

Cuaderno 263 / Enero 2008 / 3'90 €
Revista decana de la prensa ambiental

Quercus

www.quercus.es

OBSERVACIÓN, ESTUDIO Y
DEFENSA DE LA NATURALEZA

LOBO Erosión genética

**ALONDRA
RICOTÍ**
En el norte
de África

ECOLOGÍA
Para todos
los públicos

**LINARIA
NIGRICANS**
Flora del
sureste árido



(Canarias, Ceuta y Melilla: 4'00 €.)

américa
iberica

Una caza excesiva puede restar diversidad genética

¿Está asegurada la conservación del lobo ibérico a largo plazo?

Recientes estudios indican que la presión de caza puede traer consigo mayor riesgo de extinción para el lobo ibérico, debido a la pérdida de variabilidad genética, favorecida por el tamaño y la fragmentación de esta población. Bajo esta óptica de la genética como herramienta de conservación, planes como el que tramita Castilla y León para gestionar el gran reducto lobero de Europa occidental son vistos con suma preocupación.



Un grupo de lobos descansa en una ladera de matorral mediterráneo. Poblaciones pequeñas de la especie son más vulnerables a la erosión genética (foto: José Luis Gómez de Francisco).



► Los estudios sobre genética de la conservación están aportando información de gran importancia para abordar los problemas de gestión del lobo ibérico (en la fotografía). Foto: Ángel J. España.



por Jorge Echegaray, Jennifer Leonard y Carles Vilà ■

La meta de la biología de la conservación es mantener a largo plazo los procesos naturales en ecosistemas funcionales. Pero la irrupción de las técnicas genéticas ha permitido ir más lejos: lo que ahora se persigue es conservar las especies como entidades dinámicas, capaces de evolucionar para adaptarse a los cambios ambientales y minimizar su riesgo de extinción.

El lobo (*Canis lupus*) es objeto de estudio bajo esta nueva óptica de la genética de la conservación. Son muchas las especies que registran declives poblacionales severos y reducciones de su área de distribución. Más allá de nuestras fronteras existen más de cien mil lobos distribuidos por Eurasia y Norteamérica. Las poblaciones ibéricas se han recuperado desde finales del siglo XX, mientras cunde la impresión de que la especie está en franca expansión y de que albergamos una población saludable con más de dos mil ejemplares ¿Por qué entonces prestar atención a los lobos?

Un motivo es la complejidad de su conservación, que ha centrado la atención de muchos biólogos. Otro es el papel ecológico sin parangón que desempeñan dentro de la diversidad de hábitats que ocupan (en la península Ibérica está presente en alta montaña, estepas cerealistas, páramos, bosques cantábricos y mediterráneos y plantaciones forestales de especies exóticas, entre otros ambientes), lo que les hace acreedores de una gran relevancia. Otro motivo es la importancia cultural del lobo y los profundos sentimientos que desata.

Las probabilidades de supervivencia son menores cuanto más se reduce la variabilidad genética. El apareamiento entre individuos emparentados implica que la diversidad genética de sus descendientes es menor que la media dentro de la población e incrementa la probabilidad de que se expresen enfermedades o deficiencias genéticas. Por otro lado, las diferencias genéticas entre individuos se traducen en diferentes probabilidades de supervivencia bajo distintas condiciones ambientales. En otras palabras: poblaciones más diversas tienen mayores probabilidades de supervivencia frente a alteraciones en el medio.

Esto queda bien ilustrado por los estudios llevados a cabo en la población escandinava de lobos. Los efectivos cautivos en zoológicos derivan de seis ejemplares. Los cruces endogámicos forzados han llevado a reducciones del peso al nacer, ceguera y disminución de la tasa reproductiva (1). En cuanto al contingente salvaje, se formó a partir de sólo dos animales que migraron desde Finlandia y se reprodujeron en 1983 (2, 3). La elevada tasa de endogamia impidió el crecimiento de esta población durante casi una década, manteniendo su tamaño por debajo de los diez ejemplares, con un sólo grupo reproductor.

La llegada de un nuevo ejemplar desde Finlandia en 1991 permitió la formación de un segundo grupo reproductor e introdujo variabilidad genética. A partir de entonces, la población ha estado creciendo y en la actualidad cuenta con más de un centenar de lobos y una densidad en torno a los tres animales por cada mil kilómetros cuadrados.

No obstante, esta población sigue muy amenazada por problemas genéticos, ya que toda ella deriva de tres indivi-

duos. De hecho, estudios recientes han mostrado los efectos de la endogamia en los lobos escandinavos: elevada frecuencia de malformaciones esqueléticas (4) y reducción en la tasa reproductiva (5).

