

Lagartijas y pavos reales

una **42 años** de
idea que
revolucionó
la **ecología**



Rodrigo Megía
Palma



Ejemplar de *Gallotia galloti* fotografiado en el norte de Tenerife
/ Rodrigo Megía Palma



¿Qué hace que una lagartija hembra decida aparearse con un macho y no con otro?, ¿por qué las especies invierten tantos esfuerzos en mostrar colores más vivos o cantos más llamativos?, ¿cómo funciona la coevolución entre parásitos y hospedadores? Rodrigo Megía Palma nos explica en estas líneas todas estas cuestiones y cómo muchas veces la respuesta más obvia no es la que más se ajusta a la realidad.

Los parásitos (bacterias, virus, helmintos, protozoos y otros patógenos) tienen un impacto negativo sobre sus hospedadores porque aquellos reducen el éxito reproductivo de estos. Por tanto, si un individuo enfermo se reproduce menos tendrá menor número de descendientes que otros individuos que logren permanecer sanos. En respuesta al efecto negativo de los parásitos la selección natural ha favorecido mecanismos evolutivos para minimizar estos daños, como por ejemplo la evolución y desarrollo del sistema inmunitario. Pero a su vez, los parásitos también responden y contratacan estos mecanismos mediante la evolución de la virulencia, mecanismo mediante el cual un patógeno puede ser más o menos infectivo y puede reproducirse en mayor o menor medida dentro del hospedador. Así se produce una especie de carrera armamentística entre parásitos y hospedadores que denominamos co-evolución (Fig. 1). Cuanto más armado está uno, más armado está el otro y así tratan de reducir el efecto dañino del uno sobre el otro.

Otro mecanismo que pudo evolucionar para reducir el coste de los parásitos sobre sus hospedadores fue la reproducción sexual. El sexo

“Hamilton y Zuk propusieron un mecanismo co-evolutivo mediante el cual un individuo podría expresar mediante su canto o su coloración menos vistosa, que estaba infectado por parásitos”

permite aumentar la diversidad genética de la descendencia que, de otra manera, estaría formada por meras copias genéticas del progenitor. En la mayoría de organismos complejos el sexo conlleva selección sexual, es decir, ese mecanismo mediante el cual te sientes atraído amorosamente hacia un tipo de personas y no hacia otras. En este contexto de carrera armamentística entre parásitos y hospedadores, en aquellas poblaciones con una elevada presencia de parásitos, los individuos deben de preferir parejas que tengan la capacidad de evitar las enfermedades parasitarias. Teniendo en cuenta que el parasitismo es una de las relaciones biológicas con más éxito del planeta y que se cree que cada especie

tiene al menos una especie de parásito asociado, este mecanismo de defensa contra patógenos debe de estar bastante extendido, pero ¿cómo podría saber un pájaro o una lagartija que otro individuo de su especie es o no resistente a una enfermedad sin mediar palabra? La respuesta a esta pregunta la dieron Bill Hamilton y Marlene Zuk en un famoso artículo publicado en la prestigiosa revista *Science* (1982). En este artículo los autores propusieron un mecanismo co-evolutivo mediante el cual los individuos podrían expresar mediante su canto, su comportamiento apagado o su coloración menos vistosa, que estaban infectados por parásitos. Estos mensajes, o señales, pueden ser percibidos por otros individuos de la misma especie y ser usados para beneficio propio. Por tanto, estos investigadores esperaban que los individuos mostrasen una pre-

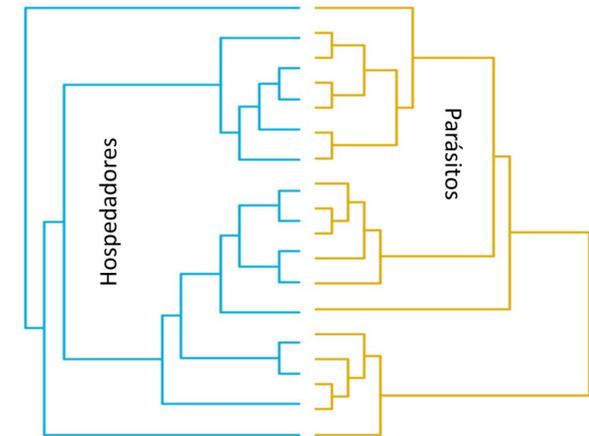


Figura 1: Comparando los árboles evolutivos de hospedadores y sus parásitos podemos comprobar si hay un proceso de evolución convergente.



