



Tesis del MNCN

Historia evolutiva y patrones de diversificación de coleópteros vesicantes (Coleoptera: Meloidae) con notas sobre su taxonomía y distribución

Karen López

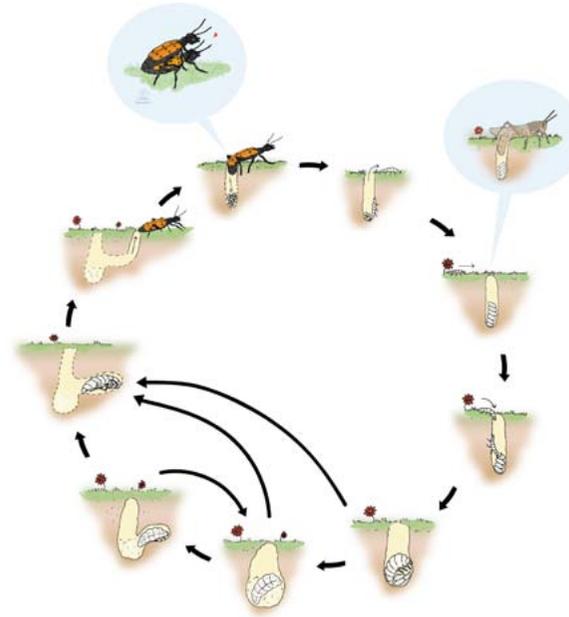
Universidad Autónoma de Madrid

Directores: Mario García París e Isabel Sanmartín

Marzo del 2022

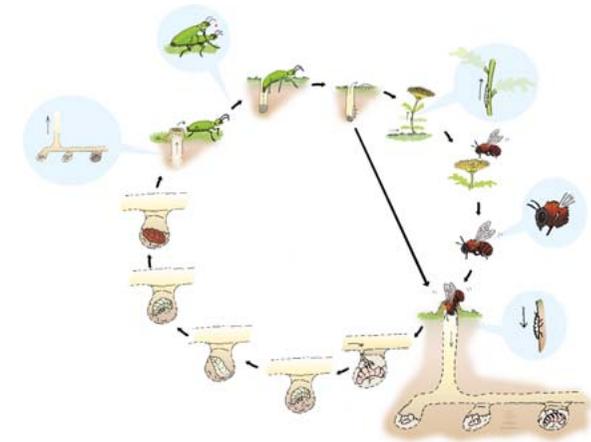
De acuerdo a los trabajos que se han publicado desde los inicios de la Biología Evolutiva, entender qué factores favorecen los procesos de especiación y extinción, y el cuándo y por qué ocurren cambios drásticos en dichos procesos, es uno de los principales objetivos de esta rama de la Biología. A lo largo de mi tesis, titulada “Historia evolutiva y patrones de diversificación de coleópteros vesicantes (Coleoptera: Meloidae) con notas sobre su taxonomía y distribución”, se emplean diferentes métodos para estimar las tasas de especiación y extinción, identificar posibles eventos de extinción masiva, y la asociación entre la aparición de algunos caracteres y cambios en la dinámica de la diversificación de linajes, para entender la historia evolutiva de los coleópteros vesicantes, familia Meloidae. De forma paralela, se incrementa el conocimiento taxonómico, biogeográfico y biológico del grupo de estudio. Los resultados sugieren que los procesos de especiación en Meloidae pueden ser tanto de

naturaleza adaptativa como no adaptativa, y que la evolución de algunos rasgos del ciclo de vida es responsable de la diversidad tóxica actual de la familia. También hemos encontrado que algunos rasgos o estrategias de vida están asociados



Ciclo de vida de un meloideo parasitoide de puestas de ortópteros. Las especies pertenecientes a las tribus Mylabrini y Epicautini son las que presentan este ciclo de vida. La primera larva se encarga de encontrar las puestas de ortópteros de forma activa, es decir caminando por el suelo. Dentro de la puesta de ortópteros toman lugar las siguientes metamorfosis. En este ciclo de vida puede haber reversiones y saltos a diferentes tipos de larvas.