La supervivencia a largo plazo de los lobos escandinavos depende de la llegada de nuevos animales desde Finlandia. Sin embargo, la conectividad de estas dos poblaciones es bajísima (6, 7). Los ejemplares que se dispersan entre ambas deben atravesar el mar Báltico helado o más de setecientos kilómetros a través de un enorme territorio, habitado por decenas de miles de renos criados en régimen extensivo, donde los depredadores no son tolerados y son eliminados sistemáticamente. Todos los lobos que se dispersaron hacia Escandinavia entre los años 1991 y 2005 fueron abatidos antes de reproducirse (7).

Más diversidad genética en lobos históricos

En la mayor parte de Estados Unidos y México el lobo fue exterminado por intensas campañas de erradicación promovidas por la administración, combinadas con la pérdida de hábitat y la fragmentación territorial. Actualmente, se estima que quedan en toda Norteamérica unos sesenta mil ejemplares (8). Aunque esa cifra puede considerarse elevada, supone una reducción de casi el 90% con respecto a los lobos presentes en tiempos históricos (9). Además, su área de distribución ha disminuido más de un 40% (10).

Las bajas en una población generan una disminución de la diversidad genética, ya que se pierden los cromosomas de los individuos que no dejan descendientes y se acelera la tasa de deriva genética (Cuadro 1). Pero en el caso de los lobos y otras especies de gran movilidad, se podría esperar que la mayor parte de la diversidad genética se encuentre distribuida sobre un territorio amplio, por lo que la desaparición de una parte de la población no representaría la pérdida de alelos únicos. Los lobos tienen una media de casi cinco cachorros por parto y año y una capacidad de dispersión de hasta centenares de kilómetros, en ausencia de grandes barreras geográficas y naturales (11).

Para comprobar si la erradicación de los lobos de una parte de su área de distribución acarrió una pérdida de diversidad genética, se analizaron se-

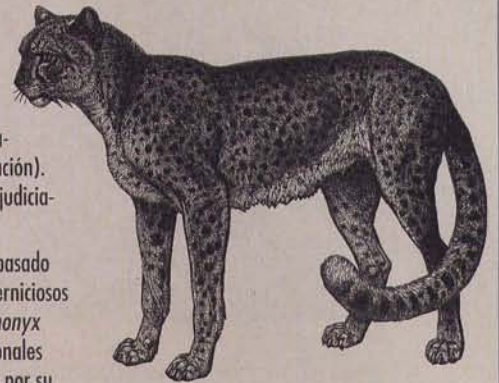
CUADRO 1: LA DERIVA GENÉTICA EN POBLACIONES PEQUEÑAS

En organismos diploides, como lobos y seres humanos, cada individuo tiene dos dotaciones de cromosomas, una procedente del padre y otra de la madre. Cuando se aparean dos individuos, se transfiere a la descendencia una de las copias de cada par de cromosomas del padre y otra de la madre. Esto implica que los hijos son portadores de una muestra tomada al azar de los cromosomas de los padres. Además, no todos los individuos de una población se reproducen, por lo que algunos cromosomas no se transfieren a la siguiente generación.

Estos dos procesos subyacen en la selección de cromosomas al azar de generación en generación y puede llevar a que un cromosoma portador de una cierta característica no se transmita a la siguiente generación. La consecuencia inmediata es la pérdida de parte de la variabilidad genética. Es lo que se conoce como deriva genética.

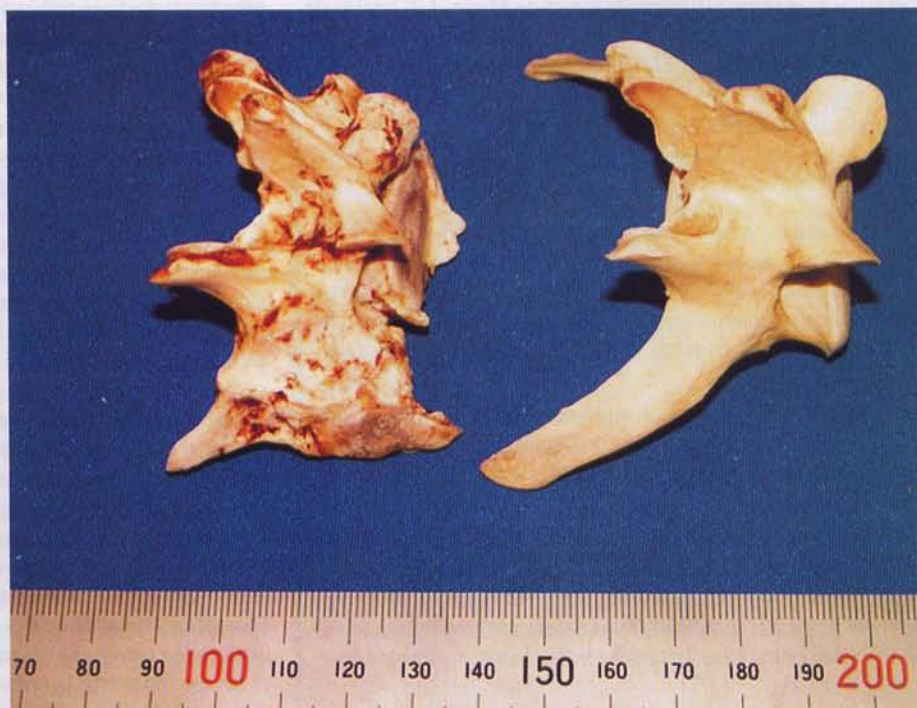
Cuando la población es pequeña, sólo se transfieren unos pocos cromosomas y el muestreo de cromosomas de generación en generación es más incompleto. Estas poblaciones pierden por azar más variabilidad genética que las grandes. Además, este proceso es aleatorio y es mayor a medida que pasa el tiempo (se repite en cada generación). Se pierden copias de genes tanto "beneficiosos" como "perjudiciales". Al mismo tiempo, aumenta la tasa de endogamia.

