

Tesis del MN CN

Patrones fenotípicos y de expresión génica convergentes y divergentes en cíclidos neotropicales

Mariana Leal Cardín
Universidad de Alcalá (UAH)
Directora: Marta Barluenga
Marzo 2024

Investigar los mecanismos que impulsan el origen y la diversificación de la biodiversidad ha sido un tema central en la biología evolutiva. La especiación ecológica, impulsada por factores extrínsecos como la accesibilidad al hábitat y los recursos o las interacciones entre especies, ha ganado importancia en nuestra comprensión de la evolución animal. En mi tesis doctoral, nos enfocamos en los mecanismos evolutivos que dan forma a la diversidad dentro del complejo de especies del cíclido de Midas, una radiación adaptativa neotropical que habita varios lagos de Nicaragua. Exploramos la diferenciación poblacional en este sistema analizando rasgos morfológicos y genómicos. Haciendo hincapié en la respuesta inmunológica, identificamos patrones genómicos divergentes en especies



eco-morfológicamente convergentes que evolucionaron de manera independiente en diferentes lagos. La diferenciación más marcada la encontramos en las poblaciones bentónicas someras, destacando el impacto de las presiones selectivas en las modificaciones genéticas en este tipo de ambientes. Además, encontramos también una mayor diferenciación genómica entre las especies bentónicas dentro de un mismo lago, subrayando así la complejidad de los ambientes bentónicos. Analizamos también la convergencia fenotípica y genómica en diferentes radiaciones de cíclidos neotropicales, revelando similitudes morfológicas en adaptaciones tróficas, mientras que encontramos adaptaciones divergentes en la forma corporal. Por otro lado, encontramos evidencias convincentes de un nuevo caso de especiación en condiciones simpátricas, es decir, en ausencia de barreras geográficas, en una de las lagunas, Asososca León. Describimos la diferenciación fenotípica en esta laguna, asociada a una divergencia genómica. Además, encontramos indicios de que las interacciones parásito-hospedador podrían estar desempeñando un papel en la especiación en este grupo de cíclidos. En general, mi tesis aporta conocimiento sobre la evolución del complejo de especies del cíclido de Midas, proporcionando perspectivas sobre la diferenciación genética, la respuesta inmunológica y la convergencia fenotípica. Los hallazgos contribuyen al discurso más amplio sobre la especiación ecológica y los procesos evolutivos en las radiaciones adaptativas, arrojando luz sobre la intrincada interacción entre la regulación genómica, los factores ambientales y el surgimiento de la biodiversidad.

Mapa de Nicaragua mostrando la localización de los distintos lagos estudiados y ejemplos de diversidad fenotípica del cíclido de Midas.

Funcionalidad y resiliencia frente a la sequía de los bosques en expansión de sabina albar

Belén Acuña Míguez
Universidad Rey Juan Carlos
Directores: Andrés Bravo Oviedo, Fernando Valladares
Abril 2024

La región Mediterránea es considerada un punto caliente de cambio global debido a la fuerte interacción de distintos motores de cambio. Interaccionando con el cambio climático (incremento de la temperatura media y alteración en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones), en esta zona nos encontramos con el cambio en los usos del suelo, entre los que destaca el abandono rural. Este abandono se ha asociado con un aumento de la cobertura forestal debido a la expansión de los bosques hacia campos de cultivo abandonados. La expansión forestal produce un gradiente de variación de etapas de desarrollo del bosque, del efecto de los legados de los usos agrícolas del suelo y de adversidad ambiental, desde bosques maduros a zonas recientemente colonizadas. Entender cómo todos estos factores se relacionan entre sí, promoviendo cambios en el funcionamiento de los bosques, es clave para determinar la importancia y vulnerabilidad de estos nuevos sistemas. El objetivo principal de esta tesis doctoral es entender la variación de funciones ecosistémicas a lo largo de un gradiente de expansión forestal y su efecto en la respuesta de los árboles a la sequía.

