

► Mate choice in conservation biology

LA ELECCIÓN DE PAREJA EN LA BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

Por:  Oscar García Miranda



García Miranda, O. (2023). La elección de pareja en la biología de la conservación. *Entorno UDLAP*, 21

➔ **Recibido:** 16 de febrero de 2023 ✓ **Aceptado:** 5 de mayo de 2023

◆ RESUMEN

Cuando en nuestro entorno universitario se habla de las consecuencias del cambio climático, pocas veces se mencionan las repercusiones que tiene para las poblaciones animales. Menos aún se habla sobre la aplicación de la biología del comportamiento en la conservación de las especies. Sin embargo, estamos viviendo la sexta extinción masiva y, dentro de los zoológicos, refugios de biodiversidad, la mayoría de animales no logran reproducirse con éxito. Por lo tanto, para conservar a las especies vulnerables a largo plazo, es crucial facilitar su reproducción. A manera de revisión, el presente trabajo explica cómo entendiendo los mecanismos detrás de la elección de pareja se pueden mejorar los programas de conservación. A su vez, exhorta a la comunidad académica a considerar a la biología del comportamiento como

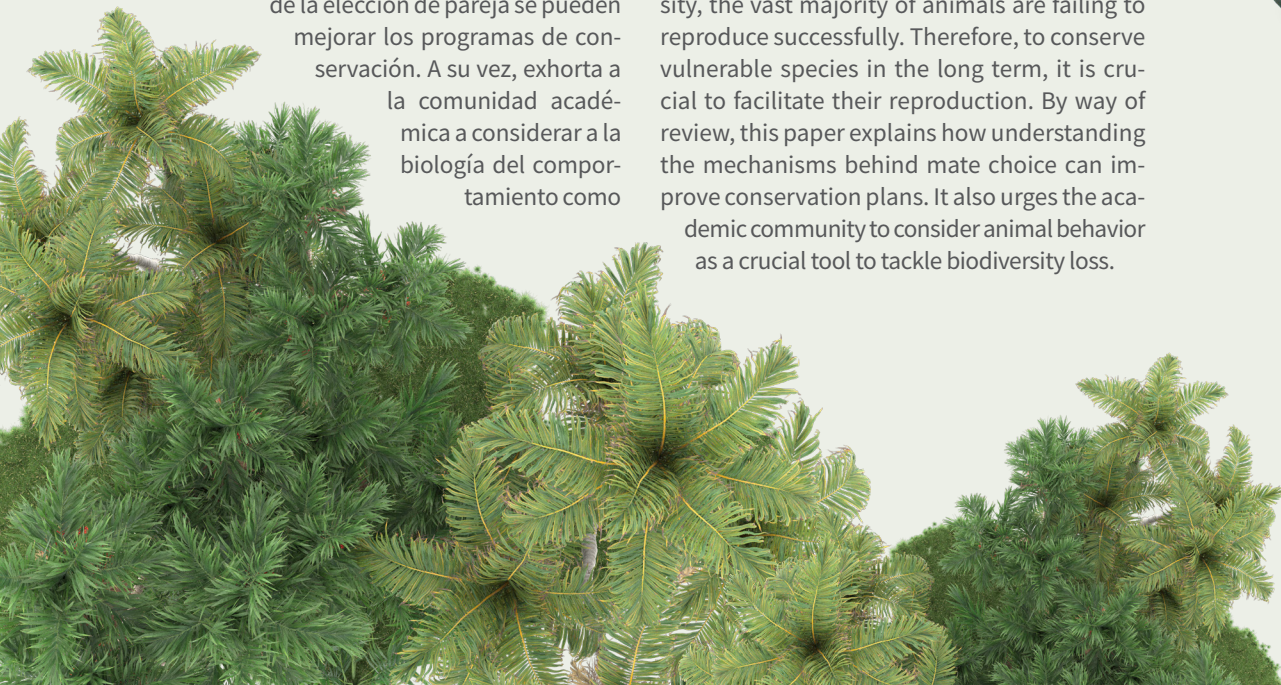
una herramienta crucial para combatir la pérdida de biodiversidad.

◆ PALABRAS CLAVE

Etología • Cautiverio • Proporción sexual • Infanticidio

◆ ABSTRACT

When the consequences of climate change are discussed in our university environment, the repercussions for animal populations are rarely mentioned. Even less is said about the application of behavioral biology to species conservation. Yet we are living through the sixth mass extinction and within zoos, refuges of biodiversity, the vast majority of animals are failing to reproduce successfully. Therefore, to conserve vulnerable species in the long term, it is crucial to facilitate their reproduction. By way of review, this paper explains how understanding the mechanisms behind mate choice can improve conservation plans. It also urges the academic community to consider animal behavior as a crucial tool to tackle biodiversity loss.



► Mate choice in conservation biology

LA ELECCIÓN DE PAREJA EN LA BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

Por:  Oscar García Miranda



García Miranda, O. (2023). La elección de pareja en la biología de la conservación. *Entorno UDLAP*, 21

➔ **Recibido:** 16 de febrero de 2023 ✓ **Aceptado:** 5 de mayo de 2023

◆ RESUMEN

Cuando en nuestro entorno universitario se habla de las consecuencias del cambio climático, pocas veces se mencionan las repercusiones que tiene para las poblaciones animales. Menos aún se habla sobre la aplicación de la biología del comportamiento en la conservación de las especies. Sin embargo, estamos viviendo la sexta extinción masiva y, dentro de los zoológicos, refugios de biodiversidad, la mayoría de animales no logran reproducirse con éxito. Por lo tanto, para conservar a las especies vulnerables a largo plazo, es crucial facilitar su reproducción. A manera de revisión, el presente trabajo explica cómo entendiendo los mecanismos detrás de la elección de pareja se pueden mejorar los programas de conservación. A su vez, exhorta a la comunidad académica a considerar a la biología del comportamiento como