La deriva genética afecta a todas las poblaciones que han pasado por cuellos de botella evolutivos. Ejemplos de los efectos perniciosos son el puma (*Felis concolor*) en Florida o el guepardo (*Acinonyx jubatus*) en el Serengeti, que sufrieron descensos poblacionales históricos. Como consecuencia, estos felinos se caracterizan por su baja calidad de espermatozoides, baja fertilidad, anomalías morfológicas y elevada susceptibilidad a agentes patógenos.



El guepardo es una de las especies afectadas por la deriva genética tras descensos poblacionales históricos.

cuencias de ADN mitocondrial de más de treinta cráneos procedentes del centro y sur de los Estados Unidos, de zonas donde no existen lobos en la actualidad. Pertenecían a animales muertos antes de 1916 y se encontraban depositados en museos norteamericanos.



◀ Las malformaciones genéticas son indicativas de endogamia. A la izquierda, vértebra de un lobo de una población con baja variabilidad genética, la escandinava; a la derecha, vértebra de un lobo sano (foto: J. Räikkönen).

► Macho de lobo (izquierda) y cachorro de unos cinco meses, abatidos ilegalmente en noviembre de 2006 en Villanueva de los Caballeros (Valladolid). Foto: Seprona.



Posteriormente, se compararon esas secuencias con otras cien obtenidas de muestras colectadas por toda el área de distribución actual del lobo en América. Los resultados obtenidos demuestran que la diversidad genética en la muestra de los lobos “históricos del sur” era superior a la de los lobos “modernos” (9). Además, no fue posible encontrar el 75% de los perfiles genéticos “históricos” en los lobos “modernos”. Esto implica que el exterminio casi completo de la especie al sur de la frontera con Canadá produjo una gran pérdida de diversidad genética en toda la población americana.

El mismo estudio también muestra que las regiones suroccidentales de Estados Unidos y del norte de México actuaron de reservorio genético durante la Edad de Hielo. Un hecho de

similares características se produjo para diferentes especies y comunidades biológicas en Europa en las penínsulas Ibérica, Italiana y Balcánica (12). Por lo tanto, la extinción de los lobos del sur norteamericano ha tenido, desde el punto de vista de la genética de la conservación, un impacto mayor del que se suponía inicialmente.

A la luz de estos trabajos, se hace evidente que las reintroducciones de lobo promovidas en Estados Unidos no van encaminadas al restablecimiento de ecosistemas pasados ni a la constitución de poblaciones viables a largo plazo, capaces de adaptarse a cambios ambientales.

Se persiguen tamaños poblacionales muy inferiores a los del pasado y una repartición geográfica escasamente representativa de la existente históricamente.

En algunos estados como Idaho se pretende reducir la población lobuna ante las reclamaciones de cazadores alarmados por la disminución de cérvidos. Sin embargo, se ha demostrado que la abundancia de ungulados silvestres está relacionada con la precipitación anual, el periodo de innovación y la presión cinegética (8).

A más presión de caza, menos diversidad

La elevada tasa reproductiva de los lobos les permite recuperarse de declives poblacionales en un tiempo relativamente breve. En general, se considera que la muerte por caza de un 35% de la población cada invierno es sostenible (13) y que mortandades más bajas no llevan a un descenso de la población, ya que quedan compensadas con la tasa de supervivencia juvenil. Sin embargo, no está claro hasta qué punto la diversidad genética puede verse afectada.

Para estudiar esta posibilidad, Jennifer Leonard, coautora de este artículo, ha comparado dos poblaciones contiguas de densidades similares y que comparten un mismo hábitat. En el suroeste de Alaska (Estados Unidos), alrededor del 30% es abatido cada invierno. La segunda población corresponde al oeste de la Columbia Británica (Canadá), donde únicamente el 2% es cazado anualmente.

