

CICLO BIOLÓGICO DE *BRUCHIDIUS SILIQUASTRI* DELOBEL, 2007 (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EN *CERCIS SILIQUASTRUM* L. PRIMERA CITA PARA ESPAÑA PENINSULAR

Rafael Yus Ramos¹, Pedro Coello García², Daniel Ventura Pérez³,
Keith Bensusan⁴ & Charlie Pérez⁴

¹ Urb. "El Jardín" nº 22, 29700 Vélez-Málaga (Málaga)

² Calle Milongas nº 7 (Camposoto) 11100 San Fernando (Cádiz)

³ Grupo de Ecología Funcional y Cambio Global; Centre Tecnològic Forestal de Catalunya; Carretera de Sant Llorenç de Morunys, km 2; 25280 Solsona (Lleida)

⁴ Gibraltar Botanic Gardens. The Alameda Red Sands Road, PO BOX 843 (Gibraltar)

Resumen: Se presentan nuevos datos sobre la biología de *Bruchidius siliquastri* Delobel, 2007 a partir de ejemplares obtenidos de legumbres del árbol del amor (*Cercis siliquastrum* L.) recolectadas en Gibraltar Botanic Garden, donde se obtuvieron los primeros ejemplares de la Península Ibérica, y también de varios pueblos de las comarcas del Maresme y de El Vallés Oriental (Barcelona), primera cita para la España peninsular. En esta ocasión, completado el desarrollo del insecto, proporcionamos detalles de su ciclo biológico, al tiempo que aportamos nuevas observaciones sobre su biología reproductiva y su comportamiento alimentario, tanto en la naturaleza como en el laboratorio.

Palabras clave: Coleoptera, Bruchidae, brúquidos, ciclo biológico, comportamiento reproductivo, comportamiento alimentario, parasitoidismo, Península Ibérica.

Biological cycle of *Bruchidius siliquastri* Delobel, 2007 (Coleoptera: Bruchidae) on *Cercis siliquastrum* L. First record from peninsular Spain

Abstract: New data on the biology of *Bruchidius siliquastri* Delobel, 2007 are presented. The data are based on specimens collected in Judas tree (*Cercis siliquastrum*) seed pods, from the Gibraltar Botanic Gardens, where we recorded the first specimens from the Iberian Peninsula, and also from several villages in Maresme and Vallés Oriental regions (Barcelona), first record from mainland Spain. Having studied the species' entire development, we provide some details of its life history and simultaneously make new observations on its reproductive biology and foraging behaviour, both in the wild and the laboratory.

Key words: Coleoptera, Bruchidae, seed beetles, life history, reproductive behaviour, feeding behaviour, parasitoidism, Iberian Peninsula.

Introducción

Desde el reciente descubrimiento y descripción del brúquido de probable origen oriental, *Bruchidius siliquastri*, por el entomólogo francés J. Delobel (Kergoat *et al.*, 2007), a partir de legumbres del árbol del amor o de Judas (*Cercis siliquastrum*) en varias localidades de Francia, se ha podido detectar inmediatamente en otros puntos de Europa. Así, por ejemplo, fue hallada en el año 2008 en Hungría (Gyorgy, Z., comunicación personal) y en el mismo año la encontramos nosotros en Gibraltar (Yus Ramos *et al.*, 2009a), confirmando así su establecimiento en la fauna paleártica occidental. Posteriormente, en agosto del 2009 la hemos hallado también en varios pueblos de las comarcas del Maresme y del Vallés Oriental (Barcelona): Cabriels, Teiá, Alella, Granollers, Caldes de Montbui y Sant Celoni, lo que constituye la primera cita de esta especie en España y una confirmación sobre su presencia y establecimiento en la Península Ibérica.

Estos hallazgos han motivado diversos trabajos, entre los que destacan los detalles morfológicos y consideraciones taxonómicas y filogenéticas por parte de sus descubridores (Kergoat *et al.*, 2007), ampliándose con otros aportados por nosotros recientemente (Yus Ramos *et al.*, 2009a), así como la descripción de sus estadios preimaginales, con excepción de la larva I (Yus Ramos *et al.*, 2009b) y unas

primeras observaciones sobre su biología reproductiva, que no incluían su ciclo biológico porque el periodo aún no se había completado (Yus Ramos *et al.*, 2009c), todo lo cual ha supuesto dar a conocer por vez primera detalles precisos sobre la biología de este insecto recién descubierto.

En el presente trabajo, que puede considerarse continuación y complemento de otro anterior (Yus Ramos *et al.*, 2009c), describimos por vez primera el ciclo biológico de *Bruchidius siliquastri* sobre el árbol del amor (*Cercis siliquastrum*), a partir de observaciones periódicas realizadas, tanto en la naturaleza como en el laboratorio, desde el mes de agosto del año 2008 al mes de septiembre del año 2009, lo que nos ha permitido cerrar un ciclo completo.

Se complementan estas observaciones fenológicas con algunas observaciones inéditas sobre la biología del insecto, especialmente en el proceso de apareamiento, puesta, eclosión, desarrollo larval, pupación y emergencia de los imágos, así como detalles sobre su comportamiento alimentario.

Material y métodos

El material de partida de este estudio fue un lote de vainas recolectadas de un único pie de árbol del amor o de Judas (Judas tree) (*Cercis siliquastrum*) infestado de Gibraltar

Botanic Gardens, recolectadas en agosto del 2008. Un año después, en julio del 2009, se realizó una nueva colecta para obtener imagos de la primera generación. Estas vainas se trasladaron al laboratorio y se dispusieron en diversos terrarios sencillos formados por cajas de metacrilato con tapadera perforada y fondo con papel higiénico. En algunos casos se procedió a desgranar las vainas para realizar observaciones directas sobre las semillas. Estos órganos se pusieron en incubación a temperatura ambiente de laboratorio, que en invierno fue de 20° C de temperatura y 80% de humedad relativa. Para nutrir a los imagos utilizamos una solución acuosa saturada de sacarosa (jarabe) que demostró tener un buen efecto en la estimulación reproductiva.