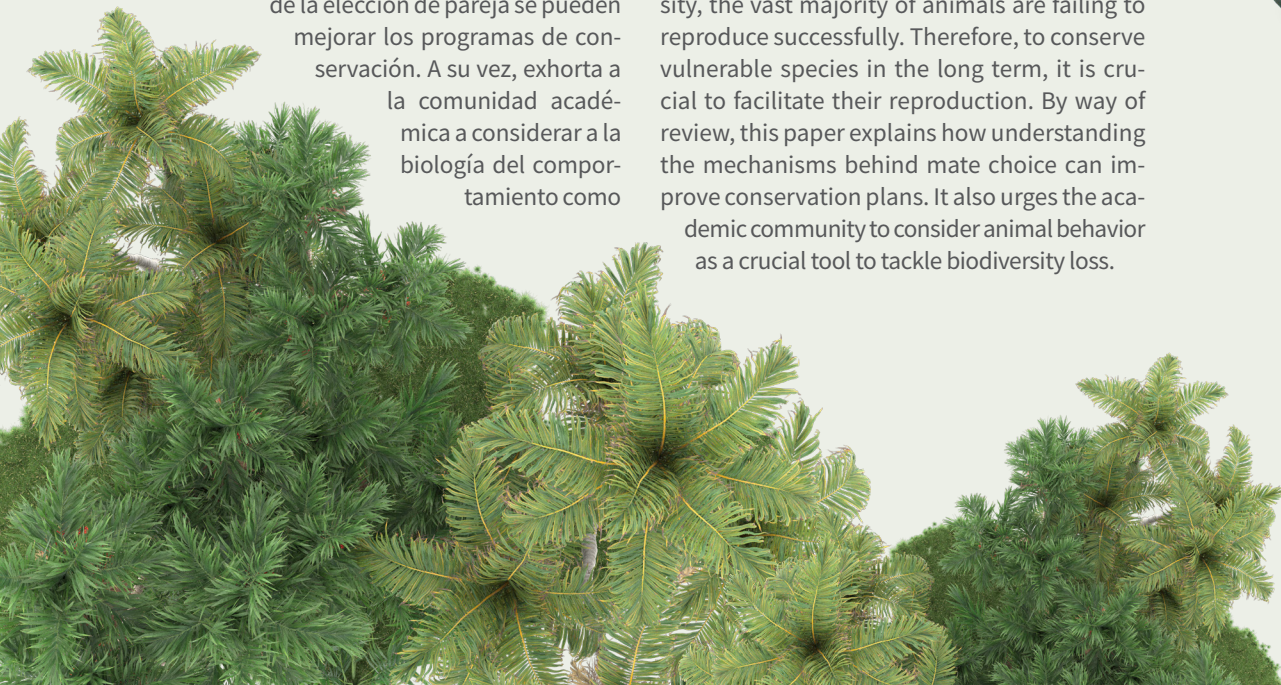
una herramienta crucial para combatir la pérdida de biodiversidad.

◆ PALABRAS CLAVE

Etología • Cautiverio • Proporción sexual • Infanticidio

◆ ABSTRACT

When the consequences of climate change are discussed in our university environment, the repercussions for animal populations are rarely mentioned. Even less is said about the application of behavioral biology to species conservation. Yet we are living through the sixth mass extinction and within zoos, refuges of biodiversity, the vast majority of animals are failing to reproduce successfully. Therefore, to conserve vulnerable species in the long term, it is crucial to facilitate their reproduction. By way of review, this paper explains how understanding the mechanisms behind mate choice can improve conservation plans. It also urges the academic community to consider animal behavior as a crucial tool to tackle biodiversity loss.





◆ KEYWORDS
Ethology • Captivity • Sex ratio • Infanticide

◆ INTRODUCCIÓN

Sí, estamos en medio de una emergencia climática. No obstante, los seres humanos no somos los únicos afectados en esta crisis. Mientras que en los últimos años nuestro entorno universitario ha puesto el foco en la frecuencia de los eventos climáticos extremos y en cómo nos afectarán a nivel nacional, presenciados, como si fuera aplazable, el transcurso de la sexta extinción masiva (Cowie *et al.*, 2022). Para proteger, conservar y restaurar las poblaciones animales que hoy día están en peligro, es imperante que cada disciplina enfoque parte de sus esfuerzos en resolver este problema. Los departamentos de Ecología y Evolución de diversas universidades, desde mediados de los años 90, han propuesto aplicar la teoría de la biología del comportamiento a problemas prácticos de conservación (Caro, 2007). A la fecha, sin embargo, existe sólo un libro de texto dirigido a un público no especializado en donde se explica cómo el estudio del comportamiento animal contribuye al mejoramiento de los programas de conservación (Blumstein y Fernández-Juricic, 2010). Esta falta de divulgación no hace justicia a las incontables aplicaciones que ofrece la biología del comportamiento para detener, en conjunto con otras ramas de investigación, la estrepitosa pérdida de biodiversidad.

Un gran aporte de la biología del comportamiento animal reside en que estudia, entre otras cosas, los engranajes detrás del mecanismo responsable del mantenimiento de las poblaciones: la reproducción. Para conservar a largo plazo, de nada sirve tener un exceso de individuos en un área natural protegida, o en un safari, si no se reproducen exitosamente. Según la Asociación de Zoológicos y Acuarios, el 80 % de las parejas reproductivas con un programa de conservación en cautiverio (incluyendo mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces) no lograron aparearse en el primer intento (Faust *et al.*, 2019). Claramente, el problema está en los detalles de su proceso reproductivo.