Pues bien, los análisis genéticos revelan que en la zona canadiense el número de linajes genéticos es mucho mayor que en la estadounidense, intensamente cazada. Según estos datos, la presión cinegética puede conllevar una mayor pérdida de variabilidad genética y, por tanto, la disminución de la probabilidad de supervivencia a largo plazo. El proceso se agrava cuando se da caza a grupos enteros y la muerte de los ejemplares reproductores (machos y hembras dominantes) acelera los procesos de deriva genética.

En este contexto podríamos mencionar algunos casos destacados de furtivismo en Castilla y León, como el de la muer-

CUADRO 2 POBLACIÓN EFECTIVA Y CENSO ¿ES LO MISMO?

Al trabajar con especies amenazadas, se suele hablar de poblaciones mínimas viables, es decir, el tamaño mínimo que debe tener una población para que el riesgo de extinción en un periodo de tiempo determinado no supere un cierto valor. De esta forma, se dice que conservar poblaciones a corto plazo requiere al menos cincuenta individuos, umbral bajo el que efectos aleatorios pueden llevar a la desaparición de la población entera. Para conservar a largo plazo se requieren poblaciones de más de quinientos individuos.

Estos valores también se utilizan para referirse a riesgos genéticos. En poblaciones de menos de quinientos individuos, la endogamia tiende a incrementarse progresivamente y aumenta el riesgo de que se expresen enfermedades genéticas. Sin embargo, los genéticos se refieren en este caso a una población idealizada, no real, en la que todos los individuos pueden reproducirse, se aparean al azar y el éxito reproductivo es constante. Es lo que se conoce como población efectiva.

La velocidad con la que la deriva genética lleva a la pérdida de diversidad es proporcional a esa población efectiva, no a la población real, estimada mediante censos. Por eso, cuando en genética de poblaciones se dice que se necesitan al menos quinientos individuos para asegurar el potencial evolutivo de una población, nos referimos a la efectiva, que por definición es un porcentaje del censo real.



▲ Vallado en una zona tradicional de cría de lobo ibérico de la provincia de Zamora. El efecto acumulado de este tipo de barrera física acelera la pérdida de variabilidad genética (foto: Javier Talegón).

te de un grupo de lobos en Villanueva de los Caballeros (Valladolid), en noviembre de 2006 (ver *Quercus* 252, pág. 68). Más recientemente, el pasado 29 de noviembre, se abatieron tres lobos de otro grupo asentado en la provincia de Valladolid, incluida una hembra reproductora, durante otra cacería ilegal, esta vez en el entorno de Tordesillas.

Estimas sobrevaloradas para el lobo ibérico

El método habitual para estimar el tamaño de las poblaciones de lobo ibérico se basa en el conteo de grupos familiares. Según el último censo, presentado en el II Congreso Luso-Español sobre el Lobo Ibérico, celebrado en Castelo Branco (Portugal) en noviembre de 2005, en la península Ibérica existen 322 grupos familiares (254 confirmados y 68 probables), distribuidos a lo largo de 140.000 kilómetros cuadrados.

Para saber cuántos lobos ibéricos hay se suele multiplicar el número de grupos por el tamaño medio de éstos. Según ese censo, en España y Portugal habría entre dos mil y tres mil lobos en los periodos pre-parto y post-parto, respectivamente. Estas estimas asumen de ocho a diez ejemplares (o más) por grupo, durante el período con un mayor número de lobos, es decir, después de los partos (14). Son números muy similares a los observados en Finlandia. En 2004 se estimaron en este país 190 lobos y 17 parejas reproductoras (6), de lo que se deriva once lobos por grupo (incluyendo los animales que no están asociados a ningún grupo). Los lobos finlandeses se alimentan fundamentalmente de alces (*Alces*

alces). Muchos estudios sugieren una correspondencia entre el tamaño del grupo de predadores y el de sus presas (8). Por este motivo, dado el pequeño tamaño medio de las presas de los lobos ibéricos, la estima de animales por grupo de esta población puede estar sobrevalorada (15).

Trabajos basados en la observación directa de lobos en España sugieren un tamaño medio de grupo de 3,7 individuos (15). Según esta estima, en la península Ibérica habría entre 937 y 1.188 lobos. Estos números parecen más comparables a los estimados para muchos otros países, basados en censos invernales (antes del periodo reproductivo), a menudo facilitados por la presencia de nieve.

A la vista de estas estimaciones, nuestros lobos parecen estar fuera de todo peligro, al superar lo que se considera en teoría como población mínima viable, es decir, medio millar de ejemplares. Sin embargo, desde la genética de la conservación se prefiere hablar de población efectiva, antes que de censo real (Cuadro 2).

Debido a la dificultad de estimar la población efectiva en lobos salvajes, en ocasiones ésta se identifica con la que participa en la reproducción, aunque se trate sólo de una grosera aproximación. Como se ha calculado que hay entre 254 y 322 grupos de lobos ibéricos, el número de reproductores sería de 508-644 individuos.

