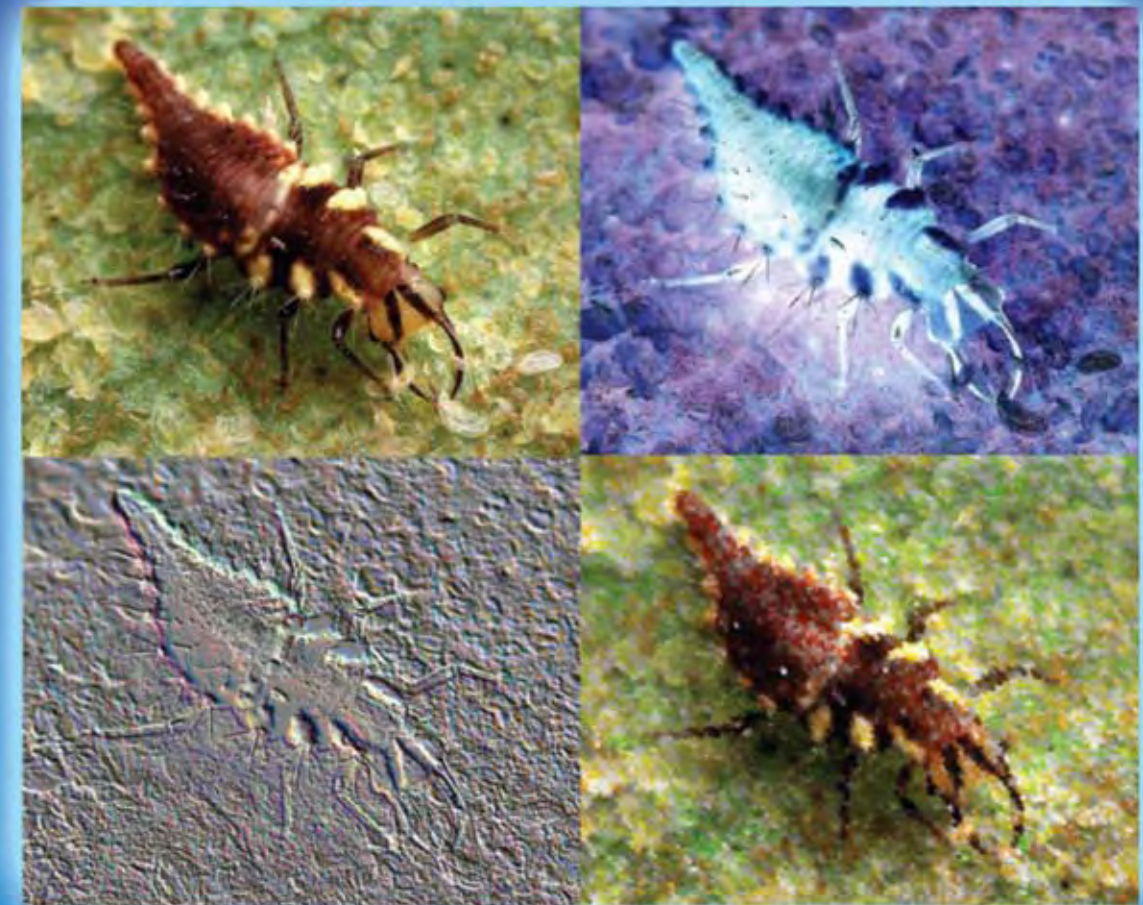


TEORÍA Y APLICACIÓN DEL
CONTROL BIOLÓGICO

L. A. Rodríguez del Bosque
H. C. Arredondo Bernal
Editores

TEORÍA Y APLICACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO



L. A. Rodríguez del Bosque
H. C. Arredondo Bernal
Editores

TEORÍA Y APLICACIÓN DEL
**CONTROL
BIOLÓGICO**

L. A. Rodríguez del Bosque
H. C. Arredondo Bernal
Editores

TEORÍA Y APLICACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares de derecho de autor.

ISBN 978-968-5384-10-0

Derechos reservados © 2007

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

Insurgentes Sur No. 489, piso 16

Col. Hipódromo Condesa

C.P. 06100 México, D.F.

Diseño de portada e interiores: L. A. Rodríguez del Bosque

Primera Edición

Tiraje: 1,000 ejemplares

Impreso en México

Esta obra se terminó de imprimir en noviembre de 2007



Sociedad Mexicana de Control Biológico, A.C.

Mesa Directiva 2005-2007:

Presidente: *Hugo César Arredondo Bernal*

Vice-Presidente: *Jorge E. Ibarra Rendón*

Secretario: *Héctor González Hernández*

Tesorera: *María Cristina del Rincón Castro*

La cita correcta de este libro es:

Rodríguez-del-Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (eds.). 2007 Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.

PRÓLOGO

El control biológico de organismos nocivos para la agricultura, ganadería y recursos naturales ha cobrado un renovado interés a nivel mundial durante las últimas dos décadas por razones económicas, ambientales y de salud humana. El estudio y aprovechamiento de los enemigos naturales (parasitoides, depredadores y patógenos) no es nuevo en México; sin embargo, el control biológico en nuestro país ha tenido un repunte importante en los últimos años como consecuencia de diversos factores, entre ellos la fundación en 1989 de la Sociedad Mexicana de Control Biológico (SMCB), la cual ha promovido el estudio, capacitación y transferencia de tecnología sobre esta disciplina a lo largo y ancho de la República Mexicana. Entre las acciones de capacitación de la SMCB, destaca el Curso Nacional de Control Biológico que organiza anualmente desde 1990. Así, el XVIII Curso se imparte del 11 al 13 de noviembre de 2007 en la bella ciudad de Mérida, Yucatán, con el apoyo de diversas organizaciones e instituciones. Este libro reúne las ponencias que prestigiados instructores del XVIII Curso han elaborado como apoyo didáctico a los capacitandos. Agradecemos cumplidamente a todos los instructores de México, E.U.A. e Italia por su participación en este curso y en los documentos que aquí se plasman.

El libro se compone de 18 capítulos en cuatro secciones. En la primera sección (Fundamentos) se incluyen los capítulos: 1. Introducción, Filosofía y Alcance del Control Biológico; 2. Fundamentos Ecológicos del Control Biológico; 3. Importancia de la Sistemática en Control Biológico; y 4. Métodos de Evaluación de Enemigos Naturales. La segunda sección (Parasitoides y Depredadores), la componen los capítulos: 5. Biología, Ecología y Etología de Parasitoides; 6. Depredación entre Artrópodos; 7. Uso de Depredadores para el Control Biológico de Plagas en México; y 8. Perspectivas del Uso de Raphidioptera y Neuroptera Coniopterygidae como Agentes de Control Biológico. En la tercera sección (Entomopatógenos) se incluyen los capítulos: 9. Hongos Entomopatógenos; 10. Uso de Bacterias en el Control Biológico; 11. Bioinsecticidas Virales; y 12. Bioseguridad de Agentes de Control Microbiano. Por último, la cuarta sección (Estudios de Caso) la integran los capítulos: 13. Control Biológico de Maleza; 14. Control Biológico de Insectos Plaga en el Sureste de México; 15. Control Biológico de Langostas y Saltamontes; 16. Control Biológico de la Cochinilla Rosada del Hibiscus *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae); 17. Enfoques y Tendencias del Control Biológico en México; y 18. Terminología sobre Control Biológico. Esperamos que este documento motive el estudio y aplicación del control biológico.

Luis A. Rodríguez-del-Bosque
Hugo C. Arredondo-Bernal
Editores, noviembre de 2007

TEORÍA Y APLICACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO

ISBN 978-968-5384-10-0

CONTENIDO

Capítulo	Página
A. FUNDAMENTOS	
1. Introducción, Filosofía y Alcance del Control Biológico <i>J. F. Barrera</i>	1
2. Fundamentos Ecológicos del Control Biológico <i>L. A. Rodríguez-del-Bosque</i>	19
3. Importancia de la Sistemática en Control Biológico <i>A. González-Hernández y J. I. López-Arroyo</i>	36
4. Métodos de Evaluación de Enemigos Naturales <i>H. González-Hernández y C. Pacheco-Sánchez</i>	48
B. PARASITOIDES Y DEPREDADORES	
5. Biología, Ecología y Etología de Parasitoides <i>J. S. Bernal</i>	61
6. Depredación entre Artrópodos <i>M. H. Badii, J. Landeros, E. Cerna y S. Varela</i>	75
7. Uso de Depredadores para el Control Biológico de Plagas en México <i>J. I. López Arroyo, E. Cortez-Mondaca, H. C. Arredondo-Bernal, M. Ramírez-Delgado, J. Loera-Gallardo y M. A. Mellín-Rosas</i>	90
8. Perspectivas del Uso de Raphidioptera y Neuroptera Coniopterygidae como Agentes de Control Biológico <i>R. A. Pantaleoni</i>	106
C. ENTOMOPATÓGENOS	
9. Hongos Entomopatógenos <i>R. Alatorre-Rosas</i>	127
10. Uso de Bacterias en el Control Biológico <i>J. E. Ibarra</i>	144
11. Bioinsecticidas Virales <i>M. C. Del Rincón-Castro</i>	160
12. Bioseguridad de Agentes de Control Microbiano <i>C. Toriello y T. Mier</i>	179