Reproducirse exitosamente no es asunto sencillo. Para lograrlo se requiere que no exista ningún obstáculo en la etapa de apareamiento, luego en la de fertilización y por último en la de la supervivencia de las crías. El objetivo del presente trabajo es ejemplificar cómo la teoría del comportamiento animal se aplica para conservar a las especies. No obstante, para simpli-

ficar, sólo se enfocará en las aplicaciones que tiene en la etapa de apareamiento. En particular, se enumerarán las distintas soluciones que surgen de comprender cómo eligen los individuos a sus parejas.

• ¿Por qué elegir una pareja?

En la mayoría de las especies de vida silvestre, los individuos encuentran a más de una pareja potencial a lo largo de su vida. La dificultad se encuentra, entonces, en saber escoger a la adecuada. Para elegir bien, los animales necesitan evaluar la calidad de su pareja. Ciertos rasgos visibles—en biología conocidos como rasgos fenotípicos—están relacionados con la capacidad de producir crías sanas, longevas, fértiles y competitivas. Por lo tanto, los animales escogerán a las que contengan estos rasgos para incrementar su éxito reproductivo.

Por ejemplo, los saltamontes longicornios hembras prefieren aparearse con los machos que les ofrecen el espermátforo más nutritivo (una cápsula llena de nutrientes y espermatozoides) para proveer mejor a sus crías (Lehmann y Lehmann, 2016). Otro caso es el del azulillo grande, un ave paseriforme que anida en México. En esta especie se ha observado que los machos más atractivos para las hembras son los que poseen un plumaje más azulado (Keyser y Hill, 1999). La clave está en que la brillantez del azul de un individuo depende de su nivel de nutrición. Debido a que la cantidad de recursos que los azulillos pueden invertir en colorear sus plumas depende de qué tan nutritivos o sanos estén, a esta clase de características se les conoce como rasgos dependientes de la condición. Estos rasgos también ocurren en animales en cautiverio. Por ejemplo, en una bandada de flamencos que viven en el Parque Temático Disney's Animal Kingdom, se advirtió que los machos más colorados, en comparación con los más apagados, tenían más probabilidades de obtener una pareja (figura 1; Freeman *et al.*, 2016). Por otro lado, algunos caballitos del diablo evitan aparearse con quienes tienen huecos en la coloración de sus alas, un signo de infección parasítica, ya que la posibilidad de adquirir la enfermedad es mayor (Córdoba-Aguilar *et al.*, 2003).

No obstante, elegir a la pareja más atractiva a veces no es lo más ventajoso. Tenemos el caso del gorgojo, en donde suele ocurrir que los individuos más atractivos son parientes cercanos (Bilde *et al.*, 2009). En ambientes cambiantes, evidentemente, la aptitud de las crías de





Figura 1. Bandada de flamencos común (*Phoenicopterus roseus*).

una pareja incestuosa no es la más adecuada. En otras ocasiones, ocurre que los rasgos que se prefieren en una pareja no suponen costos o beneficios aparentes. En las moscas de ojos saltones, por ejemplo, las hembras se aparean preferentemente con los machos con los pedúnculos oculares más largos, un rasgo que no tiene efecto alguno en la aptitud de las crías (Wilkinson y Reillo, 1994).

Dichos ejemplos muestran que ya sea evitando aparearse con una pareja enferma o escogiendo a una sana, la elección de los individuos afecta a su aptitud. A este tipo de decisiones se les conoce como elecciones de pareja sujetas a selección directa, porque afectan directamente al éxito reproductivo. Sin embargo, vemos que las especies también pueden escoger entre sus potenciales parejas basándose en las señales perceptibles o beneficios materiales que estén asociados a genes «malos» o «neutrales».

Incluso desde este nivel básico podemos inferir las posibles aplicaciones para la conservación de las especies. Si observamos que nuestra especie de interés evita aparearse con individuos enfermos, es necesario entonces mantenerla libre de parásitos. Además, si escoge a su pareja con base en un rasgo dependiente de la condición, tenemos que redoblar esfuerzos para que la nutrición y salud del pretendiente sea la óptima. Por último, si la especie escoge a sus parejas basándose en un rasgo específico, en la brillantez de las plumas por ejemplo, una solución sería modificar artificialmente ese

rasgo en los individuos para alentar su apareamiento —ya sea pintándoles el pecho de algún color, o colocándolos en un grupo de contendientes de menor calidad para que así resalten— (Pariser *et al.*, 2010).

•¿Cómo elegir una pareja?

Si bien los animales pueden escoger a sus parejas por sus distintos rasgos, no en todas las especies se hace de la misma manera. Para elegir, es posible adoptar dos tipos de estrategias, una con un mecanismo comparativo y otra con un mecanismo de límite (Reid y Stamps, 1997). Si las hembras eligen al mejor macho comparando sus opciones, entonces utilizan un mecanismo comparativo. Por lo tanto, la calidad de la elección de las hembras dependerá de qué tantos machos comparen, de su capacidad de discriminación y de las veces que evalúe a sus posibles opciones.

Sin embargo, si comparar a varios machos supone un elevado gasto de energía o de exposición a depredadores, las hembras podrían desarrollar un mecanismo de límite. Existen dos tipos de límites, los fijos y los ajustables. Las hembras con un límite fijo preferirán a los machos que tienen un rasgo específico con independencia de la calidad de toda la población. Por ejemplo, escogerán a todos los que tengan una altura de 1.80 metros en adelante, incluso aunque uno con esa altura sea el más bajo. Por otro lado, en el mecanismo de límite ajustable, también se podría escoger a los ma-

chos con una cierta altura, sin embargo, el límite también se ajusta a las opciones disponibles. Pongamos que se tiene un criterio de elección de machos de 1.80 metros de primeras. Más, si buscando se encuentra a uno de dos metros, en ese momento el límite cambia y ahora se elegirán a los que superen esa nueva medida.