Algunos estudios han mostrado que la población efectiva para una gran cantidad de especies es alrededor del 10% de lo estimado por los censos (16). Como los conteos se suelen hacer antes del periodo de cría, el tamaño de la población



▲ Paso para lobo sobre una autovía en Castilla y León. Está flanqueado por paneles de madera, para que los animales no vean la calzada y se sientan confiados, y cerrado al tráfico rodado por pivotes (foto: Javier Talegón).

efectiva sería de unos doscientos lobos ibéricos, por debajo del número teórico de quinientos.

En Finlandia se ha estimado que la relación entre la población efectiva y la censada en invierno es de 0'42 (6). Si aplicamos estas proporciones al contingente ibérico, considerando un total de 937-1.188 animales, obtendríamos una población efectiva de 393-498. Sin embargo, esto es probablemente una sobreestimación, ya que los lobos ibéricos están aislados, cosa que no sucede para los finlandeses. La falta de aislamiento lleva a un incremento relativo de la población efectiva en Finlandia, a la que llegan habitualmente los cromosomas de lobos rusos que contribuyen a una diversidad genética mayor.

Población fragmentada por causas ecológicas

Además de su tamaño, otra interesante discusión sobre la población del lobo ibérico es decidir si asumimos que existe una sola. Obviamente, los lobos de Sierra Morena, por estar aislados del resto, merecen un trato aparte.

Los lobos son capaces de ocupar hábitats altamente humanizados y de cruzar barreras notables, para lo cual es importante el aprendizaje (17). Sin embargo, los estudios de telemetría también han reflejado cómo algunas infraestructuras, por ejemplo simples carreteras nacionales, pueden limitar los movimientos de los lobos en España, siendo utilizadas para definir áreas de campeo habituales (18).

A menudo se ha sobreestimado la capacidad de dispersión y de flujo genético entre lobos. Estudios recientes en Norteamérica y Europa oriental han mostrado poblaciones fragmentadas por factores ecológicos (no antrópicos), que limitan la tasa de intercambio genético. Entre éstos figuran la propia distancia geográfica entre poblaciones, las barreras topográficas difícilmente franqueables (como fue el caso del río Mackenzie en uno de estos trabajos), el clima, los tipos de hábitat, la composición de la dieta e incluso la especialización

por determinadas presas, como ciervos (*Cervus elaphus*) y caribúes (*Rangifer tarandus*) (19, 20, 21).

En un estudio realizado con muestras de lobos de zonas aparentemente contiguas de Lugo y Asturias, se observó que existían diferencias genéticas significativas, a pesar de no presentar barreras geográficas notables que las separasen (22). Estas zonas mostraban un flujo genético menor que el observado entre poblaciones del norte de Canadá separadas por más de mil kilómetros.

Es muy probable que los lobos del noroeste ibérico se encuentren fragmentados en diferentes subpoblaciones de tamaño variable. Esto puede traer consigo problemas de endogamia a corto plazo y una menor capacidad de supervivencia a largo plazo, puesto que cuanto menor sea un núcleo, más rápida será la pérdida de diversidad genética.

Presumimos que estos problemas pueden ser extremos en la población de Sierra Morena, por su pequeño tamaño y elevado aislamiento. De alguna manera, recuerda a la situación escandinava, aunque esa población ha estado aislada de la finlandesa durante sólo dieciséis años (3). Si asumimos que la de Sierra Morena ha estado constituida por unos cinco grupos familiares durante las últimas diez generaciones, el nivel de endogamia podría ser cercano al que resulta del apareamiento entre hermano y hermana, con consecuencias sobradamente conocidas en poblaciones humanas.

Además, los problemas podrían agravarse por el confinamiento de los lobos de Sierra Morena en grandes fincas cinegéticas y la baja densidad de la especie podría favorecer la hibridación con perros. El aislamiento puede sentenciar a esta población.

Hasta hace poco, algunos ecólogos estudiosos de lobos de renombre internacional pensaban que el hecho de que una población pequeña existiese implicaba que la baja diversidad genética no afectaba a su supervivencia. Sin embargo, durante los últimos años se han multiplicado los estudios que

HEMEROTECA

Quercus 261
(noviembre 2007)
Ref. 5301261 / 3'90 €
Venturas y desventuras de Ernesto, un lobo estepario. Juan Carlos Blanco y Yolanda Cortés.

Quercus 245
(julio 2006)
Ref. 5301245 / 3'90 €
Estudio genético sobre la situación del lobo en el País Vasco. Jorge Echegaray y otros autores.
Castilla y León intensificará la gestión cinegética del lobo. Asociación Ascel.

Quercus 157
(marzo 1999)
Ref. 5301157 / 3'90 €
El lobo y sus presas. Informe especial compuesto por seis artículos y en el que han participado catorce autores.

