

# Insectos causantes de daños al patrimonio histórico y cultural: caracterización, tipos de daño y métodos de lucha (Arthropoda: Insecta)

José Luis YELA<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> Laboratorio de Entomología, Área de Protección Vegetal, Subdirección General de Investigación y Tecnología, INIA, Ctra. de La Coruña Km 7, E-28040 Madrid. correo-e: yela@inia.es

**Palabras clave:** biodeterioro, caracterización, diagnóstico, insectos, métodos de lucha, patrimonio histórico y cultural, tratamiento

**Resumen:** Este artículo de revisión y divulgativo plantea el caso de aquellas especies de insectos que utilizan como recursos de subsistencia ciertos materiales manipulados por el ser humano, en concreto aquellos que constituyen el patrimonio histórico y cultural. Los objetivos son: (1) describir las actividades de los insectos que conducen al biodeterioro; (2) comentar los tipos de material atacado, haciendo referencia al posible impacto de los insectos sobre ellos; (3) dar una idea descriptiva de los principales grupos y especies de insectos que atacan objetos del patrimonio histórico y cultural y de sus principales características biológicas; y (4) ofrecer algunos datos generales sobre el diagnóstico de los daños y sobre los métodos de tratamiento.

**Abstract:** This review and divulgative article deals with insect species using as resources some human handled materials, namely those making up the historic and cultural patrimony. Aims are: (1) to describe insect activities causing some kind of injury on the mentioned materials; (2) to list the main types of attacked material, commenting upon insect impact on them; (3) to give a descriptive overview on the main insect groups and species living on historic and cultural goods and on their main biological features; and (4) to offer some general data on the damage's diagnostics and on the treatment methods.

## Insectos: caracterización y diversidad

La mayoría de las personas tienen una idea intuitiva de lo que es un insecto: un animal generalmente pequeño, cubierto con un exoesqueleto quitinoso esclerosado formado por placas articuladas, con tres pares de patas y, por lo general, con dos pares de alas (que pueden faltar o estar reducidas) (Richards y Davies, 1960; Southwood, 1978; Viedma *et al.*, 1985). Sin embargo, esta definición se refiere sólo a una de las fases del ciclo vital de los insectos: la de adulto. De las otras tres fases (huevo, ninfa y náyade en los insectos heterometábolos o exopterigotas; huevo, larva y pupa, en los holometábolos o endopterigotas), la de ninfa o larva es la que más nos interesa aquí, puesto que ninfas y larvas de un cierto número de especies son las causantes de los daños de mayor importancia sobre objetos artísticos o culturales. Las ninfas son, para entendernos, 'larvas' cuyo patrón estructural es relativamente semejante al de los adultos, y corresponden a los órdenes de insectos más primitivos; por ello, se les puede aplicar a grandes rasgos la definición de insecto que ya hemos expuesto (si bien sus alas nunca están completamente desarrolladas). Ejemplo: la ninfa acuática de un odonato, o el 'saltón' de un saltamontes. Las larvas de los heterometábolos, por el contrario, manifiestan un patrón estructural completamente distinto de los adultos, y corresponden a los

grupos más avanzados de insectos. Las larvas suelen tener el cuerpo cilíndrico o aplanado, con la superficie relativamente blanda, con pelos o sedas más o menos largos, y no se aprecian en ellas vestigios alares. Un buen ejemplo es la larva de un escarabajo. En cualquier caso, ninfas y larvas representan la fase en que el insecto se dedica fundamentalmente a alimentarse, mientras que la fase adulta es primariamente la encargada de la reproducción y dispersión (aunque, como veremos, algunas especies también se alimentan de manera activa en fase adulta).

Según todas las estimaciones, los insectos son el grupo de organismos vivos más diverso, por encima de otros como los hongos o las bacterias. Representan no menos del 60% de todas las especies vivientes descritas hasta el momento (Pyle *et al.*, 1981; Groombridge, 1992). Se han descrito ya entre 750.000 (Wilson, 1988; Ehrlich y Wilson, 1991) y 1 millón (Pyle *et al.*, 1981; New, 1984) de especies de insectos en todo el mundo, pero estimaciones recientes sitúan el número de especies que probablemente exista entre 1 millón y medio y 10 millones (May, 1990; Thomas, 1990a; Gaston y Hudson, 1994). Se supone que en el área ibero-baleár debe haber alrededor de 50.000 especies (Morillo Fernández y Compte Sart, 1995; Yela, en evaluación). El

éxito evolutivo de los insectos ha sido extraordinario, habiéndose adaptado prácticamente a todos los ambientes no marinos (Southwood, 1978; Chinery, 1977). No es, pues, extraño, que algunos de ellos se hayan especializado en utilizar recursos producidos o manipulados por la especie humana. La mayoría de ellos siguen manteniendo poblaciones silvestres, si bien muestran un mayor o menor grado de abandono de la vida silvestre para asociarse a la actividad humana; unos pocos la han abandonado totalmente, y se han vuelto dependientes por completo de nuestra propia especie. Los insectos vinculados a las condiciones humanas pueden agruparse en tres tipos principales, en función de su objeto de ataque:

1) insectos productores o vectores de dolencias o enfermedades, como el mosquito *Anopheles* (transmisor del agente del paludismo), la mosca *Glossina* o tsé-tsé (transmisora del agente de la 'enfermedad del sueño'), la pulga transmisora de la peste bubónica o las 'chinchas asesinas' (*Triatoma spp.*) transmisoras del agente de la fiebre de Chagas;

2) insectos productores de plagas agrícolas, forestales o de plantas ornamentales (tratados en detalle en Bachiller *et al.*, 1981, García Marí *et al.*, 1989, Domínguez García-Tejero, 1989 y Baragaño *et al.*, en prensa; para aspectos generales, véase por ejemplo Symondson y Leddell, 1996 y Watt *et al.*, 1997), como la 'mosca blanca' (*Bemisia tabaci* Gennadius), el escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata* L.), el 'picudo' ferruginoso de las palmeras (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier), la mosca de la aceituna (*Bactrocera (=Dacus) oleae* Rossi), el minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton), la 'lagarta' de encinas y robles (*Lymantria dispar* L.), la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pytiocampa* [D. & Schiff.]), la 'rosquilla negra' de las hortalizas (*Spodoptera littoralis* B.) o el taladro de los geranios (*Cacyleus marshalli* Butler); y

