

# Tesis del MNCN

**Interacciones parásito-hospedador en poblaciones de aves silvestres y su relación con variables ambientales**

**Francisco Castaño Vázquez**

**Universidad Complutense**

**Directores: Santiago Merino Rodríguez y**

**Francisco Javier Martínez González**

Enero del 2022

Existen predicciones que indican una extensión de ciertas enfermedades parasitarias desde zonas tropicales hacia climas templados, o incluso fríos, como consecuencia del aumento de las temperaturas en todo el planeta. Para comprobar el efecto del aumento de la temperatura en las interacciones ave-parásito utilizamos dos aproximaciones distintas:



1. La alteración experimental de las condiciones microclimáticas dentro del nido.
2. Estudio a nivel correlacional sobre (i) si algunas señales que pueden ser utilizadas por los parásitos para localizar a sus aves hospedadoras se ven alteradas en el actual escenario de cambio climático y (ii) si han sido afectadas las relaciones ave-parásito por el clima en un estudio a largo plazo.

Primero comprobamos el efecto de un aumento experimental de la temperatura dentro del nido en nuestra población de herrerillo común, *Cyanistes caeruleus*, en el sistema central y sus efectos sobre distintos ectoparásitos. Después comparamos los efectos del aumento de temperatura en el interior de los nidos de herrerillos en poblaciones de dos latitudes distintas con características climáticas diferenciales. Finalmente, alteramos la temperatura en un ave que vive en un ambiente semiárido para comprobar el efecto en esa situación.

El aumento de la temperatura dentro del nido de los herrerillos afectó negativamente a la abundancia de pupas de mosca, *Protocalliphora azurea*, y ácaros, *Dermanyssus* spp. El tratamiento térmico en dos poblaciones situadas en

Ilustración de un herrerillo común,

España y Alemania redujo significativamente la abundancia de pupas de mosca en ambas localidades, así como la de larvas de pulga en los nidos de Alemania. Además, la infección por hemoparásitos como *Haemoproteus/Plasmodium* en las aves adultas fue mayor en machos de herrerillo que atendían nidos donde se aumentó la temperatura en Alemania y nidos controles en España. La abundancia de larvas de pulga fue mayor en los nidos de Alemania, mientras que la de pupas de mosca y jejenes fue mayor en España.

El incremento experimental de temperatura en nidos de carraca europea (*Coracias garrulus*) solo consiguió alterar la humedad relativa, siendo menor durante la noche en los nidos calentados que en los controles. Encontramos más ácaros, flebotomos y moscas cárnidas y menos jejenes en nidos con menor humedad que en los nidos control. Además, la abundancia de algunos parásitos también varió en función del lugar donde se encontraba la caja-nido (taludes, árboles o construcciones humanas).

Por otro lado, exploramos si las diferencias en dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y metano ( $\text{CH}_4$ ) entre el interior y el exterior del nido pueden ser utilizados por ectoparásitos para localizar a sus hospedadores. La concentración de  $\text{CO}_2$  era más elevada dentro de los nidos que en el aire exterior, siendo la de  $\text{CH}_4$  menor en los nidos que en el exterior. Además, observamos una mayor abundancia de jejenes en nidos donde las diferencias de concentración entre el  $\text{CO}_2$  del nido y el exterior fueron más elevadas a los 20 días de edad de los polluelos.



Finalmente, exploramos si la magnitud del cambio en temperatura, precipitación y velocidad del viento durante un periodo de diez años (2008-2017) afectó a la prevalencia y abundancia de ectoparásitos y parásitos sanguíneos del herrerillo común. Observamos un incremento de la temperatura y de la velocidad del viento, así como una reducción de la precipitación en esos años. Además, la abundancia de jejenes, moscas negras y pupas de mosca incrementó con los años, aunque no la de ácaros y larvas de pulga. La temperatura se relacionó positivamente solo con la abundancia de jejenes, pupas de mosca, ácaros y larvas de pulgas. Además, la velocidad del viento y la precipitación afectaron negativamente a la abundancia de pupas de mosca y moscas negras. Asimismo, encontramos una relación positiva entre la abundancia de parásitos sanguíneos del género *Haemoproteus* y la abundancia de jejenes el primer año de vida de las aves. Las infecciones por *Lankesterella* fueron relacionadas positivamente con la abundancia de ácaros durante el año de nacimiento de las aves. Las infecciones por *Haemoproteus* y *Lankesterella* se incrementaron a lo largo de los años.