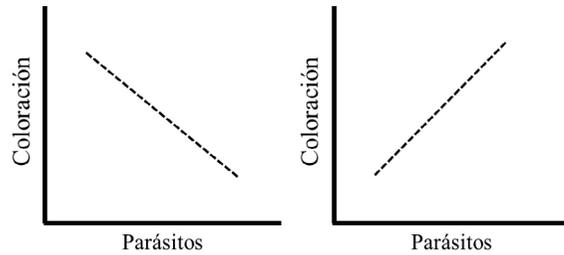
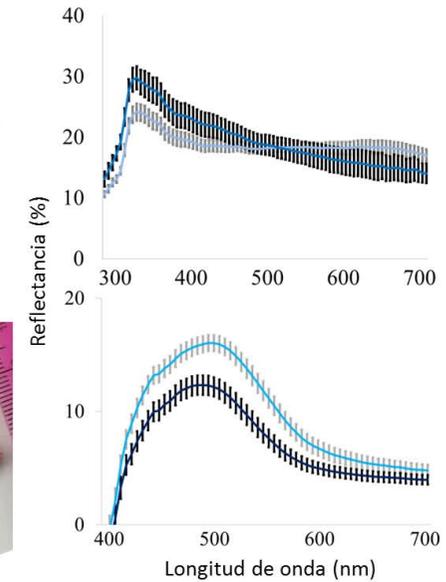
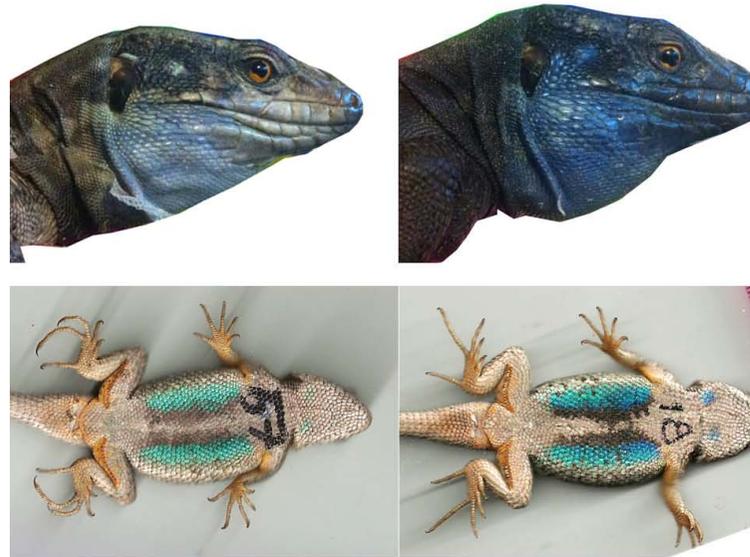


Figura 2.- Relaciones esperadas según la hipótesis de Hamilton y Zuk a nivel de individuo (izquierda) y entre poblaciones (derecha).

Figura 3.- Lagartos del Viejo (arriba) y el Nuevo Mundo (abajo). En ambos casos los machos menos infectados presentaron una coloración menos intensa (izquierda) que los machos más infectados (derecha). Se muestran los espectros en azul marino que reflejan una coloración más intensa de los individuos con más parásitos sanguíneos.



ferencia por emparejarse con aquellos individuos más coloridos o con cantos o comportamientos más complejos porque esto reflejaría su capacidad para evitar infecciones. Del mismo modo, los autores también predicen que en aquellas poblaciones donde haya mayor cantidad de parásitos se esperaría que se seleccionaran y perdurasen una mayor cantidad de señales que informarían a otros individuos sobre su infección (Fig. 2).