3) aquellos otros que habitan o atacan viviendas, productos almacenados y enseres de todo tipo (Maurier *et al.*, 1979; Viñuela *et al.*, 1993; Robinson, 1996). Entre estos últimos están los causantes del deterioro en obras de arte y bienes culturales (Bolívar Galiano, 1995; Sameño Puerto y García Rowe, 1995; Yela y Sameño, 1997). España, como país con dilatada historia y punto de encuentro de numerosos pueblos y culturas, es poseedora de un amplio patrimonio histórico-artístico (Pijoan, 1961-1967) que es necesario proteger adecuadamente de las eventuales agresiones de estos insectos (así como de otros agentes productores de biodeterioro de los que aquí no se va a hablar: bacterias, algas, líquenes, hongos, ciertas plantas saxícolas, ciertos crustáceos isópodos, ciertos arácnidos, ciertos mamíferos y aves, etc.). Esta protección incluye el seguimiento de las especies de insectos pertinentes sobre los materiales atacados y su control o erradicación.

### Actividades de los insectos como causa de biodeterioro

Cuatro son las funciones principales en que se ocupan los insectos a lo largo de su ciclo vital: alimentación, búsqueda de refugio, reproducción y dispersión (Southwood, 1978; Huffaker y Rabb, 1984; Gullan, 1994). Obviamente, es al satisfacer alguna de ellas cuando pueden producir los tipos

fundamentales de daño. Sin duda, las actividades relacionadas con la alimentación son las principales causantes de biodeterioro entomológico, que puede ser producido mecánicamente (al arrancar el animal con las mandíbulas parte del objeto atacado) o químicamente (por efecto de sustancias presentes tanto en la saliva y otras secreciones bucales como en los excrementos). La búsqueda de refugio tiene un papel algo menor y, junto a la actividad reproductora, produce alteraciones de naturaleza fundamentalmente mecánica (al horadar cavidades o remodelar materiales donde protegerse, o al construir 'nidos' donde llevar a cabo la cópula o la puesta). Por último, si bien la dispersión como tal no conduce a biodeterioro, es interesante señalar el papel que el traslado humano de materiales puede tener como vector de la dispersión pasiva de insectos (asunto tratado en otro artículo de esta misma monografía). Bastantes de los insectos reconocidos como dañinos han ampliado mucho sus áreas de distribución debido a que han sido trasladados, junto al material en el que se cobijan, de la zona que habitaban originalmente a otras donde no estaban presentes, y en las cuales han podido sobrevivir (Elton, 1958; Chinery, 1977; Lodge, 1993). Así, algunas de las especies que se van a mencionar líneas más abajo proceden de Norteamérica o Centroeuropa, y se han aclimatado a las condiciones reinantes en nuestro país (en algunos casos, por hallarse los materiales que deterioran dentro de habitáculos humanos, lo que implica que las condiciones ambientales no son severas).

### Materiales atacados e impacto producido

Como se ha señalado, las actividades alimentarias de los insectos son de importancia máxima en relación con el biodeterioro, ya sea éste producido por ninfas o larvas o por adultos. Se pueden proponer diferentes clasificaciones de los tipos de material atacado por los insectos y de los daños infligidos (Bletchly, 1967; Pinniger, 1990; Zycherman y Schrock, 1988), una de las cuales es la siguiente (tomada de Yela y Sameño, 1997):

#### A. Material de origen vegetal:

1) **Madera: vigas, marcos, mobiliario, techos, suelos y tallas** son atacados básicamente por escarabajos (Coleoptera), de entre los cuales el 'gusano de la madera' o 'carcoma común de los muebles' *Anobium punctatum* (Anobiidae) es el 'insecto estrella' (Bletchly, 1967). Existen otras especies de coleópteros (relacionadas más abajo) que, bajo las condiciones ambientales que se dan en España, pueden causar desperfectos notables, en especial *Lyctus brunneus*, *L. linearis* (Lyctidae) e *Hylotrupes bajulus* (Cerambycidae). Sin embargo, es *A. punctatum* la especie que ocasiona la mayor parte de los daños al excavar sus larvas galerías en la madera, pudiendo reducir techumbres, muebles y suelos enteros a serrín en relativamente poco tiempo (Bletchly, 1967; Bernis Mateu, 1974; Chinery, 1977). La mayoría del resto de los insectos de importancia en el deterioro de maderas sólo tiene importancia local u ocasional; entre ellos podemos citar las termitas (Isoptera), que construyen sus nidos en la madera vieja, pudiendo llegar en algunos casos a producir un daño irreversible en vigas o cimientos de madera; alguna especie de hormiga (Hymenoptera), de parecido comportamiento; ciertas cucarachas (Dictyoptera), cuyos daños suelen ser superficiales y debidos al efecto de la masticación de madera humedecida; y algunas avispas (Hymenoptera), que arrancan

trozos de madera para hacer una pasta junto a su saliva con la cual fabricar el papel de sus nidos (pero cuyos daños hay que catalogar también de escasos).

**2) Papel y otros derivados de la celulosa (herbarios, pergaminos, etc.):** pueden raerlos especies de varios órdenes de insectos, aunque los mayores daños son producidos por el 'piojo de los libros' *Liposcelis corrodens* (Psocoptera) (que es agente primario que abre paso a otros destructores secundarios), los 'pececillos de plata' *Lepisma saccharina* y *Thermobia domestica* (Thysanura), algunos escarabajos anóbidos y líctidos (véase más abajo), el derméstido *Attagenus piceus* (Coleoptera) y algunos termes (véase más abajo).

**3) Barnices y resinas:** pueden ser desgastados por la acción masticadora de ciertos coleópteros derméstidos, sobre todo del género *Dermestes* (al tratarse de sustancias grasas).