D. ESTUDIOS DE CASO

13. Control Biológico de Maleza	188
<i>R. N. Wiedenmann</i>	
14. Control Biológico de Insectos Plaga en el Sureste de México	201
<i>J. F. Barrera y J. I. López-Arroyo</i>	
15. Control Biológico de Langostas y Saltamontes	234
<i>L. Barrientos-Lozano</i>	
16. Control Biológico de la Cochinilla Rosada del Hibiscus <i>Maconellicoccus</i> <i>hirsutus</i> (Hemiptera: Pseudococcidae)	250
<i>L. A. Valencia-Luna, T. Santiago-Islas, A. Zamora y H. C. Arredondo-Bernal</i>	
17. Enfoques y Tendencias del Control Biológico en México	267
<i>L. A. Rodríguez-del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal</i>	
18. Terminología sobre Control Biológico	277
<i>L. A. Rodríguez del Bosque</i>	

Autores

- A. González-Hernández**, Universidad Autónoma de Nuevo León, México
- A. Zamora**, Dirección General de Sanidad Vegetal, México
- C. Pacheco-Sánchez**, Instituto Politécnico Nacional, México
- C. Toriello**, Universidad Nacional Autónoma de México, México
- E. Cerna**, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México
- E. Cortez-Mondaca**, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México
- H. C. Arredondo-Bernal**, Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, México
- H. González-Hernández**, Colegio de Postgraduados, México
- J. E. Ibarra**, Instituto Politécnico Nacional, México
- J. F. Barrera**, El Colegio de la Frontera Sur, México
- J. I. López-Arroyo**, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México
- J. Landeros**, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México
- J. Loera-Gallardo**, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México
- J. S. Bernal**, Texas A&M University, E.U.A.
- L. A. Rodríguez- del-Bosque**, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México
- L. A. Valencia-Luna**, Dirección General de Sanidad Vegetal, México
- L. Barrientos-Lozano**, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, México
- M. A. Mellín-Rosas**, Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, México
- M. C. Del Rincón-Castro**, Instituto Politécnico Nacional, México
- M. H. Badii**, Universidad Autónoma de Nuevo León, México
- M. Ramírez-Delgado**, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México
- R. A. Pantaleoni**, Universidad de los Estudios de Sassari, Italia
- R. Alatorre-Rosas**, Colegio de Postgraduados, México
- R. N. Wiedenmann**, University of Arkansas, E.U.A.
- S. Varela**, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México
- T. Mier**, Universidad Autónoma Metropolitana, México
- T. Santiago-Islas**, Dirección General de Sanidad Vegetal, México

Capítulo 8

Perspectivas del Uso de Raphidioptera y Neuroptera Coniopterygidae como Agentes de Control Biológico

R. A. Pantaleoni

Universidad de los Estudios de Sassari e ISE-CNR, Italia
pantaleo@uniss.it

CONTENIDO

<i>Introducción</i>	107
<i>Raphidioptera</i>	107
<i>Coniopterygidae</i>	116
<i>Literatura Citada</i>	122

Pantaleoni, R. A. 2007. Perspectivas del uso de Raphidioptera y Neuroptera Coniopterygidae como agentes de control biológico, pp. 106-126. *En*: L. A. Rodríguez-del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal (eds.), Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.

INTRODUCCIÓN

En 1737 se imprimió el tercer tomo de la obra monumental “Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes” del noble francés René Antoine Ferchault de Réaumur. Esta obra contiene una memoria, la undécima, titulada “Histoire des vers mangeurs des pucerons” (Historia de los gusanos comedores de pulgones) que describe, de modo sorprendentemente moderno, lo que hoy llamaríamos el grupo de depredadores de áfidos. Se trata de la primera mención de los neurópteros como agentes de control biológico. Réaumur llamaba a las larvas “vers à six jambes” (gusanos de seis patas) o bien “lions des pucerons” (leones de los pulgones); se trataba de larvas de crisópidos y de hemeróbidos, pero sobre todo de los primeros.

Desde entonces, los neurópteros han sido estudiados, criados y empleados como insectos útiles en campos agrícolas y forestales, aunque el interés se ha concentrado de forma casi exclusiva en los crisópidos y en menor medida en los hemeróbidos; como ejemplo pueden consultarse los clásicos trabajos sobre insectos entomófagos realizados por Balduf (1939) y Clausen (1940). Sólo otra familia se ha tomado en seria consideración, la de los pequeños coniopterígid, sobre todo después del trabajo pionero de Withycombe (1924) acerca de su importancia económica. Pero estos últimos, si bien incluidos en algunas reseñas (New 1999, McEwen *et al.* 2001), parecen citarse más por completar la información que por la posibilidad práctica de emplearlos en actividades de control biológico. Otros taxa se mencionan sólo como curiosidades, por ejemplo los sicópidos (Tillyard 1918), familia de distribución afrotropical, oriental y australiana y los rafidiópteros (Pantaleoni 1990, Aspöck 1991).

En realidad, en muchos sistemas agrícolas hay menos crisópidos que coniopterígid, y en algunos casos la biomasa de rafidiópteros es superior a la de cualquier otro neuróptero. El conocimiento de estos dos grupos aún tiene varias lagunas, pero cada día disponemos de más información y muchos aspectos de su biología y ecología comienzan a aclararse.

RAPHIDIOPTERA

Distribución

Raphidioptera es el Orden de insectos holometábolos menos numeroso que existe actualmente. En este Orden pertenecen sólo dos familias, los Raphidiidae con alrededor de 190 especies y los Inocelliidae con poco más de 20 (Aspöck *et al.* 1991). El Orden es muy antiguo y como demuestran los numerosos testimonios fósiles, alcanzó su máxima diversidad en familias y especies durante

el Mesozoico, época en la cual parece que habitó en ambos hemisferios, incluso en zonas tropicales y subtropicales (Grimaldi y Engel 2005).

En la actualidad está presente sólo en el hemisferio norte, de modo particular en la zona Euromediterránea, en Asia centro-oriental y en la parte occidental de América del Norte, entre los paralelos 55 y 15. Las faunas de estas tres zonas, salvo por los inocélidos paleárticos, no tienen ningún elemento común. Sólo tres especies, dos de rafídidos y una de inocélidos, tienen una vasta distribución eurosibírica que va desde Europa central hasta el Pacífico, pasando por el norte de Asia central. Numerosas especies existen en áreas reducidas, limitados geográficamente incluso a un solo macizo montañoso (Aspöck *et al.* 1991, Aspöck 1998).

Todas estas características y otras vinculadas a la biología que se presentan a continuación, hacen de los rafidiópteros unos auténticos fósiles vivientes. De acuerdo con una sugestiva hipótesis (Aspöck 1998, 2000, 2002), las especies actuales descienden de las pocas líneas que sobrevivieron al impacto de un asteroide con la tierra, hace 65 millones de años. El invierno “artificial” subsiguiente a la catástrofe habría dejado con vida sólo algunas especies preadaptadas al frío y al ayuno prolongado, como son efectivamente las que viven en nuestros días.

Hábitat y alimentación

Los rafidiópteros viven exclusivamente en ambientes donde hay árboles o arbustos, incluso espaciados o aislados. Los adultos viven en las frondas de las plantas arbóreas y arbustivas, aunque a veces cazan en las hierbas que crecen debajo de ellas. Las larvas de muchas especies de rafídidos viven en el suelo, en la hojarasca o entre las rocas de las capas más superficiales. Algunos géneros de rafídidos y los inocélidos, en cambio, tienen larvas corticícolas (Aspöck *et al.* 1991, Aspöck 2002).

Muchas especies viven en ambientes o asociaciones vegetales particulares, e incluso en franjas de altitud bien definidas. Normalmente, las especies corticícolas se especializan en colonizar coníferas o latifolias; en pocos casos se limitan a un solo tipo de árbol, por ejemplo a robles o pinos. Algunas están bien preadaptadas para vivir en ambientes antropizados, como parques, jardines y plantaciones frutales. Por último, numerosos inocélidos tienen un gran valor ecológico y están distribuidos prácticamente en todos los ambientes de una determinada área geográfica (Aspöck *et al.* 1991).

Los rafídidos adultos son depredadores agresivos que atacan a todo tipo de insectos pequeños. Los áfidos, cochinillas, psílidos y aleuródidos son sus

presas preferidas, aunque no desechan las pequeñas larvas de holometábolos u otros artrópodos (Stelzl 1991). La técnica de caza se basa en un rapidísimo movimiento de la cabeza hacia abajo que se proyecta, al hacer palanca en el largo protórax, como una serpiente (de aquí el nombre en inglés de snake-fly) (Tilden 1951) (Fig. 1A). Los rafídidos, como muchos otros predadores, también pueden ingerir polen y néctar directamente de las flores y de otros órganos vegetales, o bien melazo (Acker 1966, Stelzl 1991). Los inocélidos, en cambio, no se nutren en estado adulto, durante el cual ingieren a lo sumo líquidos (datos no publicados).