Ahora bien, los mecanismos de elección de las hembras son aún más complejas. No sólo puede variar la naturaleza del límite (fijo o ajustable), sino también el rango de dicha preferencia (Blumstein y Fernández-Juricic, 2010). Las preferencias de las hembras son muy diversas y particulares para cada hembra de cada población, no obstante, podemos simplificar agrupándolas en tres categorías. En la figura 2, podemos ver un ejemplo hipotético de las formas de preferencia de las hembras por el tamaño corporal del macho de una catarina. Observamos que las que tienen un rango de preferencia asintótico, prefieren a los machos a partir de un cierto tamaño, luego su preferencia aumenta con el tamaño del macho, y después de un cierto punto prefieren cualquier macho incluso si su tamaño sigue incrementado (figura 2a). Otras especies podrían tener un rango de preferencia fijo, en el que tienen un límite mínimo y máximo estricto en el que prefieren el rasgo masculino. Sobrepasado el límite descartan a cualquier macho —pensemos en que las hembras dejarían de preferir a los machos con un tamaño corporal demasiado grande— (figura 2b). Por último, las hembras podrían tener un rango de preferencia parabólico, en el que también tienen un límite mínimo y máximo, pero tienen una preferencia significativa por un macho que se encuentra en la media del tamaño corporal (figura 2c).

Es evidente entonces que existe una inmensa diversidad en la forma en que las hembras podrían elegir a sus compañeros; estas variaciones en la naturaleza y el rango de las preferencias mencionadas son sólo un ejemplo. Siendo

así, para incrementar el éxito reproductivo de una hembra fuera de su hábitat natural sería necesario conocer el tipo de preferencia que tiene para asegurarnos de que le presentamos a un macho que se encuentre dentro del límite y el rango deseado. Sin embargo, esto requiere demasiado tiempo y dinero. Es fundamental, en tal caso, describir los patrones generales que expliquen las preferencias de las hembras entre las especies, y un punto de partida para lograrlo es identificar los factores ambientales y genéticos que las afectan.

• Factores que afectan la elección de pareja

La belleza está en los ojos de quien la mira, pero ¿qué hace que nos cambie la mirada? La atracción está influida por fuerzas externas e internas y, como todo en la biología, el comportamiento también se desarrolla gracias a factores genéticos y ambientales. En el caso de la atracción, el entorno social puede definir el foco y la perspectiva de quien percibe. Aquí se enumeran cinco maneras en las que el entorno social afecta la preferencia por una pareja.

Primero está la impronta, que es el proceso de adquisición de una preferencia por la familiaridad o la novedad que se adquiere cuando aún se está en el nido o en las primeras etapas de desarrollo (Montero *et al.*, 2013). En segundo término está el aprendizaje asociativo —el proceso que describe el fetichismo—. Por ejemplo, se ha observado que asociar artificialmente una recompensa sexual a un objeto arbitrario provoca fetichismo en las ratas, en este caso, un trozo de tela aumentaba el esfuerzo sexual de los machos (Pfaus *et al.*, 2012). En tercero, la proporción sexual —una fuerte influencia en la elección de la pareja—. Los machos del pez topote del Atlántico (*Poecilia mexicana*) se aparean más con las hembras menos atractivas cuando hay más machos a la redonda (Plath *et al.*, 2008). Cuarto, cuando la elección de pareja implica un costo relativamente alto, las hembras tienden a elegir a un macho, aunque sea poco