**4) Alfombras y telas de origen vegetal (algodón, lino):** excepto por lo que se refiere a derméstidos del género *Attagenus* (que son frecuentes en alfombras), son escasos los daños producidos por insectos sobre tejidos de origen vegetal, aunque se pueden observar en ocasiones mordeduras de tisanuros, de ciertos escarabajos (otros derméstidos) y de cucarachas (blatélidos).

## B. Material de origen animal:

**5) Cuero, pelo, piel o plumas:** Los principales enemigos de estos materiales son los escarabajos derméstidos, que pueden llegar a hacer desaparecer el material original y dejarlo reducido a un fino polvo ocráceo (compuesto por sus excrementos).

**6) Tejidos y telas de origen animal:** en ocasiones pueden ser atacados por la mordedura de escarabajos derméstidos y cucarachas, pero los mayores daños los producen las 'polillas de la ropa' (Lepidoptera), que en general producen agujeros de entre dos y tres milímetros y (más raramente) varios centímetros de diámetro.

Como se ve, los daños causados por insectos afectan fundamentalmente a materiales orgánicos. Los daños en materiales inorgánicos (de tipo pétreo) son relativamente raros (aunque en algún caso pueden ser graves). Los ejemplos más reseñables se refieren todos ellos a himenópteros, y son: 1) la construcción de nidos de barro (cámaras de cría), de naturaleza muy compacta, llevada a cabo por ciertas avispas (esfécidos y véspidos), que pueden llegar a cubrir superficies importantes en muros, paredes o esculturas; 2) el aprovechamiento de grietas y la subsiguiente excavación de galerías de refugio y reproductoras llevado a cabo por ciertas avispas y abejas cortadoras de hojas (véspidos, andrénidos, antofóridos y halictidos); y 3) la excavación de habitáculos en la base de edificaciones efectuada ocasionalmente por algunas hormigas (formícidos). Los restantes tipos de deterioro sobre materiales inorgánicos están producidos exclusivamente como consecuencia indirecta de la presencia de insectos (por acúmulo transitorio de ejemplares que pueden atraer a presas como ratones y murciélagos).

Cabe resaltar la aparente paradoja que supone hallar en ocasiones insectos que, en principio, 'no deberían' estar sobre determinados sustratos. Así, sobre las láminas de madera denominadas 'Colección de planchas para imprimir naipes'

(Sevilla, alrededores del siglo XVI), fueron encontrados restos de exuvias de larvas de coleópteros derméstidos (*Anthrenus sp*) (Yela y Sameño, 1997), los cuales no atacan la madera, a no ser que esté impregnada de materias grasas (Bletchly, 1967). Dichas exuvias sólo aparecieron sobre algunas de las láminas. Un examen detallado permitió constatar que algunas de ellas habían sido tratadas con una sustancia parafinada (de naturaleza grasa), y es precisamente allí donde aparecen las exuvias. Las larvas de derméstidos se estarían alimentando de la capa de parafina y, eventualmente, de la madera en contacto con ella; pero no de la madera sin tratar.

Como se ha visto, el grado de vinculación de los insectos dañinos con el material que atacan es variable. Algunas especies pueden considerarse constantes, en el sentido de que su presencia delata un tipo de daño concreto que varía poco cualitativamente aunque mucho cuantitativamente, y que apenas se encuentran en otro hábitat que el proporcionado por el material artístico (por ejemplo, la carcoma de los muebles); otras, sin embargo, son más o menos accidentales; se encuentran asociadas a otros ambientes, y en general producen daños de poca importancia (como ciertas cucarachas).

## Principales plagas de insectos causantes de biodeterioro en España

Para un reconocimiento fiable de las distintas especies existen buenas figuras en diferentes obras; se recomienda al lector interesado recurrir a Bletchly (1967) (adultos y larvas de xilófagos), Bernis Mateu (1974) (algunos adultos y larvas xilófagos), Chinery (1977) (adultos), Pinniger (1990) (algunos adultos), Viñuela *et al.* (1993) (algunas larvas y adultos) y, sobre todo, Kingsolver (1988) (adultos y larvas y datos biológicos).

### Orden Thysanura

#### Familia Lepismatidae

- *Lepisma saccharina* Linnaeus, 'pececillo de plata' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988). Este detritívoro no desprecia derivados de la celulosa (papel, textiles vegetales, cartón), así como las colas y adhesivos que unen las hojas de libros y documentos. Ninfas y adultos producen un raspado irregular sobre la superficie. Su color es gris plateado, y su tamaño oscila entre 8 y 12'5 mm. Los huevos tardan entre 19 y 43 días en eclosionar, según las circunstancias ambientales; el periodo ninfal dura entre 3 y 4 meses; y los adultos pueden vivir entre 2 y 3 años y medio. La especie es cosmopolita y muy abundante en lugares umbrosos, recogidos y húmedos.

- *Thermobia domestica* (Packard), 'insecto del fuego' o 'termobia de las tahonas' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988). Las preferencias, daños y biología son análogos a los de la especie anterior, si bien ésta es más termófila. Su color es también gris plateado, pero con un dibujo oscuro en la superficie dorsal.

### Orden Dictyoptera

#### Familia Blattidae

- *Blatella germanica* (Linnaeus), 'cucaracha rubia o alemana' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988). Debido a sus hábitos omnívoros, la ninfa y el adulto atacan, entre muchos

otros materiales, sustancias amiláceas (colas, pegamentos), cuero y, en ocasiones, madera humedecida o en putrefacción. Los daños se limitan generalmente a raspaduras y mordeduras, que a veces pueden ser de importancia. El adulto es pequeño (11 a 14 mm). El color de ninfas y adultos es ocre pálido, con dos bandas oscuras en el pronoto. A veces su presencia queda de manifiesto por la aparición de las ootecas (de unos 6 mm). El ciclo vital dura entre 55 y 68 días, y la hembra puede vivir hasta 200 días. Es cosmopolita y bastante abundante; vive en sitios húmedos y oscuros.