Insertamos un boletín de pedidos en la página 77.

muestran los problemas derivados de esta falta de diversidad, como son malformaciones esqueléticas, baja tasa reproductiva y susceptibilidad a enfermedades infecciosas (1, 4, 5). Es posible que problemas de este estilo ya existan en Sierra Morena. Si la fragmentación continúa, pueden extenderse a otras zonas del área de distribución lobuna.

Cada lobo muerto es una pérdida irreparable

Estudios modernos están describiendo la relevancia que los grandes depredadores, entre ellos y especialmente los lobos, tienen para la biodiversidad de los ecosistemas que ocupan (23). Así se ha demostrado en el Parque Nacional de Yellowstone tras la reintroducción del cánido silvestre a mediados de los años noventa.

Por ejemplo, en un reciente estudio se documenta la recuperación de las alamedas de *Populus tremuloides* a raíz del regreso del lobo a este espacio protegido (24). El trabajo destaca que desde entonces los ciervos se sienten más intranquilos y, por ello, el ramoneo que ejercen sobre estas masas boscosas es menos intenso y más repartido. Sin embargo, que sepamos, ningún estudio ha definido la importancia del lobo en los ecosistemas ibéricos.

Actualmente existe un compromiso moral y legal para conservar y recuperar hábitats y especies, intentando revertir los procesos destructivos modernos. Para ello existen dos soluciones simples y eficientes. Una es mantener poblaciones tan grandes como sea posible, capaces de prevenir problemas genéticos. La otra es incrementar la conectividad entre poblaciones, porque aunque éstas no aumenten mucho de tamaño, el intercambio de genes entre ellas hará que se comporten como si fueran más grandes de lo que en realidad son.

La primera opción parece difícil de llevar a la práctica en muchos casos. La gran diversidad de criterios y figuras administrativas con las que se contempla al lobo en España obliga a adoptar una gestión sujeta a intereses muy dispares, en función de un territorio u otro, hasta el punto de que la presión cinegética hacia la especie es cuando menos alarmante en ciertas comunidades autónomas. Es más, se pretende fomentar con futuros planes de gestión como en Galicia y, sobre todo, Castilla y León, regiones donde reside más del 80% de las poblaciones lobunas españolas. Estos planes consideran la caza como la herramienta prioritaria de gestión del lobo.

Ya sólo el furtivismo, ignorado por las administraciones, podría suponer casi el 90% de las muertes conocidas de lobo en Castilla y León. Sin embargo, apenas existe una decena de denuncias desde 1990

El desarrollo de la red viaria producido durante las últimas décadas y el planeado para un futuro cercano pueden contribuir a la fragmentación de las poblaciones de lobo ibérico.

(25). Mientras tanto, el valor de lobo como trofeo en el mercado negro sigue creciendo (más de doce mil euros), así como la presencia de cebaderos ilegales. Por otro lado, asistimos a la erradicación sistemática de lobos en las zonas potenciales de expansión, como en Cantabria, País Vasco, Extremadura y La Rioja. Al sur del Duero, a pesar de estar legalmente protegido por la Directiva de Hábitats, la Junta de Castilla y León pretende someterlo a aprovechamiento cinegético.

La Estrategia para la Conservación y Gestión del Lobo en España, aprobada en enero de 2005, señala la necesidad de conectar la población de Sierra Morena con las del norte peninsular. ¿Cómo va a lograrse este objetivo si el número de lobos cazables en Castilla y León va a cuadruplicarse? Pensar que intensificando la caza legal se va a reducir el furtivismo no se fundamenta en ningún tipo de evidencia concluyente e incluso puede resultar contraproducente.

Poblaciones fragmentadas y efecto barrera

El desarrollo de la red viaria producido durante las últimas décadas y el planeado para un futuro cercano pueden contribuir a la fragmentación de las poblaciones de lobo ibérico. En pocos años se ha producido un incremento de casi el 12% en la mortalidad de lobos por atropello en regiones como Castilla y León (14). En la provincia de Orense, el efec-

▼ Cartel que prohíbe verter ganado muerto, en el término municipal de Toro (Zamora). La recogida de estos restos animales, que son un recurso alimenticio muy importante para el lobo, puede afectar negativamente a la especie (foto: Javier Talegón)





▲ Dos lobos ibéricos cruzan una pista de montaña. La conectividad entre poblaciones loberas es vital para garantizar el intercambio genético y alejar el riesgo de extinción (foto: Ángel J. España).

to combinado de la autovía A-52 y la carretera N- 525 produjo doce bajas por atropello entre 1999 y 2002 en un tramo de medio centenar de kilómetros.

También resulta especialmente preocupante el efecto barrera producto de la combinación de diversos factores, como las infraestructuras viarias, las urbanizaciones y otras obras civiles en torno a las mismas, así como la pérdida de hábitats de cría derivada del vallado de bosques-isla con fines agroganaderos y cinegéticos intensivos, la instalación de parques eólicos o la proliferación de incendios forestales.

