues tal como se indicó y se presenta en la figura 46, podemos ver los esquemas de contagio en ambos sentidos. Por ejemplo, una persona se infecta de tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) por el contacto con estos animales, pero posteriormente él mismo puede contagiar a ejemplares sanos si se manifiesta de forma pulmonar o renal. A mediados del siglo xx, Dinamarca se declaraba libre de tuberculosis bovina, pero, entre 1943 y 1952, se reinfectaron 128 rebaños lecheros por su exposición a 107 personas enfermas de tuberculosis pulmonar por *M. bovis*. Otro caso peculiar se dio en una finca en Estados Unidos que fue dos veces despoblada de bovinos, para detener la tuberculosis y se reinfectó por tercera vez, descubriéndose en ese momento que la causa de ello era el mismo dueño, quien sufría de tuberculosis pulmonar bovina (Szyfres 1993).

Hemos visto también cómo la tuberculosis humana (*Mycobacterium tuberculosis*) no es un padecimiento propio de los perros, pero una extensa e intensa exposición a la bacteria, por el contacto con una persona enferma, puede llevar a que finalmente se contagie e invada pulmones, sistema renal, ganglios e intestino (Szyfres 1993).

ZOONOSIS Y EVOLUCIÓN

Sin duda a nadie sorprende oír que una persona o animal doméstico han caído en crisis de salud por una infección. Por ello mismo la zoonosis, aunque sea algo que deba manejarse con cuidado, no nos parece incomprensible.

Pero, desde la perspectiva evolutiva y adaptativa, no es ciertamente lo más regular ni lo más deseable que un parásito lleve a la muerte al hospedero, pues eso implica terminar con su propio ámbito, con el espacio en que vive y el alimento que requiere. Si esto lo trasladamos al ambiente externo, sería como la llegada de una población de herbívoros a una región, los cuales consumen todo vegetal disponible y en pocos días dejan la zona convertida en un páramo y terminan muriendo de hambre. Sin duda lo veríamos como un proceso inusual, sin lógica desde la perspectiva de la naturaleza y se buscaría entender cómo pudo suceder semejante catástrofe.

La relación parásito-hospedero es, finalmente, un fenómeno entre especies en la cual el primero obtiene los beneficios, pero dentro de los procesos evolutivos y selectivos, siempre serán seleccionadas las pautas en las cuales el parásito aprovecha al hospedero lo máximo posible, sin acabar con él, para seguirlo utilizando y así asegurar su futuro como individuo y como especie. Si el hospedero no dispone de los medios para deshacerse del huésped, la alternativa que apoyará la selección natural será crear sistemas fisiológicos e inmunológicos capaces de contener al invasor de forma que con el paso del tiempo los efectos negativos sean mínimos.

Hemos visto el caso de las tres especies de *Taenia*, de su larga historia y de cómo su presencia no pone en riesgo la vida del hospedero, aunque pueden ocupar el cuerpo humano por años. Esto no es, de modo alguno, casualidad, sino el resultado de un proceso selectivo y adaptativo, por ambas partes, que dio inicio hace, al menos, dos millones de años.

En el caso de *Toxocara canis*, la información presentada nos deja ver que, aunque los perros se infectan, para ellos el daño no es muy grande y que más bien somos los hombres quienes vivimos lesiones internas, muchas veces irreparables. Cuando la lombriz cuando ocupa el cuerpo de una persona entra a un ambiente “desconocido”, de ahí que no pueda pasar al estado adulto ni quedar en alguna fase que lleve a “algo más”, lo cual deriva en su tránsito permanente por todo el cuerpo con los daños ya indicados.

Visto de esta manera, las afecciones diversas que puede sufrir el hombre por una zoonosis son el resultado directo de una relación de parasitismo con muy poco tiempo de haberse promovido; en el caso de la tuberculosis vimos cómo los estudios refieren a que *M. tuberculosis* no tiene más de cuatro mil años de haber surgido y en el caso del perro, sabemos que hasta hace unos quince mil años se convirtió en compañero, en parte del grupo social, y por ello inició la triada perro-lombriz-hombre.

Recordemos que al inicio se aludió a la gran incidencia de la zoonosis en espacios urbanos y de parásitos, sobre todo de los perros, que ocupaban todo el ámbito antropológico como si fuera el suyo y, de hecho, así es. Esta situación de zoonosis, a pesar del avance médico, no sólo sigue existiendo sino que parece no haber cedido un ápice de terreno (en términos globales), es decir, constituye una innegable realidad y la respuesta se encuentra en que es producto de la domesticación. ¿A qué me refiero con ello? Que este fenómeno no tiene como responsable ni a los animales ni a los parásitos ni al hombre, sino a la propia relación hombre-animal a la que denominamos domesticación.

Trasladando esto a las épocas en que ocurrieron los primeros eventos de domesticación, si pensamos en las propuestas tradicionales, aquellas que refieren a grupos de animales que en su condición silvestre fueron acarreados y colocados en un corral a pocos metros de los espacios de habitación humana, es lógico pensar que estas enfermedades debieron haberse desencadenado en cualquier momento. Pensemos en un ambiente neolítico, con una o dos decenas de borregos, cerdos, cabras, caballos, todos ellos cautivos y muy cerca de la gente: ¿qué ocurriría cuando alguna de las enfermedades descritas, tuberculosis o ántrax, se manifestaba gracias a este hacinamiento? Obviamente lo más probable sería que los animales murieran sin que el hombre imaginara que ocurría. ¿Y qué pasaría con la gente? Con esto quiero decir que estas imágenes de sólo mantener cautivos a conjuntos de animales conllevan un factor de riesgo, más grande cuanto mayor era el esfuerzo de capturarlos en poco tiempo y mantenerlos en un espacio limitado.

Así pues, parece más probable que el proceso de interacción hombre-animal, hasta llegar a su inclusión absoluta en el espacio humano, haya sido algo progresivo, y que el último paso, la colocación de ellos en un espacio limitado, incluyendo la propia casa, también habría sido un proceso muy lento, antecedido por una fase en la que los animales se mantenían cerca de los espacios de actividad humana, pero con suficiente distancia para limitar los eventos infecciosos, de modo que cualquier evento de este tipo tendría lugar bajo una condición igual o casi igual a lo natural, y fue mucho después, acaso hasta el inicio de la civilización, cuando los rebaños de cabras, borregos o cerdos, pasaron a ser la realidad, lo cotidiano, y junto con ello, el impacto del tercer personaje.

III

EL ORIGEN Y LA EVOLUCIÓN DEL ANIMAL DOMÉSTICO



Cráneo del llamado “Perro de Altai”. Con sus aproximadamente 32 500 años de antigüedad es, en el presente, el vestigio más temprano de un organismo involucrado con el proceso de domesticación (imagen de *Siberian Times Reporter* 2013).

I

LA DOMESTICACIÓN ANIMAL I:

FENÓMENO BIOLÓGICO Y EVOLUTIVO

A lo largo de ocho capítulos hemos recorrido diversas disciplinas que en los últimos años se han involucrado con el fenómeno de la domesticación. Hemos visto justificaciones, procesos de investigación, experimentos, resultados e interpretaciones. ¿Cuáles serían las conclusiones más relevantes derivadas de todo esto?

1. Aquellas especies que se involucraron con la domesticación tenían un perfil biológico específico en diversos aspectos.
2. Por tanto, las formas domésticas se formaron como tales principalmente por sus atributos biológicos, más que por el deseo humano.
3. Los animales domésticos manifiestan cambios en su ADN equivalentes a los de cualquier subespecie silvestre. No existe forma doméstica alguna aislada genéticamente de su ancestro directo.
4. Con base en ello, los animales domésticos no son especies como tales, sino variedades, subespecies, adaptadas al ambiente antropógeno.
5. El factor primario, intrínseco, de cualquier evento de domesticación fue la modificación del sistema endocrino, el cual derivó en el deslizamiento, a través de un proceso selectivo, hacia esquemas de conducta más tolerantes al ámbito humano y su presencia.
6. El segundo factor relevante se relaciona con pautas de vida social presentes en la especie silvestre.
7. Las características anatómicas y morfológicas propias de las formas domésticas se derivan, en primer término, de las modificaciones en el funcionamiento endocrino, en segundo lugar, por cambios pleiotrópicos, en tercer lugar, por adaptaciones al espacio humano y, por último, a la selección artificial. En cualquier caso, los resultados impactan sólo al fenotipo.
8. El fenómeno de zoonosis indica que los esquemas de interacción estrecha, continua, intensa, propios de esquemas de manejo y control de los animales por el hombre, son muy recientes, del orden de pocos miles de años; no obstante, existe

también evidencia de contacto cercano, pero no estrecho ni intenso, mucho más antigua, que se dio desde hace cientos de miles de años.

Con base en lo anterior, los modelos propuestos a mediados del siglo xx sobre la domesticación, con el hombre como protagonista e impulsor único y consciente del proceso, se manifiestan como de condición reduccionista, extremadamente simplistas y carentes de bases. Sin duda estas teorías fueron producto de un momento en la investigación antropológica en la que no existían medios para analizar estas ideas de modo más profundo, situación que en el presente es muy diferente.

¿DOMÉSTICOS O NO DOMÉSTICOS? ¡HE AHÍ EL DILEMA!

Cuando hablamos de formación de animales domésticos generalmente pensamos en tiempos muy antiguos. Ciertamente tenemos casos, como el trabajo con las zorras por Belyaev en Rusia (Arbuckle 2005) que llevaron a estos cánidos hasta un nivel propio de un animal doméstico, pero al ser el resultado de un trabajo científico controlado no lo vemos como un proceso equivalente al que tuvo lugar en el pasado, por lo cual ¿se trata de un fenómeno que ya no es factible ver en el presente?

A mediados de los años setenta cursé los estudios superiores en la Universidad Nacional Autónoma de México, en el campus principal, “Ciudad Universitaria”, en el extremo sur de la Ciudad de México. Construida dos décadas antes sobre una extensa superficie cubierta de lava (aproximadamente siete kilómetros cuadrados), que poco se prestaba para el desarrollo urbano, se consideró adecuado mantener parte de esa superficie (más de la mitad en un principio, un tercio en la actualidad) bajo el esquema de reservas naturales que en ese entonces se unían mediante “corredores” con los bosques y llanos que se encontraban principalmente hacia el suroeste de la ciudad. Todos los que nos movíamos dentro de Ciudad Universitaria sabíamos de la existencia de diversas especies silvestres: tlacuaches (*Didelphis virginiana*), varias especies de murciélagos, conejos (*Sylvilagus floridanus*), armadillos (*Dasyus novemcinctus*), ardillas grises (*Sciurus aureogaster*), ardillones (*Otospermophilus variegatus*), zorras grises (*Urocyon cinereogenteus*), zorrillos (*Mephitis macroura*), numerosas aves e incluso serpientes de cascabel (*Crotalus molossus*), pero igualmente sabíamos que todos estos animales mantenían su distancia frente a cualquier persona o automóvil, una conducta “muy silvestre”, podría decirse.

Con el paso de los años fueron cambiando diversos aspectos en el entorno de Ciudad Universitaria. En la actualidad todo alrededor de ella es espacio urbano, por lo que ya no existen los “corredores” hacia ámbitos silvestres y, por tanto, la reserva es ahora más bien una “isla”. Algunas especies han desaparecido, por ejemplo, los murciélagos, las zorras y los zorrillos y otros han aprovechado los extensos llanos y espacios arbolados, pero en condiciones más y más urbanizadas.

Hace unos diez años me comentaron que las poblaciones de ardillas de Ciudad Universitaria y algunas colonias aledañas estaban tan acostumbradas a las personas que cuando veían a alguien sentado y comiendo, no dudaban en ir hacia ella, subir a la banca o silla, incluso a la misma persona y pedirle, o más bien exigirle, parte del alimento, sobre todo si se trataba de papas fritas, frutos secos o palomitas de maíz. Tuve el interés de corroborar por mí mismo esa conducta y, efectivamente, constaté que se trataba de animales enormemente habituados a la gente, con un nivel de osadía como no había visto antes (figura 52).



Figura 52. Ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) comiendo una papa frita que le fue dada después de que se subió a la joven en búsqueda de la bolsa, para obligarla a darle su porción. Esto lo repitió dos veces, hasta que llegaron dos ardillas más a “pedir cuota” y entonces se retiró (fotografía de Raúl Valadez).