Para obtener información de sus fases preimaginales, procedimos inicialmente a la observación externa de vainas y semillas de *Cercis siliquastrum* recolectadas en agosto del 2008, a fin de advertir puestas de huevos, cicatrices de entrada, opérculos y agujeros de emergencia. Para acceder a las larvas o pupas, reblandecemos previamente las semillas, sumergiéndolas en agua 24 h, abriéndolas con cuidado posteriormente. Con este método, dado lo tardío de la inspección realizada, sólo obtuvimos los tres últimos estadios larvales y los dos pupales, quedando pendientes para la siguiente temporada la obtención de la larva I. Ésta se logró a partir de una segunda recolecta de 210 vainas (con 8 semillas/vaina de media), en julio del 2009, que además nos permitió ensayar una posible segunda generación anual.

Para la observación del desarrollo evolutivo del insecto, durante el periodo invernal de 2008-09, hemos puesto en incubación vainas y semillas con signos de infestación. Las vainas infestadas se distinguen por la presencia de huevos del insecto vacías y con detritos de roeduras de penetración de la larva. Las semillas infestadas se distinguen por la presencia de cicatrices de entrada de la larva y por la presencia de agujeros de emergencia operculados o bien abiertos por la eclosión temprana de imagos. Para las observaciones complementarias del verano del 2009 utilizamos las vainas originales del Gibraltar Botanic Gardens y, para observar el comportamiento de puesta y eclosión de la larva I utilizamos vainas sanas del mismo fitohuésped recolectadas en un parque de la localidad de San Fernando (Cádiz). Paralelamente se ha ido haciendo un seguimiento de la fenología del fitohuésped para observar el acoplamiento de la misma con la del insecto depredador.

Resultados y discusión

En un trabajo anterior (Yus Ramos *et al.*, 2009c) avanzamos algunos datos sobre la biología reproductiva de *Bruchidius siliquastri* en el árbol del amor (*Cercis siliquastrum* L.), pero estos datos eran incompletos porque cuando comenzaron los estudios ya se había iniciado una parte de su ciclo biológico. El seguimiento del desarrollo de estos insectos durante todo el periodo anual desde agosto del 2008 hasta septiembre del 2009, nos han permitido completar el ciclo biológico del insecto y añadir nuevas observaciones sobre su biología.

a.-Fenología de la planta huésped

Como se ha señalado anteriormente, *B. siliquastri* es un depredador especializado en semillas de *Cercis siliquastrum*, conocido en España como árbol del amor o árbol de

Judas (en Gibraltar “*Judas tree*”). Por la fenología general conocida, es una planta arborescente de hoja de forma acorazonada y caduca, por lo que pierde la hoja en otoño, recuperándola en primavera avanzada, después de que se inicie la floración al principio de la primavera, entre abril y mayo, momento en que engalana al árbol con sus llamativas flores rojizas o rosáceas (*redbud* llaman a otros *Cercis* de Norteamérica) (López González, 2001). Hacia el verano madura el fruto, estando listo para liberar las semillas en otoño, pero para ello las legumbres, que son largas y muy aplanadas, tienen que resecarse, permaneciendo colgadas en el árbol hasta bien adentrado el invierno.

Para determinar el acoplamiento del ciclo del insecto con el de su único fitohuésped conocido, se ha realizado un seguimiento de la evolución de la planta durante todo su ciclo anual. El resultado de estas observaciones fenológicas se muestra en la Tabla I.

Así pues, como datos a destacar de esta fenología está el hecho de que las flores están en la planta en un periodo relativamente corto de la primavera (excepcionalmente se ha observado un brote de floración en el mes de agosto en un pie de la provincia de Barcelona), y en cambio los frutos están presentes la mayor parte de su ciclo anual. Esto se debe a la larga duración del proceso madurativo de las legumbres y a la permanencia de los frutos secos durante casi todo el tiempo restante, cayendo al suelo solo en los últimos días de su ciclo anual, frecuentemente ayudados por el viento.

2. Ciclo biológico de *Bruchidius siliquastri*

En un trabajo anterior (Yus Ramos *et al.*, 2009c) ya planteábamos la primera cuestión que suscita el ciclo biológico de este insecto: la determinación del número de ciclos anuales que puede completar. Al respecto, recordamos que todos los imagos conocidos, tanto en Francia como en la Península Ibérica, se han recolectado por emergencia en los dos meses de verano, julio y agosto, coincidiendo con la maduración de las semillas, una sincronización fenológica común en otras especies de brúquidos y sus respectivos fitohuéspedes. Sin embargo, semillas observadas durante el otoño del 2008 nos mostraron larvas tardías (II-IV) o prepupas, lo que podría indicar la existencia de una segunda generación (en cuyo caso sería una especie bivoltina), o bien una puesta largamente escalonada entre agosto y septiembre. Para dilucidar este problema habría que demostrar si una supuesta segunda generación podría tener la capacidad para penetrar por órganos en proceso de desecación, aspecto que hasta ahora no se había demostrado. De no ser así, la única explicación factible de la presencia de estos estadios preimaginales otoñales es que la puesta se haya producido de forma escalonada, durante un largo periodo entre agosto y septiembre, mientras las vainas estaban aún maduras, y este comportamiento sería compatible con una condición de especie univoltina.

El seguimiento del ciclo biológico del insecto a lo largo de un año nos confirma que, como en otras especies de Bruchinae, esta especie presenta cuatro estadios o *instares* larvales, más dos estadios en la pupación: prepupa (sin órganos imaginales diferenciados) y pupa (con órganos imaginales ya diferenciados), cuya descripción ya hemos avanzado (Yus Ramos *et al.*, 2009b, 2009d, en prensa) (Fig. 1).