a elevadas tasas de extinción históricas, lo que supone un mayor riesgo de extinción en el presente. Finalmente, se obtiene evidencia de que algunos linajes dentro de la familia experimentaron la pérdida de restricciones genéticas, selectivas, funcionales o de desarrollo, es decir, de restricciones evolutivas que daban forma a estructuras como los élitros y el abdomen. Esto permitió la exploración de nuevos fenotipos, que dio lugar a una copiosa diversidad morfológica. A través de



Ciclo de vida de un meloideo parasitoide de nidos de abejas solitarias. Las especies pertenecientes a la subfamilia Nemognathinae y Meloidae (excepto Mylabrini y Epicautini) presentan este ciclo de vida. La primera larva se encarga de encontrar el nido de abejas, ya sea de forma activa o por medio de un comportamiento complejo conocido como foresia. Este comportamiento consiste en que la larva se monta a una flor, espera que una abeja visite la flor, se monta en la abeja y es la abeja la que la transporta al nido. Dentro del nido toman lugar las siguientes metamorfosis.



este caso de estudio se puede entender mejor y cuantificar las consecuencias que alteraciones en las restricciones evolutivas pueden tener en la evolución morfológica. Finalmente, se establecen los límites de la distribución geográfica de *Spas-tonyx nemognathoides*, un taxón con una historia taxonómica compleja y se revisa la fauna de Epi-cauta en Venezuela.

Representatividad climática de las áreas protegidas, su papel como áreas emisoras o receptoras ante el cambio climático, y su efecto atractor de las alteraciones antrópicas

Mario Mingarro López
Universidad Rey Juan Carlos
Director: Jorge Miguel Lobo
Mayo del 2022

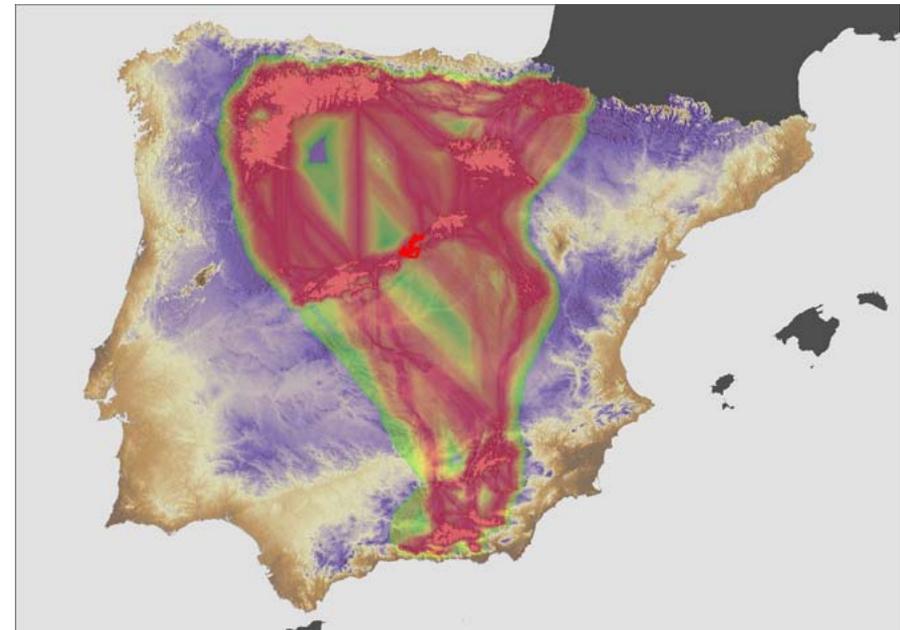
Actualmente estamos ante una pérdida de biodiversidad sin precedentes y la superficie natural continúa disminuyendo rápidamente. Los cambios, tanto en el clima como en el uso del suelo, son uno de los principales factores que influyen en la pérdida de biodiversidad. A la tendencia actual de pérdida de biodiversidad hay que añadirle que el clima está cambiando aceleradamente y estos cambios continuarán, pudiendo llegar a ser dramáticos en un futuro próximo. Para detener, o al menos frenar, esta pérdida de biodiversidad las áreas protegidas han cobrado un verdadero valor conservacionista, apareciendo integradas en prácticamente

todas las estrategias de conservación mundial. Además, se presentan como unos buenos indicadores de las consecuencias del cambio climático y de la interacción del ser humano con el medio natural. Sin embargo, una de las principales amenazas de las áreas protegidas viene determinada por su propia naturaleza, ya que el carácter dinámico de los cambios de distribución de las especies contrasta con la naturaleza estática de las áreas protegidas. Debido a este dinamismo climático las condiciones climáticas representadas en un área protegida podrían desaparecer en el futuro y aparecer en otros lugares más o menos alejados del área protegida; estos lugares podrían ser considerados como

áreas receptoras, potencialmente adecuadas para recibir propágulos del área protegida de origen.