Ciertamente no era difícil explicar estas acciones bajo el esquema de que eran animales que toda su vida habían estado dentro de espacios urbanos y que la gente siempre prefería darles alimento que perseguirlas, lo interesante era que se trataba de una conducta desarrollada en un periodo de unos veinticinco años, tiempo durante el cual estos animales, inmersos por completo en la Ciudad de México, habían entrado a un periodo de “ajuste conductual”, siendo seleccionado el esquema de mayor tolerancia gracias a los beneficios obtenidos, en este caso, alimentos con alto contenido

energético (figura 53) dando así lugar a ardillas con una conducta más propia de un perro o gato que de sus contrapartes silvestres. Ya con el reconocimiento de estas pautas y al observarlas en otros espacios pude constatar que en algunas cafeterías de Ciudad Universitaria era posible verlas recogiendo alimento sobrante en mesas recién desocupadas o levantando las tapas de las azucareras en la búsqueda del dulce.

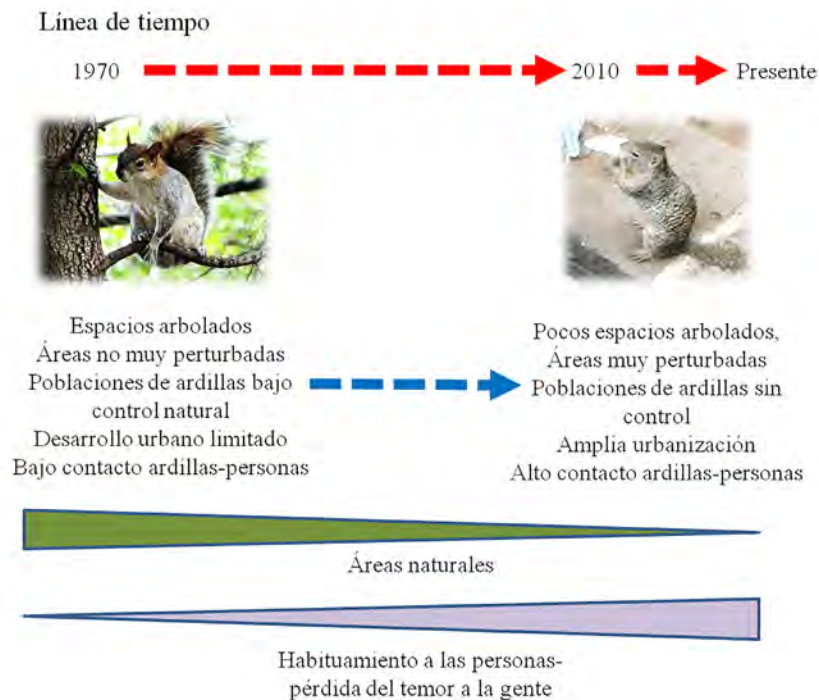


Figura 53. En un espacio de cuarenta años, en algunas zonas del sur de la Ciudad de México, las ardillas grises pasaron de tener una conducta de reserva y temor al hombre a conducirse como si fueran animales domésticos, impulsadas, sobre todo, por la búsqueda de alimento con nulo riesgo para ellas (fotografía de ardilla en árbol tomada de https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Ardilla_gris_mexicana.JPG; elaboró Raúl Valadez).

¿Cómo podemos explicar este suceso a partir de lo que hemos visto hasta ahora? Efectivamente, la conducta huidiza que se observaba hace medio siglo era normal, la propia de ardillas que habían habitado la zona desde mucho tiempo atrás y para quienes la presencia humana siempre era sinónimo de peligro, pues no faltaba quien las cazaba para comerlas, para venderlas como mascotas o sólo por ocio. En ese momento el tamaño de sus poblaciones estaba regulado por el alimento disponible

y por la acción de depredadores, entre ellos el hombre. Como se indicó, las áreas naturales de Ciudad Universitaria estaban unidas a territorios más extensos y menos alterados al sur y suroeste, por lo que existía un flujo poblacional constante, todo lo cual derivaba en esquemas de comportamiento homogéneos en los que el rechazo al contacto humano era lo normal.

Conforme pasaron los años y se fueron quedando aislados los espacios naturales de Ciudad Universitaria las poblaciones de ardillas quedaron en una condición peculiar. Por un lado, el dominio urbano llevó a que la gente dejara de prestar atención a la fauna de la zona, e incluso se promovió su salvaguarda, pues poco a poco estas reservas se convirtieron en una reliquia; por otro lado, este encierro derivó en ardillas, que si bien ya casi no tienen depredadores o competencia, tampoco disponen de alimento de sobra, sobre todo conforme aumenta su densidad, por lo que ir en búsqueda de todo alimento disponible se convirtió en una pauta constante.

Esto dio lugar a un proceso en el cual las ardillas poco a poco se incluyeron en el territorio de actividad humana: basureros, jardines, techos y al obtener alimento sin riesgo, quedó todo listo para que la conducta más tolerante a la gente sea seleccionada positivamente, pues incluso les permite obtener espacio para nidos, refugio ante el clima o algún riesgo ocasional, además de alimento. Tan claro fue el beneficio que con el paso de las generaciones las ardillas se volvieron no sólo tolerantes, sino osadas, ya no temen al hombre y son capaces de buscar el alimento, aunque esto signifique trepar en las personas o meterse a las habitaciones.

Sin duda este esquema es similar al de las zorras de Siberia con algunas diferencias relevantes: la primera es que no es un trabajo experimental, la segunda es que se trata de un proceso de selección natural en el cual la presencia y el impacto humano es un componente más, en tercer lugar que es enormemente importante la existencia de un espacio de transición entre lo humano y lo silvestre y, por último, el paso paulatino hacia esquemas de conducta que equivalen a lo doméstico, sin que podamos decir que estas ardillas sean tales.

Finalmente, ¿qué pautas tienen en el presente estos roedores que involucran lo doméstico?

1. Realizan todo su ciclo de vida dentro del territorio humano.
2. Mantienen un estrecho contacto con todas las actividades que realizan las personas.
3. Son muy tolerantes a la presencia del hombre, incluso no temen el contacto directo, siempre que ellas lo promuevan.

Por tanto ¿podemos considerarlas formas domésticas o no? ¡He ahí el dilema!

LO CASI DOMÉSTICO

Vemos este perfil de conducta en las grandes ciudades de muchos lugares del mundo, principalmente por parte de pequeñas aves, las cuales encuentran en estos espacios el refugio y alimento necesarios, muy poca competencia y depredación y una actitud desde indiferente hasta amigable de la gente. Si retomamos el concepto tradicional de animal doméstico que se presenta en el capítulo uno, como aquel que cubre su ciclo de vida completo dentro del ámbito humano, la pregunta necesaria es: ¿se trata de animales que ya podemos calificar cómo domésticos?

Para todos estos casos existe una amplia percepción de que estamos frente a animales cuya habilidad para adaptarse al ámbito antropógeno es alta, tanto que se desenvuelven como si se tratara de perros o gatos, con la única diferencia de que el hombre no es un participante activo, al menos no de forma consciente, pues su mayor relevancia es la alteración implícita del ambiente y la indiferencia con que se comporta frente a estos huéspedes permanentes.

Si continuamos con este análisis retomando nuevamente las ideas presentadas, en el capítulo 2, respecto de los tipos de relación entre especies (cuadro 1), y recordamos la mención de que en el concepto de animal doméstico también debe considerarse el estatus de simbiosis para con el ser humano, entonces las circunstancias se clarifican un poco, pues nosotros obtenemos muy poco beneficio, acaso ninguno, de estos animales, por lo que en realidad estamos frente a una condición que se relacionaría más bien con el comensalismo.

Además de los casos presentados en los que el ámbito urbano desempeña un papel fundamental en las tendencias adaptativas, tenemos otros donde el interés humano y la flexibilidad del animal nos llevan a caminos insospechados.

Un interesante ejemplo es la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), la cual habita el oeste y sur de México, desde Sinaloa hasta Chiapas, penetrando en el sur hasta los estados de Morelos, Puebla y México (figura 54). Su hábitat lo constituyen selvas bajas caducifolias y subperennifolias, es decir, clima tropical con periodo de sequía.

Esta iguana es un animal diurno y sus hábitos varían de acuerdo con la edad (Anónimo 2003). De crías son básicamente arborícolas, se mueven entre las ramas en busca de alimento y sol. De adultos son más terrestres, pero prefieren a espacios de baja altura desde donde pueden vigilar su entorno y asolearse, por ejemplo, un techo de lámina o ramas de un árbol cerca de la base del tronco. Son predominantemente herbívoros, pero no desdeñan huevos, insectos y crías de animales pequeños.

Entre noviembre y diciembre, cuando termina la época de lluvias en esa parte de México, inicia su periodo reproductivo, primeramente, se da el cortejo a lo largo de varias semanas, seguido por el apareamiento a principios de febrero y entre mediados



Figura 54. La iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y su área de distribución. En la región del Istmo de Tehuantepec (área dentro del círculo) se da una relación con las comunidades humanas que encuadra con lo doméstico (fotografía de iguana tomada de <http://enciclovida.mx/especies/26703-ctenosaura-pectinata>; elaboró Raúl Valadez).

de febrero y principios de abril las iguanas hembras ovopositan entre treinta y sesenta huevos en agujeros cavados.

En gran parte de su área de distribución las iguanas son cazadas para alimento y en la zona sur constituyen un platillo típico. Para hacerse de ellas se les caza con perros, armas de fuego o incluso con “resorteras”. Ahora bien, en la región de México denominada istmo de Tehuantepec (figura 54), se da una interesante relación de este animal con las comunidades humanas, pues si bien se les caza, esto no ocurre todo el año, sino sólo en el tiempo de cortejo y respetando a las hembras, situación que permite a estos animales tomar el territorio humano como propio, pasando gran parte de su tiempo en los techos o sobre los árboles frutales. Durante ese tiempo la gente no les presta atención e incluso las adopta como mascotas.

Este esquema deriva en una relación entre iguanas y las comunidades humanas en la cual se aprovecha a estos animales, pero también se les protege. La iguana vive prácticamente todo el tiempo en territorio humano, contruye sus nidos a poca distancia y al estar a salvo de depredadores y con poca competencia, llega a abundar lo suficiente como para que las jornadas de cacería no le afecten. Sin duda, un esquema enormemente similar al que se dio con los primeros animales domésticos hace varios milenios.

LOS PASOS ENTRE LO SILVESTRE Y LO CASI DOMÉSTICO

Hasta este momento hemos visto de cerca diversos ejemplos de animales cuyo esquema de interacción con el hombre les conduce hacia pautas que semejan enormemente a la condición doméstica. Un aspecto de enorme valía con lo descrito es que no se trata de reconstrucciones de eventos pasados a partir de una limitada cantidad de datos, sino de casos actuales, de organismos a los que podemos observar, estudiar, evaluar y entender en función de los elementos ambientales presentes, el hombre incluido.

De acuerdo con ello, qué pautas podemos reconocer a lo largo del proceso que hemos visto?

1. Poblaciones de animales que habitan dentro del territorio humano.
2. Su habilidad para ocupar dicho territorio se relaciona con la flexibilidad en sus necesidades básicas (alimento y espacios para hacer sus refugios y nidos, por ejemplo) y el adaptarse a las alteraciones ambientales y presencia humana.
3. El punto de equilibrio para esta fauna se encuentra en un esquema en el cual su sobrevivencia depende directamente de los beneficios que obtiene dentro de este ámbito, por ejemplo, disminución en la competencia y en la depredación, ya que no todas las especies que se encuentran en su espacio natural están en condiciones de soportar la alteración ecológica y las actividades del ser humano.
4. La fauna involucrada está constituida por poblaciones cuyos individuos están en contacto físico con el territorio humano y, por tanto, en posibilidad de entrar al proceso adaptativo indicado.
5. Para el hombre existe poco o nulo beneficio de la colonización de estas poblaciones. Esta relación, donde una de las especies se beneficia y con la otra el resultado es neutro, corresponde a una condición de comensalismo.
6. Si los beneficios para la especie aumentan con el paso del tiempo, puede llegar el momento en el que todo su ciclo de vida se realice en este ámbito sin importar el grado de presencia humana.
7. No obstante, todo se mueve a nivel poblacional y dado que hablamos de un fenómeno que inició hace sólo unas décadas, mientras dichas poblaciones mantengan

contacto con otras que se encuentran en el espacio silvestre, no hay posibilidad de que aparezcan características distintivas, es decir, de la formación de fenotipos diferentes.

LA CAUTIVIDAD

Partiendo de la idea de que todo el proceso observado está relacionado con la domesticación, sin duda los seguidores de las antiguas teorías dirían que falta algo: la cautividad.