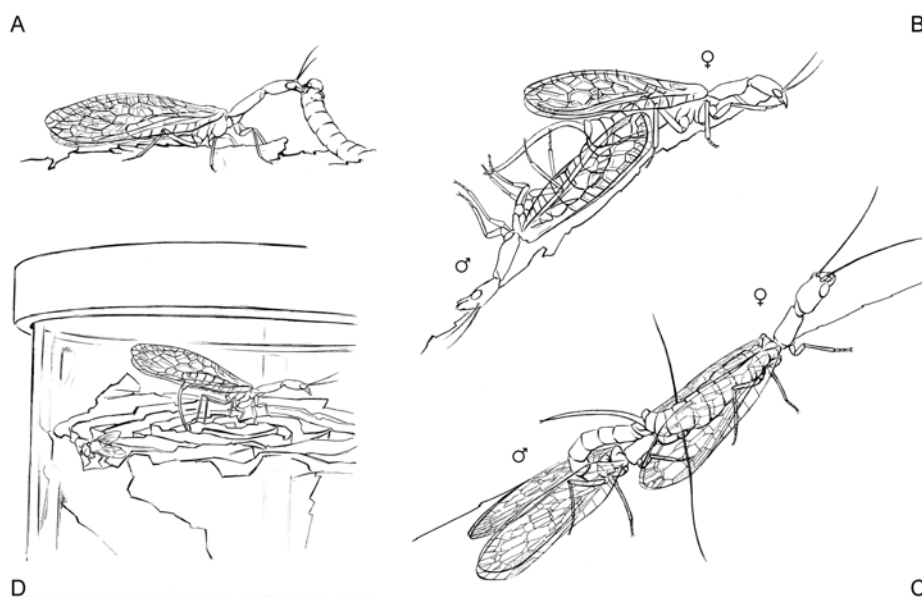


Figura 1. (A) Macho adulto de rafídido en ingestión de una larva de lepidóptero; (B) pareja de rafídidos durante el apareamiento: El macho permanece enganchado a la hembra sólo por los genitales; (C) posición de cópula del inocélido *Fibla maclachlani*; (D) hembra de rafídido en oviposición en una cápsula de cría (dibujos originales de Marco Mattei).

Las larvas de ambas familias también son depredadoras, aunque no se excluye que, en caso de necesidad, puedan nutrirse de insectos muertos (Aspöck *et al.* 1991). El espectro alimentario de estos insectos no se ha estudiado rigurosamente, pero en numerosas observaciones empíricas se los ha visto agredir a insectos xilófagos, incluso dentro de sus galerías y a otros presentes en la superficie o en las grietas de las cortezas (Wichmann 1957). Se ha comprobado que son capaces de comer pupas mucho más grandes que ellos (datos no publicados).

Ciclo biológico de Raphidiidae

Estos insectos ponen los huevos en grupos que pueden ser numerosos, en pequeñas hendiduras que las hembras alcanzan con su largo ovipositor. Según la especie, la postura se realiza en la corteza de árboles y arbustos o en el suelo. No se han señalado períodos de quiescencia o diapausa de los huevos, por lo cual las pequeñas larvas recién nacidas hacen siempre la primera muda a los pocos días de la oviposición (Aspöck *et al.* 1991, Aspöck 2002).

Sólo de pocas especies se conoce con certeza que el número de mudas es 10. Sin embargo, este número es variable, sobre todo si la alimentación no es la ideal, puede crecer probablemente hasta 15 o más. Las larvas de las primeras edades parecen tener un comportamiento ligeramente gregario sin mostrar signos de canibalismo, mientras que al crecer se vuelven solitarias y agresivas (Woglum y McGregor 1958, 1959, Kovarik *et al.* 1991). Las larvas son extremadamente resistentes al ayuno e ingieren grandes cantidades de alimentos a intervalos amplios (ver información sobre los inocélidos).

El período de desarrollo larval dura como mínimo un año. Es más, según Aspöck (2002) la duración de un año es bastante rara, porque normalmente hacen falta dos o más. En realidad, la mayoría de los datos que maneja este autor se refieren a la cría en laboratorio de larvas recogidas en la naturaleza durante campañas de estudio sobre la biodiversidad de los rafidiópteros. Varios datos (incluidos los nuestros no publicados) parecen apuntar a que la duración de un año, al menos para una parte de la población, es frecuente en numerosas especies.

La regulación del ciclo biológico de los rafídidos parece estar relacionada con la temperatura y no con el fotoperíodo. En la mayoría de las especies el empupamiento ocurre en primavera, después que la larva ha permanecido durante un tiempo a baja temperatura. El período pupal, en este caso, es relativamente breve (ciclo biológico de Tipo I según Aspöck 2002). Por el contrario, en algunos géneros que habitan en la zona del Mediterráneo occidental, el empupamiento se verifica a finales del verano o comienzo del otoño y los adultos emergen en la primavera siguiente, después que el período de frío lo ha sufrido la pupa (ciclo biológico de Tipo II según Aspöck 2002). Hay un detalle interesante, aún sin explicación y es que algunos individuos de especies pertenecientes al Tipo II pueden empuparse en primavera y convertirse en adultos inmediatamente después, como los del Tipo I. Por último, sobre todo en las especies mexicanas del género *Alena*, las pupas y los adultos se forman en verano (ciclo biológico de Tipo III según Aspöck 2002) (Fig. 2).

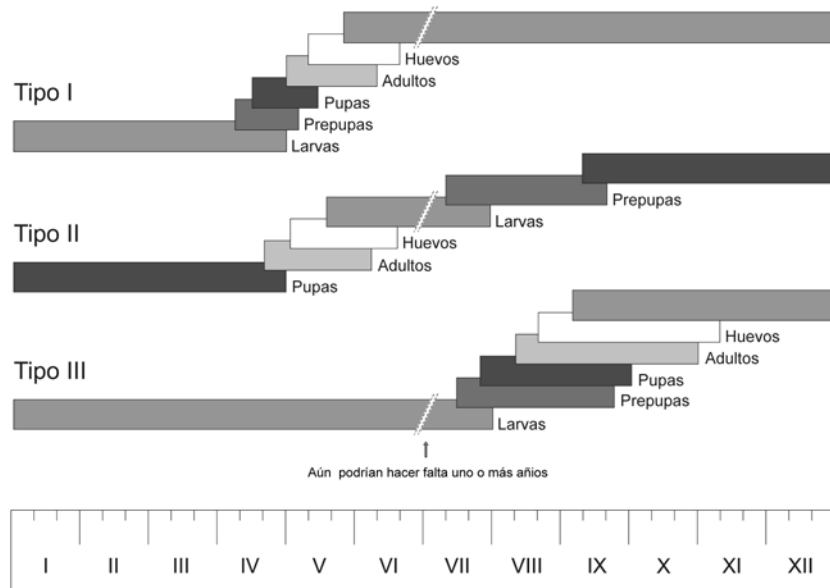


Figura 2. Tipos de ciclo biológico de los rafidiópteros (según Aspöck 2002).

Las especies de Tipo III, pero también la norteamericana *Agulla bicolor* considerada de Tipo I (Kovarík *et al.* 1991), no parecen necesitar un período a baja temperatura para completar su desarrollo. En los demás casos, por el contrario, si el insecto no inverna no llega ni a pupa ni a adulto. Cuando se da esta situación, en las larvas de Tipo I aparece típicamente el fenómeno de la protetelia con desarrollo de caracteres pupales, como ojos compuestos, esbozos alares o apéndices abdominales, lo que conduce casi siempre a la muerte. Sólo poquísimos individuos protetélicos sometidos a bajas temperaturas logran pupar correctamente y convertirse en adultos (Aspöck 2002).

El apareamiento tiene lugar pocos días después de la emergencia del adulto, según la poca información disponible (Aspöck *et al.* 1994). Probablemente el tiempo transcurrido es el necesario para que maduren los huevos y espermatozoides. Los machos y hembras realizan complejos rituales de cortejo para reconocerse y para verificar la disponibilidad sexual de la contraparte antes de realizar la cópula. También interviene la emisión de feromonas y de señales sonoras producidas por vibraciones abdominales, pero no se ha realizado ningún estudio sobre estos aspectos. Tampoco se sabe si una hembra puede

realizar varias cópulas (Kästner 1934, Eglin 1939, Zabel 1941, Acker 1966, Aspöck *et al.* 1994).

La posición de apareamiento es bastante curiosa: Salvo raras excepciones, el macho, tras enganchar los genitales femeninos con los suyos, queda totalmente suspendido de la hembra y es transportado por ella (Fig. 1B). Para enganchar los genitales, el macho se ubica al costado o como en el caso de los inocélidos (ver más adelante), debajo de la hembra. La cópula puede durar desde pocos minutos hasta más de una hora.

Ciclo biológico de Inocelliidae

Las principales diferencias entre las dos familias residen en el hecho de que los inocélidos no comen en el estado adulto y casi todos los recursos necesarios para la maduración de huevos y espermatozoides para el acoplamiento y la ovodeposición proceden de la alimentación de la larva. Todas las larvas de inocélidos viven en las cortezas de árboles y arbustos y es aquí donde las hembras ponen los huevos.