A lo largo de este trabajo se ha estimado la representatividad climática actual y futura de los parques nacionales ibéricos. De esta manera, se han identificado las áreas que en el futuro tendrán un clima similar a las existentes ahora en los parques nacionales y, teniendo en cuenta el grado de alteración antrópica y de protección, se ha estimado el nivel de cambio que se producirá en sus condiciones climáticas actuales. Una vez identificadas las áreas receptoras se ha generado una red de corredores climáticos capaz de conectar dichas áreas con el parque

Red de corredores climáticos para el Parque Nacional de Guadarrama. A pesar de la discontinuidad espacial entre las áreas receptoras y el área protegida, es posible identificar los lugares que serán determinantes para brindar una eficacia conservacionista ante el cambio climático.





nacional en cuestión, permitiendo discriminar aquellas áreas más conflictivas que impiden la conectividad, debido al grado de transformación de los usos del suelo. Además, para comprender la capacidad de atracción para las especies que tienen los parques nacionales, y examinar también si el patrón detectado tiene una estructura espacial, se han obtenido los cambios en la cobertura del suelo tanto dentro como en sus áreas circundantes.

Los resultados han mostrado cuáles son las áreas importantes para mantener la representatividad climática de los parques nacionales en el futuro, revelando una reducción sustancial de la actual representatividad climática. Aunque la mayoría de las áreas receptoras tienen ahora usos del suelo forestales y seminaturales, los usos del suelo actuales obstruyen gravemente la red de corredores. Además, los resultados indican que la designación de un área protegida es, básicamente, un proceso capaz de facilitar el aumento de su condición natural en pocos años, proporcionando así un efecto beneficioso en su entorno. Sin embargo, el papel desempeñado por las áreas protegidas en Europa muestra una distribución espacialmente heterogénea, con claras y notables diferencias latitudinales.

En definitiva, los parques nacionales ibéricos se encuentran expuestos a una seria amenaza, como consecuencia de su naturaleza estática. Sin embargo, la metodología desarrollada en este trabajo se presenta como una herramienta sólida y eficaz, capaz de facilitar la adaptación al cambio climático de las especies que albergan estas

áreas protegidas. El enfoque propuesto puede aplicarse en cualquier espacio protegido para examinar su capacidad de representar, en el futuro, las condiciones ambientales que motivaron su declaración. Este tipo de trabajos son fundamentales para desarrollar estrategias de adaptación eficaces así como para sugerir políticas capaces de cuidar mejor las áreas protegidas y por lo tanto conservar la biodiversidad.

Espermatología en la conservación de especies amenazadas.

Pilar Villar
Universidad Autónoma de Madrid
Director: Eduardo Roldán
Febrero del 2022

Las biotecnologías reproductivas en las estrategias para la conservación de especies amenazadas facilitan el flujo génico entre poblaciones fragmentadas y contribuyen a mantener la variabilidad genética necesaria para asegurar la viabilidad de las especies. Además, complementan la acción de bancos de recursos genéticos que sirven para ampliar el marco temporal y espacial de la conservación de germoplasma y tejidos somáticos. El desarrollo de biotecnologías reproductivas requiere un conocimiento profundo de la biología reproductiva de cada especie. En particular, conocer las características espermáticas y los factores que afectan a la calidad seminal es esencial para comprender los determinantes de la fertilidad masculina y desarrollar técnicas de

reproducción asistida exitosas.