Llamamos cautividad al evento en el cual un individuo se encuentra físicamente limitado, es decir, mantenido dentro de un espacio físico impuesto. La relevancia de este concepto es que, según los modelos tradicionales, se requería de un momento en el cual el animal que se convertía en objeto de interés para el hombre era conducido –no perdamos de vista este punto– hacia el espacio de actividad humana, básicamente recluyéndolo hacia algún esquema de encierro, a fin de que se fuera acostumbrando a la presencia del hombre.

Esta propuesta lleva implícita una serie de inconvenientes: en primer lugar, la cautividad sólo se refiere a capturar y mantener vivo a un animal, nada dice de la posibilidad de que el organismo en cuestión acepte ese esquema y pueda realizar sus funciones básicas, como alimentarse o reproducirse. Otro aspecto relevante es que al hacer referencia a este procedimiento, trátase de lobeznos en jaulas o de borregos flacos en corrales, hablamos de individuos, no de poblaciones, por tanto de acciones son limitadas en el tiempo y no permiten saber en qué acabará el evento, por lo que el esfuerzo dirigido a la captura y cautividad de un animal nada tiene que ver con la posibilidad de que acepte esta condición de forma tal que incluso llegue a reproducirse y dé lugar, de una generación a otra, a individuos que no sólo toleran la vida en el ámbito perturbado, sino que, además, puedan cubrir su ciclo de vida completo ahí.

Frente a estos inconvenientes, ¿cuál es la razón de que se le diera tanta importancia a esta práctica? Hay dos razones implícitas: en primer lugar, es la forma más simple de “tender un puente” entre lo silvestre y lo doméstico, de pasar del espacio natural al perturbado sin tener que explicar nada, pues sólo necesitamos, la segunda razón, dar por hecho que el hombre lo puede todo y que una vez que se toma la iniciativa para hacer algo, ese algo se llevará a cabo sin importar nada, pues la omnipotencia humana es absoluta.

Pensemos en uno de los eventos de domesticación de los tiempos más tempranos, por ejemplo, del lobo o del jabalí. ¿Qué razones se tienen para pensar?:

1. Que en algún momento habrá grupos humanos interesados en mantener vivo a un animal de éstos en vez de cazarlo y comerlo.

2. Que existirían hombres con dotes mentales especiales para plantear el beneficio de no sólo capturar y mantener vivo al animal en cuestión, sino de, además, alimentarlo y cuidarlo (incluso de sí mismo) hasta, ¡viene una gran pregunta! ¿hasta cuándo y para qué?
3. Los antiguos modelos de domesticación hablan de la captura de crías, las cuales se mantendrían cautivas hasta que se acostumbraran al hombre. Al margen de que, por algún tiempo, sólo por algún tiempo, serían más moldeables, sabemos que su perfil biológico cambia radicalmente al llegar a la edad adulta, por lo que regresamos a la pregunta anterior: ¿cuidarlos hasta cuándo y para qué?
4. Se puede argumentar a favor de tenerlos vivos como reserva de carne, pero mientras llega el momento hay que velar por su integridad. ¿Qué personas de esa época tendrían conciencia de lo que hacían y la certeza de los beneficios que obtendrían?
5. Desde la perspectiva animal, encierro es encierro, sin importar algún posible beneficio del momento, más si se trata de quedar incluido dentro del territorio de quien es un potencial depredador o competidor, y aún en el caso de que se tratara de individuos famélicos, una vez que el cuidado hubiera rendido frutos no tardarían en buscar la forma de romper el esquema de cautividad sin que importara nada más.

Indudablemente estamos acostumbrados a las historias en las que un animal silvestre, por ejemplo, un lobo, es rescatado cuando es cría y ya adulto no sabe si regresar a su ambiente natural o quedarse con las personas. Al margen del tinte romántico de esas historias debemos considerar que en las poblaciones de lobos actuales hay demasiada influencia genética del perro la cual, de una manera u otra, influye en su comportamiento, más aún si se trata de programas de reintroducción en las zonas donde habían desaparecido.

Pero llegamos de nuevo a la gran pregunta, ¿para qué? Quizá en el caso de animales que eran presas normales, por ejemplo, cabras o borregos, alguien efectivamente, decidió tomar alguna cría y cuidarla mientras la engordaba para comerla después (algo que nada tiene que ver con el interés en cuidarlo hasta la adultez y esperar su reproducción en cautiverio); cuando hablamos de un lobezno que se recoge, por la razón que sea, y se mantiene dentro del campamento humano, la gente sabría sin duda que ese animal era un riesgo latente y que en el transcurso de pocas semanas se escaparía o se le debería matar para evitar que alguien resultara dañado.

LA HABITUACIÓN

Pero en los casos que se han presentado, aquéllos en los que los animales están dentro del espacio humano, tenemos, de hecho, todos los elementos para hablar de una condición igual o superior a la cautividad, es decir, individuos que están dentro de nuestro territorio y que quizá sólo salen de él cuando se encuentran dentro de ciertas fases de su ciclo vital, como puede ser la reproducción. Es decir, en nuestros ejemplos podemos tener individuos que se encuentran en un esquema de vida equivalente a la cautividad con un par de diferencias: están ahí por su propia adaptación y el hombre no tiene participación alguna (figura 55).



Figura 55. En el proceso de domesticación existe la controversia acerca de la forma en que el contacto entre hombre y organismo se dio antes de llegar a lo que conocemos como “animal doméstico”. Lo tradicional ha sido verlo a través de la cautividad, la cual sólo implica la decisión humana. Desde 1996 se creó la propuesta de que antes de cualquier forma de manipulación debía existir un acercamiento natural, espontáneo, de los animales, evento denominado “habituación” (Valadez 1996; elaboró Raúl Valadez).

Cuando revisé por primera vez este tema, el modelo de domesticación me pareció no sólo simplista, sino sobre todo carente de una lógica natural para aceptar que ejemplares llevados al cautiverio, pasarían a la condición doméstica con sólo privarles de su libertad mostrando buena voluntad:

...Los tres autores mencionados consideran que el patrón inicial de interacción entre el hombre y los ancestros de las especies domésticas fue la depredación. En lo personal lo considero poco probable, ya que es difícil entender cómo superaron estos animales la tensión derivada del estrecho contacto que se dará en la convivencia entre las presas y el hombre, su depredador (y competidor, en el caso del lobo).

Sobre este tema considero que, antes de cualquier intento de cautividad, debió existir un largo periodo durante el cual el ser humano y la especie potencialmente domesticable convivieron estrechamente, lo cual permitió al hombre conocer las costumbres del animal, y a éste perder el miedo y habituarse a la presencia humana (Valadez 1996: 33, 36).

Ciertamente esta pauta de acercamiento de los animales al territorio humano no es más que lo que hemos visto repetidas veces en el capítulo, de forma que podemos considerarlo, ya en este momento, y bajo el nombre de “habituación”, como el antecedente obligado para evaluar si las circunstancias ambientales y faunísticas impulsan un proceso adaptativo que pueda derivar, más adelante, en un caso de domesticación.

LA PROTODOMESTICACIÓN

Conforme los experimentos de Belyaev (ver capítulo 4) sobre la zorra se fueron dando a conocer, su impacto en las investigaciones relacionadas con la domesticación fue determinante, pues brindaron la oportunidad de entender cómo se habían constituido los animales domésticos a partir de la progresiva reducción de su adrenalina, la cual llevaba no sólo a cambios en la conducta, sino, además, en su morfología.

Ciertamente el factor “forma”, aunque su empleo no es común para la definición de los animales domésticos, se considera como un elemento esperable en el momento de compararlos con sus ancestros silvestres, en especial cuando se consideraba que dichos cambios eran resultado de la manipulación humana, es decir, la prolongación del control humano.

Pero, gracias a la nueva información e ideas derivadas, hacia el final del siglo xx era posible construir todo un esquema de cambios en los animales, partiendo de sus habilidades adaptativas en el territorio de *Homo sapiens* hasta prácticamente llegar a la orilla de las habitaciones humanas ya convertidos en organismos diferentes sin participación alguna del hombre, es decir, alcanzar un nivel propio de domesticidad,

aunque sin poder declarar abiertamente que son domésticos, por esa misma neutralidad humana. Esta propuesta indudablemente constituye la continuación del proceso que llevaría a la formación animal doméstico desde el habituamiento. ¿Cómo se le denominó a esta fase? “Protodomesticación” (Crockford 2000, 2006).

MODELO DE LA FORMACIÓN DEL ANIMAL DOMÉSTICO

Con el concepto de protodomesticación cerramos, de hecho, el círculo del proceso evolutivo llamado domesticación animal, pues podemos cubrir todos y cada uno de los pasos que llevarían desde las poblaciones silvestres hasta sus descendientes domésticos sin huecos y siempre a través de procesos biológicos donde el hombre se incluye como un factor ambiental más. Obviamente esta propuesta es más compleja que las tradicionales, porque abarca mucho más que el esfuerzo humano de atrapar animales y convertirlos por medio de su esfuerzo, pero no perdamos de vista que explicar este fenómeno conforme una perspectiva evolutiva nos acerca mucho más a su comprensión y, sobre todo, a su evaluación como algo de orden biológico, no antropológico (figura 56).

A continuación, se muestra la dinámica que se habría dado en cualquiera de estos casos:



Fase 1. Dentro del universo de especies silvestres hay una que posee la adaptabilidad para tolerar la presencia y alteración humana, de ahí que algunos individuos pasen tiempo en este territorio, ya que la competencia y la depredación son menores, pues no todas las especies toleran estas condiciones.

Fase 2. Habituaamiento temprano

B)



Fase 2. Mediante la selección natural los beneficios de la tolerancia a cambio de menos depredación y competencia dan lugar a que los individuos de las nuevas generaciones hereden esta flexibilidad y adaptabilidad al territorio humano, entrando así a la fase de habituaamiento.

Fase 3. Habituaamiento avanzado

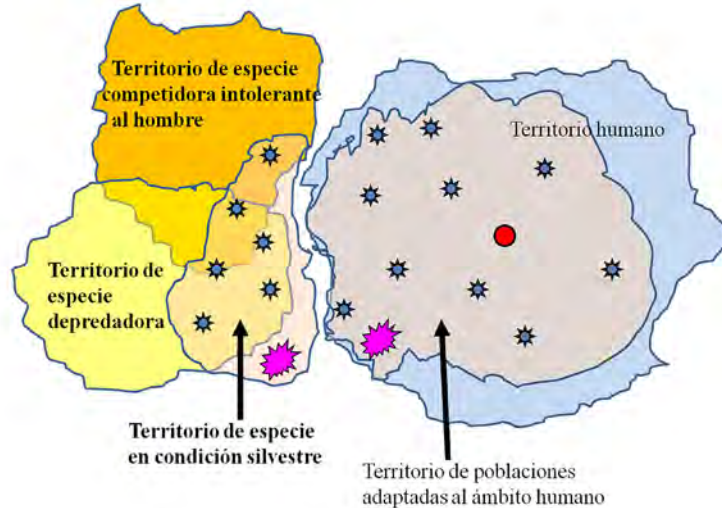
C)



Fase 3. La selección natural lleva a que el habituaamiento permita que las poblaciones se adapten mejor a lo humano, de modo que los individuos ya no sólo entran a este territorio, sino pasan casi todo el tiempo en su interior, construyendo sus madrigueras o refugios en éste.

Fase 4. Protodomesticación

D)



Fase 4. Con el paso del tiempo se acentúan las diferencias entre las poblaciones que continúan en el ámbito silvestre y las que ocupan el territorio humano, incluyendo espacios de crianza, hasta llegar al punto de que la especie se divide en dos, aunque siguen existiendo flujos poblacionales entre unos y otros.

Figura 56 A), B), C,) D). Proceso de formación de los animales domésticos
(Valadez 2010, elaboró Raúl Valadez).

SÍNTESIS DE LA EVOLUCIÓN DEL ANIMAL SILVESTRE AL DOMÉSTICO

En la figura 57 se presenta el mismo modelo de domesticación, pero de una manera más lineal, menos detallada, bajo los mismos principios de la anterior, con el objetivo que se pueda ver el proceso desde dos representaciones. Como se puede ver en dicha figura el punto clave es la bifurcación de la especie en cuestión en dos grupos: el que no es tolerante a lo humano y el que sí lo es, derivándose con este último el subsecuente proceso evolutivo.