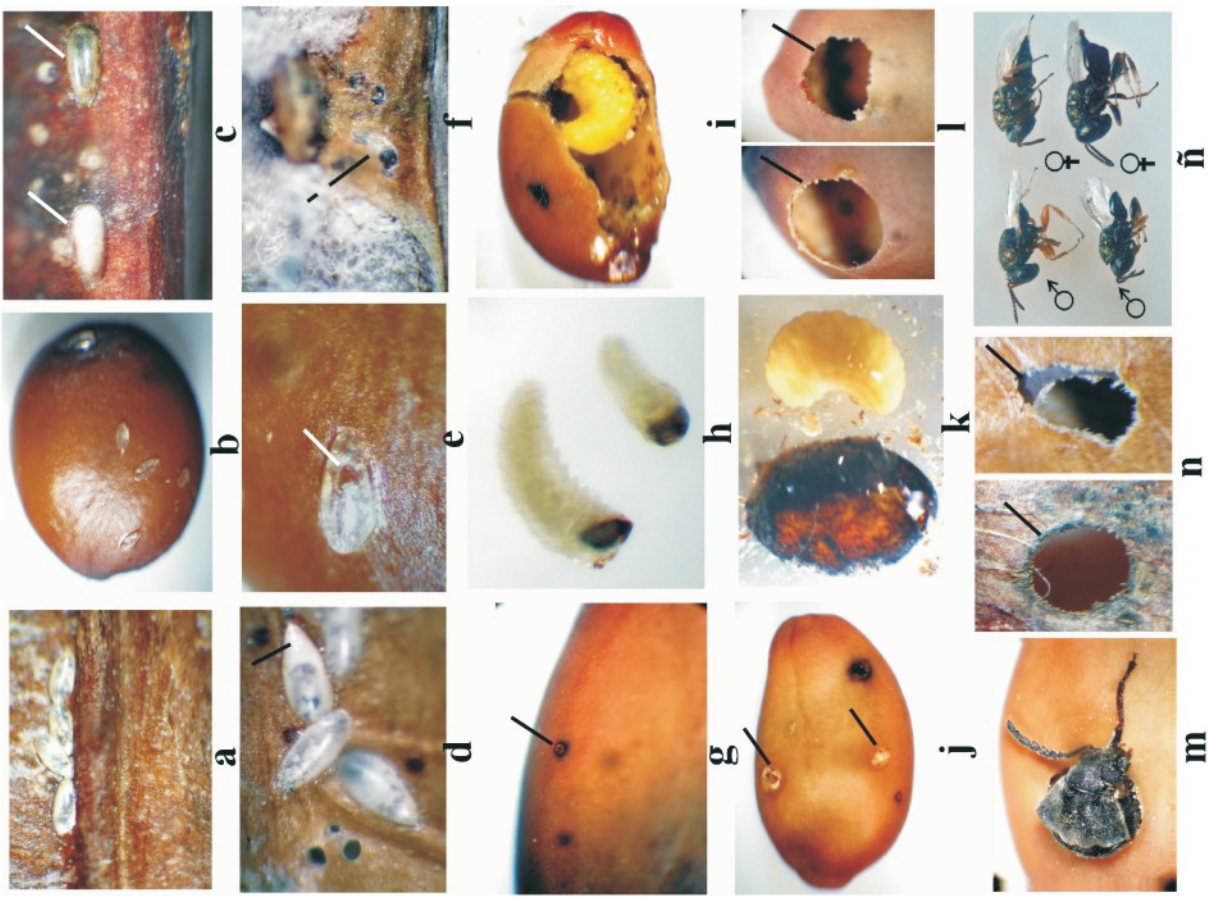
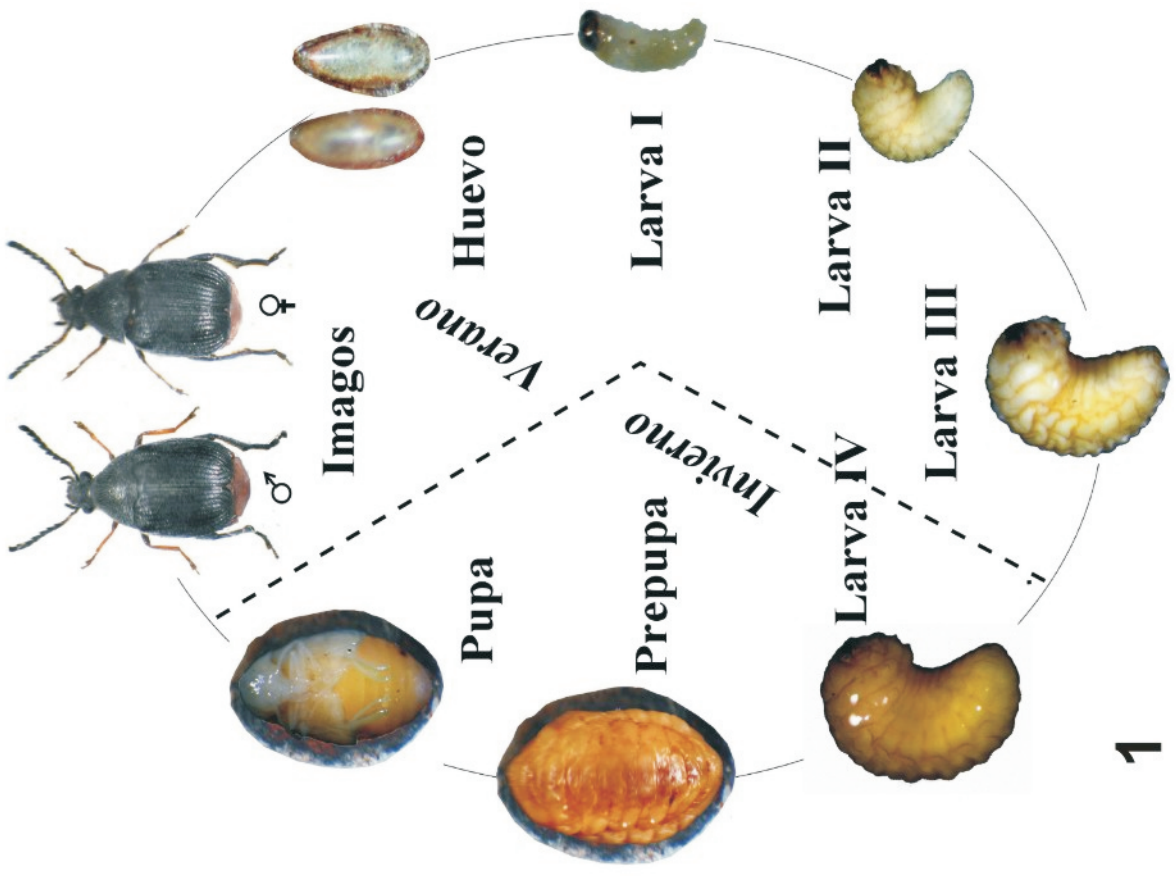


