



Tesis Doctorales del MNCN

Efectos de la estrategia vital y de la especialización ecológica en la evolución de la morfología en los himenópteros: un enfoque comparativo.

Alberto Jorge

Universidad Complutense de Madrid

Director: Carlo Polidori, José Luis Nieves-Aldrey y Concepción Orrosa Gallego

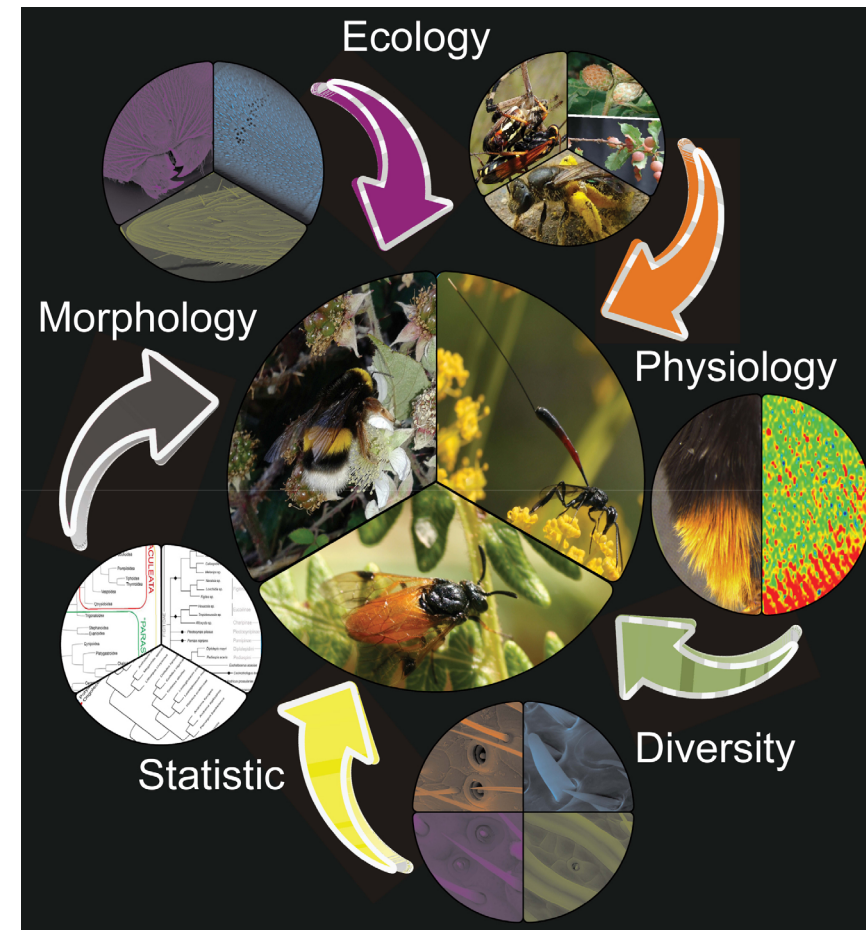
Diciembre 2018

Los himenópteros constituyen un orden de insectos muy variable en cuanto a sus estrategias vitales y especializaciones ecológicas: recurso trófico, tipo de nidificación, sustrato en el que se realiza la puesta de huevos, tipos de hospedadores, plantas para nutrir a las larvas y nivel de sociabilidad.

Desde un enfoque comparativo en clave evolutiva y utilizando técnicas analíticas no destructivas se ha intentado evidenciar las relaciones, vínculos y evolución entre morfología y ecología en himenópteros (abejas y avispas).

Prácticamente todo el material utilizado proviene de las colecciones de historia natural del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) y de la colección de Entomología de la Universidad Complutense de Madrid (UCME).

Se ha estudiado qué efectos produce la incorporación de metales como el zinc (Zn) a la morfología bucal en función del tipo de alimento que consumen y/o de sustrato donde se reproducen. Los datos obtenidos mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Cátodoluminiscencia (CL) y estudios cuantitativos de la presencia de Zn por Energía Dispersiva por Rayos X (EDS) apuntan a que el cambio estructural por la incorporación del metal a la cutícula solo se produce con altos porcentajes del mismo, independientemente de su posición filogenética, no existiendo una correlación entre niveles altos de cinc con estrategias y especializaciones ecológicas que requerirían endurecimiento (como cortar hojas, depredar presas, etc.). Se sugiere que la incorporación de Zn a las mandíbulas sea consecuencia de su historia evolutiva que haga más probable la aparición de unas



Los himenópteros representan un grupo ideal para estudios de procesos adaptativos y evolutivos porque nos permiten relacionar su gran diversidad de rasgos con sus estrategias vitales y sus especializaciones ecológicas con aspectos morfológicos y fisiológicos en clave comparativa.





respuestas morfológicas que otras y no a un patrón ecomorfológico.