Quizá lo más significativo de este diagrama es que si vemos con detalle todas y cada una de las fases, es absolutamente aplicable a cualquier especie, no sólo animal, sino también vegetal o fúngica, pues no importa si el proceso de adaptación y ocupación del territorio humano se hace por el desplazamiento terrestre o aéreo, por medio de alas o patas, si es el polen, las esporas, los estolones o las semillas y si es a partir de cambios en la adrenalina o de otros componentes fisiológicos de los

organismos en cuestión, lo único relevante es la posibilidad de que haya individuos con la habilidad de tolerar el impacto humano a través de la progresiva adaptación derivada de un proceso de selección natural. Si esto es posible y llevado hasta el nivel de que se formen poblaciones cuya principal característica es estar adaptadas para vivir dentro del espacio ocupado por *Homo sapiens*, con todo lo que ello implica, sencillamente tendremos frente a nosotros una forma doméstica.

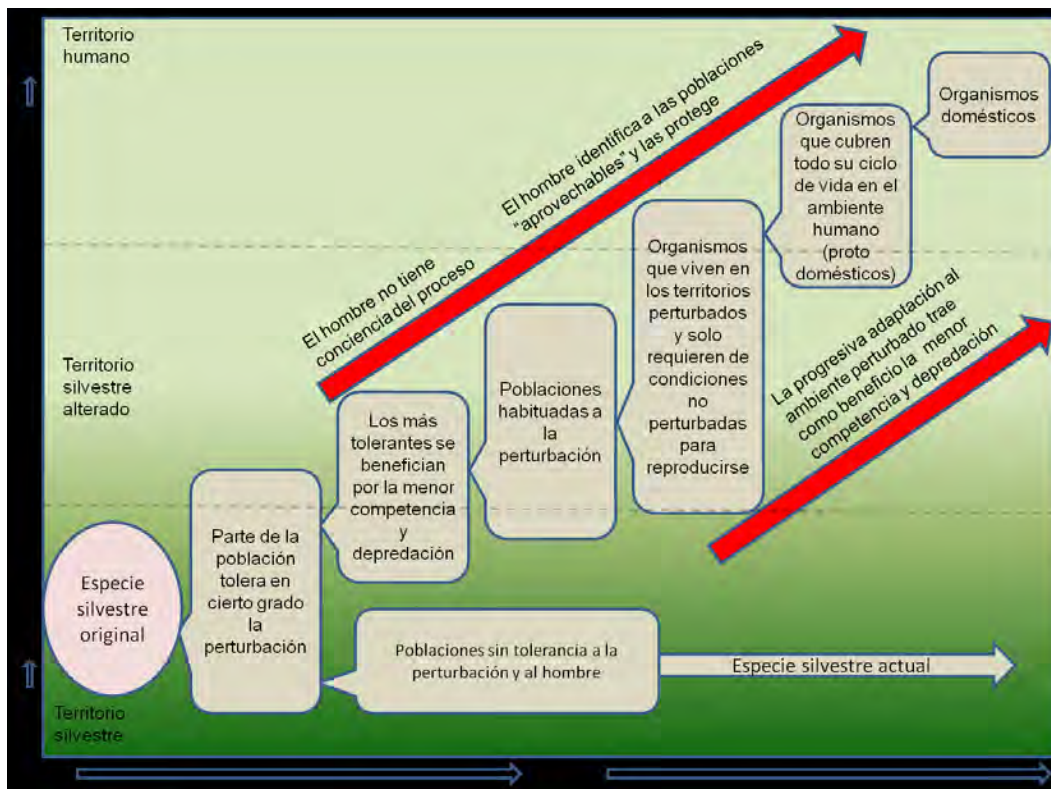


Figura 57. Diagrama que muestra el proceso que conduce a una forma doméstica a partir de un ancestro silvestre con la habilidad para tolerar el impacto humano. Este diagrama es aplicable a cualquier especie animal fúngica o vegetal, mientras quede dentro de la dimensión humana, y en un momento determinado propicie una interacción de simbiosis entre ambas (elaboró Raúl Valadez).

DOMESTICACIÓN ANIMAL Y ESPECIACIÓN SIMPÁTRICA

En el capítulo 6 (figura 20) se presentó la comparación entre la formación de una nueva especie, vía aislamiento geográfico (especiación alopátrica), y la formación de un animal doméstico, destacando las diferencias que llevan a que, para el segundo caso, tengamos razas adaptadas al ambiente antropógeno.

En el modelo presentado (figura 56) vemos que la tendencia de las poblaciones protodomésticas es la adaptación más y más intensa a las condiciones propias del territorio humano hasta constituir entidades con caracteres propios y diferentes de las del ámbito silvestre. Esta condición, la formación de líneas divergentes a partir de las diferencias ecológicas de los ambientes donde se desarrollan las poblaciones –sin una barrera geográfica de por medio, pero con una tendencia a la diferenciación de tal magnitud que con el tiempo puede dar paso a una nueva especie– se ha denominado “especiación simpátrica” (Mayr 1963), concepto que tuvo fuertes seguidores durante el siglo xx. Sin embargo, en muchos de los ejemplos considerados existían finalmente barreras geográficas no consideradas (un río por ejemplo) o bien las diferentes especies no eran tales.

En el modelo propuesto, ciertamente, el mantenimiento de flujos de genes evita que la divergencia llegue hasta la formación de una nueva especie, pero conforme lo doméstico se limita más y más a lo humano y las poblaciones silvestres se reducen más y más en número, queda abierta la posibilidad de que en algún momento dicho flujo genético ya no tenga lugar y así todo quede listo para la formación de una verdadera nueva especie.

Pero la realidad es que hasta este momento aún no existe una forma doméstica a la que podamos considerar como una especie diferente de su ancestro silvestre y esto es, sobre todo, producto del limitado tiempo de vida que los animales domésticos tienen de haberse constituido como tales, incluso, por ejemplo, el caso del perro, que se constituyó como tal hace 33 500 años (ver capítulo siguiente), dicho periodo es insuficiente para que éste sea genéticamente, algo más que un lobo adaptado al ámbito humano, como ocurre con cualquier otra forma doméstica actual.

LA DOMESTICACIÓN ANIMAL II:

LA PARTICIPACIÓN HUMANA

Con lo que hemos visto en el capítulo anterior es claro cómo tiene lugar la progresiva adaptación de animales al espacio humano y hasta llegar la fase de protodomesticación sin participación humana activa.

Pero lo cierto es que en algún momento el hombre debió tomar conciencia de la existencia de esos animales sumamente acostumbrados a su presencia, derivándose, de ahí, el interés por obtener algún beneficio, aspecto que promovería su control físico. Cuando llegamos a este nivel hablamos ya de animales propiamente domésticos (figura 58).

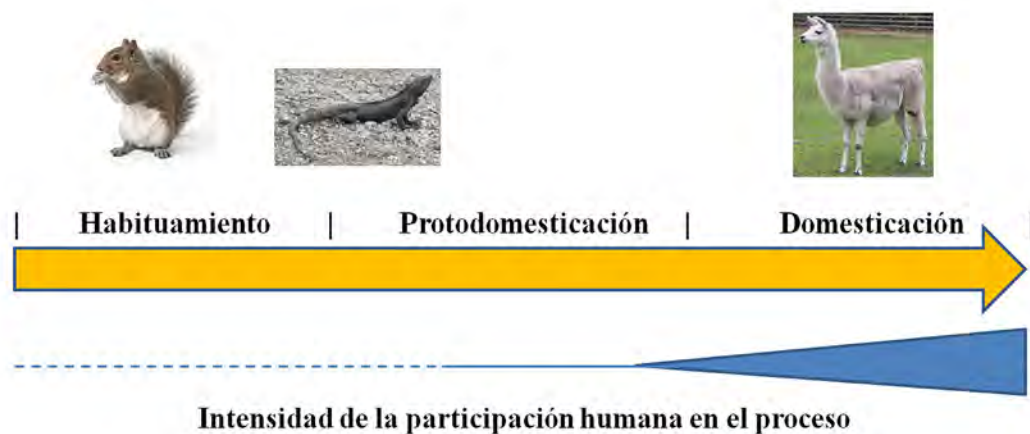


Figura 58. Fases del proceso de domesticación y nivel de participación humana en el proceso (elaboró Raúl Valadez).

Como vimos en el capítulo 7 y abordaremos más adelante, usualmente los registros arqueozoológicos más antiguos de animales domésticos son ya formas modificadas e incluidas en el contexto antropógeno, lo que significa que se trata de líneas evolutivas que ya pasaron por todo el proceso natural (figura 56) hasta ser “descubiertas” por el hombre (figuras 57 y 58).

Hemos visto también que la fase natural de la domesticación, que incluye el habituamiento y la protodomesticación, depende principalmente de la selección natural relacionada con la dinámica entre animal y el ámbito humano. Desafortunadamente, al no tener el hombre conciencia del proceso es imposible disponer de un dato directo acerca del tiempo transcurrido desde que todo empezó. ¿Podemos formarnos alguna idea al respecto?

En la figura 59 tenemos la evolución del lobo al perro de acuerdo con los datos de ADN, de los paleontológicos y los arqueológicos disponibles. Podremos ver las fuentes de esta información en el siguiente volumen; basta por el momento saber que a través del ADN se ha determinado que fue hace unos cien mil años cuando se derivó una rama del lobo gris asiático que inició el habituamiento hacia lo humano; sesenta mil años después (33 500 años antes del presente), el proceso ya había llevado hasta la aparición de los primeros perros, tal como lo demuestra el fósil más antiguo de este animal reconocido hasta hoy (véase imagen en la página de inicio de la parte III) (Ovodov *et al.* 2011). Sin embargo, este hallazgo presenta un detalle significativo: prácticamente no hay presencia humana (sólo algunos restos de carbón en contextos de temporalidades cercanas), lo cual evidencia que este animal vivía cerca de lo humano, sin ser parte de ello, reforzando así la propuesta de que el animal se domesticó antes de que el ser humano tomara conciencia de lo que ocurría.

Continuando con la línea del tiempo, hasta hace unos 18 000 años tenemos registros de perros dentro de las comunidades humanas (figura 59). Esto significa que, en el proceso de formación del perro, el 80 por ciento del tiempo transcurrido involucró la parte natural y el 20 por ciento restante la participación humana.

Como en este caso, es muy probable que los animales en fase protodoméstica hayan sido los que tuvieron contacto con el hombre bajo escenarios como los indicados por Childe (1982); es decir, que las personas no los domesticaron, sino sólo aprovecharon la existencia de poblaciones de perros (perros como tales, no lobos), borregos, cabras, cerdos, bovinos, caballos, guanacos, gallos, guajolotes, sumamente acostumbrados a lo humano y, por tanto, aptos para ser controlados y aprovechados ya de una manera sistemática.

Si seguimos la secuencia del modelo presentado en la figura 56, en la 60 tenemos dos fases más: la domesticación, donde, como se indicó, se controla a las poblaciones de animales protodomésticos, haciendo que todo su ciclo de vida no sólo se haga en el ámbito humano, lo que ya existía, sino que, además, se efectúe bajo su supervisión,

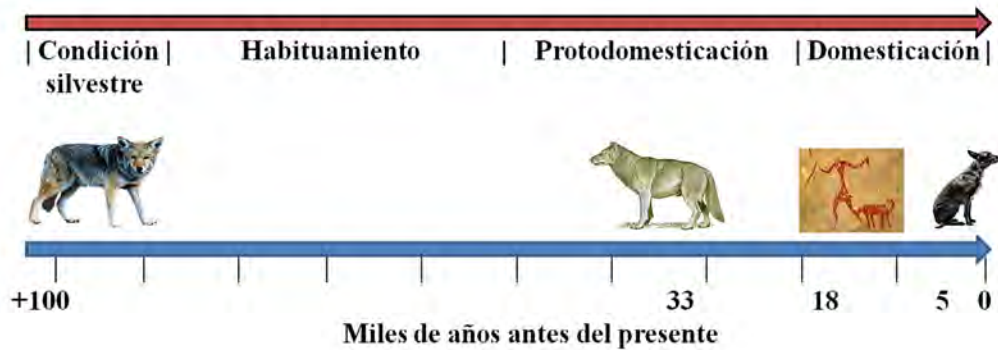
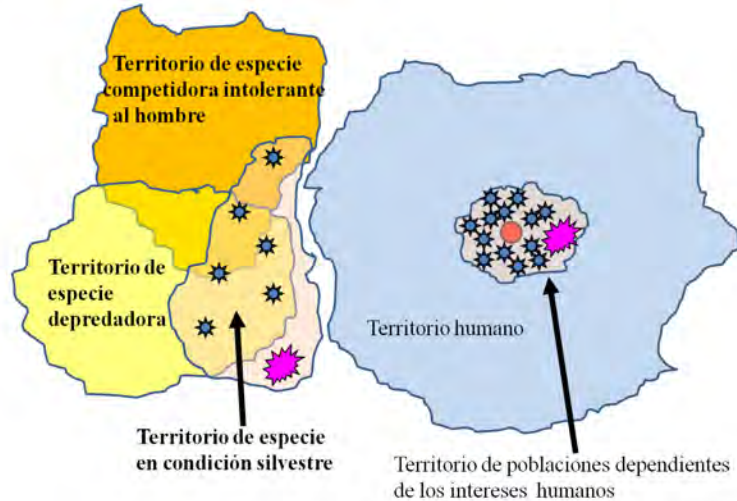


Figura 59. Proceso de domesticación del lobo considerando datos de ADN, paleontología y arqueología. De acuerdo con esto, aunque las poblaciones de *Canis lupus* que dieron origen al perro se separaron del tronco principal hace unos cien mil años, fue hasta hace menos de veinte mil cuando podemos reconocer la asociación entre cánido y hombre, hasta entonces podemos decir que tuvo lugar la domesticación como tal (imagen de perro en fase protodoméstica de <https://www.jacobita.cl/ciencia/perro-y-hombre-una-amistad-mas-antigua-de-lo-que-se-cree>; imagen de perro en el presente de Valadez *et al.* 2010; elaboró Raúl Valadez).

situación que permite la selección de ejemplares óptimos para los intereses de las personas. Con el paso del tiempo ese manejo, sistemático y dirigido (de hecho, un proceso de selección artificial), lleva a la formación de tipos de animales con características específicas y distintivas, llevando así a la última fase, el trabajo zootécnico (figura 60).