Fig. 2. Aspectos de la biología de *Bruchidius siliquastrum* Delobel. **a:** Puesta a lo largo del nervio de la legumbre; **b:** Puesta atípica sobre la semilla; **c:** Huevo no eclosionado (derecha) y eclosionado (izquierda); **d:** Huevo eclosionado (izquierda) y eclosionado (derecha); **e:** Eclosión lateral atípica en huevo puesto directamente sobre semilla; **f:** cicatriz de penetración de la larva I por el funículo de la semilla; **g:** cicatriz de entrada de la larva I en la testa de la semilla; **h:** ejemplares neonatos de larva I; **i:** Cámara larval de la larva IV; **j:** deterioros de la testa parcheados por la larva; **k:** Capullo pupal elaborado por la larva IV; **l:** Semillas con agujero de emergencia del imago de I brúquido (izquierda) y del parasitoide (derecha); **m:** Imago de brúquido emergiendo de la semilla y trabado en el agujero; **n:** Vainas con agujero de emergencia del imago del brúquido (izquierda) y del parasitoide (derecha); **ñ:** ejemplares de parasitoide del género *Dinarmus*: *D. italicus* (arriba), y *D. acutus* (abajo).



Normalmente las especies de *Bruchidius* adaptadas a la climatología mediterránea presentan un solo ciclo anual (univoltina), pero existen excepciones, como demostramos en otras especies estudiadas, tales como *Bruchidius raddiana* (Yus y Coello, 2008), que presentan dos ciclos al año, uno corto, de un mes de duración (en verano) y otro más largo (entre otoño e invierno) porque se interrumpe el desarrollo de los descendientes de la generación del verano. Sin embargo, esta última posibilidad exigiría capacidad para penetrar en frutos y semillas en proceso de desecación. Para comprobar esta cuestión realizamos un experimento en el laboratorio consistente en presentar, en agosto del 2009, legumbres secas sanas de San Fernando (Cádiz) a un lote de imagos recién emergidos de vainas infestadas recolectadas en Gibraltar Botanic Gardens. Las vainas de este periodo ya estaban secas o en un proceso avanzado de desecación, por lo que son adecuadas para probar la capacidad de penetración de la larva I a través de las superficies endurecidas de vainas y semillas. Para estimular la maduración de las gónadas y provocar la reproducción, aportamos a los imagos una solución acuosa saturada de sacarosa. En efecto, los insectos tomaron con avidez este jarabe y al poco tiempo iniciaron apareamientos. A los pocos días las hembras ya estaban grávidas e iniciaron la puesta sobre vainas y sobre semillas sueltas que les proporcionamos. En una semana aproximadamente, ya en septiembre del 2009, estaba formada la larva I, que trató de penetrar por debajo del huevo, atravesando la pared de la vaina o de la semilla, como dicta su instinto. El resultado de ello se muestra en la Tabla II.

En efecto, aunque el número de huevos abortados es relativamente pequeño, se produce un alto porcentaje de eclosiones anormales, en las que la larva I o neonata, en lugar de penetrar por debajo del huevo (sin salir al exterior), lo hace por un extremo, saliendo al exterior y tras un pequeño periodo de tiempo deambulando, acaba muriendo por inanición. Esto se debe a que la larva I no ha sido capaz de vencer la dureza de las paredes de la vaina y de la cutícula de la semilla, viéndose obligada a salir al exterior en contra de su instinto. No obstante, un pequeño porcentaje de las larvas I logra penetrar la vaina y la semilla, e incluso iniciar un par de mudas, dando lugar a larvas III. Las puestas directas sobre semillas proporcionadas de forma artificial no lograron penetración alguna y todas las larvas eclosionaron de forma atípicamente lateral.

A partir de estos datos obtenemos la conclusión de que la larva tiene capacidad para penetrar a través de la dura pared de la vaina y la cutícula de la semilla seca, pero con una eficacia relativamente reducida (10%) y en condiciones de laboratorio. Este bajo porcentaje de penetraciones exitosas, junto al hecho de que se le ha suministrado nutrientes de manera artificial, nos indica que en condiciones normales probablemente este insecto no inicie un segundo ciclo anual. En otros casos estudiados, como en *Bruchidius raddiana* (Yus y Coello, 2008), el insecto lograba dos ciclos anuales, pero en estos casos el fitohuésped estaba en floración durante un periodo de tiempo muy prolongado, por lo que el imago disponía de polen y néctar suficientes para madurar sus gónadas, además de frutos maduros aptos para ser colonizados. Como se ha señalado anteriormente, en la fenología de *Cercis siliquastrum* la floración es relativamente corta, deteniéndose en el mes de mayo, por lo que en condiciones naturales el insecto no dispone de nutrientes en

el mes de agosto o septiembre, aunque podrían nutrirse de la melaza que exudan las legumbres. No obstante, el problema principal está en la falta de disponibilidad de semillas maduras para una segunda generación, ya que en agosto las vainas y semillas ya están secas. Sólo en las condiciones forzadas de laboratorio el insecto ha podido lograr una segunda generación, pero como se ha indicado, con una eficacia relativamente baja. Con ello concluimos que *Br. siliquastri* es una especie univoltina y su fenología se muestra en la Tabla III.

3. Comportamiento reproductor

Podemos iniciar el ciclo reproductivo del insecto a partir de la emergencia y apareamiento de los imagos. Hasta el mes de junio no se aprecian los primeros imagos en el árbol. Un vareo de las ramas sólo mostró 2-3 ejemplares, y sin embargo, es en esta época cuando el insecto puede encontrar alguna flor de *Cercis siliquastrum* para nutrirse. Se descarta, por tanto, que el imago necesite las flores de este árbol para madurar sus gónadas, pero tampoco se detectan los imagos en flores de otras fanerógamas de los alrededores, lo que, como se explica más adelante, nos plantea un problema aún no resuelto. El periodo reproductivo se realiza durante todo el verano, iniciándose en junio y terminando en septiembre, durante el cual se suceden diversas oleadas de imagos que surgen de las vainas secas del año anterior y de la presente temporada. Este escalonamiento del ciclo explica el hecho de que aparezcan todas las fases del desarrollo a lo largo de todo el verano, si bien la duración del ciclo reproductivo de cada individuo es más corto, de aproximadamente 30-40 días, aunque las últimas tandas detienen el desarrollo con la llegada del otoño, manteniéndose en fase de larva IV, pupa o imago en la legumbre, hasta la primavera del año siguiente en que reanudan el desarrollo hasta completarlo.

