

Un enfoque microbiológico en la mejora del manejo del Lince Ibérico

José Alberto Núñez Díaz

Becario de Investigación del Departamento de Microbiología. Universidad de Málaga.

jose_alberto_nd@uma.es

30

El lince ibérico (*Lynx pardinus*), el felino más amenazado del planeta y exclusivo de la Península Ibérica, está catalogado como en peligro crítico de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Su población actual se estima en unos 320 individuos, distribuidos principalmente en dos metapoblaciones reproductoras aisladas entre sí: Sierra Morena Oriental (con los núcleos de Andújar-Cardeña, Guadalmeillato y Guarrizas) y Doñana-Aljarafe, ambas en Andalucía.

La deriva genética provocada por el aislamiento prolongado de la pequeña población de Doñana-Aljarafe ha originado un importante descenso de la variabilidad genética de este núcleo; en los últimos 50 años se han perdido patrones de pelaje aún presentes en Sierra Morena, y se ha reducido la variabilidad de tamaños que hace que, como promedio, los machos de Doñana-Aljarafe sean ligeramente más grandes que los de Sierra Morena.

Este carnívoro de carácter territorial y semi-solitario suele contar con un área de campeo estimada entre los 4 y los 30 Km², con gran solapamiento intersexual pero escaso solapamiento intrasexual [1]. Los lincees pueden camppear a cualquier hora del día, pero son mayoritariamente crepusculares y nocturnos, contando como principal presa al conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Este pequeño herbívoro representa cerca del 90% de la dieta del lince ibérico, que es un cazador altamente especializado. Las causas de la tremenda reducción en la distribución del felino hasta niveles críticos se asocian principalmente con la pérdida de la densidad poblacional del conejo debido a enfermedades como la mixomatosis y la enfermedad hemorrágica vírica, en la modificación y destrucción de su hábitat (el monte mediterráneo) y en las mortalidades producidas por el hombre (atropellos, cepos, furtivismo, etc) [2].

Los datos filogenéticos, histopatológicos e inmunohistoquímicos recopilados hasta la fecha señalan hacia una limitada diversidad genética en el lince ibérico [3], con un sistema inmunitario generalmente mermado [4], como principal causa del descenso del número de lincees en la Península Ibérica. La escasa variabilidad genética hace a la especie más susceptible de sufrir enfermedades. Las distintas poblaciones que habitan el sur peninsular se han detectado casos de leucemia felina, tuberculosis, clostridiosis, gastroenteritis y otras patologías.

Es aquí donde sería conveniente detenerse para darse cuenta de la importancia que puede tener la alimentación en relación con el funcionamiento y el equilibrio de la microbiota intestinal, y su influencia en el mejor estado de salud general del individuo. La alimentación aporta al animal algo más que energía y nutrientes; le permite incorporar una batería de microorganismos que

realizan funciones esenciales en el interior de su organismo.

La población de procariontes que habitan en el intestino de mamíferos puede exceder en número a las células eucariotas del propio individuo, elevando fácilmente la cifra a 10¹²-10¹⁴. La cantidad y los tipos existentes se encuentran estrechamente ligados a variables como la concentración de oxígeno, el pH y la disponibilidad de nutrientes. Las características de la dieta, además de los factores genéticos propios del lince, determinarán la microbiota predominante en su organismo.

La diversidad bacteriana varía a lo largo de la vida de los mamíferos. En los fetos no hay microorganismos ya que predominan las condiciones de esterilidad. Tras el parto comienza la colonización a partir de las bacterias de la vagina de la madre, de sus heces en caso de que exista contacto con ellas y de la propia leche materna. Hay estudios [5] que sugieren la existencia de bacterias capaces de atravesar el intestino materno, interactuando con células del sistema circulatorio y linfático, tras lo cual recalcan en las glándulas mamarias; esto les permite implantarse en el tubo digestivo del recién nacido a través de la lactancia, favoreciendo así el desarrollo de su sistema inmunitario [6]. Tras el destete va apareciendo una microbiota de transición, aumentando su diversidad y complejidad hasta alcanzar un estado similar al de un individuo adulto. Ésta se regenera periódicamente, excretándose junto con las heces, de cuya masa representan casi el 60%.