Los textos clásicos sobre historia del Neolítico, se refiere en realidad a la fase de zootecnia cuando tratan el tema de domesticación animal; tal es el caso de Sandor Bökonyi (1969) cuando, al hablar sobre el tema lo define como: la captura y dominio de los individuos de una especie con características de comportamiento particulares para mantenerlos con fines de lucro, bajo condiciones controladas de reproducción; acción correcta desde el punto de vista del objetivo humano, pero ya en el final de un largo y lento proceso del cual no tuvo noción alguna durante la mayor parte del tiempo.

Fase 5. Domesticación



Fase 5. El hombre toma control de las poblaciones protodomésticas, haciendo que los animales hagan todo su ciclo de vida de acuerdo con sus intereses.

Fase 6. Zootecnia



Fase 6. Por medio de la selección artificial el hombre deriva razas de los animales domésticos según a sus necesidades.

Figura 60. Modelo de evolución de la domesticación animal, mostrando las fases de domesticación, estrictamente hablando y la zootecnia (elaboró Raúl Valadez; ver figura 56).

REFLEXIONES SOBRE LOS TEMAS DEL PRIMER VOLUMEN

Existen todo tipo de viajes y aventuras que podemos realizar desde la mente humana. Casi siempre ubicamos estas experiencias a partir de historias, de viajes, es decir, de eventos que de alguna manera involucran una aventura o suceso que despierta nuestro interés.

Pero existe otro tipo de odiseas mentales igual de emocionantes y son las que involucran a la ciencia, pues significan ir por un camino en el cual los hallazgos, los estudios, las propuestas, despiertan toda nuestra imaginación y nos permiten ver de cerca este inmenso e interesante campo de actividad humana, gracias al cual podemos recorrer innumerables ámbitos, algunos dentro de laboratorios o sitios en el campo, otros en espacios reconstruidos en otras épocas o en lugares insospechados.

A lo largo de este volumen se ha introducido al lector en un tema y espacios que sin duda pocos han tenido oportunidad de ver. Es paradójico que siendo los animales domésticos una parte tan cercana de nuestra vida y tan relevante en la historia reciente del hombre se haya llegado a una situación en la que desconocemos casi todo de ellos y que sea más fácil que la gente los ubique en función del tipo de guiso que se puede hacer con su carne que saber cuándo o dónde tuvo lugar su origen.

Naturalmente, parte de esta situación es producto de que casi todos ellos han acompañado al hombre desde antes de que apareciera la civilización, de forma que se les ha tratado con la misma familiaridad con que nosotros tratamos a nuestras uñas o pelo. Afortunadamente no ha faltado nunca el interés de algunos por conocer mejor a estos animales, entender su naturaleza, reconocer los beneficios que nos proporcionan, evaluar su relación con los humanos, valorar su existencia, reconstruir sus orígenes e historia.

A lo largo de este primer volumen he invitado al lector a que comparta conmigo este interesante camino donde vemos en acción a la ciencia. Hemos visto todo un mundo de ideas y formas de estudiar a los animales domésticos. En lo personal lo considero como tener frente a uno algo que quiere conocer y se va abriendo y retirando con cuidado cada pieza, cada fragmento, para ver qué hay más abajo, más a los lados. Sin duda el universo de áreas de estudio, aunque no fueron muchas en cantidad (seis en total), es inmenso en cuestión de ideas y concepciones que despiertan vivamente nuestra imaginación y expectativa. Recordemos del capítulo 4 los experimentos con

las zorras y pensemos en lo que significaba ir viendo a lo largo de los meses las nuevas camadas de zorras con nuevos colores, nuevas características, seguido por la pregunta: ¿cómo será su comportamiento?

En otros casos, como en lo referente a la zoonosis, considero que la mayoría de los lectores no había tenido oportunidad de ver lo que representa este campo en toda su magnitud, no sólo en lo que significa desde la perspectiva médica, sino en el reto de reconstruir procesos evolutivos y adaptativos, haciendo uso simultáneo de la evolución, la ecología, la geografía, la historia, la biología molecular, la epidemiología y otras especialidades de la medicina humana y animal.

Con la premisa de ofrecer al lector una visión general, pero amplia, de lo que en este momento representa el estudio de los animales domésticos, se busca igualmente que se tome conciencia de que los antiguos modelos acerca de su origen que se basan única y exclusivamente en la inteligencia e iniciativa humana han perdido su fundamento y soporte y que en el presente todo aboga por propuestas que permiten entender la formación de esta fauna a partir de eventos naturales. El modelo presentado en los dos últimos capítulos es la respuesta a esta demanda y representa, en términos generales, la concepción más avanzada que se tiene en este momento acerca de cómo se formaron los animales domésticos.

Este espacio de reflexión constituye, de alguna forma, un alto en el camino, un momento de respiro, después del cual se invita a los interesados a pasar al segundo volumen, en el cual se presenta lo que actualmente conocemos acerca de cómo, dónde y cuándo se formaron los animales domésticos. En este caso se utilizarán, ahora de forma más puntual las diversas disciplinas presentadas, para poder entender las bases que en esta época permiten determinar cómo tuvo lugar en el mundo antiguo el paso de borregos, cabras, gallos, toros, jabalíes, vicuñas, guajolotes, gusanos de seda, abejas y otros más, del ámbito silvestre al doméstico.

BIBLIOGRAFÍA

ANÓNIMO

(s/f) *Códice Madrid*. (consultado en línea el 8 de febrero de 2019).

ANGRESS, SHIMON Y CHARLES REED

1962 As Annotated Bibliography on the Origin and Descent of Domestic Animals (1900-1955), *Fieldiana: Anthropology* 54(1).

ARBUCKLE, BENJAMIN

2005 Experimental animal domestication and its application to the study of animal Exploitation in Prehistory, J. D. Vigne, J. Peters y D. Helmer (eds.) *The First Steps of Animal Domestication. An Archaeological Approaches*, Proceedings of the 9th Conference of the International Council of Archaeozoology, Durham, August 2002, Oxbow Books, Oxford: 18-33.

ARISTÓTELES

1992 *Investigación sobre los animales*, Gredos, Madrid, España.

BALDO, J. L., Y ARZAMENDIA Y B. L. VILÁ

2013 *La vicuña: manual para su conservación y uso sustentable*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

BEHRENSMEYER, ANNA Y KAYE REED

2013 Reconstructing the habitats of *Australopithecus*: Paleoenvironments, Site Taphonomy, and Faunas, K. Reed, J. Fleagle y R. Leakey (eds.) *The Paleobiology of Australopithecus*, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series, Springer N. Y.: 41-62.

BLANCO, ALICIA, BERNARDO RODRÍGUEZ Y RAÚL VALADEZ

2007 El lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) en el contexto cultural prehispánico: los restos óseos e iconografía, *Revista de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies* 18(4): 68-76.

2009 *El estudio de cánidos arqueológicos del México prehispánico*, Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

BÖKONYI, SANDOR

- 1969 Archaeological Problems and Methods of Recognizing Animal Domestication, P. Ucko y G. Dimbleby (eds.) *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals*, Gerald Duckworth & Co, Londres: 220-229.
- 1988 Domesticación y cría temprana de animales en Europa central, oriental y meridional, L. Manzanilla (ed.), *Coloquio Gordon Childe, Estudios sobre las revoluciones neolítica y urbana, Serie Monografías: 2. Arqueología*, Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, México: 175-180.

BREWER, DOUGLAS, TERENCE, CLARK Y ADRIAN PHILLIPS

- 2001 *Dogs in Antiquity. Anubis to Cerberus. The Origins of the Domestic Dog*, Aris & Phillips, Warminster, Inglaterra.

BRINKMANN B. M, F. KLINTSCHAR, J. HUHNEUHUER Y B. ROLF

- 1998 Mutation rate in Human Microsatellites: Influence of the Structure and Length of the Tandem Repeat, *American Journal of Human Genetics* 62: 1408-1415.

BUDIANSKY, S.

- 1992 *Covenant of the Wild: Why Animals Choose Domestication*, W. Morrow, Nueva York.

CAL, MARÍA LUISA

- 2001 *Análisis de polimorfismos de ADN microsatélite de cromosoma Y. Estudio de la población de Galicia y aplicaciones forenses*, tesis, Facultad de Medicina, Universidad de Compostela, Instituto de Medicina Legal, Santiago de Compostela.

CAMACHO, M. A., E. JIMÉNEZ, J. ARROYO, E. I. SÁNCHEZ Y E. PÉREZ

- 2011 Historia natural, domesticación y distribución del guajolote (*Meleagris gallopavo*) en México, *Universidad y Ciencia* 27(3): 351-360.

CASTRO, HORACIO N. Y CARLOS A. GONZÁLEZ

- 1968 El Código de Esuna (dos mil años antes de Jesucristo), *Lecciones y Ensayos* 37: 113-125, <http://www.derecho.uba.ar/publicaciones/lye/revistas/37/el-codigo-de-esuna-dos-mil-años-antes-de-jesucristo.pdf>. (consultado el 21 de mayo de 2019).

CID, JOSÉ M.

- 2004 *Temas de historia de la veterinaria*, II Volumen, Universidad de Murcia, España, https://books.google.com.mx/books?id=bOMASPRZd1sC&pg=PA28&lpg=PA28&dq=cornevin,+animales+dom%C3%A9sticos&source=bl&ots=e7WY0xRfy&sig=ZK2AkZS1j1I419&sa=X&ved=0ahUKEwj9MTFjIHZA_hVG_WMKHQgIDzcQ6AEINzAG#v=onepage&q&f=false (consultado el 6/II/18).

CHILDE, GORDON

- 1982 *Los orígenes de la civilización*, Fondo de Cultura Económica Breviarios 92, México.

BIBLIOGRAFÍA

CHOW, SUSAN

- 2018 Historia de la zoonosis, *News Medical Sciences Life*, [https://www.news-medical.net/health/Zoonosis-History-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Zoonosis-History-(Spanish).aspx) (consultado el 19 de enero de 2019).

CORDERO DEL CAMPILLO, MIGUEL

- 2001 Comentarios sobre la historia de las zoonosis, Curso: Enfermedades transmisibles entre los animales y el hombre (Zoonosis), Facultad de Veterinaria, Universidad de Leon, <https://www.historiaveterinaria.org/update/2001-historia-de-las-zoonosis.pdf> (consultado el 19 de enero de 2019).

CORNEVIN, CHARLES

- 1891 *Traité de zootechnie générale (ed. 1891)*, Hachette Livre, París.

CROCKFORD, SUSAN J.

- 2000 Dog Evolution: A Role for Thyroid Hormone Physiology in Domestication Changes, S. J. Crockford (ed.), *Dogs Through Time: An Archaeological Perspective. Proceedings of the 1st ICAZ Symposium on the History of the Domestic Dog*, BAR International Series 889, Inglaterra: 11-20.
- 2006 *Rhythms of Life. Thyroid Hormone & the Origin of Species*, Trafford Publishing, Victoria, Canadá.