- *Blatta orientalis* (Linnaeus), 'cucaracha negra o común' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988; Pinniger, 1990). Ninfas y adultos tienen análogas costumbres, y producen similares daños, a los de la especie anterior. El adulto es de tamaño mediano (26 mm). Color de ninfas y adultos negruzco. La presencia de ootecas (7 mm) evidencia la de la especie. Duración del ciclo vital: entre 300 y 800 días; la hembra adulta puede vivir hasta casi un año. Cosmopolita y muy abundante, aunque en muchas localidades ha sido desplazada (e incluso eliminada) por la siguiente especie.

- *Periplaneta americana* (Linnaeus), 'cucaracha americana' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988; Pinniger, 1990). Biología y daños como en las dos especies precedentes. El adulto es de tamaño grande (29 a 40 mm). Color de ninfas y adultos pardo avellana. Ootecas de unos 9 mm. Duración del ciclo vital: entre 258 y 616 días; la hembra adulta puede vivir alrededor de un año. Cosmopolita y muy abundante en España meridional (sobre todo en localidades de invierno suave). A diferencia de la especie anterior, las alas de ésta son funcionales. Contrariamente a lo que parece indicar su nombre, no procede de Norteamérica, sino que es originalmente paleotropical. Actualmente está expandiendo su área de distribución.

## Orden Isoptera

### Familia Kalotermitidae

- *Kalotermes flavicollis* (Fabricius), 'termita amarilla' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988). Como todos los termes, los adultos de esta especie se organizan en castas, de las cuales las obreras son el estado que produce los daños. Al igual que otras especies, ésta es xilófaga, degradando la madera seca gracias a la acción de microorganismos simbioses presentes en su tracto digestivo. Ataca materiales que contengan celulosa (maderas de todo tipo, sobre todo vigas y muebles, también a veces papel o libros). Normalmente no accede al suelo, por lo que es corriente encontrar nidos aislados en muebles, estanterías, etc. Excava galerías; se detecta, sobre todo, por la presencia de un polvo fino (restos de madera y serrín) y por los excrementos, cilíndricos. Tamaño de las obreras: alrededor de 5-6 mm. Su color es pardo claro, con el protórax amarillento. Habita en los países ribereños del Mediterráneo y es ocasionalmente abundante, aunque las colonias no son usualmente muy numerosas (unos 600 individuos).

- *Cryptotermes brevis* (Johnson) (Bernis Mateu, 1974; Chinery, 1977; Baragaño y Notario, 1985a; Kingsolver, 1988). Ataca maderas secas (sus necesidades de humedad son inferiores al 15%). Produce galerías irregulares en las que no deja celulosa procesada y aglomerada; habita siempre en partes subterráneas de vigas de madera, a las que erosiona rápidamente y puede destruir completamente (esta especie y la siguiente son propias del suelo). También puede excavar galerías finas individuales en libros. Las obreras, de unos 6 mm de tamaño, son amarillentas. Es una especie introducida de Norteamérica, muy rara en la Península Ibérica (más abundante en Canarias).

### Familia Rhinotermitidae

- *Reticulitermes lucifugus* (Rossi) (Bernis Mateu, 1974; Chinery, 1977; Kingsolver, 1988). Necesita una humedad alta (mayor del 50%). Es una especie fundamentalmente forestal, asociada secundariamente a objetos de madera procesada. Produce galerías más o menos irregulares, pero paralelas a las fibras de la madera, con cámaras de gran tamaño; en su interior deja aglomeraciones de celulosa poco resistentes. Cuando erosiona libros ataca en masa abriendo grandes cavidades. El color de las obreras es amarillento; su tamaño es de unos 4'5-5'5 mm. Es cosmopolita, desplazándose más que *Kalotermes flavicollis* y siendo sus colonias más numerosas. Puede ser abundante (colonias de hasta 100.000 individuos).

## Orden Psocoptera

### Familia Liposcelidae

- *Liposcelis corrodens* Heymons, 'piojo de los libros' (Kingsolver, 1988). El papel (libros, documentos) es atacado por ninfas y adultos; en él dejan pequeños agujeros y galerías superficiales de tipo irregular. También contribuyen a dispersar hongos y algas dañinos para los derivados celulósicos, acción que puede ser en definitiva más perjudicial que el propio daño mecánico (Baz, comunicación personal). Su color es blanco grisáceo, y su tamaño minúsculo (1 a 2 mm). La fase de huevo dura entre 6 y 9 días y la de ninfa entre 24 y 130 días. El adulto vive alrededor de 20 días, y puede haber de 2 a 8 generaciones al año. Parece ser que la especie es partenogénica. Es cosmopolita y en ocasiones abundante. Es posible que exista más de una especie con capacidad para vivir en asociación con el papel.

## Orden Coleoptera

### Familia Lucanidae

- *Dorcus parallelepipedus* (Linnaeus), 'ciervo volante menor' (Bletchly, 1967; Chinery, 1977). Especie xilófaga, la larva ataca tocones de árboles silvestres. No daña madera procesada, pero en ocasiones ésta puede mostrar las galerías hechas antes del procesamiento (que son grandes, de 1 cm de diámetro aproximadamente). Es una especie europea meridional, relativamente abundante.

### Familia Buprestidae

- Las larvas de *Buprestis aurulenta* (Linnaeus) (Bletchly, 1967; Chinery, 1977) y *Eurythyrea austriaca* (Linnaeus) (Bletchly, 1967; Chinery, 1977) pueden aparecer en objetos de madera, puesto que aunque son especies silvestres, sus ciclos de vida son muy largos (varios años, en ocasiones hasta 30) y las larvas pueden sobrevivir al procesamiento de la madera. Los adultos, de entre 1 y 2 cm, tienen brillos metálicos, y las larvas, blanquecinas y gruesas (hasta 2'5 cm de longitud), excavan galerías de unos 0'7 a 0'9 mm de diámetro. La primera especie es americana (fue importada con la madera), la segunda es europea. Son raras en la Península Ibérica.