Como las larvas de rafididos, también las de inocélidos resisten largos ayunos y se alimentan con grandes intervalos. De nuestros recientes estudios no publicados sobre *Fibla maclachlani* (especies de Córcega, Cerdeña y Sicilia) resulta que las larvas no sufren ninguna ralentización de su desarrollo aunque se nutran, abundantemente, sólo una vez cada dos semanas. Cuando se alimentan una vez al mes, presentan sólo una ligera demora en su desarrollo.

Es interesante la presencia, encontrada también en la naturaleza, de hembras “gigantes”. En el laboratorio, los machos y hembras de *Fibla maclachlani* muestran inmediatamente dos curvas diferentes de desarrollo. Los primeros alcanzan un peso de 25 mg en unas 10 semanas y lo mantienen con aumentos mínimos hasta el empupamiento. Las hembras, en cambio, continúan subiendo de peso casi indefinidamente hasta superar los 200 mg. Estos ejemplares dan lugar a adultos incapaces de volar pero que, evidentemente, pueden poner una enorme cantidad de huevos. La gran mayoría de los inocélidos presenta un ciclo de Tipo I (descrito en el apartado anterior). Sólo algunas especies mexicanas se desarrollan según el Tipo III.

Por lo que se ha visto, los inocélidos se aparean sin ninguna demora tras la emergencia de los adultos. Para la cópula, el macho introduce la cabeza bajo el abdomen de la hembra y la engancha a nivel del quinto esternito con unas estructuras protráctiles, aún no estudiadas en profundidad, que tiene en la base de las antenas. El macho levanta entonces su abdomen hasta alcanzar los genitales femeninos, a los cuales se engancha (Fig. 1C). Esta posición se mantiene sin que

el macho, como sucede con los rafididos, sea transportado por la hembra. La cópula puede durar más de dos horas. Aunque el macho y la hembra no se alimentan, fuera del cortejo pueden agredirse recíprocamente y causarse graves heridas con las mandíbulas, que pese al ayuno les funcionan perfectamente.

Cría

Aspöck *et al.* (1991) describen, por una parte, la experiencia con más de quince mil larvas recogidas en el campo y criadas hasta la edad adulta y por otra, el empleo de hembras, también recogidas en la naturaleza, de cuyos huevos se obtienen las larvas. Los dos métodos tenían por objeto el estudio taxonómico de los rafidiópteros mediante la identificación certera de las larvas recogidas y la descripción de los estadios preimaginales de especies conocidas.

Para obtener los huevos, las hembras recogidas en el campo se ponen en pequeños recipientes cilíndricos de material plástico cuya mitad inferior se rellena con un rollo de papel suave (Fig. 1D). Regularmente alimentadas con insectos recién matados, las hembras se pasan a un nuevo recipiente cada pocos días durante toda su vida. Presumiblemente, han puesto los huevos en el recipiente ya utilizado, introduciéndolos con el ovipositor entre las varias capas de papel.

Los recipientes con huevos no se tocan hasta que nacen las larvas, que pueden permanecer juntas hasta que efectúan una o dos mudas. Luego de esto, se colocan con mucho cuidado, separadas, en recipientes similares a los de ovodeposición donde hay sólo unos pequeños rectángulos de papel suave que les hacen de refugio. Las larvas se nutren a intervalos largos (típicamente una vez por mes) con insectos recién matados y cortados en grandes trozos. Luego se someten todos los años a algunos meses de frío, generalmente exponiéndolas a las condiciones climáticas naturales fuera del laboratorio. Este método de cría es sencillo y eficaz, pero tiende sobre todo a optimizar la supervivencia del material y a minimizar las horas de trabajo necesarias. No se da importancia al desarrollo rápido de las larvas ni al número de huevos puestos. Por otra parte, los pocos autores que han publicado informaciones sobre la cría experimental de rafidiópteros no añaden mucho a estos conceptos de base.

Los complicados rituales necesarios para el apareamiento siempre han sido un impedimento para realizar el ciclo de cría completo en el laboratorio. Los resultados obtenidos en este aspecto son escasos y no están de ningún modo estandarizados. Típicamente los adultos se colocan en grandes contenedores, ya que es bastante común que, en espacios reducidos, los miembros de una posible pareja se ataquen hasta matarse.

Los rafidiópteros en los cultivos agrícolas y forestales

La presencia de rafidiópteros en los sistemas forestales se conoce desde hace mucho tiempo y muchos autores (por ejemplo Seitner 1924, Schimitschek 1931 y Wichmann 1957) los incluyen entre los depredadores de algunos de los principales insectos plaga, como los coleópteros escolítidos. Pese a ello, no hay muchos datos sobre su eficacia como depredadores porque las investigaciones de este tipo son extremadamente largas y complejas. Algo sabemos sobre los bosques europeos de pinos: En estos ambientes, *Raphidia ophiopsis* (y con menos frecuencia *Xanthostigma xanthostigma*) se considera un buen depredador de *Dendroctonus micans* (Coleoptera Scolytidae) y de *Aradus cinnamomeus* (Heteroptera Aradidae) (Pishchik 1979, Doom 1981, Voolma 1986). *Inocellia crassicornis*, en cambio, se ha señalado como eficaz contra los lepidópteros tortricidos en el alerce (Liu y Wang 1985, Shen 2001).

La presencia de rafidiópteros en los cultivos agrícolas y en particular en los arbóreos, también se conoce desde hace mucho tiempo: Ya Achille Costa (1857) mencionaba a *Parainocellia bicolor* como habitante de los olivares. Algunas especies parecen preferir los cultivos frutales, sobre todo si están semiabandonados. Aspöck *et al.* (1974), en una síntesis de los datos ecológicos disponibles sobre Europa central, citan cuatro especies, de las once estudiadas, que abundan mucho más en manzanos y perales que en cualquier otro tipo de vegetación: *Phaeostigma major*, *Subilla confinis*, *Xanthostigma xanthostigma* y *Venustoraphidia nigricollis*.

Efectivamente, hay interesantes menciones de algunas especies como depredadoras de lepidópteros del manzano: El sésido *Synanthedon myopaeformis* y los tortricidos *Enarmonia formosana* y *Cydia pomonella* (Boldyrev y Dobroserdov 1981, Ozkan *et al.* 1984). Existen otros estudios, más genéricos, sobre el almendro (Triggiani 1973, Bolu *et al.* 2005) además de los clásicos trabajos de Woglum y McGregor (1958, 1959) sobre las plantaciones de cítricos de California.

Recientemente se ha descubierto en Italia una importante densidad de población de *Parainocellia bicolor* en los viñedos (Pantaleoni 1990, Pantaleoni y Alma 2001). Las larvas de inocélidos colonizan en buen número el ritidoma de las cepas. Esta especie es sustituida en los viñedos de Cerdeña y Sicilia por otro inocélido, *Fibla maclachlani* (datos sin publicar). Las referencias sobre cultivos herbáceos son escasas y ocasionales, y se refieren a adultos que probablemente se habían alejado (¿Cuánto?) de los árboles para comer (Goeden y Ricker 1977, Hennig 1987, Krotova 1990).

Problemas y perspectivas

Los rafidiópteros son depredadores generalistas, con tiempos de desarrollo extremadamente largos y exigencias ecológicas bastante particulares, para los cuales aún no hemos diseñado métodos seguros de cría masiva. Sobre la base de esta descripción (y sobre todo de lo expuesto en las líneas anteriores), puede parecer algo arriesgado proponerlos como agentes eficaces de control biológico.

En realidad, estas características constituyen al mismo tiempo una limitación y una ventaja. Los "méritos" de los depredadores generalistas respecto a depredadores y parasitoides especialistas han sido demostrados recientemente por numerosas investigaciones (ver los trabajos de Chang y Kareiva 1999 y Symondson *et al.* 2002). Ellos consisten en su capacidad de sobrevivir en ausencia del insecto plaga que depredan habitualmente, porque al ser polípagos se alimentan también de especies no dañinas; en su presencia constante en el campo (debida a los largos tiempos de desarrollo) que les permite controlar el aumento de población de los insectos plaga justo al inicio de su crecimiento; en su posibilidad de extinguir localmente la población de un insecto plaga sin que por ello disminuya el número de predadores.

Algunas especies de rafidiópteros son prácticamente ubiquistas en el interior de su areal (por ejemplo las ya citadas *Parainocellia bicolor* en la península italiana y *Fibla maclachlani* en Córcega, Cerdeña y Sicilia); otras parecen estar preadaptadas para colonizar plantaciones frutales de todo tipo, como es el caso de algunas *Agulla* norteamericanas y de las cuatro especies anteriormente mencionadas para Europa central.

Sus características biológicas permiten criarlas de modo relativamente sencillo, aunque todavía quedan algunos problemas por resolver. La fase del apareamiento sigue siendo crítica y habrá que estudiar mejor los rituales del cortejo. Las condiciones ambientales idóneas para completar el desarrollo se conocen superficialmente; sabemos que en la mayoría de los casos se necesita una permanencia invernal al frío, pero no su intensidad ni su duración. Por último, debemos optimizar las modalidades de suministro del alimento y el tipo de dieta, en función de los tiempos de desarrollo y de los niveles de supervivencia.