En primer lugar, se analizaron los parámetros seminales de gacela Cuvier, gacela dama, gacela dorcas y lince ibérico. Se caracterizaron la morfometría y cinética espermáticas y se examinaron las relaciones entre ellas. Los resultados mostraron que, en las tres especies de gacelas, los espermatozoides con cabezas más pequeñas y elípticas se mueven más rápido y en trayectorias más lineales y progresivas. No encontramos relaciones entre la morfología de los espermatozoides del lince ibérico con parámetros de cinética espermática.

La heterogeneidad del eyaculado según la morfometría del espermatozoide de las tres especies de gacela y lince ibérico mostró tres subpoblaciones comunes diferenciadas en tamaño y elipticidad de la cabeza de la célula, longitud de la pieza media del flagelo y longitud de las piezas principal y terminal. La heterogeneidad del eyaculado según las características de natación se evidenció por la presencia de cuatro subpoblaciones espermáticas en el eyaculado de gacela dama, gacela dorcas y lince ibérico, diferenciadas tanto por descriptores de velocidad como de trayectoria.

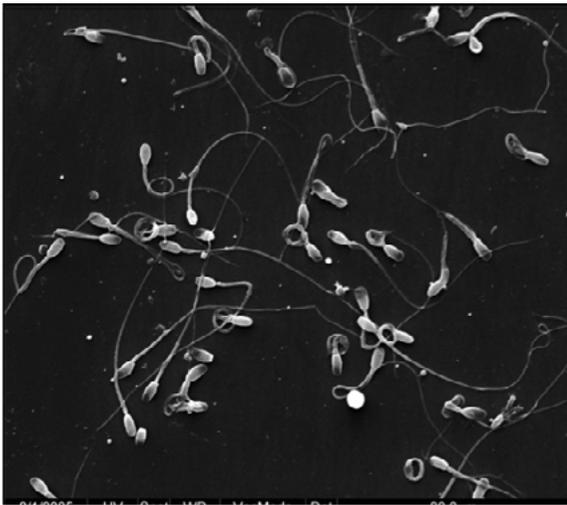
Por otro lado, se examinó la relación entre factores internos, como la variabilidad genética, en las características seminales de las cuatro especies. Asimismo, se examinó el efecto de factores externos, como enfermedades, en el lince ibérico. El análisis interespecífico de las tres especies de gacelas mostró que los espermatozoides de





la especie con mayor grado de consanguinidad, la gacela de Cuvier, tenían peor motilidad y mayor porcentaje de morfoanomalías y acrosomas dañados. En el análisis intraespecífico, únicamente en la gacela de Cuvier se apreció una relación significativa e inversa entre consanguinidad y motilidad, lo que sugiere que la calidad seminal se vería afectada a partir de determinado umbral de consanguinidad. La consanguinidad se asoció a espermatozoides con cabezas grandes y redondeadas y flagelos más cortos, además de espermatozoides lentos y menos progresivos.

En el lince ibérico, la calidad seminal de machos híbridos, con mayor variabilidad genética, es mejor que la de sus poblaciones parentales endogámicas. La heterocigosidad se relacionó significativa y positivamente con la concentración y



Espermatozoides de lince ibérico observados mediante microscopía electrónica de barrido.

número total de espermatozoides, su motilidad y el porcentaje de células morfológicamente normales, así como con un mayor éxito reproductivo. El efecto de la enfermedad renal crónica provocada por hipervitaminosis D afectó a la calidad seminal de los machos en la fase más grave de la enfermedad.

Por último, se realizó un ensayo para desarrollar métodos que permitan conservar espermatozoides de lince ibérico en refrigeración para su uso en transporte e inseminación artificial. Se evaluaron varios tratamientos en tres temperaturas (22°C, 15°C y 5°C) y tres medios de incubación (Ham's F10, TEST con y sin glicerol). Los resultados mostraron que es posible mantener la motilidad de los espermatozoides durante 24 horas de manera sencilla y con mejores valores a lo largo del tiempo en los tratamientos a 22°C en medios Ham's F10 y TEST sin glicerol y a 15°C en los medios TEST con y sin glicerol.

Distribución y control de la especie invasora *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, plaga del castaño, en España: Comunidades asociadas de parasitoides nativos, control biológico y evaluación de impacto de la introducción en el medio natural de la especie foránea *Torymus sinensis* Kamijo.