El color es una característica distintiva de la variabilidad fenotípica en himenópteros. Mediante Espectroscopía Raman se ha documentado la existencia de dos pigmentos, eumelanina y feomelanina en estructuras anatómicas como patas y antenas en avispas macho del género *Mesopolobus* (Chalcidoidea, Pteromalidae) y en la pubescencia de abejorros (género *Bombus*). Las primeras asociadas a caracteres sexuales secundarios y las segundas posiblemente asociadas a estrés oxidativo. Se propone el orden Hymenoptera como un nuevo modelo ecofisiológico para esclarecer la bioquímica de la pigmentación animal.

Se analizaron mediante SEM-EDS la morfología, número, densidad y tipo de sensilas en hembras de diferentes familias de Apoidea especializadas en el uso de polen que incluyen especies desde muy especializadas (oligolécticas) hasta generalistas (polilécticas). Encontramos que las especies oligolécticas presentan mayor densidad de un tipo sensilar concreto posiblemente relacionadas con el reconocimiento de la planta nutricia.

Se evaluó el equipamiento sensorial antenal de machos y hembras en la superfamilia Cynipoidea. Se confirma que los machos presentan un menor número de tipos sensilares que las hembras siendo mayor la diferencia entre especies que inducen agallas (familia Cynipidae). Sin embargo, los machos pueden llegar a tener hasta cinco veces más de sensilas placoides (SP). Concluimos que las hembras de cinípidos desarrollan un equipa-

miento sensorial más rico para responder a actividades especializadas propias como la puesta de los huevos y que los machos poseen una mayor densidad de sensilas SP, como estrategia de vida para el reconocimiento de pareja.

Ecología de la conservación de *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793) en Francia

Joaquín Soler Girbés

Université Francois Rabelais de Tours/Universidad Autónoma de Madrid

Directores: Rafael Araujo Armero y Karl Matthias Wantzen

Diciembre de 2018

Margaritifera auricularia es una almeja de agua dulce considerada una de las especies de bivalvos más raras y amenazadas de Europa. Se estima que sus poblaciones han disminuido un 90% en los últimos dos siglos y hoy en día solo quedan unas pocas poblaciones envejecidas en España (cuena del Ebro) y Francia (Loira, Charente, Garona y Adour) en las que apenas hay reproducción natural. A pesar de albergar aproximadamente el 90% de la población mundial, las poblaciones francesas han sido muy poco estudiadas y existen importantes lagunas de conocimiento que dificultan su conservación. El objetivo general de esta tesis ha sido mejorar el conocimiento sobre el estado de conservación, la biología reproductiva y las primeras fases de vida de *M. auricularia*, especialmente en las poblaciones francesas.

A pesar de que el reclutamiento de ejemplares juveniles es muy escaso en todas las poblaciones, en los ríos Vienne y Creuse hemos encontrado evidencias de lo que constituye el evento de reproducción reciente de *M. auricularia* más notable conocido hasta la fecha. También hemos demostrado que la actual falta de reclutamiento no parece estar relacionada con la infertilidad de los especímenes. De hecho, observamos que el número de larvas por ejemplar grávido es de alrededor de 2.000.000. Así mismo, hemos visto que el período reproductivo comienza en Francia casi un mes más tarde que en España, probablemente debido a las diferencias en la temperatura del agua.

Como la mayoría de este tipo de almejas de agua dulce (orden Unionoidea, también conocidas como náyades), *M. auricularia* necesita peces hospedadores para el desarrollo de sus larvas parasitarias (gloquidios). El esturión europeo, *Acipenser sturio*, el único hospedador conocido para *M. auricularia* en Francia, fue desapareciendo durante el siglo XX y actualmente está prácticamente extinto. Por ello, nuestro objetivo fue identificar otros hospedadores que pudieran explicar los casos de reclutamiento reciente. El descubrimiento de tres nuevas especies (*Gasterosteus aculeatus*, *Petromyzon marinus* y el exótico *Silurus glanis*) indica que *M. auricularia* tiene un comportamiento más generalista en cuanto a la utilización de hospedadores de lo que se esperaba. El uso potencial de la lamprea marina (*P. marinus*) para reforzar las poblaciones de *M. auricularia* en todo su rango





© R. Araujo



© J. Soler

Ejemplar de *M. auricularia* liberando masas de gloquidios (izquierda). Lamprea marina, *Petromyzon marinus*, uno de los nuevos hospedadores identificados (derecha).”

geográfico puede ayudar a contrarrestar el declive de la especie.