Las estrategias utilizables con estos insectos deberán ser una integración de metodologías conservacionistas (control del hábitat y sobre todo limitación en el uso de pesticidas) y de intervenciones inoculativas realizadas con larvas criadas en laboratorio. Los individuos distribuidos en los troncos de los árboles deberán producir un número de adultos suficiente para realizar una colonización duradera del ambiente. La escasa capacidad de dispersión de los rafidiópteros debería

asegurar una eficacia de varios años para cada intervención. Por el momento no es posible considerar métodos de intervención inundativos, pero podrían ser factibles si las técnicas de cría se perfeccionaran hasta el punto de permitir una producción masiva de estos insectos.

CONIOPTERYGIDAE

Distribución

Desde el punto de vista filogenético, la familia de los coniopterígididos aparece bastante aislada en el ámbito de los verdaderos neurópteros (Planipennis o neurópteros s. str.) y se distingue inmediatamente de cualquier otra incluso por su aspecto exterior. En efecto, se trata de insectos pequeños (la longitud del ala, salvo pocas excepciones, es de 5 mm o menos), recubiertos de un polvo ceroso blancuzco segregado por unas glándulas especiales (de aquí su nombre en inglés de "dusty wings"), venación alar reducida y membrana alar, salvo en algunos géneros, inmaculada.

Pese a una revisión mundial efectuada por Meinander en 1972 y actualizada por el mismo autor en 1990, los conocimientos taxonómicos sobre la familia distan aún de ser satisfactorios. Quedan muchas especies por describir en las áreas tropicales y subtropicales del planeta y probablemente hay muchas especies crípticas aún sin descubrir en zonas más conocidas de clima templado. Hoy en día se conocen alrededor de 500 especies (¡en 1990 eran 423!). Los coniopterígididos se dividen en tres subfamilias: Brucheiserinae, geográficamente limitadas a América del Sur (Chile y Argentina) y con sólo cuatro especies conocidas, y Aleuropteryginae y Coniopteryginae distribuidas en todo el mundo. Estas dos subfamilias incluyen algunos géneros con distribución geográfica limitada y otros que están ampliamente distribuidos.

Según New (2001), los géneros de posible interés como agentes de control biológico son los siguientes: (entre las Coniopteryginae) *Coniopteryx*, cosmopolita; *Conwentzia*, cosmopolita con exclusión de Australia y América del Sur; *Semidalis*, ausente sólo de Australia; (entre las Aleuropteryginae) *Aleuropteryx*, holoártico y africano; *Cryptosceneae*, australiano y surasiático; *Helicoconis*, holoártico y africano; *Heteroconis*, indoaustrialiano.

Hábitat y alimentación

La mayoría de los coniopterígididos viven, tanto en su estado adulto como en el larvario, en el follaje de árboles y arbustos. Pocas especies frecuentan el estrato herbáceo de la vegetación. También en los coniopterígididos, por lo menos

en la fauna europea más conocida, existe una fuerte diferenciación entre las especies que habitan en las coníferas y las que escogen las latifolias. Entre las primeras, son particularmente fieles a la planta hospedera las que viven en las cupresáceas. Las especies residentes en latifolias parecen estar condicionadas, más que por la especie vegetal, por la fisonomía de la vegetación (densidad, estructura, condiciones microclimáticas). Esta característica es aún más evidente en los ecosistemas mediterráneos dominados por latifolias perennes (datos inéditos).

Las larvas y los adultos de coniopterígididos cazan una gran variedad de artrópodos, entre los cuales se encuentran pequeños áfidos, cochinillas y ácaros y probablemente también tisanópteros, aleiródidos y psílidos. Está comprobado que comen los huevos de todos los grupos citados y también los de holometábolos de pequeñas dimensiones. Existe poca información sobre las preferencias y la especialización alimentaria de cada especie. Stelzl (1991) examinó el contenido estomacal de ejemplares adultos de dos especies europeas (*Semidalis aleyrodiformis* y *Coniopteryx* sp.) y encontró principalmente ácaros eriófididos. Al estudiar dos coniopterígididos del ciprés en Italia, De Marzo y Pantaleoni (1998) descubrieron que las larvas de uno de ellos, *Aleuropteryx juniperi*, podían considerarse oligófagas especializadas en diaspinos, mientras que las del otro, *Semidalis pseudouncinata*, aunque se mantenían estrechamente ligadas al ciprés, eran mucho más polífagas. También la especie asiática *Heteroconis picticornis*, introducida en E.U.A., parece estar especializada en diaspinos y lecaninos (Badgley *et al.* 1955).

De todos modos, los adultos necesitan una dieta mixta, integrando las presas con una alimentación glucídica a base de néctar, polen y melazo. Fleschner y Ricker (1953) añaden otro dato importante: Los que llevan una dieta exclusivamente glucídica ponen más huevos y viven más tiempo que los que se alimentan sólo de ácaros o cochinillas. Por otra parte, los adultos de ciertas especies, como muchos otros depredadores de dieta mixta, sienten gran atracción por el hidrolizado de proteína envenenado contra los dípteros tefrítidos (Ros *et al.* 1988).

Ciclo biológico

Las informaciones sobre el ciclo biológico de los coniopterígididos se basan casi exclusivamente en especies de las áreas templadas de Europa y América del Norte (especies catalogadas por Monserrat *et al.* 2001). La descripción siguiente se refiere a dichas zonas y nada excluye que, en áreas tropicales, subtropicales o desérticas, otras especies tengan comportamientos totalmente diferentes. Los huevos se depositan normalmente sobre hojas o ramas pequeñas, ya sea aislados o, en presencia de altas densidades de población, en pequeños grupos. Las

distintas especies tienen modalidades propias en cuanto a la posición de los huevos en las hojas: Mientras algunas prefieren depositarlos en el margen, otras los adosan a las nervaduras principales de la cara inferior (observaciones originales). Las hembras ponen alrededor de 10 huevos diarios y poco más de 200 en toda su vida (Badgley *et al.* 1955, Muma 1967, Castellari 1980).

Las larvas aparecen tras un período embrional de una o dos semanas. Son muy activas y empiezan desde el primer momento a explorar hojas y ramas tiernas en busca de presas. Las larvas de algunas especies depredadoras de cochinillas, como las de *Aleuropteryx*, son ligeramente más remisas y lentas (De Marzo y Pantaleoni 1998). Como todos los neurópteros planipennis, pasan a través de tres estadios. Se han publicado dos importantes estudios que registran cuatro estadios larvales en dos especies pertenecientes a dos subfamilias: Badgley *et al.* (1955) sobre *Heteroconis picticornis* (Aleuropteryginae) y Muma (1967) sobre *Semidalis vicina* (Coniopteryginae). No obstante, estos datos nunca han sido verificados y por el momento no parecen ser atendibles.

Los capullos tienen distintas formas según las especies y el lugar donde los tejen. Por lo que sabemos están siempre formados por dos capas, y la interior, de trama más densa, suele estar bien separada de la exterior. Normalmente los construyen entre la vegetación o en los troncos. A este respecto son interesantes las observaciones de Withycombe (1924), confirmadas por Pantaleoni (1996), sobre *Conwentzia psociformis*, cuya primera generación del año adosa el capullo principalmente a la cara inferior de las hojas de la planta hospedera (un roble caducifolio) mientras que la generación que deberá hibernar lo teje sólo en el tronco.

El apareamiento se realiza a los pocos días de emerger los adultos (Badgley *et al.* 1955, Castellari 1980). Los rituales del cortejo y las modalidades de copulación han sido descritos por pocos autores (Withycombe 1922, Eglin 1940, Collyer 1951, Henry 1976, Johnson y Morrison 1979). El apareamiento de los Coniopteryginae es extraordinariamente similar al que se refirió anteriormente para los inocélidos. La diferencia es que el macho sujeta con sus patas delanteras las patas traseras o intermedias de la hembra (Fig. 3). En la fase previa a la cópula, también en este caso, es probable que la hembra emita feromonas. En las Aleuropteryginae, en cambio, los dos sexos se sitúan cola con cola.

El número de generaciones varía con la especie y en una misma especie, parece cambiar con la latitud. Pero, lamentablemente, hay pocos datos comprobados. Uno de los estudios más minuciosos (Castellari 1980) demuestra que en Italia, cerca del paralelo 45, *Coniopteryx esbenpeterseni* tiene en condiciones naturales tres generaciones al año (Fig. 4).

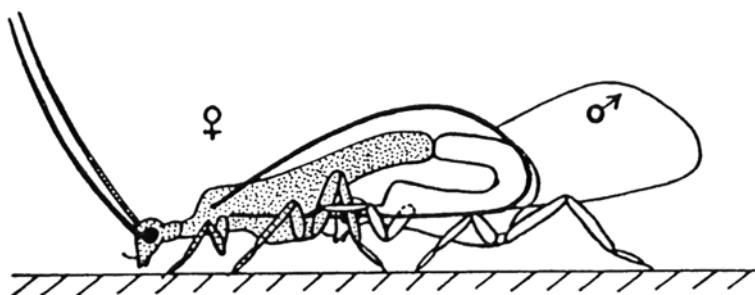


Figura 3. Apareamiento del coniopterígido *Conwentzia psociformis* (tomado de Eglin 1940).