En conclusión, nuestros resultados indican que en los sistemas naturales los cambios en las condiciones ambientales pueden afectar de distinta manera a cada especie de parásito y a sus hospedadores. La predicción de que un aumento de la temperatura debido al cambio climático necesariamente va a producir un aumento de las enfermedades parasitarias no se sostiene en base a nuestros datos, al menos en el caso de algunas es-

pecies de parásitos. Además, los parásitos todavía pueden utilizar estímulos como la diferencia de concentración de algunos gases para localizar a sus hospedadores.

### Procesos evolutivos y patrones de especiación en tenebriónidos de la Cuenca Mediterránea

Paloma Mas Peinado

Universidad Autónoma de Madrid

Directores: Mario García París y David Buckley Iglesias

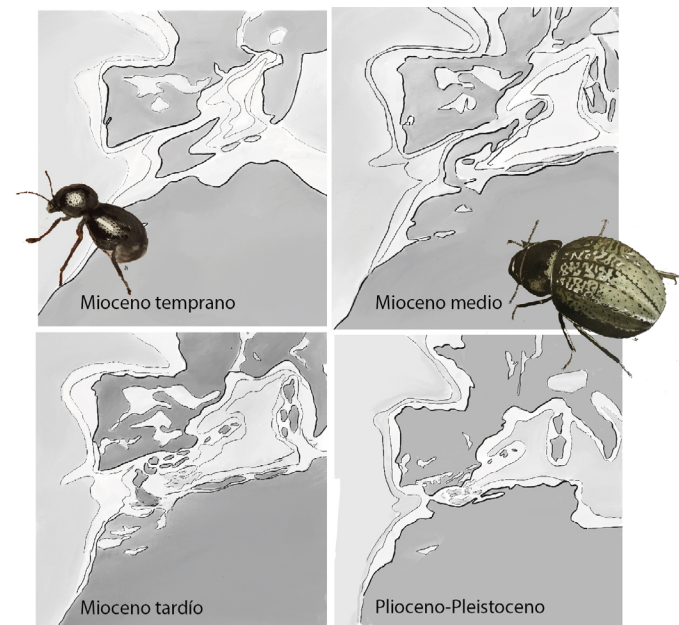
Enero del 2022

La familia Tenebrionidae (Latreille, 1802) representa uno de los grupos de coleópteros más diversos, con más de 30.000 especies descritas en todo el mundo, cuyo ancestro común se remonta al Jurásico. Para entender cómo se ha generado la diversidad actual de tenebriónidos, hemos seleccionado dos géneros con reducida capacidad dispersiva: *Pimelia* (Pimeliinae) y *Misolampus* (Stenochiinae). Nuestro estudio se centra en la Cuenca Mediterránea, donde ambos géneros concentran gran parte de sus endemismos y la distribución total de algunos de sus taxones. En esta tesis, se analizaron las relaciones filogenéticas dentro de ambos géneros basadas en mar-

Ilustraciones de mapas paleogeográficos desde el Mioceno temprano al Pleistoceno, *Misolampus goudotii* (Guérin-Méneville, 1834) y *Pimelia chrysomeloides* (Pallas, 1781). / Paloma Mas Peinado

cadore mitocondriales y nucleares, discutiendo la taxonomía y sistemática de ambos grupos. Asimismo, se estableció un marco temporal de origen y diversificación, y se reconstruyeron los escenarios biogeográficos históricos más plausibles para profundizar en el conocimiento de su historia evolutiva y en los mecanismos responsables de su diversidad y distribución actual.