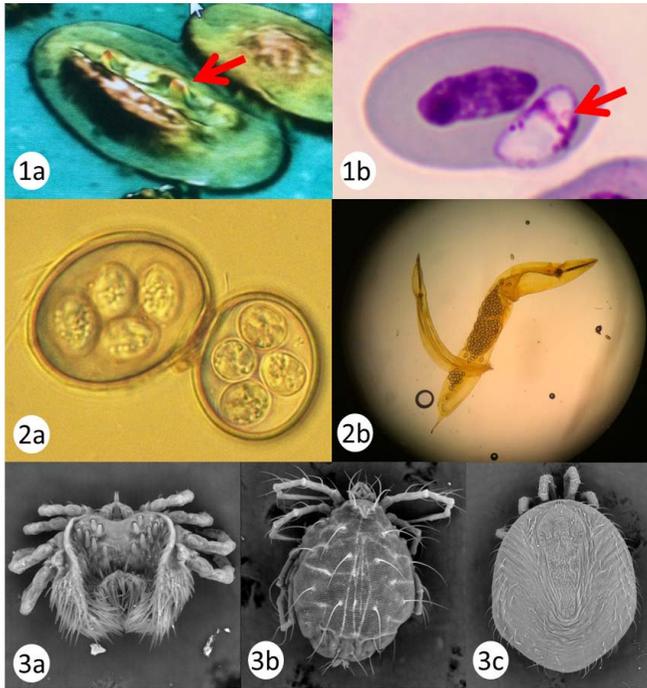
Durante 35 años se han repetido multitud de estudios en insectos, peces y aves que han apoyado las ideas de Hamilton y Zuk. Sin embargo, los reptiles no parecen querer seguir la lógica evolutiva, o al menos la lógica más intuitiva. Recientes estudios en lagartijas han demostrado que repetidamente los individuos, especialmente

“Los reptiles no parecen querer seguir la lógica evolutiva. Han descubierto que en algunas poblaciones los machos infectados con ciertos parásitos también tuvieron coloraciones más intensas”

los machos, que tenían ciertos tipos de parásitos también tuvieron coloraciones más intensas. Podríamos pensar que quizás la coloración intensa en el mundo de las lagartijas podría tener significados diferentes al que tiene para las aves, los peces o los insectos. Pero esto no es así. De

hecho, gracias a estudios anteriores se sabe que los machos de lagartija con coloraciones más intensas tienen también territorios más grandes, consiguen atraer a más hembras y tienen mayor número de descendientes, que individuos con coloraciones más apagadas (recordemos que las lagartijas no cantan como los grillos o las aves). Por tanto, ¿cómo es posible que la relación entre la coloración y la presencia de parásitos sea la contraria a la esperada y observada en otros grupos de animales?, ¿están las hembras de lagartija volviéndose locas (con el cambio climático) dirigiéndose a un suicidio colectivo al emparejarse con machos enfermos y potencialmente contagiosos?, ¿están los machos de lagartija engañando a sus “pretendientes” mostrando colores más





“¿Están las hembras de lagartija volviéndose locas dirigiéndose a un suicidio colectivo al emparejarse con machos enfermos y potencialmente contagiosos?”

Figura 4.- Distintos parásitos estudiados en lagartijas: Parásitos sanguíneos observados a microscopías 3D (1a) y óptica (1b). Coccidios y gusanos intestinales observados a microscopía óptica (2a) y lupa binocular (2b). Distintos ácaros observados con microscopía electrónica (3a-c).

vibrantes a pesar de ser portadores de ciertos parásitos? Para dar respuesta a estas preguntas, investigadores del grupo de ecología del parasitismo del Museo Nacional de Ciencias Naturales liderados por el director de la institución, Santiago Merino, están estudiando poblaciones de reptiles en distintas partes del mundo para ver si la asociación positiva entre su coloración y la presencia de ciertos parásitos es un patrón general o, por el contrario, son casos particulares. Los investigadores han encontrado un patrón común tanto en especies de América como en especies europeas: Los machos de lagartija que están infectados por parásitos sanguíneos pre-

sentan coloraciones más intensas (Fig. 3). Mientras que otros patógenos, como los parásitos de ciclo intestinal, o los ectoparásitos, produjeron asociaciones más parecidas a las esperadas por la hipótesis de Hamilton y Zuk. Quizás, esto podría sugerir asociaciones más específicas entre los parásitos sanguíneos y los lagartos, que habrían ajustado evolutivamente sus carreras armamentísticas, llevándolas a una estrecha co-evolución en paralelo. Esto permitiría a los individuos contagiados portar la infección sin sufrir por ello una respuesta inmunitaria costosa, es decir, una enfermedad. Mientras que otro tipo de parásitos también estudiados por los investigadores, como

los gusanos intestinales o las garrapatas (Fig.4), son conocidos por ser parásitos más generalistas. Esto es, son capaces de infectar diferentes hospedadores sin importarles su DNI. En este segundo caso la estrecha evolución entre hospedadores y parásitos es menos esperable. Por tanto, los individuos infectados por estos parásitos “generalistas” sufrirían un proceso de enfermedad que se reflejaría también en su comportamiento, o la expresión de sus colores en el caso de las lagartijas.