CRUZ DE LA, MARTÍN

- 1964 *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*, Instituto Mexicano del Seguro Social, México.

DABANCH, JEANETTE

- 2003 Zoonosis, *Revista Chilena de Infectología* 20 (suplemento 1): S47-S51.

DARWICH, LAILA

- 2014 Introducción a la zoonosis: conceptos básicos, *CReSAPIENS* 6 (julio): 4-7.

DARWIN, CHARLES

- 1982 *El origen de las especies*, Bruguera, Libro Blanco, España.
- 2008 *La variación de los animales y las plantas bajo domesticación*, tomos I y II, Biblioteca Darwiniana, Catarata, Academia Mexicana de las Ciencias, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

DELMAS, OLIVIER, EDWARD C. HOLMES, CHIRAZ TALBI, FLORENCE LARROUS, LAURENT DACHEUX, CHRISTIANE BOUCHIER Y HERVE BOURHY

- 2008 Genomic Diversity and Evolution of the Lyssaviruses, *PLoS ONE* 3(4): 1-6 (www.plosone.org).

DÍAZ, LILIANA, FRANCISCO LACORDELLE, ADELINA BRASELLI E ISIDORO SADI

- 1995 Tres casos de psitacosis, *Revista Médica de Uruguay* 11: 214-218.

DIBBLE, CHARLES E. Y ARTHUR J. ANDERSON

- 1963 *Florentine Codex, General History of the Things of New Spain. Book 11*, The School of American Research and the University of Utah, Monographs of the School of American Research 14, part XII, Santa Fe, Nuevo México.

DILLON, LAWRENCE

- 1978 *Evolution. Concepts and Consequences*, segunda edición, C. V. Mosby Company, Londres.

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN GANADERA

- (s/f) *Psitacosis*, Dirección de Producción Ganadera, Subdirección de Producción Ganadera y Alimentos, Buenos Aires, Argentina, <https://file://www.rosario.gob.ar/mr/epidemiologia/vigilancia/.../psitacosis/psitacosis> (consultado el 12 de junio de 2019).

FE DE LA, PEDRO, BLANCA DUMENIGO, ELIO BRITO Y JAVIER AGUIAR

- 2006 *Toxocara canis* y síndrome *Larva Migrans Visceralis*, *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET* VII(4): 1-42, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html> (consultado el 3 de junio de 2019).

FOLEY, ROBERT

- 2013 Comparative Evolutionary Models and the 'Australopith radiations', K. Reed, J. Fleagle y R. Leakey (eds.), *The Paleobiology of Australopithecus*, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series, Springer: 163-174.

FUGASSA, MARTÍN H. Y RAMIRO BARBERENA

- 2006 Cuevas y zoonosis antiguas, paleoparasitología del sitio orejas de burro 1 (Santa Cruz, Argentina), *Magallania* 34(2): 57-62, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50614616006> (consultado el 19 de enero de 2019).

GARBACCIO, SERGIO

- (s/f) *Tuberculosis animal*, Instituto de Patobiología-Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agropecuarias, Argentina, http://www.veterinaria.org/revistas/vetenfinf/vet_enf_inf_tripod/tbc/tbc.htm (consultado el 3 de junio de 2019).

GAUTIER, ACHILLES

- 1990 *La domestication. Et l'homme créa l'animal...*, Errance, Collection Jardín des Hesperides, París.

GILBERT, MILES, LARRY D. MARTIN Y HOWARD G. SAVAGE

- 2006 *Avian Osteology*, Missouri Archaeological Society, Missouri.

GÓMEZ, MÓNICA, ALEJANDRO ESPINOSA, BERNARDO RODRÍGUEZ, RAÚL VALADEZ, VERÓNICA

ORTEGA, FERNANDO VINIEGRA RODRÍGUEZ Y KATIUSKA OLMOS JIMÉNEZ

- 2015 ¿El mejor amigo del hombre? Cómo vivieron los cánidos prehispánicos y modernos encontrados en El Barrio Oaxaqueño, Teotihuacan, *Revista de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies* 26(1): 5-21.

GRIMBERG, CARL

- 1983 *Historia Universal*, Volumen I. *El alba de la civilización*, Daimon de México S.A., México.

BIBLIOGRAFÍA

- HALL, RAYMOND
1981 *The Mammals of North America*, vols. 1 y 2, The Ronald Press Company, Nueva York.
- HALSBY, K. TWOMEY, F. FEATHERSTONE, C. FOSTER, A. WALSH, A. HEWITT, K. Y D. MORGAN
2017 Zoonotic diseases in South American camelids in England and Wales, *Epidemiology and Infection* 145(5): 1037-1043, https://research-information.bristol.ac.uk/files/94287511/Zoonotic_infections_in_camelids_accepted_Epidemiology_and_Infection_2016.pdf (consultado el 12 de junio de 2019).
- HIGUCHI, T., B. BOWMAN Y M. FREIBERGER
1984 DNA Sequences from the Quagga, an Extinct Member of the Horse Family, *Nature* 312: 282-284.
- HOBERG, ERIC, ARLENE JONES, ROBERT RAUSCH, KEESEON EOM Y S. L. GARDNER
2000 A Phylogenetic Hypothesis for Species of the Genus *Taenia* (Eucestoda: Taeniidae) *Journal of Parasitology* 86(1): 89-98.
- HOTEZ, PETER Y MEREDITH GURWITH
2011 Europe's Neglected Infections of Poverty, *International Journal of Infectious Diseases* 15: e611-e619.
- HUAPAYA, PEDRO, YRMA ESPINOZA, WILLIAM ROLDÁN Y SUSANA JIMÉNEZ
2009 Toxocariosis humana: ¿problema de salud pública?, *An. Fac. Med.* 70(4): 283-290.
- JANSEN, THOMAS, PETER FORSTER, MARSHA A. LEVINE, HARDY OELKE, MATTHEW HURLES, COLIN RENFREW, JÜRGEN WEBER Y KLAUS OLEK
2010 Mitochondrial DNA and the origins of the domestic horse, *PNAS* 99(16): 10905-10910.
- KARIMA, F. MAHROUS, M. HASSANANE, M. ABDEL MORDY, HEBA I. SHAFAY Y NAGWA HASSAN
2011 Genetic Variations in Horse Using Microsatellite Markers, *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* 9: 103-109.
- KAUFMANN, CRISTIAN, MARÍA C. ÁLVAREZ, LORENA G'HUREUX Y MARÍA A. GUTIÉRREZ
2013 Dimorfismo sexual en la pelvis de *Lama guanicoe* (*Artiodactyla, Camelidae*): un caso de aplicación en el sitio Paso Otero 1, Buenos Aires, Argentina, *Mastozoología Neotropical* 20(1): 47-59.
- KENT, JONATHAN, VÍCTOR VÁSQUEZ Y TERESA E. ROSALES
2001 Pastoreo y manejo de camélidos en la época Lambayeque: datos arqueozoológicos, R. Latcham, G. Mengoni, D- E. Olvera y H. D. Yacobaccio (eds), *El uso de los camélidos a través del tiempo*, Grupo Zooarqueología de Camélidos, International Council for Archaeozoology y Ediciones del Tridente, Buenos Aires: 131-144.
- LATCHMAN, RICARDO
1922 *Los animales domésticos de la América precolombina*, tomo III, Publicaciones del Museo de Etnología y Antropología, Santiago de Chile, <https://books.google>.

com.mx/books?id=V4tYAAAAMAAJ&pg=PA13&lpg=PA13&dq=animal+dom%20C3%A9stico,+linneo&source=bl&ots=laPLmzXzNf&sig=4dJpCnRQ8hWf8SFXMiydn2vNtg48&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjUv4zIzYfZAhXOWVkJHVNVDrYQ6AEIRDAI#v=onepage&q=animal%20dom%20C3%A9stico%20linneo&f=false (consultado el 29/I/18).

LEDERMANN, WALTER

- 2003 *Bacillus anthracis*: una larga historia de terror, *Revista Chilena de Infectología* (edición de aniversario): 28-31.
- 2016 *Una mirada crítica sobre la medicina en el antiguo Egipto*, Centro de Estudios Humanistas Julio Prado, Santiago, Chile, <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v33n6/art11.pdf> (consultado el 17 de mayo de 2019).

LEONARD, JONATHAN

- 1986 *La Revolución del Neolítico*, Time-Life International, Colección Orígenes del Hombre, Nueva York.

LEONARD, WILLIAM

- 2003 Somos los que comemos, *Scientific American (México)* 1(8): 46-55.

LIBRADO, PABLO, ANTOINE FAGES, CHARLEEN GAUNITZ, MICHELA LEONARDI, STEFANIE WAGNER, NAVEED KHAN, KRISTIAN HANGHØJ, SALEH A. ALQURAISHI, AHMED H. ALFARHAN, KHALED A. AL-RASHEID, CLIO DER SARKISSIAN, MIKKEL SCHUBERT Y LUDOVIC ORLANDO

- 2016 The Evolutionary Origin and Genetic Makeup of Domestic Horses, *Genetics* 204: 423-434.

LLAMAS, LEONARDO Y EDUARDO OROZCO

- 2009 Rabia: infección viral del sistema nervioso central, *Revista Mexicana de Neurociencia* 10(3): 212-219.

LÓPEZ, FRANCISCO, AMANDA CHÁVEZ Y EVA CASAS

- 2005 Contaminación de los parques públicos de los distritos de Lima oeste con huevos de *Toxocara* sp, *Revista de Investigación Veterinaria del Perú* 16(1): 76-81.

LÓPEZ-VELÁSQUEZ, SHIRLEY

- 2007 Camélidos Sudamericanos: su origen y evolución, A. Cardozo (ed.), *Camélidos*, Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”, Departamento de Fitotecnia FCAYP “M. Cárdenas” UMSS, Cochabamba, Bolivia: 31-40.

LORENZ, KONRAD

- 2007 *King Solomon's Ring*, Londres, Routledge.

LORENZ, KONRAD Y PAUL LEYHAUSEN

- 1985 *Biología del comportamiento. Raíces instintivas de la agresión, el miedo y la libertad*, Siglo XXI Editores, México.

BIBLIOGRAFÍA

- LOZANO, BRAULIO, ERIC A. VON CHONG Y CARLOS MEZA
 2011 Mosaicismo linfocitario de *Equus mulus* fértil y estudio cromosómico de su cría, *Abanico Veterinario* 1(2): 27-33.
- LUZIO, ÁLVARO, PABLO BELMAR, IGNACIO TRONCOSO, PATRICIA LUZIO, ALEXIS JARA E ÍTALO FERNÁNDEZ
 2015 Formas parasitarias de importancia zoonótica, encontradas en heces de perros recolectadas desde plazas y parques públicos de la ciudad de Los Ángeles, Región del Bío Bío, Chile, *Revista Chilena de Infectología* 32(4): 403-407.
- MANIN, AURELIE, EDUARDO CORONA, MICHELLE ALEXANDER, ABIGAIL CRAIG, ERIN KENNEDY, DONGYA YANG, MICHAEL RICHARDS Y CAMILLA SPELLER
 2018 Diversity of management strategies in Mesoamerican turkeys: archaeological, isotopic and genetic evidence, *Royal Society Open Science* 5: 171613, <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.171613>.
- MAYR, ERNST
 1963 *Especies animales y evolución*, Ediciones de la Universidad de Chile, Ediciones Ariel S. A., Santiago de Chile.
- MEDINA, ANDRÉS, RAÚL VALADEZ, GILBERTO PÉREZ Y BERNARDO RODRÍGUEZ
 2020 *Huexolotl. Pasado y presente en México*, Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- MORENO DE LOS ARCOS, ROBERTO
 1967 Los cinco Soles Cosmogónicos, *Estudios de Cultura Náhuatl*, VII: 183-210.
- NÁREZ, JESÚS
 1988 Algunos datos sobre las abejas y la miel en época prehispánica, *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* XXXIV(1) (Flora y Fauna en el México Prehispánico): 123-140.
- OLSEN, STANLEY
 1985 *Origins of the Domestic Dog. The Fossil Record*, The University of Arizona Press, Tucson Arizona.
- OUTRAM, A. K., N. A. STEAR, R. BENDREY, S. OLSEN, AL. KASPAROV, V. ZAIBERT, N. THORPE, R. P. EVERSHERD
 2009 The Earliest Horse Harnessing and Milking, *Science* 323(5919): 1332-1335, DOI: 10.1126/science.1168594.
- OVODOV, N., S. CROCKFORD, Y. KUZMIN, T. HIGHAM, G. HODGINS, Y J. VAN DER PLICHT
 2011 A 33,000-Year-Old Incipient Dog from the Altai Mountains of Siberia: Evidence of the Earliest Domestication Disrupted by the Last Glacial Maximum, *PLoS One* 6(7), <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3145761/>.