### Familia Dermestidae

- *Dermestes ater* De Geer, 'escarabajo del tocino negro' (Kingsolver, 1988). Ataca preferentemente materiales de origen animal, como huesos, nidos, lana, cuero, etc., pero a veces también maderas y corchos grasos, donde la larva

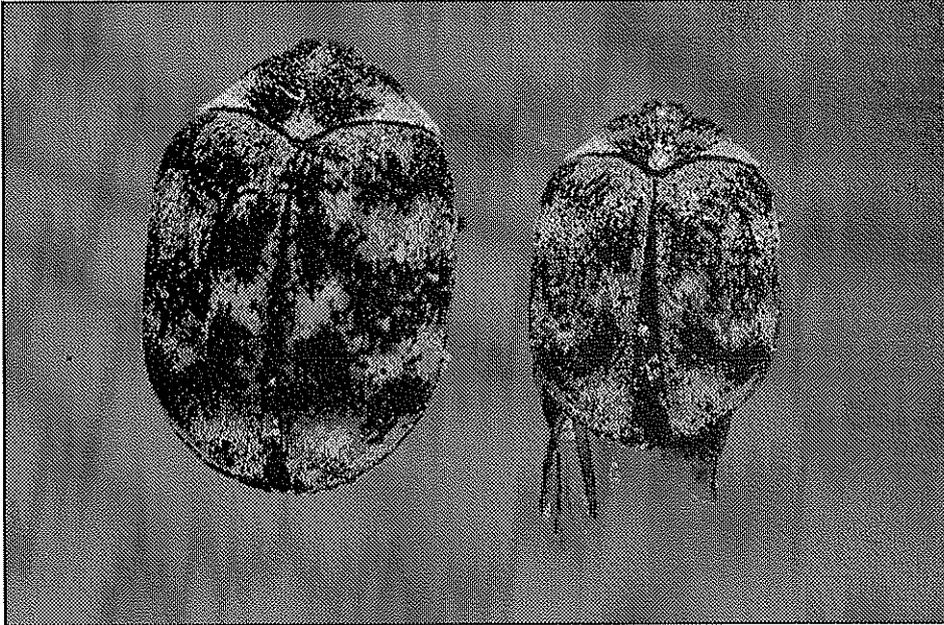


Fig. 1. Dos ejemplares adultos de *Anthrenus verbasci* L.

excava cámaras en las cuales pupa. La presencia de todos los derméstidos se pone de manifiesto al hallarse las exuvias (o mudas) de las larvas en el material atacado. El adulto tiene forma elíptica, mide entre 7 y 9 mm, y su color es pardo muy oscuro o negruzco, sin dibujos. La larva es parda amarillenta, con una estría dorsal estrecha, cilíndrica pero ligeramente aplanada (hasta 14 mm de longitud). Su presencia puede indicar la de restos de pájaros o roedores, a los que frecuentemente se asocia. Huevo: 3 a 4 días; larva: 6 a 9 semanas; pupa: 8 a 9 días; el adulto vive de 2 a 3 meses. Es cosmopolita y abundante.

- *Dermestes maculatus* De Geer, 'escarabajo de las despensas' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988; Pinniger, 1990). Ataca los mismos materiales que el anterior, con daños análogos. El adulto es elipsoidal, y se distingue del anterior por su mayor longitud (9 a 10 mm) y por su color negro sin dibujos pero con una banda marginal de pelo blanco en el pronoto. Además, los élitros poseen una espina terminal y central cada uno. La larva es negra con una estría dorsal ancha, también cilíndrica (hasta 12 mm de longitud). También suele asociarse con pájaros y roedores. Huevo: 2 a 4 días; larva: 35 a 238 días; pupa: 5 a 30 días; el adulto vive hasta 3 meses. Cosmopolita y muy abundante.

- *Dermestes lardarius* Linnaeus, 'escarabajo del tocino' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988; Pinniger, 1990). La larva se alimenta de materiales de origen animal, como pelo, cuernas, huesos, cuero, plumas, nidificaciones, etc., donde construye cámaras pupales. Puede atacar maderas y corchos engrasados. Adulto alargado (7 a 9 mm), de color negro con una ancha banda gris en la base de los élitros, en la que se aprecian seis puntos negros (tres en cada élitro). La larva es amarillento-pardusca, con una fina banda entrecortada dorsal sobre el abdomen; es alargada (de hasta 12 mm de longitud). Puede asociarse con pájaros y roedores. Huevo: 2 a 12 días; larva: 15 a 80 días; pupa: 8 a 15 días; el adulto vive hasta un año y medio. Cosmopolita y muy abundante.

- *Anthrenus scrophulariae* (Linnaeus) (Kingsolver, 1988). Alimentación y daños de la larva análogos a los de las especies precedentes. Adulto casi circular (2'2 a 3'5 mm), de color negro con manchas blancas y una ancha banda anaran-

jada separando ambos élitros. Larva parda oscura, con pinceles de sedas negras (2'5 a 3'5 mm). El adulto es florícola. Huevo: 13 a 20 días; larva: 60 a 80 días; pupa: 13 a 15 días; el adulto vive hasta un mes. Cosmopolita y abundante.

- *Anthrenus flavipes* Le Conte (Kingsolver, 1988). Alimentación, daños y biología como la especie anterior. Adulto casi circular (2'0 a 3'5 mm), moteado de manchas negras, blancas y amarillas. Larva parda amarillenta, con pinceles de sedas negras (de hasta 5 mm de longitud). Huevo: 15 a 18 días; larva: 112 a 384 días; pupa: 14 a 19 días; el adulto vive de 32 a 200 días. Cosmopolita y abundante.

- *Anthrenus verbasci* Linnaeus (Kingsolver, 1988). Alimentación, daños y biología como en las dos especies anteriores. Adulto casi circular (2 a 3 mm), moteado irregularmente de manchas negras, blancas y amarillas. Larva negra y amarilla, con pinceles de sedas negras (4 a 5 mm). Huevo: 17 a 18 días; larva: 222 a 322 días; pupa: 10 a 13 días; el adulto vive de 8 a 39 días. Cosmopolita y abundante.