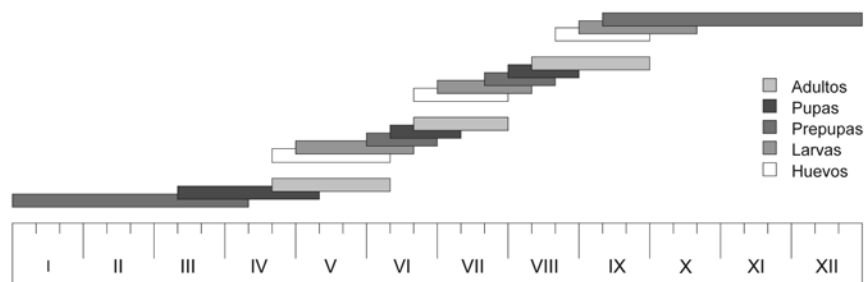


Figura 4. Voltinismo del coniopterígido *Coniopteryx esbenpeterseni*: Italia 45° N (según Castellari 1980).

En todas las especies cuyo ciclo biológico se ha estudiado, la fase que inverna es la larva encerrada en el capullo (prepupa). La larva sufre sin duda una diapausa pero no se conocen los factores que la inducen, aunque casi seguramente están ligados al fotoperíodo.

Cría

Las pequeñas dimensiones de los coniopterígidos influyen notablemente en los métodos de cría. Por un lado los facilitan porque no exigen grandes espacios ni estructuras especiales; por el otro, complican las operaciones manuales y aumentan el tiempo de trabajo. Las informaciones que poseemos se refieren, en su gran mayoría, a pequeños criaderos experimentales (Fleschner y Ricker 1953, Muma 1967, Castellari 1980). Sólo Badgley *et al.* (1955) describen la producción de millares de *Heteroconis picticornis* (a partir de ejemplares

colectados en Taipo, Hong Kong) en el Departamento de Control Biológico de la Citrus Experiment Station de la Universidad de California en Riverside.

Sin excepción, todo el ciclo vital de la especie se desarrolló con presencia de hojas verdes en las probetas de cría. Estas hojas, de *Citrus*, *Pittosporum* y *Prunus*, tenían varias funciones: Sustrato para la oviposición y el tejido del capullo, fuente de alimento para las presas y regulación de la humedad. Esta última propiedad, en un ambiente limitado como es una pequeña probeta, no debe subestimarse. En efecto, parece bastante improbable que la humedad relativa de 50-60% existente en el criadero, indicada por Fleschner y Ricker (1953) y por Badgley *et al.* (1955), fuese suficiente para las necesidades de los coniopterígididos criados (según nuestros datos, la humedad no puede ser inferior al 70-75%). De todos modos, las hojas se deben sustituir constantemente y esto supone una gran carga de trabajo adicional.

Existen algunas características de las especies investigadas sobre las cuales todos los autores concuerdan. En primer lugar, los adultos necesitan una dieta mixta de presas y sustancias azucaradas. Es más, como ya se ha dicho, la carencia de estas últimas causa una mortalidad bastante más elevada que la falta de presas. En segundo lugar, los ácaros no parecen ser una presa ideal para las larvas. Es un dato extremadamente curioso, puesto que estos artrópodos son una de sus principales fuentes de alimentación en la naturaleza.

Algunas pruebas preliminares dejan abierta la posibilidad de utilizar dietas artificiales para la nutrición de los adultos (Castellari 1980) y suministrar a las larvas presas de sustitución, como los huevos de *Phthorimea operculella* empleados por Fleschner y Ricker (1953). Los apareamientos, si bien no se han observado con frecuencia por ser nocturnos, se realizan fácilmente en los tubos de cría.

Presencia en los cultivos agrícolas y forestales

No hay plantación de árboles frutales donde no habiten coniopterígididos. Sin hacer una recopilación exhaustiva, se pueden citar indicaciones sobre manzanos (Yigit y Uygun 1982), perales (Sziraki 1979, Moussion 1982, Curkovic *et al.* 1995, Marzocchi y Pantaleoni 1995), melocotoneros (Sziraki 1979, Castellari 1980), albaricoqueros (Sziraki 1979), viñedos (Schwartz 1993, Pantaleoni y Alma 2001), olivos (Neuenschwander 1982, Pantaleoni *et al.* 2001), nogales (Patanita *et al.* 2006), pecaneros (Edelson y Estes 1987, Dinkins *et al.* 1994), plantas del té (Zhao y Hou 1993), de fresas (García-Marí y González-Zamora 1999) y sobre todo, cítricos. En lo que respecta a este último cultivo, encontramos abundantes indicaciones de los coniopterígididos como depredadores de ácaros y aleiródidos (sólo a título de ejemplo: Tomasevic y Mijuskovic 1974,

Schwartz 1976, Panis *et al.* 1977, Agekyan 1978, Ripollés y Meliá 1980, Stange 1981, García-Marí y del Rivero 1981, García-Marí *et al.* 1983, Izhevskii y Orlinskii 1985, Longo *et al.* 1985, 1990, Nikolaishvili y Mekvabishvili 1990, Soler *et al.* 2002, Izquierdo *et al.* 2002, Martins *et al.* 2002, Alvis *et al.* 2003, Abad *et al.* 2006).

También en el ámbito forestal los coniopterígididos tienen una presencia masiva y han sido señalados por un número tan grande de autores y para tal cantidad de situaciones que es imposible hacer una lista incluso parcial. Sin embargo, cabe citar el caso de *Aleuropteryx juniperi*, especie que como se ha mencionado, está estrechamente ligada a las cupresáceas y ha sido introducido involuntariamente, con el comercio de ciertas variedades ornamentales de enebro en Inglaterra y América del Norte (Ward 1970, Steinhauer 1975, Henry 1976, Stimmel 1979, Wheeler 1981).

Problemas y perspectivas

Si bien los coniopterígididos son un grupo de entomófagos extremadamente abundante y disperso, nuestros conocimientos sobre ellos no son lo suficientemente profundos. Pese a ello, las perspectivas para su aplicación práctica en el control biológico son buenas, si no óptimas. No se ven dificultades insolubles para la cría, aunque será necesario adaptar los métodos actuales a sistemas de producción masiva. Las dietas, las condiciones ambientales y la manipulación del material necesitan grandes mejoras.

Los ciclos biológicos rápidos y el tamaño reducido los hacen adecuados para cualquier tipo de liberaciones, incluso inundativas. Su oofagia aún no ha sido adecuadamente estudiada, pero podría ser un factor decisivo contra algunos insectos plaga como los aleuródidos. Probablemente podrían utilizarse también en los invernaderos, en plantas hospederas no habituales en la naturaleza, como las solanáceas. En los cultivos arbóreos se podrían realizar introducciones de tipo inoculativo y sobre todo, de protección.

Un problema, en cambio, podría derivarse de sus parasitoides, que atacan sobre todo a las prepupas encerradas en el capullo. Muchos autores han encontrado altos porcentajes de ataque, capaces de reducir marcadamente la población de algunos coniopterígididos (Withycombe 1924, Viggiani 1967, Castellari 1980, Sinacori *et al.* 1992). Por último, el número de especies que podrían criarse permite pensar en usos especializados, según el cultivo que se desee proteger y el fitófago que se deba combatir.