- PANEQUE, ENA, LIANA J. ROJAS Y MARITZA PÉREZ
2018 La tuberculosis a través de la historia: un enemigo de la humanidad, *Revista Habanera de Ciencias Médicas* 17(3): 353-363, <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2058> (consultado el 5 de mayo de 2019).
- PARRA, JOSÉ MIGUEL
2016 Los mil usos de la miel, *Historia y Vida*, 579: 51.
- PERRET, CECILIA, LEONARDO MAGGI, CARLOS PAVLETIC, RODRIGO VERGARA, KATIA ABARCA, JEANNETTE DABANCH, CECILIA GONZÁLEZ Y ROBERTO OLIVARES
2001 Ántrax (Carbunco), *Revista Chilena de Infectología* 18(4): 1-10, https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182001000400008 (consultado el 5 de junio de 2019).
- PIANKA, ERIC
1978 *Evolutionary Ecology*, Harper & Row Publishers, Nueva York.
- RODRÍGUEZ, EDUARDO
2013 *Conceptos básicos de filogenética molecular*, Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Tamaulipas, México.
- RODRÍGUEZ, ELÍAS
2009 Zoonosis emergentes, *Profesión Veterinaria* 16(72): 62-79, <http://www.colvema.org/PDF/6279Zoonosis.pdf> (consultado el 20 de abril de 2019).
- ROJAS, MARIO
2019 *Herbolaria. Galería herbolaria de México y el mundo. BD Tlahui*, http://tlahui.com/herbolaria/xihuitl_completo.php?fotoplanta=Tonatiuh%20yxihuh%20pepetlaca (consultado el 28 de mayo de 2019).
- ROJAS-SALAMANCA, ANA C., MARÍA C. LEÓN-BUSTAMANTE Y OLGA R. BUSTAMANTE-SAAVEDRA
2016 *Toxocara canis*: una zoonosis frecuente a nivel mundial, *Revista Ciencia y Agricultura* 13(1): 19-27.
- SAHAGÚN, BERNARDINO
1979 *Historia general de las cosas de Nueva España*, Secretaría de Gobernación, México.
- SAIZ, MARÍA, MARÍA, J., ÁLVAREZ, LUIS, J. MARTÍNEZ, JUAN C. ÁLVAREZ Y JOSÉ A. LORENTE
2012 El ADN antiguo una herramienta para descifrar la historia, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 22: 11-47.
- SALINAS, PATRICIA, MARGARITA MATAMALA Y HUGO SCHENONE
2001 Prevalencia de hallazgo de huevos de *Toxocara canis* en plazas de la región metropolitana de la ciudad de Santiago, Chile, *Boletín Chileno de Parasitología* 56(3-4):1-6, https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-94022001000200013 (consultado el 19 de enero de 2019).

BIBLIOGRAFÍA

SECRETARÍA DE SALUD

- 2016 *Panorama epidemiológico de teniasis en México*, Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud, México, <https://www.gob.mx/salud/documentos/panorama-epidemiologico-de-teniasis-en-mexico> (consultado el 5 de junio de 2019).

SPELLER, CAMILLA, BRIAN KEMP, SCOTT WYATT, CARA MONROE, WILLIAM LIPE, ÚRSULA AMDT Y DONGYA YANG

- 2010 Ancient Mitochondrial DNA Analysis Reveals Complexity of Indigenous North American Turkey Domestication, *PNAS* 107(7): 2807-2812.

STEMMER, ANGELIKA Y ANNE VALLE ZARATE

- 2007 Mejoramiento genético de camélidos, A. Cardoso (ed.), *Camélidos*, CICAG-ENRECA, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias UATF, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias UMSA, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia UMSS, DE LA Chuquisaca, Cochabamba, Bolivia: 297-308.

STRUBE, CHRISTINA, LEA HEUER Y ELISABETH JANECEK

- 2013 *Toxocara* spp. Infections in Paratenic Hosts, *Veterinary Parasitology* 193: 375-389.

SZYFRES, BORIS

- 1993 *Algunas consideraciones sobre las zoonosis y su epidemiología*, Servicio de Difusión de la Creación Intelectual de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina: 13-23, http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/30212/Documento_completo.pdf?sequence=1 (consultado el 19 de enero de 2019).

TATTERSALL, IAN

- 1997 De África, ¿una...y otra vez?, *Investigación y Ciencia* 249: 20-45.

TEDFORD, RICHARD H., XIAOMING WANG Y BERYL E. TAYLOR

- 2009 Phylogenetic Systematics of the North American Fossil Caninae (Carnivora: Canidae), *Bulletin of the American Museum of Natural History* 325: 1-218.

TEREFE, YITAGELE, ZERIHUN HAILEMARIAM, SISSAY MENKIR, MINORU NAKAO, ANTTI LAVIKAINEN VOITTO HAUKISALMI, TAKASHI IWAKI, MUNEHITO OKAMOTO Y AKIRA ITO

- 2014 Phylogenetic Characterisation of *Taenia* Tapeworms in Spotted Hienas and Reconsideration of the 'Out of Africa Hypothesis' of *Taenia* in Humans, *International Journal for Parasitology* 44: 533-541.

THEVENIN, RENÉ

- 1961 *Origen de los animales domésticos*, Colección Cuadernos, 49, Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina.

TOLEDO, CLARA, FERNANDO DE ARMAS, ANTONIO DEL CASTILLO, PILAR ARÉVAL, JOSÉ ENRIQUE PIÑERO Y BASILIO VALLADARES

- 1994 La contaminación parasitaria de parques y jardines como problema de salud pública, Datos de la Isla de Tenerife, *Rev. Sn. Hig. Pub.* 68(5-6): 617-622.

TRUT, LYUDMILA

- 1999 Early Canis Domesticatios: The farm-Fox Experiment, *American Scientist* 87 (marzo-abril): 160-169.

VALADEZ, RAÚL

- 1992 La domesticación de animales en el Viejo y Nuevo Mundo, *Veterinaria México* 23(4): 275-302.
- 1996 *La domesticación animal*, Plaza y Valdés-Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 2000 Paleoecología de los homínidos fósiles, *Correo del Maestro* 4(48):7-22.
- 2003a *La domesticación animal*, Plaza y Valdés-Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 2003b Domesticación y zootecnia en el México antiguo, *Imagen Veterinaria* 3(4): 32-44.
- 2003c Y de los gatos ¿qué sabemos de su domesticación?, *Revista de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies* 14(5):219-231.
- 2010 El fenómeno de la domesticación animal en los albores del siglo XXI, *Revista de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies* 21(5): 109-124.
- 2015 El origen del perro: condiciones ambientales, procesos biológicos, factores culturales y efectos en el ambiente, en Mayan Cervantes y Fernando López Aguilar (coords.) *Cambio climático y procesos culturales*, vol. 3, Academia Mexicana de Ciencias Antropológicas, Dirección de Etnología y Antropología Social: 97-135.

VALADEZ, RAÚL, ALICIA BLANCO, BERNARDO RODRÍGUEZ, FERNANDO VINIEGRA

Y KATIUSKA OLMOS

- 2000 Diagnóstico clínico de un perro encontrado en un entierro prehispánico, *Revista de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies* 11(1): 24-29.

VALADEZ, RAÚL, CHRISTOPHER GÖTZ Y VELIA MENDOZA

- 2010 *El perro pelón, su origen e historia*, Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

VALET, SAURET

- 1994 Las enfermedades respiratorias en el Antiguo Egipto, *Arch Bronconeumol* 30: 506-507.

VÁZQUEZ, OSCAR

- 2012 Desconocimiento epidemiológico de la *Larva migrans* en México, *Revista de Enfermedades Infecciosas en Pediatría XXV(99)* (enero-marzo): 79.

WAYNE, ROBERT, RAOUL BENVENISTE, DIANNE JANCZEWSKI Y STEPHEN O'BRIEN

- 1989 Molecular and Biochemical Evolution of the Carnivora, J. Glittleman (ed.), *Carnivore Behaviour, Ecology and Evolution*, Chapman and Hall, London: 465-494.

BIBLIOGRAFÍA

WEBER J. L. Y C. WONG

1993 Mutation of Human Short Tandem Repeats, *Human Molecular Genetics* 2(8): 1123-1128.

2010 *Natural History. Red Fox Color Variation*, <https://retrieverman.net/2010/02/27/red-fox-color-variations/> (consultado el 16/II/18).

WHELLER, JANE

1982 Aging Llamas and Alpacas by their Teeth, *Llama World* 1: 12-17.

ZANNIER, LORENZO

2016 *Diagnóstico molecular del virus de la hepatitis E en cerdos de explotaciones comerciales*, tesis, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo.

ZINK, ALBERT R., CHRISTOPHE SOLA, UDO REISCHL, WALTRAUD GRABNER, NALIN RASTOGI, HANS WOLF Y ANDREAS G. NERLICH

2003 Characterization of *Mycobacterium tuberculosis* Complex DNAs from Egyptian Mummies by Spoligotyping, *Journal of Clinical Microbiology* 10(1), 359-367.:

FUENTES ELECTRÓNICAS

AGIRREGABIRIA, MIKEL

2004 Afronta la impronta, <http://www.agirregabiria.net/mikel/2004/impronta.htm> (consultado el 16 de febrero de 2018).

AGRICULTURA EN EL ANTIGUO EGIPTO

<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/48042#Ganader.C3.ADa> (consultado el 8 de febrero de 2018).

AMAZON.ES.

<https://www.amazon.es/Papo-2050129-0/dp/B004JQN1UM> (consultado el 12 de diciembre de 2018).

ANÓNIMO

2014 Virus de la rabia, Databio, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, <https://www.insst.es/documents/94886/354390/Virus+de+la+rabia.pdf/04d1ecbe-b6a4-4bb3-904a-8238b65fa28a> (consultado el 16 de mayo de 2019).

ANÓNIMO

2003 La iguana, tesoro nacional en peligro de extinción, *México Desconocido* 318, <https://www.mexicodesconocido.com.mx/la-iguana-tesoro-nacional-en-peligro-de-extincion.html> (consultado el 25 de junio de 2019).

ARE SILVER FOXES THE SEXIEST SALT & PEPPER PETS? DISCOVER THE AMAZING INSIDE INFORMATION!

<https://www.petmoo.com/exotic-pets/silver-fox/> (consultado el 16 de febrero de 2018).

BRIDGES, HILARY

2018 The Cognitive Dog Class 7: Evolution and Development, <http://slideplayer.com/slide/7330892/> (consultado el 16 de febrero de 2018).

BORREGO DOMÉSTICO (*Ovis aries*)

Naturalista, <https://www.naturalista.mx/taxa/121578-Ovis-aries> (consultado el 3 de febrero de 2018).

CALPHOTOS: *Meleagris Gallopavo*

Pinterest, <https://www.pinterest.com.mx/pin/546624473492695864/> (consultado el 10 de enero de 2019).

COBAYOS PARA EL MUNDO DESDE AREQUIPA, PERÚ

<https://www.taringa.net/posts/noticias/17634451/Cobayos-para-el-mundo-desde-Arequipa-Peru.html> (consultado el 22 de febrero de 2018).

CONABIO

Iguana mexicana de cola espinosa *Ctenosaura pectinata*, <http://enciclovida.mx/especies/26703-ctenosaura-pectinata> (consultado el 25 de julio de 2019).

Conoce el Parque Nacional Lauca, <http://www.tourparquenacionallauca.com/blog/115/conociendo-mas-la-fauna-del-altiplano-chileno-camelidos-.html> (consultado el 7 de junio de 2019).

DOMESTIC TURKEY LARGEST BIRD MALE PAIR GOBBLING IN PAIR. CRAZY REACTION TO VISITORS INTO THEIR HOME

<https://www.youtube.com/watch?v=6q--OBGZiMw> (consultado el 10 de enero de 2019).

DUNBAR, IAN

2011 Origen y conceptos erróneos sobre la teoría de dominancia, https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=K%2fBnvxU0&id=AE6EDDB567B196570015F589879447492E1F40C2&thid=OIP.K_BnvxU04AMLwMF7gWWOJQHAFE&q=manada+lobos&simid=608024104002981577&selectedIndex=171&ajaxhist=0 (consultado el 14 de febrero de 2018).