Todos los hospedadores de *M. auricularia* conocidos actualmente tienen una notable tolerancia a la salinidad. Esta relación podría haber surgido gracias a la ventaja potencial que confieren las especies diádromas (que migran entre agua dulce y agua salada) para la dispersión de las almejas. Sin embargo, la construcción de presas y la degradación de la calidad del agua y el hábitat han provocado un grave declive de la mayoría de las especies de éstos peces en Europa durante los últimos años. Aunque el declive general de *M. auricularia* se debe a la acumulación de diferentes causas, la pérdida de especies hospedadoras parece haber sido un factor principal.

En esta tesis también se descubrió la utilización de *M. auricularia* por *Rhodeus amarus*, un pez ciprínido que pone sus huevos en la cavidad del manto de las náyades provocando un coste vital para los bivalvos. La reciente expansión de *R. amarus*, facilitada por el cambio climático y las introducciones accidentales, puede poner en peligro la supervivencia de algunas especies en riesgo de extinción, especialmente las que tienen una distribución más restringida.

La cría en cautividad de juveniles de *M. auricularia* es una tarea difícil y los resultados actuales no permiten todavía la reintroducción a gran escala de la especie. Como parece ocurrir en otras especies de almejas de agua dulce, las altas tasas de mortalidad de los juveniles de *M. auricularia* encontradas en los primeros me-

ses de cultivo pueden estar relacionadas con su desarrollo ontogenético, caracterizado por el pequeño tamaño inicial de los juveniles y su lento crecimiento hasta alcanzar el primer milímetro durante los críticos primeros meses.



Competencia, productividad y cambios a nivel de copas en bosques mixtos de pinos mediterráneos. Señales a nivel del árbol individual