a. Apareamiento. En condiciones de laboratorio, el aporte de melaza artificial parece estimular la actividad reproductiva, aumentando el número de apareamientos. Éstos se producen de la manera habitual en los Bruchinae y otros insectos: tras un tanteo entre ambos sexos, en el que la utilización de las antenas nos induce a considerar que realizan reconocimientos hormonales olfativos, el macho se coloca sobre el dorso de la hembra acoplando edeago y ovopositor durante un tiempo variable, normalmente unos 20 minutos. Durante el apareamiento la pareja puede ser interferida por un segundo macho, lo que a veces provoca la interrupción del apareamiento. Cuando éste termina, el macho descabalgua y se da la vuelta, quedando enganchados por sus genitales durante un corto periodo de tiempo.

b. Puesta. Al cabo de 4-5 días de incubación en las gónadas de la hembra, se empiezan a observar las primeras ovoposiciones en condiciones de laboratorio. La puesta se realiza directamente sobre la vaina madura, siendo por tanto del tipo A de la clasificación de Johnson y Romero (2004), característica de vainas indehiscentes o dehiscentes tardías. El 17-VI-09 observamos las primeras puestas de hembras emergidas de vainas recolectadas en agosto del 2008. El 4-VIII-2009 se observaron las primeras puestas de hembras emergidas de vainas recolectadas el 28-VII-09. En las localidades de Barcelona, las vainas recolectadas entre el 17-VIII-09 y el 25-VIII-09, también tenían abundantes huevos de esta especie. Suponemos que este fenómeno es conse-

Tabla I. Fenología de *Cercis siliquastrum* (2008-2009)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	(YF)	(H1) YF FL	H1 YF FL	H1 H2 (FL) F1	H2 F2 F3 F4	H2 F3 F4 F5	H2 (F4) F5 (F6)	H2 F5 F6	H2 (F6)	(F6) F7	F7
F7 F8	(F7) F8	(F8)									
H1: Primeras hojas H2: Hojas definitivas YF: Yemas florales FL: Flores F1: Frutos pequeños F2: Frutos grandes verdes, semillas pequeñas					F3: Frutos grandes verdes, semillas grandes F4: Frutos grandes parcialmente marrones F5: Frutos grandes totalmente marrones F6: Frutos grandes secos y cerrados F7: Frutos grandes secos y abiertos en árbol F8: Frutos y semillas caídos al suelo						

Tabla II. Resultados del experimento de eclosión con vainas y semillas secas

Nº huevos eclosionados	Nº huevos abortados	Nº eclosiones anormales	Nº de eclosiones normales	Nº de larvas vivas
60	17	30	13	6

Tabla III. Evolución anual de *Br. siliquatri* (2009-2010)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
				SA EM IM	SA EM IM HU EC L1	EM IM HU EC L1 L2	IM HU EC L1 L2	IM HU EC L1 L2 L3	(IM) L2 L3 L4 PP	L3 L4 PP PU HI	L4 PP PU HI
L4 PP PU HI	L4 PP PU HI	PP PU HI	PU HI								
IM: Imago HU: Huevo EC: Eclosión L1: Larva 1ª (instar 1) L2: Larva 2ª (instar 2) L3: Larva 3ª (instar 3)					L4: Larva 4ª (instar 4) PP: Prepupa PU: Pupa EM: Emergencia del imago HI: Hibernación del imago SA: Salida del imago						

cuencia del solapamiento de ciclos iniciados de forma escalonada durante el año anterior, debido a un dilatado periodo de puestas. En cualquier caso, como veremos más adelante, para que prospere el ciclo esta puesta se debe realizar sobre frutos ya maduros, lo que exige una sincronización de fenologías entre depredador y fitohuésped.

En condiciones normales la puesta se realiza sobre las paredes de la vaina, eligiendo preferentemente el entorno del nervio de la legumbre (Fig. 2-a), en la que los huevos se van disponiendo de manera alineada por varias hembras. En menor proporción se ven puestas directamente sobre uno u otro lado de la vaina, normalmente en las convexidades correspondientes a las semillas. En cada vaina se pone de 4 a 9 huevos, habitualmente 6 huevos, pero en condiciones de laboratorio se hacen puestas masivas en una misma zona de la vaina. En total contabilizamos en torno a 300 huevos en 210 vainas. En una muestra aleatoria realizada en Cabrilis (Tabla IV) observamos puestas masivas de más de 10 huevos entre los dos lados de la vaina, no existiendo aparentemente diferencias significativas de preferencia por un determinado lado.

En condiciones artificiales, suministrándoles la semilla desnuda, las hembras hacen numerosas puestas por semilla (Fig. 2-b), perdiendo el control del número óptimo de huevos/semilla ya que cada semilla no puede albergar más de dos larvas, y sin embargo, se llegan a poner 4-6 huevos/semilla, a veces con los huevos muy juntos, comportamiento que evita la hembra de otras especies de brúquidos mediante el marcaje con feromonas. El huevo, descrito en otro lugar (Yus Ramos *et al.*, 2009b) es ovalado (Fig. 1), un poco más ancho anteriormente y queda fuertemente adherido en la superficie de la vaina mediante una secreción que añade la hembra al final de la puesta. Esta adhesión es fundamental para el tipo estándar de eclosión y penetración, como veremos a continuación.

c. Eclosión y penetración. Después de 6-7 días de desarrollo embrionario, el huevo deja de ser hialino (Fig. 2-c) para hacerse más blanco cremoso, pudiendo distinguirse algunos segmentos del embrión. En una misma vaina podemos encontrar huevos en fases diferentes de desarrollo (Tabla IV), lo cual se debe al comentado escalonamiento de las

puestas. A partir de la maduración del embrión se inicia la eclosión, que se realiza de la forma más estándar, filogenéticamente más evolucionada, de los Bruchinae, consistente en iniciar la penetración inmediatamente debajo del corion del huevo, lo cual se corresponde con dos características morfológicas: el escaso desarrollo de las patas (que le confiere poca movilidad) y la cabeza fuertemente embutida en el protórax.