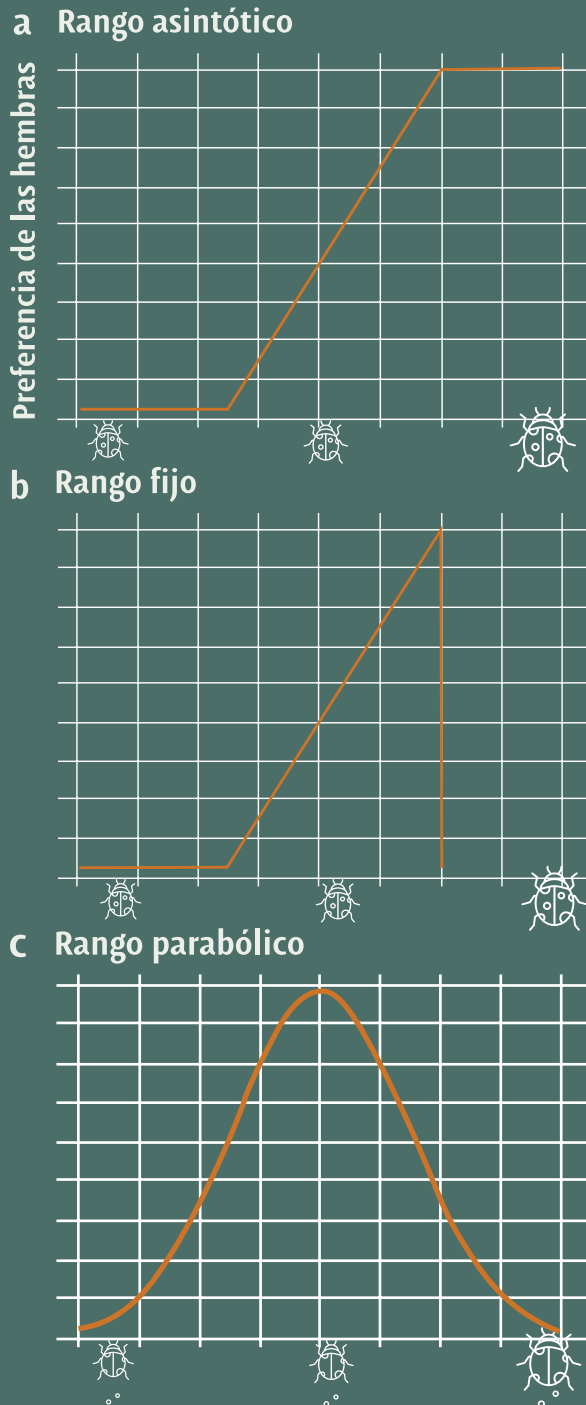


Figura 2. Rangos de preferencia de las hembras en función de la probabilidad de aparearse con un macho. En este caso hipotético, el rasgo es el tamaño corporal de una catarina macho. (a) Las hembras con una preferencia asintótica no se aparean con ningún macho por debajo de un tamaño crítico, pero sí con cualquier macho por encima de otro tamaño crítico. (b) Las hembras con una preferencia fija se aparean con machos que tienen un tamaño dentro de un rango específico. (c) Las hembras con una preferencia parabólica tienen una preferencia significativa por un macho que se encuentra en la media del tamaño corporal.

Fuente: elaboración propia, adaptado de Blumstein (1998).

atractivo, si ven a otra hembra cortejándolo (Gibson y Höglund, 1992). Sin embargo, la copia de la elección de pareja sólo puede verse favorecida si los machos populares realmente incrementan la aptitud de las hembras. Por último, en quinto, cuando hay infanticidio las preferencias de las hembras prácticamente desaparecen. En algunas especies, como en las cebras de Burchell (figura 3; Pluháček y Bartoš, 2005), cuando se introduce un macho al cerco donde habita una hembra con sus crías, éste las mata. Poco después las hembras entran en celo y engendran hijos del nuevo macho, dejando así a las hembras exentas de cualquier preferencia (Blumstein y Fernández-Juricic, 2010).

También hay que tener en cuenta que los cambios en la proporción sexual afectan de forma diferente a las especies en función de su sistema de apareamiento. Greene *et al.* (1998) modelaron los efectos de distintos tipos de cacería sobre la población (caza sólo de machos adultos, de adultos de ambos sexos y de individuos indistintamente de su sexo y edad), teniendo en cuenta distintos comportamientos reproductivos. Observaron que, en las especies infanticidas, cazar sólo machos afecta especialmente a la población porque aumenta la probabilidad de que los nuevos machos maten a las crías de los machos cazados. Aunado a ello, los efectos de la caza eran peores en las especies monógamas que en las polígamas. Esto demuestra que invertir tiempo en conocer la biología reproductiva de las especies es, de nuevo, crucial para entender las consecuencias que los humanos podemos generar en los cambios de proporción sexual.

Aunque el entorno social puede modificar la preferencia por la pareja, cabe señalar que, como la mayoría de los rasgos biológicos, su expresión está regulada por la interacción de componentes genéticos y ambientales. Así, aunque pueden formarse preferencias individuales diferentes en determinadas circunstancias, existen diferencias intrínsecas entre las especies. Por ejemplo, las hembras de pez espada cabeza de carnero prefieren los fenotipos de machos familiares, mientras que a los peces espada de altura, su especie hermana, les repele la familiaridad (Verzijden *et al.*, 2012).

Además, la preferencia puede ser el resultado de una trampa sensorial. Por ejemplo, las hembras (y los machos) pueden sentirse atraídos por el color amarillo porque lo identifican como indicador de una presa nutritiva (Macías-García y Ramírez, 2005). Sin embargo, como los genes que forman parte del sistema



Figura 3. Hembra de cebra de Burchell (*Equus quagga burchelli*) con su cría.



**LA ATRACCIÓN
ESTÁ INFLUIDA POR
FUERZAS EXTERNAS
E INTERNAS Y,
COMO TODO EN
LA BIOLOGÍA, EL
COMPORTAMIENTO
TAMBIÉN SE
DESARROLLA
GRACIAS A
FACTORES
GENÉTICOS Y
AMBIENTALES.**

sensorial pueden tener múltiples efectos sobre la percepción, es posible que su preferencia por el amarillo en sus presas se convierta en el color corporal preferido en sus parejas.

Tras enumerar algunos factores sociales que influyen en la elección de pareja, parecería que ésta depende absolutamente del ambiente y de procesos genéticos estocásticos. Sin embargo, la persistencia de una preferencia sugiere que existen ciertas fuerzas selectivas que la mantienen a lo largo del tiempo. Hoy, aún no es claro si las madres pueden heredar una cierta preferencia a las hijas. En caso de que sí, descubrir los mecanismos que influyen en esa heredabilidad es crucial para la conservación, ya que, si las hembras pierden la preferencia hacia los machos más aptos, por ejemplo, el tamaño de la población podría disminuir.

Por último, es importante remarcar que el entorno social y los procesos genéticos pueden ser influenciados por factores abióticos que muchas veces son antropogénicos. A continuación, se enlistan las causas antrópicas que han modificado dichos factores y han resultado en modificaciones en la elección de pareja.

Una alteración de origen antrópico en la elección de pareja es la modificación indirecta de la proporción sexual. Modificar la proporción sexual puede provocar la extinción inminente de una población, ya que tiene efectos catastró-

ficos sobre la tasa reproductiva. La cantidad de machos en una población puede afectar la preferencia de las hembras si tienen un mecanismo comparativo de elección (Nemesházi *et al.*, 2021). Las consecuencias podrían ser aún más desastrosas en las hembras con un mecanismo de límite fijo, ya que, si los machos que antes aceptaban no están presentes, muchas de ellas no se reproducirán. Veamos dos formas en las que los humanos afectamos la proporción sexual y con ello la elección de pareja.