LITERATURA CITADA

- Abad R., Castañera P., Urbaneja A. 2006. Natural enemies of the spider mites, *Tetranychus urticae* Koch and *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) in Spanish citrus orchards. Bulletin OILB/SROP 29: 179.
- Acker T. S. 1966. Courtship and mating behavior in *Agulla* species (Neuroptera: Raphidiidae). Annals of the Entomological Society of America 59: 1-6.
- Agekyan N. G. 1978. [A little known predator *Semidalis aleyrodiformis* Stephens (Neuroptera, Coniopterygidae) in Adzharia.] Entomologicheskoe Obozrenie 57: 509-512.
- Alvis L., Villalba M., Marzal C., Garcia-Marí F. 2003. Identification and abundance of Neuropteran species associated with citrus orchards in Valencia, Spain. Bulletin OILB/SROP 26: 185-190.
- Aspöck H. 1991. Grundlagen des möglichen Einsatzes von Raphidiopteren in der Biologischen Schädlingsbekämpfung. In: XII Internationales Symposium über Entomofaunistik Mitteleuropa Verhandlungen, Kiev, 25-30 September 1988, 26-33.
- Aspöck H. 1998. Distribution and biogeography of the order Raphidioptera: updated facts and a new hypothesis. Acta Zoologica Fennica 209: 33-44.
- Aspöck H. 2000. Der endkreidezeitliche Impakt und das Überleben der Raphidiopteren. Entomologica Basiliensia 22: 223-233.
- Aspöck H. 2002. Kamelhalsfliegen - lebende Fossilien: eine der Endkreide-Katastrophe entkommene Tiergruppe. Verhandlungen Westdeutscher Entomologentag 14: 1-6.
- Aspöck H., Aspöck U., Rausch H. 1991. Die Raphidiopteren der Erde. Eine monographische Darstellung der Systematik, Taxonomie, Biologie, Ökologie und Chorologie der rezenten Raphidiopteren der Erde, mit einer zusammenfassenden Übersicht der fossilen Raphidiopteren (Insecta: Neuropteroidea). Goecke & Evers: Krefeld. 2 Vols. 730 & 550 pp.
- Aspöck H., Rausch H., Aspöck U. 1974. Untersuchungen über die Ökologie der Raphidiopteren Mitteleuropas (Insecta, Neuropteroidea). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 76: 1-30.
- Aspöck U., Aspöck H., Rausch H. 1994. Die Kopulation der Raphidiopteren: eine zusammenfassende Übersicht des gegenwärtigen Wissensstandes (Insecta: Neuropteroidea). Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 9: 393-402.
- Badgley M. E., Fleschner C. A., Hall J. C. 1955. The biology of *Spiloonis picticornis* Banks (Neuroptera: Coniopterygidae). Psyche 62: 75-81.
- Baldur W. V. 1939. The bionomics of entomophagous Insects. Vol. 2. John S. Swift Co., Chicago. 384 p.
- Boldyrev M. I., Dobroserdov S. G. 1981. [The raphidiid - an active predator of insects.] Zashchita Rastenii 1981: 29.
- Bolu H., Ozgen I., Cinar M. 2005. Dominancy of insect families and species recorded in almond orchards of Turkey. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 40: 145-157.
- Castellari P. L. 1980. Indagini biologiche su *Coniopteryx (Metaconiopteryx) esbenpeterseni* Tjeder (Neur. Coniopterygidae), predatore di Acari Tetranychidi sul Pesco. Bollettino dell'Istituto di Entomologia dell'Università di Bologna 35: 157-180.
- Chang G. C., Kareiva P. 1999. The case for indigenous generalists in biological control. In: Hawkins B. A., Cornell H. V., eds. Theoretical Approaches to Biological Control. Cambridge University Press: 103-115.
- Clausen C. P. 1940. Entomophagous Insects. McGraw-Hill Book Co., New York. x + 688 pp.
- Collyer E. 1951. The separation of *Conwentzia pineticola* End. from *Conwentzia psociformis* (Curt.), and notes on their biology. Bulletin of Entomological Research 42: 555-564.

- Costa A. 1857. Degl'Insetti che attaccano l'albero ed il frutto dell'olivo del ciliegio del pero del melo del castagno e della vite e le semenze del pisello della lenticchia della fava e del grano loro descrizione e biologia danni che arrecano e mezzi per distruggerli. Opera coronata dalla Reale Accademia delle Scienze di Napoli. Stamperia e Calcografia vico Freddo Pignasecca, 15, 16. Napoli. 197 pp., 10 pl.
- Curkovic S. T., Barria P. G., Gonzalez R. R. 1995. Observaciones preliminares sobre insectos y acaros presentes en vides, perales, ciruelos y kakis detectados con trampas de agregacion. *Acta Entomologica Chilena* 19: 143-154.
- De Marzo L., Pantaleoni R. A. 1998. Due coniopterigidi predatori di cocciniglie del cipresso. *Informatore Fitopatologico* 48(9): 11-14.
- Dinkins R. L., Tedders W. L., Reid W. 1994. Predaceous neuropterans in Georgia and Kansas pecan trees. *Journal of Entomological Science* 29: 165-175.
- Doom D. 1981. Over ontwikkeling, schade, voedselplanten en natuurlijke vijanden van de denneschorswants, *Aradus cinnamomeus*. *Nederslands Bosbouw Tijdschrift* 53: 117-125.
- Edelson J. V., Estes P. M. 1987. Seasonal abundance and distribution of predators and parasites associated with *Monelliopsis pecanis* Bissell and *Monellia caryella* (Fitch) (Homoptera: Aphidae). *Journal of Entomological Science* 22: 336-347.
- Eglin W. 1939. Zur Biologie und Morphologie der Raphidien und Myrmeleoniden (Neuropteroidea) von Basel und Umgebung. *Verhandlungen der Naturforschende Gesellschaft in Basel* 50: 163-220.
- Eglin W. 1940. Die Neuropteren der Umgebung von Basel. *Revue Suisse de Zoologie* 47: 243-358.
- Fleschner C. A., Ricker D. W. 1953. Food habits of Coniopterygids on citrus in Southern California. *Journal of Economic Entomology* 46: 458-461.
- García-Marí F., del Rivero J. M. 1981. El ácaro rojo *Panonychus citri* (McGregor), nueva plaga de los cítricos en España. *Boletín del Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica* 7(1-2): 65-77.
- García-Marí F., González-Zamora J. E. 1999. Biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencia, Spain. *Experimental and Applied Acarology* 23(6): 487-495.
- García-Marí F., Santaballa E., Ferragut F., Marzal C., Colomer P., Costa J. 1983. El ácaro rojo *Panonychus citri* (McGregor): Incidencia en la problemática fitosanitaria de nuestros agrios. *Boletín del Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica* 9: 191-218.
- Goeden R. D., Ricker D. W. 1977. Establishment of *Rhinocyllus conicus* on milk thistle in southern California. *Weed Science* 25(3): 288-292.
- Grimaldi D. A., Engel M. S. 2005. *Evolution of the insects*. Cambridge University Press. xv+755 pp.
- Hennig H. 1987. Zur Ökologie des Getreidewicklers *Cnephasia pumicana* Zeller (Lepidoptera: Tortricidae). *Pflanzenschutzberichte* 48: 52-60.
- Henry T. J. 1976. *Aleuropteryx juniperi*: a European scale predator established in North America (Neuroptera: Coniopterygidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 78: 195-201.
- Izhevskii S. S., Orlinskii A. D. 1985. [Biological suppression of the citrus whitefly.] *Zashchita Rastenii* 4: 30-31.
- Izquierdo J., Mansanet V., Sanz J. V., Puiggros J. M. 2002. Development of EnvidorReg. for the control of spider mites in Spanish citrus production. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer* 55: 255-266.
- Johnson V., Morrison W. P. 1979. Mating behavior of three species of Coniopterygidae (Neuroptera). *Psyche* 86: 395-398.

- Kästner A. 1934. Zur Lebensweise der Kamelhalsfliegen (Raphidiina). Zoologischer Anzeiger 108: 1-11.
- Kovarík P. W., Burke H. R., Agnew C. W. 1991. Development and behavior of a snakefly, *Raphidia bicolor* Albarda (Neuroptera: Raphidiidae). Southwestern Entomologist 16: 353-364.
- Krotova I. G. 1990. [On the study of lacewings (Neuroptera) - entomophages of cereal aphids in the Priob forest-steppe.] Sibirskii Vestnik Sel'skokhozyaistvennoi Nauki 1990: 15-17.
- Liu ZL., Wang HK. 1985. [Preliminary research on the technique of controlling *Petrova perangustana*.] Forest Science and Technology Linye Keji Tongxun 1: 24-26.
- Longo S., Rapisarda C., Russo A. 1985. Risultati del controllo biologico dell'*Aleurothrixus floccosus* (Maskell) in agrumeti della Sicilia orientale. Atti XIV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo - Erice - Bagheria, 28 maggio-1 giugno 1985, 841-848.
- Longo S., Rapisarda C., Russo A., Siscaro G. 1990. Rilievi bio-etologici preliminari su *Parabemisia myricae* (Kuwana) e sui suoi entomofagi in Sicilia e Calabria. Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura 22(2): 161-171.
- Martins F. M., Mendonça T. R., Lavadinho A. M. P., Vieira M. M. 2002. Entomofauna num pomar de limoeiros, no Escaroupim (Ribatejo), em Portugal. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 28: 435-443.
- Marzocchi L., Pantaleoni R. A. 1995. Indagine sui principali entomofagi predatori (Insecta Heteroptera, Neuroptera et Coleoptera) in pereti della Pianura Padana. Bollettino dell'Istituto di Entomologia «G. Grandi» della Università degli Studi di Bologna 49: 21-40.
- McEwen P. K., New T. R., Whittington A. E. (eds.) 2001. Lacewings in the crop environment. Cambridge University Press. 546 p.
- Meinander M. 1972. A revision of the family Coniopterygidae (Planipennia). Acta Zoologica Fennica 136: 1-357.
- Meinander M. 1990. The Coniopterygidae (Neuroptera, Planipennia). A check-list of the species of the world, descriptions of new species and other new data. Acta Zoologica Fennica 189: 1-95.
- Monserrat V. J., Oswald J. D., Tauber C. A., Díaz-Aranda L. M. 2001. Recognition of larval Neuroptera. In: McEwen P. K., New T. R., Whittington A. E., eds. Lacewings in the crop environment. Cambridge University Press: 43-81.
- Moussion G. 1982. Le phylloxera du poirier. Phytoma 341: 23-25.
- Muma M. H. 1967. Biological notes on *Coniopteryx vicina* (Neuroptera: Coniopterygidae). Florida Entomologist 50: 285-293.
- Neuenschwander P. 1982. Beneficial insects caught by yellow traps used in mass-trapping of the olive fly, *Dacus oleae*. Entomologia Experimentalis et Applicata 32: 286-296.
- New T. R. 1999. Neuroptera and biological control (Neuropterida). Stapfia 60: 147-166.
- New T. R. 2001. Introduction to the systematics and distribution of Coniopterygidae, Hemerobiidae, and Chrysopidae used in pest management. In: McEwen P. K., New T. R., Whittington A. E., eds. Lacewings in the crop environment. Cambridge University Press: 6-28.
- Nikolaishvili A. A., Mekvabishvili S. S. 1990. [Entomophages of pests occurring on lemon trees and their effectiveness in the greenhouse.] Subtropicheskie Kul'tury 6: 102-110
- Ozkan A., Ciftci K., Alp I. 1984. Antalya ili elma agaclarinda zarar yapan elma govde kurdu (*Synanthedon myopaeformis* Borkh. Lep.: Aegeriidae)'nun populasyon yogunlugu ve dogal dusmanlarinin tespiti uzerinde arastirmalar. Bitki Koruma Bulteni 24: 213-220.
- Panis A., Carrero J. M., Limon F. 1977. Nota biologica sobre la entomofauna de los citricos en Espana. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie: Protección Vegetal 7: 139-143.