En la zona intestinal y su entorno se concentra un alto porcentaje de componentes del sistema inmunológico, ya sea como células aisladas o formando parte de estructuras como las placas de Peyer, los vasos y ganglios linfáticos o el bazo. En conjunto, tienen actividad fagocítica, bactericida, y participan en el reconocimiento y la presentación de antígenos, en la proliferación de anticuerpos, y en otras respuestas defensivas; mantienen además una estrecha relación con la microbiota intestinal y su homeostasis.

Cada vez existen más estudios que señalan el importante papel que desempeña la microbiota intestinal como barrera defensiva ante posibles patógenos, y lo susceptible que puede resultar a factores ambientales, alimenticios y fisiológicos, entre otros. Comúnmente, los géneros bacterianos que habitan en el intestino son aquellos presentes en el ambiente y/o en la dieta ingerida. Con el fin de favorecer la conservación de esta especie, resulta interesante encontrar formas de potenciar la presencia, en su tracto intestinal, de microorganismos que no sean patogénicos y puedan resultar beneficiosos [7] mediante mecanismos que:

- Mejoren la absorción de nutrientes al realizar funciones de degradación de macromoléculas en otras

más sencillas y asimilables (por ejemplo polisacáridos en azúcares simples, ácidos grasos de cadenas cortas, etc), así como intervengan en la síntesis de componentes esenciales y útiles para el hospedador (por ejemplo vitaminas B9, B12 y K).

- Ayuden a la regulación del complejo “ecosistema” interno, evitando la proliferación de aquellas bacterias presentes de carácter patógeno, ya sea por exclusión competitiva (en la búsqueda de nutrientes y espacios de adhesión) o por la producción de sustancias que afecten a su proliferación (por ejemplo bacteriocinas, acidificación del medio, etc).

- Favorezcan la secreción de ligandos (lipolisacáridos y ácidos lipoteicoicos) que pueden ser reconocidos por receptores tipo Toll (TLRs) del hospedador [8]. La activación de estos promueven la proliferación celular, favoreciendo la regeneración y conexiones intercelulares de las microvellosidades del epitelio intestinal. Este epitelio es el que sirve como nicho a las bacterias comensales.

Resulta interesante plantear la modulación de la microbiota de cualquier organismo como una técnica profiláctica y de mejora de su estado de salud general. Existen estudios que confirman las ventajas de manipular y conocer la diversidad y abundancia de determinados microorganismos que habitan en el tracto digestivo de los mamíferos. Mediante el empleo de técnicas moleculares como la DGGE (abreviatura en inglés de electroforesis en gel de gradiente desnaturante) se pueden conocer estos parámetros. Esta técnica consiste en la separación de cadenas de ADN doble según su punto de desnaturación, el cual aumentará con el incremento en el número de

nucleótidos o con altas proporciones de Guanina y Citosina.

En la Figura 1 se pueden apreciar diferentes bandas, que son los puntos en los que las hebras se han desnaturado, correspondiendo cada una a un fragmento de ADN de un microorganismo determinado. Gracias a que las bacterias poseen regiones muy conservadas, concretamente la que codifica al gen ribosómico de la subunidad 16S, se pueden diferenciar unos taxones de otros al realizar comparaciones en las bases de datos una vez realizada la secuenciación [9]. En base a esta información se pueden tomar decisiones con criterio sobre la modulación de la microbiota.

La potenciación de las bacterias de interés puede llevarse a cabo en los lince en cautividad y venir de la mano de la complementación de la dieta normal con alimentos de carácter prebiótico (suplemento nutricional que será utilizado por la microbiota intestinal del hospedador) o probiótico (alimento que contiene microorganismos vivos beneficiosos). Es de capital importancia reforzar este aspecto en los estadios juveniles de la especie para obtener una cohorte lo más sana y fuerte posible de cara a posibles sueltas y reintroducciones en el medio natural.

Así mismo, además de actuar directamente sobre el lince como se ha comentado anteriormente, pueden tomarse medidas indirectas mediante la complementación alimenticia de los conejos de granja que posteriormente son enviados a los centros de cría en cautividad para ser suministrados a los depredadores.