Diego Gil Tapetado

Universidad Complutense de Madrid

Director: José Luis Nieves Aldrey Jose F. Gómez y Francisco José Cabrero Sañudo

Junio del 2022

La avispa del castaño, *Dryocosmus kuriphilus* (Cynipidae), es una reciente especie exótica invasora plaga del castaño, que genera pérdidas económicas severas. Esta especie causa la pérdida de frutos y un debilitamiento generalizado del árbol mediante la inducción de agallas en grandes cantidades. Esta alta producción de agallas se debe a que *D. kuriphilus* no posee enemigos naturales que regulen sus poblaciones, a diferencia de otras especies nativas de Cynipidae y su fauna autóctona parasitoide. Para regular las poblaciones de *D. kuriphilus*, se ha empleado como controlador biológico a *Torymus sinensis* (Chalcidoidea: Torymidae), introduciéndolo en el medio natural.

La introducción de *T. sinensis* ha demostrado ser eficaz para disminuir las poblaciones de esta especie plaga, pero se plantean una serie de incógnitas acerca de su interacción con especies nativas. Estos posibles efectos negativos incluyen: a) ataque a especies nativas “no objetivo”; b) competencia con especies de parasitoides nativos; y c) hibridación con otras especies de *Torymus* nativas.

La liberación de *T. sinensis* presenta una serie de incertidumbres asociadas a problemas en conservación de las especies en el medio natural. Además, *D. kuriphilus* ha generado nuevas comunidades biológicas, reclutando especies nativas presentes en los robles. En España, la presencia de *D. kuriphilus* y la liberación de *T. sinensis* son recientes, y existe déficit de conocimiento sobre la interacción de estas dos especies junto con las especies nativas, generando un marco de estudio



biológico de un problema con fuertes implicaciones socioeconómicas.

A nivel biogeográfico se ha establecido y detallado las distribuciones de *D. kuriphilus* y de *T. sinensis* en España en el escenario más actual, incluyendo actualizaciones de nuevas zonas colonizadas, así como las zonas de máxima idoneidad para la especie plaga y los posibles escenarios a futuro considerando la dispersión natural de la especie.

Se han estudiado las comunidades biológicas reclutadas “de novo” por *D. kuriphilus* en Galicia y Andalucía, observando diferencias en sus composiciones y sus estructuras. Se ha comprobado la existencia de una subcomunidad de especies nativas con un rol parecido a *T. sinensis*, entre ellas *Torymus notatus*. Se ha indicado un posible efecto del clima sobre el tamaño de las agallas de *D. kuriphilus*, siendo más grandes en zonas con mayor temperatura, así como un efecto pareci-

do con el parasitismo. Se ha demostrado cómo el tamaño de las paredes de las agallas dificulta su parasitación, indicando cómo solo las especies que parasitan las agallas en fases iniciales de crecimiento son eficaces como control de *D. kuriphilus*.

El estudio filogenético de los parasitoides del género *Torymus* señalan a la especie autóctona *T. notatus* como la especie con mayor potencial de hibridación con *T. sinensis*. Las relaciones filogenéticas obtenidas se han relacionado con la historia natural de los *Torymus*, observándose que las especies con biología generalistas surgen posteriormente a las especies especialistas.

Por último, se ha indagado en los riesgos que supone la introducción de *T. sinensis* en el medio natural, obteniendo que la cercanía filogenética entre *T. sinensis* y *T. notatus* no constituye a priori un problema de hibridación, pero que sí existen evidencias en laboratorio y en estudios de campo de que *T. sinensis* es capaz de atacar a las agallas de Cynipidae nativas, sobre todo a aquellas que comparten una similitud morfológica con las agallas de *D. kuriphilus*.

Izquierda arriba: hembra de *Dryocosmus kuriphilus* ovipositando en una yema de castaño. Derecha arriba: agallas de *D. kuriphilus*. Abajo izquierda: Hembra de *Torymus sinensis* ovipositando y parasitando una agalla. Abajo derecha: Parasitoides nativos de la comunidad biológica de *D. kuriphilus* en España.