Para penetrar en la vaina, la larva I se da la vuelta y se coloca perpendicularmente, presionando con su abdomen la pared superior del corion, de ahí la importancia de una buena adherencia del huevo en la superficie de la vaina. En esta posición empieza roer la pared de la vaina, y con las patas dirige la viruta hacia el extremo del huevo. Precisamente esta viruta delata que se ha producido la eclosión (Fig. 2-c). Dado que la puesta se hace preferentemente a lo largo del nervio de la legumbre, la larva tiene que atravesar este órgano, de dureza y grosor superior a la de la pared de la vaina, aspecto que puede observarse mirando por dentro los orificios (Fig. 2-d), a veces también pequeñas galerías en el funículo de la semilla (Fig. 2-f) dejados por la larva I en su trayectoria de penetración a la semilla. De este modo, de los aproximadamente 300 huevos puestos en las 210 vainas observadas (con un total de 1.550 semillas), alrededor del 18% abortaron y en el resto (246 huevos) se observaron agujeros de emergencia de la larva I en las paredes de la vaina. Esto supone una tasa de infestación del 15,8% de las semillas, que podemos considerar elevada.

Una vez dentro de la vaina, la larva busca la semilla y penetra en ella, dejando al poco tiempo una cicatriz oscura en la testa (Fig. 2-g), que delata su penetración. La mayoría de las semillas tienen un solo agujero de penetración, algunas dos agujeros o más y en casos excepcionales hasta 6 agujeros de penetración, aunque es obvio que la mayoría de las larvas mueren por competencia intraespecífica, ya que el tamaño de la semilla sólo permite el desarrollo de un máximo de 2 insectos/semilla.

Sin embargo, la eclosión es exitosa solo cuando la puesta se produce en la vaina. Los huevos puestos en semillas secas en condiciones de laboratorio se desprenden en el momento en el que la larva I intenta penetrar o bien no pueden hacerlo por la dureza de la testa, y ello les obliga a una salida atípica por el extremo del huevo (Fig. 2-e), que se salda con la muerte de la larva por inanición. Además, dado que la larva I de esta especie está adaptada a una eclosión interna, tiene un escaso desarrollo de las patas, lo que le impide moverse con agilidad. Las puestas en las vainas secas admiten la penetración, como se puede comprobar por los diminutos agujeros de penetración que se divisan en las vainas, pero pocas de las que sobrepasan esta barrera logran penetrar en la semilla, muriendo dentro de la vaina por inanición. En estos experimentos con legumbres secas se recogieron más de 40 larvas I muertas en total. No obstante, como se muestra en la tabla IV, por razones que desconocemos, hay un pequeño porcentaje de eclosiones atípicas (dorso-laterales) que se dan en condiciones naturales en huevos puestos sobre la vaina, si bien estas eclosiones son muy raras.

e. Desarrollo larval. En condiciones normales, la larva I (Fig. 2-h, i) sí puede alcanzar la semilla e inicia allí el desarrollo larval, que consta de 4 estadios separados por una muda (Fig. 1). Como en otras especies de Bruchinae, la

larva I construye una diminuta cámara larval nutriéndose de su contenido, al término de la cual muda y da lugar a una larva II más grande que hace lo mismo pero ampliando la cámara larval sobre la anterior, consecuencia de su nutrición. Y así sucesivamente hasta alcanzar el estadio IV, en el que la larva alcanza el máximo tamaño (Fig. 2-j), así como su cámara pupal. En un artículo anterior (Yus Ramos *et al.*, 2009c) ya indicábamos que algunas veces se advierte que la cámara larval llega a abrir una comunicación al exterior, creemos que de forma accidental pues la larva repara inmediatamente este desperfecto parcheando la pared con una amalgama de detritos (Fig. 2-k), aprovechando el contacto de la semilla con las paredes de la vaina.

En condiciones normales sólo se desarrolla una larva por cada semilla, pero hay ocasiones en que pueden completar el desarrollo dos larvas, en cuyo caso ambas procuran no interactuar, nutriéndose cada una de los nutrientes de lados opuestos, independientemente de la parte por donde penetraron, lo que determina que los agujeros de emergencia del adulto estén siempre en extremos opuestos. Es precisamente en estas condiciones de doble infestación cuando se producen más frecuentemente los deterioros de las paredes y apertura al exterior, posiblemente por la mayor escasez de espacio y nutrientes. De 74 semillas abiertas y con larvas, encontramos que aproximadamente el 20% (15 semillas) tenían la larva muerta. El desarrollo larval puede durar unos 20 días, aunque los ejemplares más tardíos pueden detenerse en la larva IV durante la etapa otoñal-invernal y reanudar el desarrollo en primavera.

f. Pupación. Antes de entrar en pupación, la larva IV prepara una cámara pupal que consta básicamente de la misma cámara larval IV, revestida de una capa de detritos, exuvias y secreciones del insecto, con las que confecciona un fino capullo o *cocoon*, de una consistencia coriácea, parecida al parcheo que hacen las larvas cuando accidentalmente rompen la testa (Fig. 2-l). Antes de terminar esta operación, la larva IV confecciona un opérculo, para lo cual roe el tejido inferior de la testa, haciendo un círculo del tamaño apropiado para la salida del imago. En caso de que este agujero sea más estrecho, el imago tiene que agrandarlo con sus mandíbulas, pero a veces no se realiza bien esta operación y queda trabado en el orificio, muriendo allí por inanición. Este opérculo, visto externamente aparece algo más traslúcido que el resto de la testa, hecho por el cual se le suele llamar “ventana opercular”. Tras esta operación, la larva IV inicia el proceso de pupación, entrando primero en una fase prepupal que básicamente es una larva IV estirada y paralizada (Fig. 1), tras lo cual se forma la pupa propiamente dicha (Fig. 1). La duración de la pupación es de unos 10 días, pero frecuentemente se detiene en diapausa porque suele producirse en el comienzo del periodo otoñal-invernal. En primavera interrumpe la diapausa y completa la pupación.