Por esta razón interesa mucho conocer la composición bacteriana, así como su proporción, de la manera más precisa posible para poder mejorar en el biocontrol, los aspectos sanitarios y el manejo del lince ibérico en el *Programa de Cría en Cautividad*. El estudio de estos aspectos es el objetivo principal del *Grupo de Prevención y Biocontrol de Enfermedades* del Departamento de Microbiología de la Universidad de Málaga, en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, la cual ha suministrado las muestras biológicas sometidas a estudio.

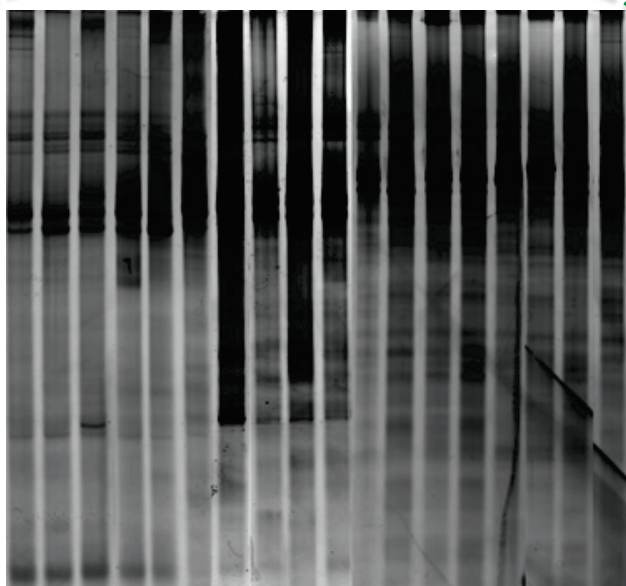


Figura 1: Gel de DGGE en el que se aprecian bandas a distintas alturas, correspondiendo cada una de ellas a un microorganismo diferente. Cada calle representa una muestra de estudio distinta. Pueden apreciarse microorganismos (bandas) que resultan comunes en todas las muestras, y otros que solo están presentes en algunas de ellas. Esto podría deberse a factores ambientales, alimenticios e inmunológicos, entre otros.



Figura 2: "Morena", hembra de lince ibérico y una de las fundadoras del Programa de Cría en Cautividad. Falleció en 2010 a los 20 años, todo un récord para la especie y un símbolo para la salvación. Fuente: Programa de Conservación Ex-Situ del Lince Ibérico.

Bibliografía citada:

1. Ferreras P, Beltrán JF, Aldama JJ, Delibes M. Spatial organization and land tenure system of the endangered Iberian lynx (*Lynx pardinus*). *J Zool Lond* 243: 163-189, 1997.
2. Gil-Sánchez JM, McCain E. Former range and decline of the Iberian lynx (*Lynx pardinus*) reconstructed using verified records. *J Mammalogy* 92: 1081-1090, 2011.
3. Godoy JA. La genética, los marcadores moleculares y la conservación de especies. *Ecosistemas* 1:23-33, 2009.
4. Peña L, García P, Jiménez MA, Benito A, Pérez Alenza MA, Sánchez B. Histopathological and immunohistochemical findings in lymphoid tissues of the endangered Iberian lynx (*Lynx pardinus*). *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 29:114-126, 2006.
5. Pérez PF, Doré J, Leclerc M, Levenez F, Benyacoub J, Serrant P, Segura-Roggero I, Schiffrin EJ, Donnet-Hughes A. Bacterial imprinting of the neonatal immune system: lessons from maternal cells? *Pediatrics* 119:724-732, 2007.
6. Solís G, de los Reyes-Gavilán CG, Fernández N, Margolles A, Gueimonde M. Establishment and development of lactic acid bacteria and bifidobacteria microbiota in breast-milk and the infant gut. *Anaerobe* 16:307-310, 2010.
7. Hooper LV. Bacterial contributions to mammalian gut development. *Trends Microbiol* 12:129-134, 2004.
8. O'Hara AM, Shanahan F. The gut flora as a forgotten organ. *EMBO Reports* 7:688-693, 2006.
9. Muyzer G., de Waal EC, Uitterlinden AG. Profiling of complex microbial populations by denaturing gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA. *Appl Environ Microbiol* 59:695-700, 1993.