El ser humano ha afectado la proporción sexual de las especies vertiendo residuos químicos que transforman el sexo o que interrumpen el desarrollo sexual de los animales. Por ejemplo, la atrazina, uno de los herbicidas más utilizados en el mundo, provoca la feminización en algunos anfibios —se le conoce así al proceso en el cual individuos genéticamente machos muestran un desarrollo de gónadas femeninas— (figura 4; Hayes *et al.*, 2010). El clotrimazol, un agente antifúngico utilizado para combatir las infecciones vaginales, el pie de atleta o la candidiasis, también ha causado que la proporción sexual en las poblaciones del pez cebrado esté sesgada hacia los machos (Brown *et al.*, 2015).

En especies que dependen de la temperatura para determinar su sexo, como los reptiles y los peces teleosteos, un incremento de temperatura afecta su proporción sexual. Es el caso de

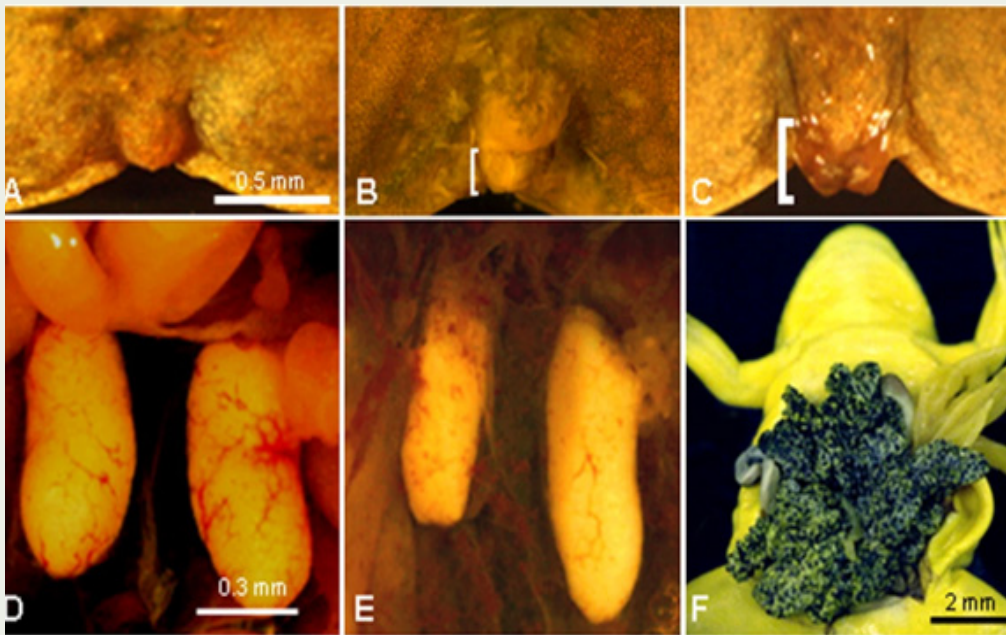


Figura 4. Machos feminizados de rana de uñas africana (*Xenopus laevis*). Cloaca (A-C) y gónadas (D-F) de un macho control (A y D), de un macho expuesto a la atrazina (B y E), y de una hembra expuesta a la atrazina (C y F). Los corchetes (B) indican una labia cloacal proteruberante, un rasgo sexual femenino, presente en un individuo genéticamente macho.

Fuente: foto tomada y adaptada de Hayes *et al.*, (2010).

las tortugas verdes de Guinea-Bissau, donde se ha estudiado en profundidad la relación entre la temperatura de incubación y la proporción de machos nacidos (Patrício *et al.*, 2017). El calentamiento global, causado por el ser humano, está afectando directamente a la proporción sexual de estas tortugas vulnerables.

Por otro lado, hay varias formas directas en que los humanos afectan la preferencia de las parejas. En primer lugar, la contaminación acústica o lumínica puede interferir en la transmisión de las señales de apareamiento. Por ejemplo, en el grillo de campo del Pacífico, una exposición elevada al ruido del tráfico de automóviles reduce el esfuerzo en el canto del macho en su temporada reproductiva, siendo así menos atractivo para las hembras (Bowen *et al.*, 2020). También se ha observado que el aumento de la luz artificial, incluso a niveles bajos, dificulta la formación de parejas en las luciérnagas (Bird y Parker, 2014). En ambientes acuáticos, la turbidez del agua, causada por contaminación antropogénica, puede tener efectos en la elección de pareja de las hembras. En dos especies coloridas de cíclidos del lago Victoria con emparejamiento selectivo, es decir, que las más coloridas se aparean con los más coloridos y viceversa, se encontró que en aguas muy turbias, al no reflejarse los colores, las hembras

no podían distinguir a los machos de mayor calidad (Seehausen *et al.*, 1997). Esto ocasionó que tanto machos coloridos como machos apagados fueran elegidos a la par, causando una disminución en la diversidad de los morfotipos de cíclidos en este lago.

◆◆ APLICACIONES Y CONCLUSIÓN

¿Hay algún ejemplo en el que nuestra incompreensión de los procesos de elección de pareja haya afectado a los animales en cautividad? Sí, tenemos el caso del único oso de seis dedos: el panda gigante. Tradicionalmente, los programas de cría intentan minimizar la endogamia. Así, los individuos se trasladan de un zoológico a otro para aumentar la variabilidad genética. Esto es beneficioso para evitar que se presenten enfermedades congénitas en la población. No obstante, al ofrecer a los animales sólo una opción de pareja, se omite la elección de pareja por parte de ambos sexos.