- *Thyodrias contractus* Motschulsky (Kingsolver, 1988). La larva se alimenta, entre otros productos, de tejidos animales como seda y lana, que roe superficialmente. Macho adulto alargado (2 a 3 mm), blanco amarillento. Hembra adulta áptera, del mismo tamaño y color. Larva parda, en forma de C, con pinceles de sedas pardas (3 mm). Huevo: 23 a 30 días; larva: 242 a 338 días; pupa: 7 a 14 días; el adulto vive de 9 a 50 días. Cosmopolita, pero muy raro en nuestras latitudes.

- *Trogoderma spp* (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988; Viñuela *et al.*, 1993). Las larvas de varias especies de este género se alimentan, entre otros productos, de cueros, pieles y otros materiales animales almacenados, que roen superficialmente y en los que excavan galerías. Los adultos son subelípticos, algo alargados, de entre 2 y 4 mm. Las larvas son cilíndricas, amarillas, con pinceles de sedas pardas cortas y diseminadas; su tamaño oscila entre 1 y 5 mm. Las larvas viven mucho tiempo, entre 5 meses y cuatro años y medio; los adultos tienen vida corta (10 a 32 días). Casi todas las especies son cosmopolitas y no raras.

- *Attagenus unicolor* (Brahm) (Kingsolver, 1988). Las larvas atacan materiales de origen animal, entre otros lana,



Fig. 2. Larva de *Trogoderma* sp.

seda, cuero, piel, plumas, etc. donde roen superficialmente y excavan galerías. Adultos rechonchos, algo alargados, de entre 3 y 5 mm. Las larvas son alargadas, algo curvadas, pardas o pardo-amarillentas, con sedas diseminadas (longitud hasta 8 mm). Huevo: 10 a 15 días; larva: 258 a 639 días; pupa: 8 a 14 días; adulto: 14 a 43 días. Cosmopolita y ocasionalmente abundante.

- *Attagenus piceus* (Linnaeus), 'carcoma de las alfombras' (Valentín, 1993). La larva se encuentra sobre materias celulósicas (sobre todo libros, papeles diversos, cartones y alfombras), aunque también sobre material de origen animal. Produce erosión superficial y galerías algo más profundas, y puede ser abundante en ocasiones. Es cosmopolita, y su biología y morfología son parecidos a los de la especie anterior.

#### Familia Anobiidae

- *Lasioderma serricorne* (Fabricius), 'casarudo cigarrero' o 'carcoma del tabaco' (Bletchly, 1967; Bernis Mateu, 1974; Chinery, 1977; Kingsolver, 1988; Pinniger, 1990; Español Coll, 1992; Valentín, 1993; Viñuela *et al.*, 1993). Las larvas (causantes del daño) son frecuentes asociadas a plantas conservadas en herbarios, a las que roe superficialmente, aunque en ocasiones puede también encontrarse sobre papel u otros derivados de la celulosa (madera) y sobre artículos de seda. El adulto es pardo rojizo o anaranjado, mide de 2 a 3 mm y carece de surcos en los élitros. El pronoto, muy desarrollado, cubre dorsalmente la cabeza; el cuerpo está recubierto de una fina pubescencia. Las antenas son dentadas. El adulto es muy móvil (es un volador muy activo). La larva es blanca, con forma de C, y mide unos 3 mm. Es una especie cosmopolita y común, que se detecta por los orificios de salida de los adultos y el fino polvo (serrín y excrementos)

alrededor de los objetos atacados. El huevo vive entre 6 y 8 días (la puesta consiste de aproximadamente un centenar de huevos). El periodo larvario oscila entre 30 y 120 días, el pupal entre 14 y 21 días y los adultos pueden sobrevivir hasta 26 días. Puede tener entre 3 y 5 generaciones anuales, en función del lugar y sus condiciones climáticas.

- *Stegobium paniceum* (Linnaeus), 'escarabajo o carcoma del pan' (Bletchly, 1967; Chinery, 1977; Kingsolver, 1988; Pinniger, 1990; Español Coll, 1992; Valentín, 1993). Las larvas producen galerías superficiales e internas y orificios de 1 a 1'5 mm de diámetro en materiales celulósicos como productos amiláceos, libros, documentos, herbarios, corcho, cuero, etc. El adulto es algo más oscuro que el de la especie precedente (2'2 a 3'7 mm), y tiene surcos longitudinales en los élitros. La larva es blanquecina y en forma de C, y mide sobre 4 mm. Es cosmopolita y en ocasiones es muy abundante. Huevo: 7 a 12 días; larva: 35 a 50 días; pupa: 8 a 20 días; el adulto vive entre 13 y 85 días.

- *Anobium punctatum* (De Geer) (Bletchly, 1967; Bernis Mateu, 1974; Chinery, 1977; Baragaño y Notario, 1985b; Pinniger, 1990; Español Coll, 1992; Valentín, 1993). Es xilófago y muy frecuente. Gran parte de los ataques a maderas en España (en condiciones no silvestres) se deben a esta especie. También ataca otros materiales celulósicos como libros, pergaminos o fajos de documentos, y más raramente textiles de origen vegetal. En la madera produce galerías multiestratificadas y orificios de 1 a 1'5 mm. Los daños más graves se observan en condiciones de mayor humedad y temperatura reducida (pero siempre por encima de unos 10°C). El adulto mide entre 3 (machos) y 5'5 mm (hembras); su color es pardo oscuro ligeramente rojizo, y tiene surcos punteados en los élitros (de donde le viene el nombre). Larva blanca, ligeramente curvada; sus excrementos son elípticos, y quedan dentro de las galerías (al no perforar las larvas la superficie). Huevo: 6 a 12 días; larva: 35 a 60 días; pupa: 8 a 15 días; el adulto vive entre 12 y 55 días. Los adultos dejan sus huevos en cualquier rendija o grieta, por lo que los muebles bien pulimentados y barnizados están relativamente a salvo de sus ataques. Hasta que los adultos no abandonan las galerías la presencia de la plaga no es evidente; por esta causa su potencialidad como productor de daños es máxima.

- *Ernobius mollis* (Linnaeus) (Bletchly, 1967; Español Coll, 1992). Es xilófago; ataca sobre todo la corteza. Es muy raro en la Península Ibérica, y apenas se han registrado ataques. Tamaño pequeño (3'5 a 5 mm) y color pardusco.