Son imprescindibles declaraciones de impacto ambiental que contemplen cuidadosamente todas las afecciones ambientales asociadas a estos proyectos, así como medidas paliativas que permitan el intercambio genético entre poblaciones. En muchas ocasiones, los pasos de fauna construidos son insuficientes y no se instalan donde son más necesarios.

Debido a la encefalopatía espongiiforme bovina han surgido normativas de recogida de cadáveres de ganado y se ha procedido al cierre de muldares (25). Si no se toman medidas, la productividad de las manadas puede caer a medio plazo en núcleos especialmente sensibles a este problema, como los sectores agrícolas del centro de Castilla y León, por donde se mueven unos cincuenta grupos de lobos (26).

En resumen, el tamaño de la población ibérica de lobos y su grado de fragmentación hace que la diversidad genética se siga perdiendo, lo que disminuye las probabilidades de supervivencia a largo plazo e incrementa notablemente el riesgo de degeneración genética por endogamia. Para reducir la velocidad de esta pérdida es necesario permitir el crecimiento de la población, así como la eliminación de las barreras po-

tenciales que incrementen la fragmentación, favoreciendo medidas que permitan la conectividad entre núcleos y la permeabilidad de las infraestructuras viarias, como la instalación de pasos de fauna adecuados.

También se necesita voluntad política para realizar una gestión coordinada sobre amplias zonas, así como una cooperación mucho mayor entre todos los estamentos administrativos y sociales con el objetivo de conservar al lobo. Sólo así la población ibérica retendrá el potencial adaptativo que le permitirá sobrevivir en un medio natural cuyo futuro estará marcado por los distintos impactos humanos. ♣

Bibliografía

- (1) Laikre, L. y Ryman, R. (1991). Inbreeding depression in a captive wolf (*Canis lupus*) population. *Conservation Biology*, 5: 33-40
- (2) Wabakken, P. y otros autores (2001). The recovery, distribution, and population dynamics of wolves on the Scandinavian peninsula, 1978-1998. *Canadian Journal of Zoology*, 79: 710-725.
- (3) Vilà, C. y otros autores (2003). Rescue of a severely bottlenecked wolf (*Canis lupus*) population by a single immigrant. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B.*, 270: 91-97.
- (4) Räikkönen, J. y otros autores (2006). Congenital defects in a highly inbred wild wolf population (*Canis lupus*). *Mamm. Biol.*, 71: 65-73.
- (5) Liberg O. y otros autores (2005). Severe inbreeding depression in a wild wolf (*Canis lupus*) population. *Biol. Lett.* 1:17-20.
- (6) Aspi, J. y otros autores (2006). Genetic diversity, population structure, effective population size and demographic history of the Finnish wolf population. *Molecular Ecology*, 15: 1.561-1.576.
- (7) Seddon, J. M. y otros autores (2006). Genetic identification of immigrants to the Scandinavian wolf population. *Conservation Genetics*, 7 (2): 225-230.
- (8) Mech, L. D. y Boitani, L. (2003). *Wolves. Behaviour, ecology and conservation*. The University of Chicago Press.
- (9) Leonard, J. y otros autores (2005). Legacy lost: genetic variability and population size of extirpated US grey wolves. *Molecular Ecology*, 14: 9-17.
- (10) Laliberte, A. S. y Ripple, W. J. (2004). Range constrictions of North American carnivores and ungulates. *Bioscience*, 54 (2): 123-137.