Nuestra zona de estudio se situó en el Parque Natural del Alto Tajo (Guadalajara, España), área que ha experimentado un abandono rural considerable durante las últimas décadas. Como especie de estudio se ha utilizado la sabina albar, *Juniperus thurifera* L., debido a la expansión de sus bosques en la zona durante dicho periodo. En cada localidad se establecieron parcelas representativas del gradiente de expansión de la sabina albar, el cual se dividió en tres etapas: bosque maduro, zona de transición y frente de avance.

Nuestros resultados muestran que las funciones ecosistémicas varían a lo largo del gradiente de expansión forestal. Encontramos que en el bosque maduro el contenido de carbono, nitrógeno y fósforo en el suelo mineral, así como de actividades enzimáticas relacionadas con dichos

elementos y abundancia microbiana del suelo fue mayor pero la productividad y la resiliencia de los árboles a la sequía fue menor en comparación con zonas recientemente colonizadas. Por otro lado, no se encontraron diferencias en la tasa de descomposición ni en los stocks de los elementos en el suelo entre las diferentes etapas. Con esta tesis doctoral se muestra la importancia de conservar los nuevos bosques establecidos en antiguos campos de cultivo debido a su capacidad para almacenar carbono en suelo, la cual es equiparable a la del bosque maduro. Además, los resultados indican que los suelos de estos nuevos bosques podrían alcanzar el funcionamiento y la abundancia de microorganismos de los bosques maduros. Sin embargo, es importante destacar que los árboles del bosque maduro presentaron una menor resiliencia a los eventos de sequía. Por lo tanto, la presencia de gradientes de expansión, caracterizados por la heterogeneidad de etapas de desarrollo del bosque, se propone como una estrategia de gestión forestal pasiva que incrementaría la multifuncionalidad de los bosques de *J. thurifera* en el contexto actual de cambio global.

Sabinar de la localidad de Huertahernando (Guadalajara) / Belén Acuña



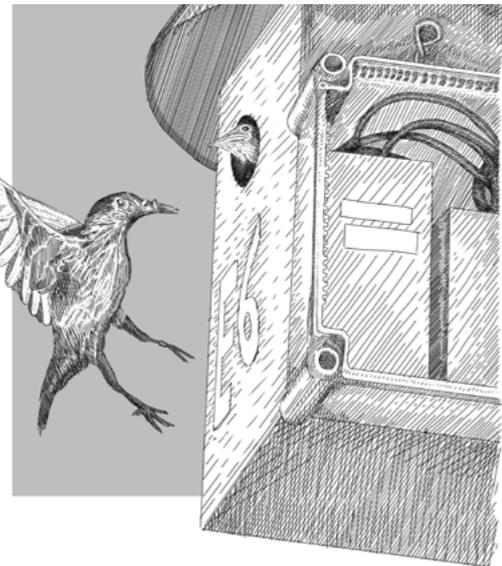
Sistema de identificación por radiofrecuencia para el estudio de la biología reproductora del estornino negro (*Sturnus unicolor*)

Eduardo Gómez Llanos
Universidad Complutense de Madrid
Directores: Diego Gil
Mayo 2024

En el estudio de la ecología y del comportamiento de los animales es fundamental obtener datos sin que la presencia del observador les influya. El objetivo de esta tesis es explorar las posibilidades del uso de la identificación por radiofrecuencia (RFID) para el estudio de varios aspectos de la biología del estornino negro (*Sturnus unicolor*).

En primer lugar, se validó el uso de la tecnología RFID para el cálculo de la tasa de cebas. Para ello, se realizaron grabaciones con cámaras desde fuera y dentro del nido, y se comparó estos datos con los recogidos por el lector. Se calculó el tiempo de duración de las visitas y el tiempo entre visitas. Con estos datos se calculó un tiempo de corte para machos y hembras. Se encontró que la mejor correlación entre cebas observadas y calculadas fue para pollos de entre 5 y 10 días de edad y usando un tiempo de corte de 37 segundos para machos y 64 segundos para hembras.