A la luz de nuestros resultados, reevaluamos el estado de los subgéneros y especies de *Pimelia* y *Misolampus*, describiendo seis nuevos subgéneros e identificando nuevas especies crípticas. Además, situaron el antepasado de *Pimelia* en el norte de África como región más probable (Oligoceno Temprano). Interesados en cómo la







compleja historia geológica de la Cuenca Mediterránea Occidental habría condicionado la diversificación de este grupo y la dispersión en las expansiones y contracciones de rango de sus especies, analizamos el papel del Estrecho de Gibraltar, una barrera biogeográfica histórica para muchos artrópodos. *Pimelia* y *Misolampus*, pese a su reducida capacidad dispersiva, tienen representantes en ambos lados del Estrecho.

El estudio de los patrones de diversidad genética en *Pimelia* en el área Bético-Rifeña constató que, dentro de un mismo linaje, existían casos en los que el Estrecho no había representado una barrera biogeográfica, como en *Amblyptera* y *Amblyptera*. Ambos subgéneros comparten patrones de colonizaciones post-Messinienses recurrentes a través del Estrecho, posiblemente impulsadas por eventos estocásticos o catastróficos. En otros subgéneros, como en *Magrebmelia*, el Estrecho habría representado una fuerte barrera al flujo génico desde el Mioceno Medio.

Tras actualizar en un estudio el rango de distribución de las especies de *Misolampus*, se confirmó que el área límite entre África y Europa ha constituido una barrera para el intercambio génico desde el Mioceno temprano, sin existir evidencias de dispersión transcontinental desde entonces. Nuestros resultados situaron al ancestro común entre las placas Ibérica y Bética-Rifeña como región más probable. Las especies de *Misolampus* han permanecido como linajes relictos desde el Mioceno, con expansiones y contracciones de rango durante el Pleistoceno que han dejado huellas de procesos de especiación

incipientes. Tanto para *Misolampus* como para *Pimelia* el área Ibero-Magrebí ha servido como refugio y como centro de diversificación. Los resultados obtenidos en esta tesis constatan como la compleja historia geológica de la Cuenca Mediterránea Occidental desde el Oligoceno ha condicionado la diversificación y actual diversidad de Tenebrionidae en el área. Además, nuestros estudios filogenéticos y escenarios biogeográficos plantean también un escenario de partida para futuros estudios en ambos géneros, que pueden ayudarnos a comprender su resiliencia durante millones de años.

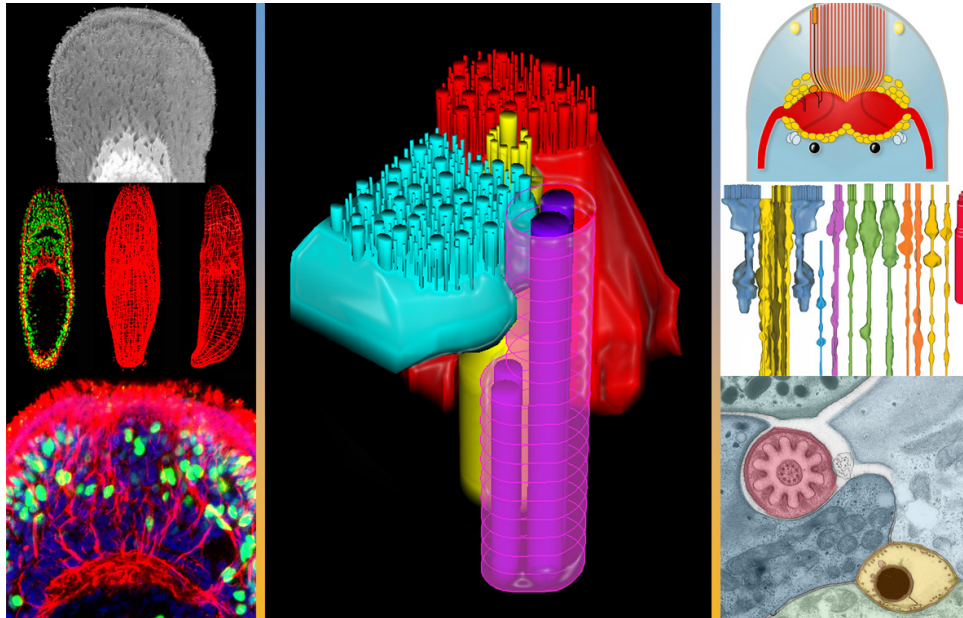
### El desarrollo postembrionario del Sistema Nervioso Central de *Macrostomum lignano* (*Platyhelminthes*, *Rhabditophora*)