- Pantaleoni R. A. 1990. Un nuovo ausiliario nel vigneto: *Parainocellia bicolor* (Costa). *Informatore Fitopatologico* 40(4): 39-43.
- Pantaleoni R. A. 1996. Distribuzione spaziale di alcuni Neurotteri Planipenni su piante arboree. *Bollettino dell'Istituto di Entomologia "Guido Grandi" dell'Università di Bologna* 50: 133-141.
- Pantaleoni R. A., Alma A. 2001. Lacewings in Piedmont Vineyards. *In*: McEwen P. K., New T. R., Whittington A. E., eds. *Lacewings in the crop environment*. Cambridge University Press: 471-480.
- Pantaleoni R. A., Lentini A., Delrio G. 2001. Lacewings in Northern Sardinian olive groves. *In*: McEwen P. K., New T. R., Whittington A. E., eds. *Lacewings in the crop environment*. Cambridge University Press: 435-446.
- Patanita M. I., Martins F., Osuna E. V. 2006. Contribución al conocimiento de la entomofauna beneficiosa del nogal. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 32: 29-35.
- Pishchik A. A. 1979. [The effect of the common *Raphidia* on pest numbers.] *Lesnoe Khozyaistvo* 2: 71-74.
- Ripollés J. L., Meliá A. 1980. Primeras observaciones sobre la proliferación de *Conwentzia psociformis* (Curt.) (Neuroptera, Coniopterygidae), en los cítricos de Castellón de la Plana. *Boletín del Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica* 6: 61-66.
- Ros J. P., Moner P., Roig V., Castillo E., Lorite P., 1988. Eficacia del hidrolizado de proteína en las pulverizaciones-cebo contra *Ceratitis capitata* Wied. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 14: 5-9.
- Schwartz A. 1976. Die rol van predatore by die beheer van citrusrooimyt in die Laeveld. *Citrus and Subtropical Fruit Journal* 509: 17-19.
- Schwartz A. 1993. Occurrence of natural enemies of phytophagous mites on grapevine leaves following application of fungicides for disease control. *South African Journal for Enology and Viticulture* 14: 16-17.
- Schimitschek E. 1931. Der achtzähnlige Lärchenborkenkäfer *Ips cembrae* Heer. Zur Kenntnis seiner Biologie und Ökologie sowie seines Lebensvereines. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 17: 255-310.
- Seitner M. 1924. Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnligen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921 bis einschliesslich 1923. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 50: 2-23.
- Shen FJ. 2001. [Experiment on the control of *Petrova perangustana*.] *Forest Pest and Disease* 20: 24-25.
- Sinacori A., Mineo G., Lo Verde G. 1992. Osservazioni su *Aphanogmus steinitzi* Priesner (Hym., Ceraphronidae) parassitoide di *Conwentzia psociformis* (Curtis) (Neur., Coniopterygidae). *Phytophaga Palermo* 4: 29-48.
- Soler J. M., García-Marí F., Alonso D. 2002. Evolución estacional de la entomofauna auxiliar en cítricos. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 28: 133-149.
- Stange L. A. 1981. The dustywings of Florida. Part I. Genera. (Neuroptera: Coniopterygidae). *Entomology Circular, Division of Plant Industry, Florida Department of Agriculture and Consumer Services* 233: 1-2.
- Steinhauer J. R. 1975. Arthropod pests on Juniper. *Journal of Arboriculture* 1: 205-207.
- Stelzl M. 1991. Untersuchungen zu Nahrungsspektren mitteleuropäischer Neuropteren-Imagines (Neuropteroidea, Insecta). Mit einer Diskussion über deren Nutzlichkeit als Opponenten von Pflanzenschadlingen. *Journal of Applied Entomology* 111: 469-477.

- Stimmel J. F. 1979. Seasonal history and distribution of *Carulaspis minima* (Targ.-Tozz.) in Pennsylvania (Homoptera: Diaspididae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 81: 222-229.
- Symondson W. O. C., Sunderland K. D., Greenstone M. H. 2002. Can Generalist Predators be Effective Biocontrol Agents? *Annual Review of Entomology* 47: 561-594.
- Sziraki G. 1979. Notes on Hungarian species of Coniopterygidae from different orchards. *Folia Entomologica Hungarica* 32: 181-184.
- Tilden J. W. 1951. A note on the manner of feeding of *Agulla adnixa* Hagen (Raphidioidea: Raphidiidae). *Pan-Pacific Entomologist* 27: 192.
- Tillyard R. J. 1918. Studies in Australian Neuroptera. No. 7. The life-history of *Psychopsis elegans* (Guérin). *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 43: 787-818.
- Tomasevic B., Mijuskovic M. 1974. Uloga predatora i bolesti u redukciji prenamnozenih populacija *Panonychus citri* McGregor (Acarina, Tetranychidae) na agrumima jugoslovenskog primorja. *Arhiv'za Poljoprivredne Nauke* 27: 75-88.
- Triggiani O. 1973. Contributo alla conoscenza dell'azione svolta dai nemici naturali degli afidi del mandorlo (*Amygdalus communis*) in agro di Bari. *Entomologica* 9: 119-135.
- Viggiani D. G. 1967. Ricerche sugli Hymenoptera Chalcidoidea. XIII. Sugli entomoparassiti della *Semidalis aleurodifformis* Steph. (Neur. Coniopterygidae), con descrizione di un nuovo genere di Encyrtidae. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filippo Silvestri" di Portici* 25: 163-175.
- Voolma K. 1986. [Entomophages of *Dendroctonus micans* in Estonia.] *Metsanduslikud Uurimused, Estonian SSR* 21: 89-97.
- Ward L. K. 1970. *Aleuropteryx juniperi* Ohm (Neur. Coniopterygidae) new to Britain feeding on *Carulaspis juniperi* Bouche (Hem. Diaspididae). *Entomologist's Monthly Magazine* 106: 74-78.
- Wheeler A. G. Jr. 1981. Updated distribution of *Aleuropteryx juniperi* (Neuroptera: Coniopterygidae) a predator of scale insects on ornamental juniper. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 83: 173.
- Wichmann H. E. 1957. Untersuchungen an *Ips typographus* L. und seiner Umwelt. Die Kamelhalsfliegen. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 40: 433-440.
- Withycombe C. L. 1922. Notes on the biology of some British Neuroptera (Planipennia). *Transactions of the [Royal] Entomological Society of London* 70: 501-594.
- Withycombe C. L. 1924. Note on the economic value of the Neuroptera, with special reference to the Coniopterygidae. *Annals of Applied Biology* 11: 112-125.
- Woglum R. S., McGregor E. A. 1958. Observations on the life history and morphology of *Agulla bractea* Carpenter (Neuroptera: Raphidioidea: Raphidiidae). *Annals of the Entomological Society of America* 51: 129-141.
- Woglum R. S., McGregor E. A. 1959. Observations on the life history and morphology of *Agulla astuta* (Banks) (Neuroptera: Raphidioidea: Raphidiidae). *Annals of the Entomological Society of America* 52: 489-502.
- Yigit A., Uygun N. 1982. Investigations on the population dynamics of hawthorn mite, *Tetranychus viennensis* Zacher (Acarina: Tetranychidae) and its predators in apple orchards. *Cukurova Universitesi Ziraat Fakultesi Yilligi* 13: 64-69.
- Zabel J. 1941. Die Kamelhals-Fliege. Beiträge zur Biologie der *Raphidia ophiopsis*. *Natur und Volk* 71: 187-195.
- Zhao YF., Hou JW. 1993. [Investigation and feeding of natural enemies of *Acaphylla theae* Watt.] *Journal of Tea* 19: 35-37.