Portada de la tesis, una ilustración de un estornino realizada por / Damián Martínez Guijarro



A continuación, usando tiempos de corte anteriores observamos que las hembras ceban significativamente más que los machos y que estas diferencias se acentúan en segundas puestas. Ambos sexos siguen un patrón cuadrático negativo respecto a la edad de los pollos, alcanzando el máximo de cebas a los 8-10 días de edad, y un patrón cuadrático positivo respecto a las horas del día con máximos a primera hora, excepto en segundas donde la tasa de cebas desciende de manera lineal desde primera hora.

El siguiente paso fue estudiar el proceso de abandono del nido por parte de los pollos a nivel de nido y a nivel individual. Para ello se midieron y se marcaron los pollos con transpondedores a los 14 días de edad y se programaron los lectores RFID. Encontramos que los nidos con más hermanos y más desigualdad de tamaño (peso y tamaño de ala) saltan significativamente más tarde. A nivel de nido encontramos lo mismo, los individuos más pequeños saltan más tarde. Estos resultados apoyan la hipótesis del tamaño umbral.

Por último, se realizó un experimento para estudiar el comportamiento de prospección de nido de los individuos no reproductores, llamados flotantes. Se realizó un experimento de hándicap, cortando dos primarias de cada ala a machos o hembras reproductoras, aumentando así su carga alar y reduciendo su condición física. Se registró la actividad de prospección con lectores RFID durante las cebas de los pollos. Los resultados mostraron que los nidos de machos de hándicap recibieron un número significativamente mayor de individuos flotantes machos que los controles. Así mismo, a mayor tasa de cebas de los padres mayor número de flotantes machos, pero menor número de visitas totales. No se encontró efecto del tratamiento en el caso de las hembras.

Los resultados de esta tesis ponen de manifiesto que la tecnología RFID es una herramienta fiable para el cálculo de la tasa de cebas en el estornino negro y ofrece un abanico de posibilidades para su uso en el estudio de otros aspectos de la biología de esta especie como el proceso de abandono del nido o el comportamiento de los individuos flotantes.

Breves de investigación

Descubre algunos de los artículos científicos que han publicado diferentes equipos de investigación del MNCN

En aves, la diferencia de tamaño determina el contenido de la dieta de las hembras y los machos

Un equipo de investigación del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) y del Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC), ambos del CSIC, ha analizado, en un artículo publicado en la revista *Journal of Animal Ecology*, si las variaciones en el tamaño entre hembras y machos que se observa en muchas especies de aves influyen también en la dieta de unas y otros. Tras examinar numerosos estudios científicos, han comprobado que el tamaño no sólo influye en el orden jerárquico, sino que determina quién come qué.

Leer más ...

C. Bravo, L.M. Bautista y J.C. Alonso. (2024) Revisiting niche divergence hypothesis in sexual dimorphic birds: is diet overlap correlated with sexual size dimorphism? *Journal of Animal Ecology*. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.14058>



Logran controlar la enfermedad que amenaza las poblaciones de anfibios en todo el mundo

Investigadores del Museo Nacional de Ciencias Naturales MNCN y del Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad (IMIB), ambos del CSIC han liderado esta investigación que se publica en *Scientific Reports* y que detalla cómo tratar los cuerpos de agua donde se reproducen los anfibios. Es la primera vez que se consigue combatir la quitridiomycosis sin necesidad de retirar a los animales antes de aplicar el tratamiento. Con anterioridad, un equipo liderado por el mismo investigador, Jaime Bosch, obtuvo éxito con poblaciones de sapo partero balear, *Alytes muletensis*, en Mallorca, pero había que retirar los ejemplares de los cuerpos de agua y vaciarlos antes de aplicar el tratamiento, lo que resultaba muy costoso. Esta enfermedad causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) está detrás del alarmante declive de las poblaciones de anfibios en todo el planeta. Para este trabajo han trabajado con poblaciones de sapo partero bético, *Alytes dickhilleni*, una especie endémica de la cordillera bética, al sureste de la península ibérica.

Leer más ...

B. Thumsová, E. González-Miras, A.I. Rubio, I. Granados, K.A. Bates y J. Bosch. (2024) Chemical disinfection as a simple and reliable method to control the amphibian chytrid fungus at breeding points of endangered amphibians. *Scientific Reports* 14, 5151. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55946-1>