Sin embargo estas explicaciones no responden a la segunda pregunta que planteábamos unas líneas más arriba. Ya hemos expuesto que los machos de lagartija más coloridos también suelen ser los más infectados por parásitos sanguíneos, pero estos machos también se sabe que son los que tienen más éxito entre las hembras. ¿Cómo es posible que las hembras de lagartija prefieran emparejarse y tener descendencia de machos más vistosos si precisamente estos colores más llamativos indican que son individuos infectados? La respuesta a esta pregunta ya la había expuesto con toda claridad el israelí Amotz Zahavi unos años antes con su hipótesis (ahora considerada teoría o principio) del hándicap (1975). Según su idea original la ornamentación de la que gozan algunas especies animales, y de la que ya había hablado 116 años antes Charles Darwin, tiene un coste muy alto para los individuos que la ostentan. Ejemplificó esta idea brillantemente con un caso conocido por todo el mundo: La cola del pavo real. Este magnífico abanico con el que el macho del pavo real se pavonea delante de las





Ejemplar de *Sceloporus* sp. fotografiado en California / Rodrigo Megía Palma

“En poblaciones en las que infectarse es muy probable, las hembras podrían preferir tener descendencia con aquellos machos que muestran su capacidad de convivir con el parásito y así su descendencia heredaría los genes necesarios para adaptarse”



hembras no es más que un lastre para su portador. Al menos así lo veía Zahavi. Los machos conseguirían intimidar a adversarios por el tamaño de su cuerpo extendido, mientras que las hembras se sentirían “hipnotizadas” con los miles de ojuelos que la observaban, con la destreza del macho para hacer vibrar las plumas, o con su fortaleza para mantener este pesado adorno en alto durante mucho tiempo. Sin embargo, si todo eran ventajas, ¿cómo era posible que la selección natural haciendo su trabajo no hubiera terminado produciendo colas de varios metros más de tamaño o plumas con mil virguerías más? **Zahavi concluyó** que estos ornamentos eran muy costosos de producir y de mantener para el organismo. Así, la selección ajusta mucho el tamaño y el grado de complejidad de estos adornos con las capacidades físicas del portador. Además es-

tos machos podrían tener mucho éxito con las hembras, pero seguro que tenían mucho éxito entre los depredadores también, o entre otros machos igualmente adornados, es decir, los machos más adornados sufrirían mayor mortalidad por depredación o por peleas territoriales. La idea brillante de Zahavi fue proponer que precisamente esto es lo que seleccionan las hembras: La capacidad de un individuo de producir adornos muy complejos (canto, cortejo, coloración, o esencias químicas), pese al precio que tuvieran que pagar los individuos más ornamentados. Así pues, de manera similar en la que un macho de pavo real sufre mayor riesgo de depredación o de conflicto con otros machos, los machos de lagartija que producen coloraciones más vistosas podrían sufrir también una mayor probabilidad de contraer ciertas infecciones (especialmente

sanguíneas). Esto podría explicarse debido a que el sistema inmunitario parece regularse por las mismas hormonas que producen la coloración sexual de las lagartijas. Sin embargo, aquellos machos de mejor calidad (los que tienen la “cola del pavo real” de mayor tamaño), parecen mostrar así que pueden tener una coloración muy atractiva pese a que ello les haga vulnerables a ciertos patógenos. En poblaciones con muchos parásitos en el ambiente, en las que es altamente probable infectarse, las hembras podrían preferir tener descendencia con aquellos machos que muestran su capacidad de convivir con el parásito y así asegurarse de que su descendencia heredaría los genes necesarios para permanecer adaptados al medio.

En conclusión, estudios como los que se llevan a cabo en los grupos científicos de este Museo desvelan claves sobre las relaciones de los parásitos con sus hospedadores. Los patógenos pueden producir una enfermedad con costes para el paciente, o alternatively, la evolución puede modular las relaciones parásito-hospedador y resolverse con una respuesta menos dañina para el individuo infectado ■