En 2015, Martin-Wintle *et al.* demostraron que cuando a los osos panda se les da la oportunidad de elegir a su pareja, e intentan reproducirse con la elegida, tienen un mayor éxito reproductivo (figura 5). Los programas de apareamiento, incluso en especies como el oso panda, en cuya reproducción se invierten mi-



LOS PROGRAMAS DE APAREAMIENTO, INCLUSO EN ESPECIES COMO EL OSO PANDA, EN CUYA REPRODUCCIÓN SE INVIERTEN MILLONES DE DÓLARES AL AÑO, HAN IGNORADO HASTA MUY RECIENTEMENTE LAS APLICACIONES DE LA ELECCIÓN DE PAREJA EN EL ÉXITO REPRODUCTIVO.



Figura 5. Pareja de osos panda (*Ailuropoda melanoleuca*) en cautiverio.


**DEBERÍAMOS
EVITAR TRABAJAR
CON ESPECIES
MODELO PARA
RESOLVER
PROBLEMAS DE
CONSERVACIÓN
CONCRETOS;
PARA SALVAR A
LAS CATARINAS,
ESTUDIEMOS A LAS
CATARINAS**

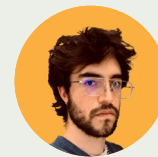
lones de dólares al año, han ignorado hasta muy recientemente las aplicaciones de la elección de pareja en el éxito reproductivo. Por ello, Martin-Wintle *et al.* exhortaron en este estudio seminal a los cuidadores de zoológicos a que consideren los procesos de elección de pareja como cruciales para aumentar la tasa reproductiva en individuos mantenidos en cautividad.

Ya hemos sugerido algunas formas en las que, en casos concretos, el estudio del comportamiento reproductivo, especialmente la elección de pareja, puede ser la clave para mantener a largo plazo las especies vulnerables. Para terminar, se mencionarán dos medidas que podemos tomar como académicos, biólogos del comportamiento y conservacionistas, utilizando estos conocimientos para salvaguardar la integridad de las especies amenazadas (Caro, 2007).

Primero, las investigaciones se deben centrar en cómo el estudio del comportamiento reproductivo puede resolver un problema de conservación específico. Para ello, se debe fortalecer el vínculo entre los etólogos, los gestores de la fauna silvestre y los cuidadores de zoológicos. Cuanto más aportemos los académicos a los zoológicos, más podremos influir en la calidad de vida reproductiva de las especies amenazadas. Y segundo, no debemos esperar a que una especie entre en cautividad para empezar a estudiar su comportamiento reproductivo. Comencemos a estudiar los mecanismos de la preferencia de pareja de las especies que ten-

gan la categoría de vulnerable en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Por tanto, deberíamos evitar trabajar con especies modelo para resolver problemas de conservación concretos; para salvar a las catarinas, estudiemos a las catarinas, la información obtenida de otras especies no es necesariamente transferible, especialmente cuando se trata de la elección de pareja.

En conclusión, aunque el estudio del comportamiento reproductivo no es la panacea de la conservación, sí ofrece una amplia gama de soluciones para detener la extinción de varias especies. Exhortemos a los académicos de nuestro entorno a emparejar las investigaciones biológicas básicas con las otras disciplinas que también se empeñan en entender las consecuencias del cambio climático. La única forma de conservar a las especies vulnerables a largo plazo es aplicando los conocimientos que nos aporta el estudio de la elección de pareja.



Oscar García Miranda

Licenciado en Biología por la Universidad de las Américas Puebla y maestro en Biología por la University of Debrecen, Hungría. Actualmente trabaja como asistente de investigación en el Department

of Evolutionary Zoology and Human Biology de la University of Debrecen.