**Maria del Mar de Miguel Bonet**  
**Universidad de Alcalá de Henares y Universidad de California Los Ángeles**  
**Directores: Carolina Noreña Janssen (MNCN-CSIC) y Volker Hartenstein (UCLA)**

Enero 2022

Se dice que nacemos con un número determinado de neuronas y que con el trascurso del tiempo, con la edad, las que perdemos no se sustituyen. Esto es así en parte. Con el crecimiento y en la edad adulta, se crean y fortalecen las conexiones nerviosas. Pero también hay formación de neuronas. Pocas, pero las hay. En otras especies ocurre lo mismo. Puede ser limitada, pero exis-





De izquierda a derecha: superficie ciliada de la cabeza, juveniles en crecimiento y neurogénesis (microscopía confocal). Modelos 3D de los receptores sensoriales obtenidos por microscopía electrónica de transmisión.

te. También es conocido que, cuando de forma dramática a ciertos animales se les amputa la cabeza, estos son capaces de regenerarla por completo.

¿Cómo ocurre esto en las especies en las que, como nosotros, la neurogénesis es limitada? El desarrollo postembrionario de *Macrostomum lignano*, un organismo bilateral de organización corporal sencilla con un sistema nervioso completo, puede ayudarnos a contestar este tipo de preguntas.

Los platelmintos, comúnmente llamados gusanos planos, constituyen un filo de animales que comprende especies de vida libre (como los turbelarios o las planarias), así como parásitos de

gran importancia en medicina o veterinaria (duelas, tenias o monogeneos).

En investigación, el microturbulario marino *Macrostomum lignano* (Platyhelminthes, Rhabditophora) es un modelo emergente. Se trata de un organismo marino intersticial pequeño (mide dos milímetros) que procede de la costa italiana de Lignano Sabbiadoro, en el Adriático. Es de fácil manejo, se cultiva en laboratorio, su genoma está secuenciado y existen múltiples herramientas moleculares al alcance para su estudio.

Su Sistema Nervioso Central consta de un cerebro bilobulado compartimentado y dos cordones nerviosos principales laterales. Sin embargo, aún se desconocen aspectos básicos de este sis-

tema. La falta de marcadores neuronales impide establecer los límites de su cerebro, conocer cómo son las células que lo conforman o cómo conectan entre sí.

En este estudio se presentan, por primera vez, todos los tipos celulares, su ultraestructura y modelos tridimensionales completos de todas las células que forman parte del sistema Nervioso Central de un juvenil de esta especie. Este es uno de los pocos trabajos que existen en el mundo en el que, mediante la microscopía electrónica de transmisión de cortes seriados consecutivos (un centenar y medio), se ha reconstruido la cabeza completa de un animal.

Así, se ha podido describir su complejo glandular frontal. Esto es, el conjunto de receptores sensoriales que conectan anteriormente con el cerebro y las glándulas que lo atraviesan. En él se han encontrado dos células no descritas antes y que son nuevas para la ciencia. Destaca también la descripción y el primer modelo 3D de un fotoreceptor ciliado en platelmintos, un sistema para la visión que en esta especie coexiste con ocelos rabdómicos.

En el cerebro, se han localizado los núcleos de los receptores sensoriales incrustados en la corteza cerebral periférica, junto a los de las neuronas cerebrales. Esto establece el límite superior del cerebro, del que no se tenía constancia. Por último, se ha detallado cómo es el crecimiento de la cabeza, demostrándose que existe neurogénesis en la corteza cerebral durante el desarrollo postembrionario y la regeneración (en juveniles y en adultos) a partir de células madre llamadas neoblastos.