OPTICA ROMA N°1 en observación terrestre y astronómica

- (11) **Barrientos, L. M. (2000).** Tamaño y composición de diferentes grupos de lobos en Castilla y León. *Galemys*, 12: 249-256.
- (12) **Taberlet, P. y Cheddadi, R. (2002).** Quaternary refugia and persistence of biodiversity. *Science*, 297: 2.009-2.010.
- (13) **Fuller, T. K. (1989).** Population dynamics of wolves in North-Central Minnesota. *Wildlife Monographs*, 105.
- (14) **Llaneza, L. y Blanco, J. C. (coord.) (2001).** *Diagnóstico de las poblaciones de lobo en Castilla y León (2000-2001)*. Informe inédito. Junta de Castilla y León.
- (15) **Barrientos, L. M. y Fernández, A. (2002).** ¿Cómo estimar el tamaño de grupo en las poblaciones ibéricas de lobos? En *Propuestas para el estudio de la dinámica de las poblaciones de lobo en la Península Ibérica*. Seminario organizado por ASCEL el 1 y 2 de noviembre de 2002, en Fuentes de Nava (Palencia).
- (16) **Frankham, R. (1995).** Effective population size/adult population size in wildlife: a review. *Genetics Research*, 66: 95-107.
- (17) **Blanco, J. C. y Cortés, Y. (2003).** *Estudios para la gestión del lobo en hábitats fragmentados por autopistas*. Tomos I y II. Junta de Castilla y León. Informe inédito.
- (18) **Vilà (1993).** Aspectos morfológicos y ecológicos del lobo ibérico. Tesis doctoral inédita.
- (19) **Geffen, E. y otros autores (2004).** Climate and habitat barriers to dispersal in the highly mobile grey wolf. *Molecular Ecology*, 13: 2.481-2.490.
- (20) **Pilot, M. y otros autores (2006).** Ecological factors influence population genetic structure of European grey wolves. *Molecular Ecology*, 15: 4.533-4.553.
- (21) **Carmichael, L. E. y otros autores (2001).** Prey specialization may influence patterns of gene flow in wolves of the Canadian Northwest. *Molecular Ecology*, 10: 2.787-2.798.
- (22) **Llaneza, L. y otros autores (2001).** Distribución, aspectos poblacionales y genéticos del lobo ibérico en la provincia de Lugo. *Resúmenes de las V Jornadas de la SECEM* (5-8 de diciembre de 2001, Vitoria).
- (23) **Ray, J. C. y otros autores (2005).** *Large carnivores and the conservation of biodiversity*. Ed. Island Press. Washington.
- (24) **William J. Ripple, W. J. y Beschta, R. L. (2007).** Restoring Yellowstone's aspen with wolves. *Biological Conservation*, 138: 514-519.
- (25) **Barrientos, L. M. (2005).** Análisis de la mortalidad del lobo en un área de Castilla y León. *Resúmenes del II Congreso Hispano-Luso del Lobo Ibérico* (10-13 de noviembre de 2005, en Castelo Branco, Portugal).
- (26) **Barrientos, L. M. y otros autores (2005).** La incidencia de la recogida de cadáveres de ganado en las poblaciones de lobo ibérico. *Resúmenes del II Congreso Hispano-Luso del Lobo Ibérico* (10-13 de noviembre de 2005, en Castelo Branco, Portugal).

Carles Vilà y Jennifer Leonard son doctores en biología. Trabajan como investigadores del departamento de biología evolutiva de la Universidad de Uppsala (Suecia). Entre sus líneas de investigación destacan aspectos relacionados con la genética de la conservación en vertebrados, especialmente el lobo, y la domesticación en animales.

Jorge Echegaray, licenciado en ciencias ambientales, coordinó el primer estudio para censar lobos ibéricos mediante técnicas genéticas no invasivas. Trabaja en aspectos relacionados con la genética de la conservación en la Universidad de Uppsala.

Agradecimientos

A Javier Talegón y Rubén Portas, por sus aportaciones a este artículo.

Dirección de contacto: Jorge Echegaray · Department of Evolutionary Biology · Uppsala University · Norbyvägen 18D · S-75236 Uppsala, Suecia · Correo electrónico: jorge.echegaray@ebc.uu.se



▲ De izquierda a derecha, Carles Vilà, Jorge Echegaray y Jennifer Leonard posan junto a uno de los edificios de la Universidad de Uppsala, en pleno invierno sueco (foto: Violeta Muñoz).

Por eso, antes de comprar tus prismáticos, telescopios o cámaras digitales. **"Mira en Optica Roma"**

- La única tienda en España especializada en observación terrestre y astronómica.
- Las mejores marcas a los mejores precios y con garantía de recompra.
- 30 años de experiencia nos avalan. **"Garantizamos el mejor precio"**

10% descuento extra para todos los lectores de QUERCUS en prismáticos y telescopios.



OLYMPUS

VIXEN

STEINER GERMANY



Nikon

opticron

Kowa

Panasonic



PENTAX



tasco

JENOPTIK JENA

Canon

OPTOLYTH

MINOX

Kenko

FUJIFILM

SONY

Bushnell

SanDisk

ESPECIALISTAS EN FOTOGRAFÍA DIGITAL

Todo en

DIGISCOPING Si no existe adaptador

para tu cámara, OPTICA ROMA te lo fabrica.

En cámaras digitales TAMBIÉN GARANTIZAMOS EL MEJOR PRECIO*

*Si en 10 días después de tu compra encuentras un anuncio publicado en prensa, revistas o catálogo comercial con un precio inferior al que pagueste, tráelo y OPTICA ROMA te devuelve la diferencia.

OPTICA
ROMA
MAURIO

www.opticaroma.com

Plaza de Manuel Becerra, 18
(GRAN EXPOSICIÓN 200 m²)

Bravo Murillo, 166 (Estrecho) - Alberto Aguilera, 62 (Argüelles) - Alcalá, 388 (Pueblo Nuevo)

Enviamos a cualquier punto de España (Postal Express - SEUR 24 horas.)

Sin coste alguno en envíos superiores a 300 €

e-mail: opticaroma@opticaroma.com

Teléfono de consultas y pedidos: 91 309 68 56.