g. Emergencia. Tras la pupación, el imago recién formado trata de salir al exterior empujando con su cabeza el opérculo (Fig. 2-m). A veces el insecto tiene que morder ligeramente el agujero para facilitar su salida. Si la semilla se ha desprendido de la legumbre y está en el suelo, la emergencia es directa, pero, como sucede frecuentemente, la semilla queda en la vaina y entonces el insecto tiene que hacer un agujero de emergencia por sí mismo para poder

Tabla IV. Características de la puesta en una muestra aleatoria de Cabrils (21-VIII-09)

	Nº semillas	Lado de la vaina	Nº huevos	En desarrollo	Eclosión normal (ventral)	Eclosión atípica (dorsal)
Vaina 1	9	Derecho	3		2	1
		Izquierdo	9	2	6	1
Vaina 2	10	Derecho	6	4	2	-
		Izquierdo	4	1	3	-
Vaina 3	10	Derecho	8	4	4	-
		Izquierdo	10	7	3	-

Tabla V. Balance de la infestación de semillas de *C. siliquastrum* por *Br. siliquastrum*

Nº vainas recolectadas	Nº semillas recolectadas	Nº huevos puestos	Nº de agujeros penetración	Nº agujeros de emergencia	
				Brúquidos	Parasitoides
210	1.550	300	246	104	64

salir al exterior. El agujero de emergencia del brúquido es perfectamente circular y de bordes lisos (Fig. 2-n), a diferencia del de los parasitoides, de forma más irregular, con borde quebrado (Fig. 2-ñ). Esta diferencia de aspecto se corresponde con la forma en que se confecciona, pues mientras que el brúquido da mordiscos diminutos, echando la viruta hacia dentro, el parasitoide da mordiscos más groseros e irregulares, echando la viruta hacia fuera.

El vareo del árbol fitohuésped en los meses de julio y agosto muestran muy pocos imagos. En cambio, si se recolectan legumbres vemos que emergen rápidamente en el laboratorio los imagos de la nueva generación y se descubre que algunos de estos imagos permanecen dentro de las vainas, que se mantienen cerradas mucho tiempo. De esto deducimos que los imagos utilizan las legumbres para invernar y que muchos de los ejemplares, a cuyo término de desarrollo les llega el final del verano o principios del otoño, permanecen en la semilla hasta la primavera avanzada. En cualquier caso, dado lo tardío en la dehiscencia de la legumbre, los imagos (tanto de brúquidos como de parasitoides) han de hacer otro agujero de emergencia en las paredes de la vaina situadas en inmediato contacto con el agujero de emergencia de la semilla, con el fin de salir al exterior. Al igual que sucede con el agujero de las semillas, aquí también aparece una clara diferencia entre el agujero regular del brúquido y el irregular de su parasitoide. De las 210 vainas recolectadas emergieron un total de 104 imagos del brúquido y 64 de parasitoides que dejaron igualmente 168 agujeros de emergencia.

4. Comportamiento nutritivo

La larva de *B. siliquastrum* es un depredador de semillas de *C. siliquastrum*. Hasta la fecha solamente se ha encontrado este insecto sobre este único fitohuésped, lo que podría explicar que haya pasado desapercibido durante tanto tiempo (hasta su descubrimiento en el 2007). Es decir, el imago no visita flores de otras plantas más o menos cercanas al árbol como hacen otros brúquidos, sino que se mantiene en el mismo pie o bien migran a otros pies cercanos.

Para comprobar el grado de especialización nutritiva, proporcionamos, en condiciones de laboratorio, otras legumbres alternativas, como *Gleditsia triacanthos*, observándose que los adultos no hacen puestas en estas vainas. Cuando se mezclaban vainas de *Cercis siliquastrum* y de otras legumbres, se observaba que la hembra seleccionaba únicamente las vainas de *Cercis siliquastrum*. Sin embargo, esto no demuestra que la especie sea monófaga, pues posiblemente, como sucede con la mayoría de los brúquidos, sea

oligófaga, admitiendo otros fitohuéspedes del mismo género. De hecho el entomólogo alemán Anton, en comunicación personal con Delobel (véase Kergoat *et al.*, 2007), notificó que había visto esta especie sobre otro *Cercis* en países de Oriente.

Otro aspecto de interés es la capacidad de infestación. Para ello, contabilizamos, a partir de todas las vainas que recolectamos en Gibraltar Botanic Gardens (210 en total) el número de imagos del brúquido y de sus parasitoides que eclosionaron. Los datos de esta contabilidad se muestran en la Tabla V.

De estos datos, considerando una infestación de 1 brúquido /semilla y contabilizando los parasitoides como brúquidos potenciales, deducimos que el índice de destrucción de semillas es relativamente alto (10,8%), denotando la existencia de una gran población de brúquidos concentrada en su único fitohuésped. No obstante, la tasa de depredación por parasitoides es bastante alta (38%), lo que significa que existe un importante control demográfico de la población de brúquidos por sus enemigos naturales. Se observa que las semillas que son doblemente infestadas dan lugar a brúquidos de tamaño un poco más pequeño (longitud pronoto-elitral de 3,0-3,5 mm frente a los 3,8-4,2 mm el tamaño normal), lo que sin duda es una consecuencia de la menor disponibilidad de nutrientes durante el desarrollo larval. Muy raras veces puede observarse algún imago extremadamente pequeño (1,7 mm), pensamos que posiblemente por ser un insecto que penetraría en una semilla ya habitada por una larva en avanzado estado de desarrollo y que por tanto disponía de una cantidad muy pequeña de nutrientes.

En cuanto a la nutrición del imago, lo general en los Bruchinae es que se nutran de polen y néctar de flores, variando según la especie de brúquido en cuestión. En general, los brúquidos encuentran estos nutrientes en diversas especies de fanerógamas, frecuentemente muy apartadas filogenéticamente del fitohuésped de la larva. Sin embargo, se tiene constancia de que en algunos casos, como el gorgojo del guisante (*Bruchus pisorum* (L.)), el imago tiene que comer forzosamente polen del fitohuésped de la larva (*Pisum sativum*), pues de lo contrario no maduran sus gónadas. Sin embargo, estos requerimientos son excepcionales en los Bruchinae, siendo lo más común el uso de diversas fanerógamas para este fin. En el caso de la especie que nos ocupa, *B. siliquastrum*, la nutrición del imago es una incógnita puesto que, como se ha señalado anteriormente, los imagos no aparecen en el árbol hasta bien adentrado el mes de junio, cuando las flores del árbol ya han desaparecido. En experimentos de laboratorio hemos demostrado, sin embargo, que

los imagos aprecian mucho la melaza artificial que le suministramos y que, al parecer, ello estimula la reproducción. En los meses de julio y agosto, que es cuando más imagos hay en el árbol, no hay flores en el árbol y tampoco se detectan imagos en flores de otras especies de fanerógamas de los alrededores, por lo que solo caben dos posibilidades: que el imago obtenga melaza de algunas secreciones que se aprecian en las vainas de las legumbres de *Cercis*, o bien que puedan reproducirse sin necesidad de una alimentación imaginal previa. Esta cuestión no ha podido ser dilucidada en este estudio.