- *Dendrobium denticolle* (Creutzer) (Bletchly, 1967; Español Coll, 1992). Los mismos comentarios que para la especie anterior.

- *Ptilinus pectinicornis* (Linnaeus) (Bletchly, 1967; Español Coll, 1992). También xilófago, en la Península Ibérica prácticamente sólo se da en el área cantábrico-pirenaica. Se distingue bien por las antenas plumosas de los machos.

- *Xestobium rufovillosum* (De Geer), 'carcoma', 'escarabajo reloj de la muerte' (Bletchly, 1967; Bernis Mateu, 1974; Chinery, 1977; Baragaño y Notario, 1985b; Pinniger, 1990; Español Coll, 1992; Valentín, 1993). Xilófago. Es bastante raro en la Península Ibérica, de donde sólo se conoce de la franja cantábrico-pirenaica. Produce orificios y galerías semejantes a los de *Anobium punctatum*, pero algo mayores; el adulto mide entre 6 y 9 mm de longitud y presenta unos pelitos muy cortos y amarillentos que le dan un aspecto moteado. Su vuelo es bastante débil, y se produce en primavera. Los excrementos de las larvas (que son blancas y en

Fig. 3. Adulto de *Anobium punctatum* (De Geer)

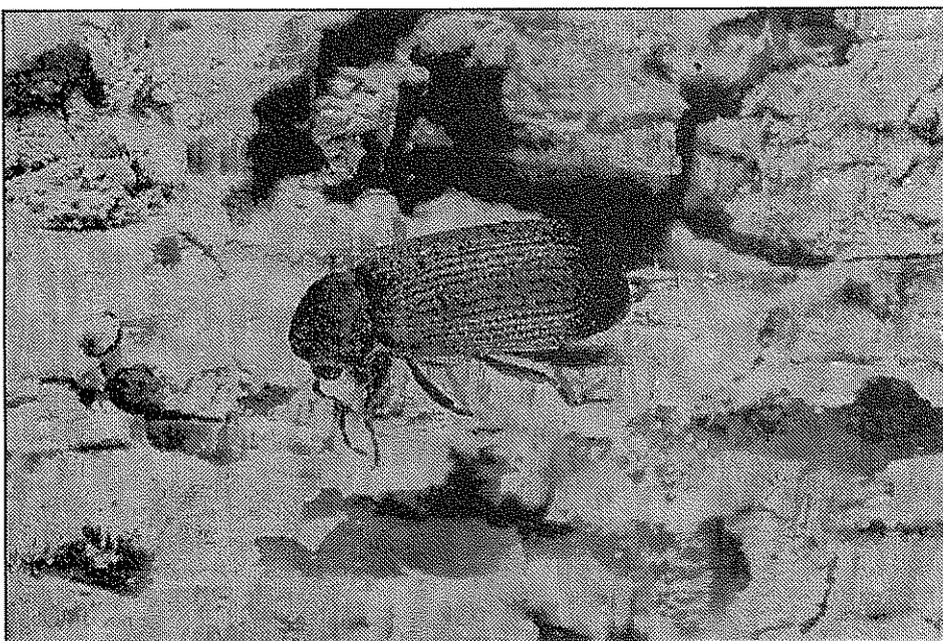


Fig. 4. Adulto de *Rhizopertha dominica* (Lat.).



forma de C, y de hasta 8 mm de longitud) son redondeados. El ciclo biológico dura entre 1 y 10 años.

- *Micobium castaneum* (Linnaeus) (Bletchly, 1967; Español Coll, 1992; Valentín, 1993). Consume derivados celulósicos, sobre todo papel. En libros y fardos de documentos deja galerías y orificios de 1 a 1'5 mm de diámetro. Es raro en la Península Ibérica.

Existen otras especies de anóbidos xilófagas en la naturaleza, que muy raramente se encuentran sobre objetos de madera elaborada.

#### Familia Ptinidae

- *Gibbium psylloides* (Czenpinski), 'escarabajo araña' (Bletchly, 1967; Kingsolver, 1988). Las larvas producen galerías superficiales e internas en papel, lana y cuero. Los orificios miden entre 1 y 2 mm de diámetro. El adulto es fácilmente reconocible por sus largas patas; es pardo oscuro,

casi negro (1'7 a 3'2 mm). La larva es blanca con la cabeza parda, y tiene forma de C (3 a 5 mm). Es una especie cosmopolita, que en España sólo es ocasionalmente abundante. Huevo: 13 a 20 días; larva: 29 a 35 días; pupa: 15 a 18 días; el adulto vive entre 30 y 40 semanas.

#### Familia Bostrychidae

- Existe una serie de especies silvestres, todas ellas granívoras y más o menos xilófagas, que en muy raras ocasiones pueden aparecer sobre maderas procesadas. Entre ellas cabe mencionar (Bletchly, 1967; Chinery, 1977; Domínguez García-Tejero, 1989; Viñuela *et al.*, 1993): *Bostrychus capucinus* (Linnaeus), *Rhizopertha dominica* (Latreille), *Dinoderus minutus* (Fabricius), *Heterobostrychus brunneus* (Murray) y *Bostrychopsis parallela* (De Geer), cuyo tamaño oscila entre 6 y 17 mm en estadio larvario y entre 2 y 14 mm en estado adulto, y cuyo color es en general

pardo o rojizo oscuro (excepto *B. capucinus*, cuyos élitros son de un rojo vivo). La más abundante de todas es *Rhizopertha dominica* ('capuchino de los granos'), cuyo adulto mide entre 2 y 3 mm de longitud, con aspecto cilíndrico y alargado y color pardo rojizo oscuro, y cuya cabeza no es visible en norma dorsal al quedar escondida bajo el pronoto (que es giboso y subrectangular). Tanto el pronoto como los élitros están recubiertos por pequeñas punteaduras. Los tres últimos artejos de las antenas están dilatados, en forma de paleta triangular. Las hembras ponen unos 400 huevos, siendo las larvas blancas, arqueadas y con el segmento anal ensanchado y comprimido y de unos 5 a 6 mm de longitud. Puede tener 4 o 5 generaciones anuales.