Nicolás Cattaneo

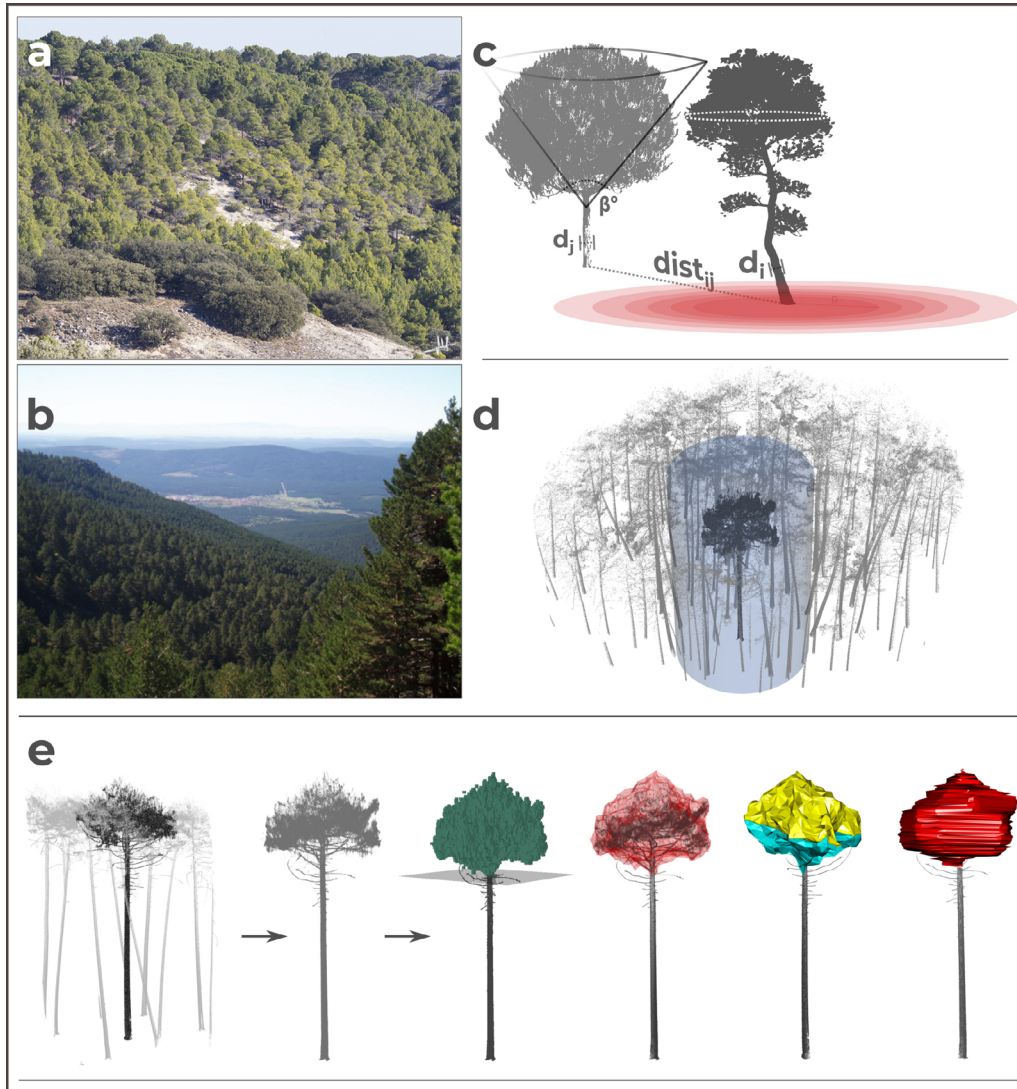
Universidad de Valladolid

Director: Andrés Bravo Oviedo y Felipe Bravo

Diciembre de 2018

Dado su mayor potencial como proveedores de servicios ecosistémicos, los bosques mixtos (aquellos en los que el dosel no está dominado por una sola especie arbórea) han tomado una relevancia particular en los últimos tiempos, originando nuevos paradigmas de gestión forestal, principalmente debido a que la mayor parte de las herramientas de manejo han sido desarrolladas para plantaciones o bosques dominados por una sola especie arbórea. De esta manera, el análisis de los efectos de las interacciones entre las especies sobre la dinámica de los bosques mixtos adquiere particular relevancia.

Aunque la mayor parte de los estudios de masas mixtas se han centrado sobre mezclas de



a) Bosques mixtos de *Pinus halepensis* y *Pinus pinea* en la provincia de Palencia. b) Bosques mixtos de *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster* en Sierra de la Demanda. c) Análisis de interacciones con índices de competencia. d) Parcela digitalizada con datos de scanner láser terrestre (TLS). e) Métricas desarrolladas sobre datos TLS para estudiar la alometría de copas en las mezclas.

especies muy diferentes, las combinaciones de especies similares, como las mezclas de pinos estudiadas en esta tesis, han mostrado efectos positivos sobre la productividad y el crecimiento de los bosques. Este aspecto es particularmente relevante si se comprende la frecuencia con la que este tipo de mezclas con especies del mismo género ocurren en ambientes mediterráneos. El principal objetivo de esta tesis fue estudiar a nivel de árbol los principales fenómenos que subyacen a los efectos positivos encontrados en mezclas de pinos en ambientes mediterráneos. Nuestros estudios de las interacciones nos indicaron que, en ciertas mezclas de pinos (pino carrasco y pino piñonero), la competencia entre los árboles de diferentes especies puede ser similar, comportándose la mezcla en su conjunto prácticamente como un “bosque monoespecífico”, sobre el que el manejo forestal puede resultar relativamente sencillo, a la vez que pueden obtenerse distintos beneficios de cada especie, y de la mezcla en general si se la compara con bosques monoespecíficos de las dos especies. Sin embargo en otras mezclas, como la de pino albar y pino negral, las interacciones entre las especies fueron evidentes, modificando la eficiencia en el uso del espacio de los árboles, por medio de cambios que ocurrieron tanto en las tasas de crecimiento como en la alometría de sus copas. Nuestros análisis a nivel de árbol y utilizando nuevas herramientas de medición precisa (como el escaner láser terrestre) revelaron que, incluso mezclas con especies que pertenecen al mismo género, pueden modificar el comportamiento de los árboles, acelerando su crecimiento y desencadenando fenómenos de complementariedad a nivel de sus copas, que pueden mejorar la utilización de los recursos disponibles en estos ambientes mediterráneos. Estos hallazgos revalorizan el mantenimiento de este tipo de mezclas a la vez que ponen en evidencia la necesidad de desarrollar nuevas herramientas selvícolas, para hacer un uso adecuado de los beneficios que estos sistemas, más complejos que los bosques monoespecíficos, pueden ofrecernos.