Cambios faunísticos, variación temporal y papel del exoesqueleto en Escarabeidos coprófagos

Eva Cuesta Moreno
Universidad Rey Juan Carlos
Director: Jorge Miguel Lobo
Septiembre del 2021

Los coleópteros coprófagos de la súper familia Scarabaeoidea son un taxón con importantes funciones ecológicas, desde la descomposición de excrementos, a la intervención en los ciclos biogeoquímicos del suelo, la dispersión de semillas o el control de parásitos. Las principales amenazas a las que se enfrentan son, sobre todo, los cambios en los usos del suelo y en los manejos del ganado, pero también el cambio climático y el calentamiento global.

En 1983 se realizó un inventario de la fauna coprófaga en un pastizal en las inmediaciones de la Estación Biológica de El Ventorrillo (Sierra de Guadarrama). En los años 2017-2018 se ha vuelto a realizar un muestreo obteniendo datos de actividad estacional y diaria, así como un registro de las temperaturas del aire a lo largo del día. La comparación de ambos inventarios reveló un aumento en la riqueza de especies probablemente a consecuencia de que el incremento de temperaturas de las últimas décadas ha propiciado la migración de especies propias de altitudes inferiores hacia zonas más frescas del gradiente altitudinal. También se han añadido al inventario especies más típicas de zonas boscosas a consecuencia de la forestación que está sufriendo



la Sierra de Guadarrama. No obstante, los coleópteros coprófagos escarabeidos son un grupo muy diverso y los cambios en el entorno no afectan del mismo modo a todas las especies, siendo las especies de talla más grande las que estarían sufriendo un mayor declive.

Con el aumento progresivo de las temperaturas, las especies podrían modificar sus patrones de actividad estacional y/o diaria desplazando tal actividad hacia los momentos del año o del día en los que se den sus óptimos de temperatura, mitigando así los efectos del calentamiento global. Para estudiar si esta posibilidad se da en las especies coprófagas, se han recopilado datos

bibliográficos de muestreos anuales de 17 localidades diferentes del Sistema Central. Los análisis revelan que esa capacidad para el cambio fenológico no es algo extendido en las especies estudiadas. Sólo un tercio de las 32 especies examinadas poseen cierto cambio en la fenología en función de la temperatura. Otro aspecto examinado ha sido si existe una correlación entre el ritmo de actividad estacional y el diario, de manera que las especies fuesen capaces de modificar su actividad diaria a lo largo del año. De nuevo, sólo un tercio de 34 especies podrían modificar su actividad diaria. Parece que las especies que pasan su vida básicamente dentro del excremento (endofágicas), están más expuestas a las condicio-

nes térmicas ambientales, pudiendo comenzar su actividad si detectan condiciones térmicas óptimas (mostrando mayor variabilidad en la actividad estacional y diaria). Sin embargo, las especies que pasan gran parte de su ciclo de vida en galerías en el suelo (hipofágicas), son más ajenas a las condiciones térmicas exteriores, y sus ritmos de actividad están establecidos más fijamente e independientes de las condiciones ambientales.

Por otra parte, son muchas las funciones que se le atribuyen al exoesqueleto de insectos: función protectora, mecánica, sostén y anclaje del aparato muscular..., y en los últimos años, además, se le ha asignado también un papel en la termorregulación de coleópteros. Esto adquiere gran importancia pues se da debido a las propiedades morfoestructurales del exoesqueleto, sin coste metabólico alguno. En esta tesis se ha estudiado si existe relación entre la respuesta del exoesqueleto a las radiaciones electromagnéticas y las preferencias ecológicas de las especies. Mediante análisis espectrofotométrico en los élitros de siete especies del género *Onthophagus* y considerando en los análisis el papel de algunos parámetros morfométricos de los élitros como su grosor, área y porcentaje de manchas oscuras, y peso de los coleópteros, se postula como el más relevante la cantidad de manchas oscuras, con un papel directo en la absorbancia de las radiaciones visibles e infrarrojas cercanas y dificultando, a su vez, la transmitancia de éstas. Sin embargo, aún no está clara la relación entre la respuesta espectrofotométrica de los élitros y las preferencias ecológicas de las especies.



Habitus de las siete especies estudiadas con sus élitros izquierdos separados para el análisis espectrofotométrico.