El dingo, <https://todoanimales.org/dingo.html> (consultado el 14 de febrero de 2018).

EL LOBO. EXPRESIÓN CORPORAL DE LOS LOBOS, PARTE I

<http://shaymonita-elloblo.blogspot.mx/2010/02/expresion-corporal-de-los-lobos-1-parte.html> (consultado el 14 de febrero de 2018).

EL PAPIRO VETERINARIO DE KAHUN

Universidad Nacional de Colombia, http://medicinaveterinariaydezootecnia.bogota.unal.edu.co/la-facultad/historia/detalle-linea-de-tiempo/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=119&cHash=062eae4f8c838118038c515d0e26b58 (consultado el 17 de mayo de 2019).

BIBLIOGRAFÍA

ESPINOSA, MARCO, NILDA OLIVEROS Y NINO ARIAS

- 2008 Descripción de la estructura cromosómica de los camélidos sudamericanos, Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, Acceso Libre a Información Científica para la Innovación, http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/IPEN_6878ce121639086a1f2ed1b9927504a7 (consultado el 17 de noviembre de 2018).

FORSSMANN, ALEC

- 2018 Perros atados con correas en unas escenas de caza de más de 8.000 años de antigüedad, *National Geographic España*, https://www.nationalgeographic.com.es/historia/actualidad/perros-atados-con-correas-unas-escenas-caza-mas-8000-anos-antigüedad_12099 (consultado el 8 de febrero de 2019).

GALLUS GALLUS

- https://es.wikipedia.org/wiki/Gallus_gallus#Comportamiento (consultado el 9 de febrero de 2018).

GUERRERO, TERESA

- 2013 Los perros se convirtieron en ‘el mejor amigo del hombre’ en Europa, *El Mundo*, <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=ijDx16t5&id=F9692301E9E944DA121904102F3FAACF552EB9C5&thid=OIP.ijDx16t5Fcrb-vjvQ1Qu9gHaE8&q=perros+f%3b3siles&simid=608020629332822014&selectedIndex=10&ajaxhist=0> (consultado el 14 de febrero de 2018).

JORGE DE, JUDITH

- 2014 La cara solo expresa cuatro emociones básicas, <http://www.abc.es/ciencia/20140205/abci-cara-solo-expresa-cuatro-201402041430.html> (consultado el 14 de febrero de 2018).

KISSPNG, BURRO, MULA, DE POLLO.

- <https://es.kisspng.com/kisspng-6k5d4x/> (consultado el 12 de diciembre de 2018).

LA ELABORACIÓN DE LA SEDA EN LA ANTIGUA CHINA

- National Geographic España*, https://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/elaboracion-seda-antigua-china_11351/2 (consultado el 8 de febrero de 2019).

LA MASCOTA.COM

- <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=T%2BF4TODM&id=EFEF4168729C7BCF74857674DC3582027432823&thid=OIP.T-F4TODMnn-e9iBLhgwieQHv&q=lobo+gris+asi%3a1tico&simid=607997982006053902&selectedindex=75&mode=overlay&first=1> (consultado el 14 de febrero de 2018).

LANDMARK RUSSIAN FUR FOX RESEARCH IN JEOPARDY?

- The Fan Hitch* 14(3), <http://thefanhitch.org/V14N3/V14,N3News.html> (consultado el 10 de febrero de 2018).

LOS ARTIODÁCTILOS Y SUS ESPECIES

monografias.com (consultado el 15 de febrero de 2018).

LOS CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS: GUANACO, LLAMA, VICUÑA Y ALPACA.

http://infoalpacas.com.pe/wp-content/uploads/2015/03/camelidos.aiza_.org_.pdf (consultado el 12 de diciembre de 2018).

LOS DOCE ANIMALES DEL HORÓSCOPO CHINO

<http://spanish.visitbeijing.com.cn/culturachina/n214747945.shtml> (consultado el 29 de enero de 2018).

LOS JERBOS COMO MASCOTAS

<https://www.mundomascota.net/los-jerbos-como-mascotas/#> (consultado el 22 de febrero de 2018).

MUFLÓN (*Ovis Orientalis*) Gmelin, 1774, Cátedra de recursos cinegéticos y piscícolas, <https://www.uco.es/crcp/guiaespecies/1091-muflon-ovnis-orientales-gmelin-1774> (consultado del 3 de febrero de 2018).

PERRO Y HOMBRE: UNA AMITAD MÁS ANTIGUA DE LO QUE SE CREE

Jacobita Magazine. Encuentra tu naturaleza, <https://www.jacobita.cl/ciencia/perro-y-hombre-una-amistad-mas-antigua-de-lo-que-se-cree> (consultado el 5 de agosto de 2019).

¿QUE COME EL LOBO MEXICANO?

<https://www.queanimal.com/que-come-el-lobo-mexicano/> (consultado el 10 de diciembre de 2018).

RETURN OF KINGS

2012 How Wolves and Foxes Showed the Soviets the Necessity of Masculinity, <https://www.rooshvforum.com/thread-43038.html> (consultado el 16 de febrero de 2018).

SALINAS, MANÉ

2017 Las gallinas de la sierra, <http://gallinadelasierra.blogspot.mx/> (consultado el 16 de febrero de 2018).

SĪ 絲: CARÁCTER CHINO PARA LA SEDA.

La gran época, imagen tomada de <https://www.lagranepoca.com/news/cultura/tradiciones-chinas/66837-si-caracter-chino-para-la-seda.html> (consultado el 8 de febrero de 2019).

TAYLOR, DAVID

2014 The Irony of Soviet Silver Fox Domestication, Prooffreader.com. Data hacking and sundry curiosities, <http://www.prooffreader.com/2014/01/the-irony-of-soviet-silver-fox.html> (consultado el 19 de febrero de 2018).

THE SIBERIAN TIMES REPORTER

2013 New Study Shows Siberians Kept Pet Dogs 33,000 Years Ago, *The Siberian Times*, <https://siberiantimes.com/science/casestudy/news/new-study-shows-siberians-kept-pet-dogs-33000-years-ago/> (consultado del 15 de julio de 2019).

BIBLIOGRAFÍA

URIBARREN, TERESA

- 2016 Taeniosis o teniasis, Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, UNAM, www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/taeniosis.html (consultado el 7 de junio de 2019).
- 2018a Larva Migrans Visceral, Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, UNAM, <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/larva-migrans-visceral.html> (consultado el 16 de mayo de 2019).
- 2018b Larva Migrans Cutánea, Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, UNAM, <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/larva-migrans-cutanea.html> (consultado el 16 de mayo de 2019).
- 2018c Gnathostomosis o Gnathostomiasis, Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, UNAM, <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/gnathostomosis.html> (consultado el 16 de mayo de 2019).
- 2018d Tuberculosis, Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México, <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/bacteriologia/tuberculosis.html> (consultado el 6 de junio de 2019).

URO+Y+TORO. NAUKAS

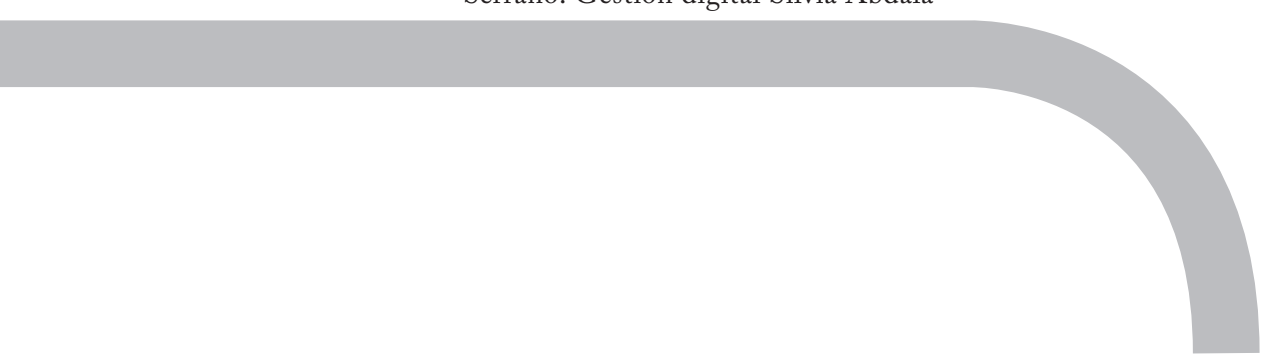
Ciencia, excecpticismo y humor, <https://naukas.com/2010/07/05/la-genetica-podria-resucitar-al-uro/uroytoro/> (consultado el 8 de febrero de 2019).

WESTFALL SCOTTIE

- 2011 Natural History, Marbled and Pearl Phase Red Foxes, <https://retrieverman.net/2011/11/19/marbled-and-pearl-phase-red-foxes/> (consultado el 16 de febrero de 2018).
- <https://welcomhomefarm-tj.blogspot.com/2010/07/shearing-llamas.html#.XZs-3n25FyM8> (consultado el 20 de abril de 2018).
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Centrómero> (consultado el 20 de marzo de 2018).
- <https://www.ecured.cu/Zoonosis> (consultado el 20 de mayo de 2019).
- https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Ardilla_gris_mexicana.JPG (consultado el 6 de julio de 2019).
- <https://www.alamy.es/luxor-egipto-la-tumba-de-pabasa-tt279-en-el-asasif-necropolis-de-tumbas-de-nobles-la-miel-recogida-image178979618.html> (consultado el 8 de febrero de 2019).
- <https://romavema.wikispaces.com/file/view/cromagnon.jpg/307056338/cromagnon.jpg> (consultado el 14 de febrero de 2018).

***El fenómeno de la domesticación
animal y su estudio***

Editado por el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM. La corrección estuvo a cargo de René Uribe y Adriana Incháustegui. Jonathan Valadez hizo la composición en tipos Adobe Caslon Pro 9.5/13, 10.5/13.5, 10.5/14, 11.5/15, 12.5/15, 12/14.5 y 14/17. Apoyo editorial Arantza Castillo. El cuidado de la edición estuvo a cargo de Martha González Serrano. Gestión digital Silvia Abdalá



Tomo I

El fenómeno de la domesticación animal y su estudio



Los animales domésticos constituyen una parte del mundo vivo cuyo destino quedó ligado a nuestra especie, desde mucho antes de la aparición de la civilización, lo que llevó a que se perdiera en la memoria colectiva su origen y primeros momentos de interacción, derivándose de ello mitos, leyendas y narrativas con orientación antropogénica. Esta visión cambió en la segunda mitad del siglo XX cuando el tema de la domesticación animal se convirtió en objeto de estudio de la ciencia, interés que derivó, desde entonces, en una extensa área de investigación, cuyos resultados no dejan de sorprender y constituyen un espacio de vital importancia para todo aquel interesado en la relación hombre-animal.

Próximo volumen:

Los animales domésticos

El origen de los animales domésticos
en el mundo antiguo

EL PERRO, PRIMER ANIMAL DOMÉSTICO

Estudiando el origen del perro.

Construyendo 33 000 años de historia.

LA FAUNA DOMÉSTICA DEL VIEJO MUNDO

La domesticación animal
en el Viejo Mundo: Eurasia.

La domesticación animal
en el Viejo Mundo: África.

LA FAUNA DOMÉSTICA DEL NUEVO MUNDO

La domesticación animal
en el Nuevo Mundo: Norteamérica.

La domesticación animal
en el Nuevo Mundo: Sudamérica.



Raúl Valadez Azúa



Doctor en Ciencias Biológicas con 37 años de experiencia en el campo de la arqueozoología. El estudio científico de las manifestaciones faunísticas, desde huesos hasta pinturas, buscando su interpretación cultural, ha sido un objetivo permanente en su trayectoria. Su gran objetivo personal ha sido el estudio de la domesticación animal en el México antiguo, principalmente el caso del perro. Sobre el tema ha escrito 11 libros, 25 capítulos de libros, 107 artículos y un documental.

En 1989 inició sus investigaciones alrededor del perro prehispánico y en 1992 realizó su primer ensayo sobre el tema de la domesticación en Mesoamérica. En ambos casos, y como quien descubre un tesoro escondido, se vio frente a un interesantísimo campo de estudio menospreciado e incluso desconocido. Los nuevos hallazgos sobre el tema y el constatar que en el presente numerosas líneas de investigación estudian este fenómeno, le llevó a la construcción de la presente obra: La domesticación animal, su estudio, su origen, su historia, vertida en varios tomos en los que el lector podrá conocer cómo se estudia en el presente este fenómeno, cuál es nuestro conocimiento actual sobre la domesticación en tiempos antiguos y la relación entre animales domésticos y culturas de América, en especial América Latina.