4. Enemigos naturales

En nuestras primeras observaciones de agosto del 2008 no se detectaron signos de ataques de parasitoides (Yus Ramos *et al.*, 2009). Sin embargo, entre los meses de abril y mayo del 2009, y posteriormente en el mes de agosto del mismo año, salieron gran cantidad de ellos de las vainas que teníamos en incubación, denotando un alto grado de parasitismo (38%, Tabla VI), posiblemente por la propia densidad de infestación de las vainas por los brúquidos, al constituir una población estable y muy especializada en un solo pie de su fitohuésped. Intensidades similares se observaron en las vainas recolectadas en distintas localidades de Barcelona. El examen de los parasitoides procedentes del Gibraltar Botanic Gardens ha permitido determinar que se trata de dos especies de micro himenópteros de la familia Pteromalidae: *Dinarmus acutus* (Thomson, 1878), un ectoparasitoide solitario muy frecuente entre los brúquidos del Viejo Mundo (Fig. 2-ñ) y *Dinarmus italicus* (Masi, 1922), siendo la primera de ellas mucho más abundante. Según Leong y Dickason (1975), la hembra de *D. acutus* suele hacer la puesta introduciendo el oviscapto en la semilla para alcanzar a las larvas de brúquidos, preferentemente en estado avanzado (larvas III-IV). La hembra deposita un huevo sobre la cutícula de la larva, y de allí sale una larvula del parasitoide que devora externamente a la larva del brúquido hasta completar sus tres estadios larvales. Su ciclo es relativamente corto en la estación cálida (24 días), pero si llega el periodo frío entra en diapausa hasta la nueva estación cálida. En las localidades de Barcelona, además de la presencia de *D. acutus*, se han observado algunos ejemplares de otras especies de parasitoides de la familia Eupelmidae que actualmente están en estudio. Como se ha indicado anteriormente, los parasitoides salen por agujeros de emergencia de contorno irregular y bordes quebrados, a diferencia de los agujeros de emergencia circulares de los imagos de brúquidos.

Conclusiones

En el presente completamos las observaciones preliminares realizadas anteriormente (Yus Ramos *et al.*, 2009c) sobre la biología reproductiva de *Bruchidius siliquastris* Delobel, una especie de brúquido recientemente creada y de la que apenas se dispone de conocimiento sobre su biología. Estas observaciones, realizadas a partir de la emergencia de imagos en verano en el Gibraltar Botanic Gardens y varias localidades de la provincia de Barcelona, han permitido establecer la fenología del brúquido y su fitohuésped, y por tanto el ciclo

Tabla VI. Índice de infestación de semillas de *C. siliquastrum* por *B. siliquastris*

	Nº emergencias de imagos (104)	Nº emergencias de parasitoides (64)
Tasas de éxito y de parasitismo	62%	38%
Tasa de destrucción de semillas	10,8%	

biológico completo de este insecto. Complementariamente, se añaden diversas observaciones sobre la biología reproductiva y nutritiva, así como sobre sus enemigos naturales. Con estos estudios consideramos que disponemos ya de un conocimiento básico sobre la biología de este insecto, a partir del cual se pueden trazar otros estudios de mayor profundidad sobre aspectos concretos de interés sobre la biología de esta especie.

Bibliografía

- JOHNSON, C.D. & J. ROMERO-NÁPOLES 2004, A review of evolution of oviposition guilds in the Bruchidae (Coleoptera), *Revista Brasileira de Entomologia*, **48**(3): 401-408.
- LEONG, K.L. & E.A. DICKASON 1975, Biology of *Dinarmus acutus*, a Chalcidoid Parasite of the Vetch Bruchid. *Annals of the Entomological Society of America*, **68**(6): 943-948.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, G.A. 2001. *Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Tomo II. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- KERGOAT, G. J., P. DELOBEL & A. DELOBEL 2007. Phylogenetic relationships of a new species of seed-beetle infesting *Cercis siliquastrum* L. in China and in Europe (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae: Bruchini). *Annales de la Société Entomologique de France* (n.s.), **43**(3): 265-271.
- YUS RAMOS, R. & P. COELLO GARCÍA 2008. Ciclo biológico y comportamiento reproductor de *Bruchidius raddianae* Anton y Delobel, 2003 (Coleoptera: Bruchidae) en la acacia sudafricana (*Acacia karroo* Haynes) en la Península Ibérica". *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **43**: 297-308.
- YUS RAMOS, R., K. BENSUSAN & CH. PÉREZ 2009a. *Bruchidius siliquastris* Delobel 2007. Una nueva especie para la fauna ibérica de brúquidos (Coleoptera: Bruchidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **44**: 151-159.
- YUS RAMOS, R., K. BENSUSAN, CH. PÉREZ & P. COELLO GARCÍA 2009b, "Descripción de estadios pre-imaginales de *Bruchidius siliquastris* Delobel, 2007" (Coleoptera: Bruchidae)". *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **33**(1-2): 161-170.
- YUS RAMOS, R., K. BENSUSAN, CH. PÉREZ & P. COELLO GARCÍA 2009c, "Aproximación a la biología de *Bruchidius siliquastris* Delobel, 2007 en *Cercis siliquastrum* L.". *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **44**: 435-440.
- YUS RAMOS, R., P. COELLO GARCÍA, K. BENSUSAN & CH. PÉREZ 2009d, "Descripción de la larva I de *Bruchidius siliquastris* Delobel, 2007 (Coleoptera: Bruchidae)". *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **34** (en prensa).