oscar.garcia.miranda@outlook.com

 REFERENCIAS

- Bilde, T., Maklakov, A. A., Meisner, K., La Guardia, L. y Friberg, U. (2009). Sex differences in the genetic architecture of lifespan in a seed beetle: Extreme inbreeding extends male lifespan *bilde T. *BMC Evolutionary Biology*, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-9-33>
- Bird, S. y Parker, J. (2014). Low levels of light pollution may block the ability of male glow-worms (*Lampyrus noctiluca* L.) to locate females. *Journal of Insect Conservation*, 18(4), 737-743. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9664-2>
- Blumstein, D. T. y Fernández-Juricic, E. (2010). *A primer of conservation behaviour*. Sinauer.
- Bowen, A. E., Gurule-Small, G. A. y Tinghitella, R. M. (2020). Anthropogenic noise reduces male reproductive investment in an acoustically signaling insect. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 74(8). <https://doi.org/10.1007/s00265-020-02868-3>
- Brown, A. R., Owen, S. F., Peters, J., Zhang, Y., Soffker, M., Paull, G. C., Hosken, D. J., Abdul Wahab, M. y Tyler, C. R. (2015). Climate change and pollution speed declines in zebrafish populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(11), E1237-E1246. <https://doi.org/10.1073/pnas.1416269112>
- Caro, T. (2007). Behavior and conservation: a bridge too far? *Trends in Ecology and Evolution*, 22(8), 394-400. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.06.003>
- Córdoba-Aguilar, A., Salamanca-Ocaña, J. C. y Lopezaraiza, M. (2003). Female reproductive decisions and parasite burden in a calopterygid damselfly (Insecta: Odonata). *Animal Behaviour*, 66(1), 81-87. <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2198>
- Cowie, R. H., Bouchet, P. y Fontaine, B. (2022). The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews*, 97(2), 640-663. <https://doi.org/10.1111/brv.12816>
- Faust, L. J., Long, S. T., Perišin, K. y Simonis, J. L. (2019). Uncovering challenges to sustainability of AZA Animal Programs by evaluating the outcomes of breeding and transfer recommendations with PMCTrack. *Zoo Biology*, 38(1), 24-35. <https://doi.org/10.1002/zoo.21470>
- Freeman, H. D., Valuska, A. J., Taylor, R. R., Ferrie, G. M., Grand, A. P. y Leighty, K. A. (2016). Plumage variation and social partner choice in the greater flamingo (*Phoenicopterus roseus*). *Zoo Biology*, 35(5), 409-414. <https://doi.org/10.1002/zoo.21321>
- Gibson, R. M. y Höglund, J. (1992). Copying and sexual selection. *Trends in Ecology and Evolution*, 7(7), 229-232. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(92\)90050-L](https://doi.org/10.1016/0169-5347(92)90050-L)
- Greene, C., Umbanhowar, J., Mangel, M. y Caro, T. (1998). Animal Breeding Systems, Hunter Selectivity, and Consumptive Use in Wildlife Conservation. In T. Caro (Ed.), *Behavioral Ecology and Conservation Biology* (pp. 271-305). Oxford university Press.
- Hayes, T. B., Khoury, V., Narayan, A., Nazir, M., Parka, A., Brown, T., Adame, L., Chan, E., Buchholz, D., Stueve, T. y Gallipeau, S. (2010). Atrazine induces complete feminization and chemical castration in male African clawed frogs (*Xenopus laevis*). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(10), 4612-4617. <https://doi.org/10.1073/pnas.0909519107>
- Keyser, A. J. y Hill, G. E. (1999). Condition-dependent variation in the blue-ultraviolet coloration of a structurally based plumage ornament. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 266(1421), 771-777. <https://doi.org/10.1098/rspb.1999.0704>
- Lehmann, G. U. C. y Lehmann, A. W. (2016). Material benefit of mating: The bushcricket spermatophylax as a fast uptake nuptial gift. *Animal Behaviour*, 112, 267-271. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.12.022>
- Macías García, C. y Ramírez, E. (2005). Evidence that sensory traps can evolve into honest signals. *Nature*, 434(7032), 501-505. <https://doi.org/10.1038/nature03363>
- Martin-Wintle, M. S., Shepherdson, D., Zhang, G., Zhang, H., Li, D., Zhou, X., Li, R. y Swaisgood, R. R. (2015). Free mate choice enhances conservation breeding in the endangered giant panda. *Nature Communications*, 6(May), 4-10. <https://doi.org/10.1038/ncomms10125>
- Montero, I., Teschke, M. y Tautz, D. (2013). Paternal imprinting of mating preferences between natural populations of house mice (*Mus musculus domesticus*). *Molecular Ecology*, 22(9), 2549-2562. <https://doi.org/10.1111/mec.12271>
- Nemesházi, E., Kövér, S. y Bókonyi, V. (2021). Evolutionary and demographic consequences of temperature-induced masculinization under climate warming: the effects of mate choice. *BMC Ecology and Evolution*, 21(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s12862-021-01747-3>
- Pariser, E. C., Mariette, M. M. y Griffith, S. C. (2010). Artificial ornaments manipulate intrinsic male quality in wild-caught zebra finches (*Taeniopygia guttata*). *Behavioral Ecology*, 21(2), 264-269. <https://doi.org/10.1093/beheco/arp185>
- Patrício, A. R., Marques, A., Barbosa, C., Broderick, A. C., Godley, B. J., Hawkes, L. A., Rebelo, R., Regalla, A. y Catry, P. (2017). Balanced primary sex ratios and resilience to climate change in a major sea turtle population. *Marine Ecology Progress Series*, 577, 189-203. <https://doi.org/10.3354/meps12242>
- Pfaus, J. G., Kippin, T. E., Coria-Avila, G. A., Gelez, H., Afonso, V. M., Ismail, N. y Parada, M. (2012). Who, what, where, when (and maybe even why)? How the experience of sexual reward connects sexual desire, preference, and performance. In *Archives of Sexual Behavior* (Vol. 41, Issue 1). <https://doi.org/10.1007/s10508-012-9935-5>
- Plath, M., Blum, D., Schlupp, I. y Tiedemann, R. (2008). Audience effect alters mating preferences in a livebearing fish, the Atlantic molly, *Poecilia mexicana*. *Animal Behaviour*, 75(1), 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.05.013>
- Pluháček, J. y Bartoš, L. (2005). Further evidence for male infanticide and feticide in captive plains zebra, *Equus burchelli*. *Folia Zoologica*, 54(3), 258-262.
- Reid, M. L. y Stamps, J. A. (1997). Female mate choice tactics in a resource-based mating system: Field tests of alternative models. *American Naturalist*, 150(1), 98-121. <https://doi.org/10.1086/286058>
- Seehausen, O., Van Alphen, J. J. M. y Witte, F. (1997). Cichlid fish diversity threatened by eutrophication that curbs sexual selection. *Science*, 277(5333), 1808-1811. <https://doi.org/10.1126/science.277.5333.1808>
- Verzijden, M. N., Culumber, Z. W. y Rosenthal, G. G. (2012). Opposite effects of learning cause asymmetric mate preferences in hybridizing species. *Behavioral Ecology*, 23(5), 1133-1139. <https://doi.org/10.1093/beheco/ars086>
- Wilkinson, G. S. y Reillo, P. R. (1994). Female choice response to artificial selection on an exaggerated male trait in a stalk-eyed fly. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 255(1342), 1-6. <https://doi.org/10.1098/rspb.1994.0001>