#### Familia Lyctidae

- Varias especies de *Lyctus* (Bletchly, 1967; Bernis Mateu, 1974; Chinery, 1977; Baragaño y Notario, 1985b; Valentín, 1993), a las que se conoce genéricamente como 'escarabajos del polvo de la madera', 'carcomas' o 'polillas del parquet', se pueden encontrar con relativa frecuencia horadando la madera, donde suelen dejar orificios y galerías de alrededor de 1 mm de diámetro. Las más abundantes son *Lyctus linearis* (Goeze) y *Lyctus brunneus* (Stephens), que no son raras también atacando objetos de papel o cartón. Ambas son introducidas; la primera tiene una distribución más amplia, predominando en zonas costeras, y la segunda tiene una distribución septentrional (siendo más abundante en Cataluña). La plaga se detecta al aparecer un polvo finísimo, difícilmente distinguible del que produce *Anobium punctatum*. Las larvas son semejantes, pero los adultos presentan un pronoto que no oculta, en norma dorsal, toda la cabeza (en *Anobium* sí la oculta), y las mazas antenales son bisegmentadas (trisegmentadas en *Anobium*). Miden entre 2 y 7 mm de longitud. El resto de las especies de este género aparece casi exclusivamente en la naturaleza, si bien *L. pubescens* (Panzer), *L. cavicollis* (Le Conte), *L. planicollis* (Le Conte) (estos dos últimos, importados de Norteamérica) y *L. africanus* Lesne pueden encontrarse en algunas ocasiones sobre objetos de madera. Otros horadadores de esta familia son *Minthea rugicollis* (Walker) y *Trogoxylon parallelepipedum* Melsher, algo más frecuentes que los anteriores, pero tampoco corrientes; el último procede asimismo de Norteamérica.

#### Familia Cleridae

- *Necrobia rufipes* (De Geer), 'escarabajo de patas rojas del jamón' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988). Las larvas son endófagas, y se encuentran sobre todo en carne muerta y jamón, aunque en ocasiones también sobre cuero. Producen galerías más bien superficiales. Pueden dañar tejidos momificados. El adulto es azul oscuro, con brillo metálico y patas rojizas; es peludo, y sus antenas son claviformes (3'5 a 7 mm). La larva es blanquecina, con el dorso crema claro y cabeza parda oscura, y tiene forma cilíndrica y alargada (9 a 10 mm). Es especie cosmopolita, y en España es relativamente abundante. Huevo: 4 a 15 días; larva: 28 a 80 días; pupa: 11 a 52 días; el adulto vive entre 120 y 140 días.

#### Familia Lymexylidae

- Dos especies xilófagas, *Hylecoetus dermestoides* (Linnaeus) (Bletchly, 1967; Chinery, 1977) y *Lymexylon navale* (Linnaeus), 'broma de las naves' (Bletchly, 1967; Chinery, 1977), pueden encontrarse sobre objetos de madera, aunque son raros. Las larvas son blanquecinas y alargadas (8 a 18 mm), y los adultos muy esbeltos, ligeramente pilosos y

con los palpos de los machos muy ramificados (tamaño: 6 a 16 mm). Antiguamente, la segunda especie era muy dañina en las naves de madera; hoy día apenas se registran daños en la madera elaborada.

#### Familia Cucujidae

- *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus), 'carcoma dentada de los granos' o 'gorgojo dentado' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988; Domínguez García-Tejero, 1989; Viñuela *et al.*, 1993). Es una especie cosmopolita, a veces abundante en la Península Ibérica. Los daños producidos en material artístico son escasos, pues en general se encuentra asociado a alimentos de origen vegetal. Puede atacar fibras como el lino. Larvas y adultos (ambos son dañinos) producen galerías irregulares, en general superficiales. El adulto es pardo oscuro rojizo (2'5 a 3'5 mm), y tiene surcos longitudinales en los élitros; los bordes del tórax son dentados (6 dientes a cada lado). La larva es cilíndrica, alargada y blanquecina (4 a 4'5 mm), y está provista de finas y largas sedas. Es cosmopolita y en ocasiones es muy abundante.

Huevo: 3 a 5 días; larva: 14 a 50 días; pupa: 7 a 27 días; el adulto vive entre 5 días y 3 años. Puede tener de 1 a 5 generaciones anuales.

#### Familia Tenebrionidae

- *Tribolium confusum* Jaquelin du Val (Kingsolver, 1988; Domínguez García-Tejero, 1989; Viñuela *et al.*, 1993). Las larvas producen daños superficiales en herbarios, pero sólo raramente. El adulto es pardo oscuro rojizo (2'6 a 4'4 mm). La larva es blancuzca, con un par de 'cuernos' anales pardos, así como las mandíbulas; cuerpo cilíndrico y alargado (6 a 7 mm). Es una especie cosmopolita y relativamente abundante. Huevo: 6 a 9 días; larva: 16 a 100 días; pupa: 6 a 8 días; el adulto vive hasta 8 meses.

#### Familia Oedemeridae

(Bletchly, 1967; Chinery, 1977)

- Las larvas de algunas especies de esta familia son barrenadoras de la madera, si bien en condiciones naturales. Alguna vez se ha registrado algún ataque a maderas elaboradas, pero de escasa importancia. Los adultos son florícolas, y el grupo abunda más en latitudes bajas europeas.

#### Familia Cerambycidae

- *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus), 'carcoma grande' o 'capricornio doméstico' (Bletchly, 1967; Bernis Mateu, 1974; Chinery, 1977; Baragaño y Notario, 1985b). Xilófago y relativamente abundante, sobre todo localmente (aunque su distribución es amplia). La larva ataca preferentemente vigas y techumbres de madera de coníferas no muy viejas (necesita cierta humedad), haciendo galerías de diámetro elíptico mayor de 5 mm, con grandes orificios de salida. Es blanquecina, de unos 3 a 3'5 cm de longitud. Los excrementos son típicamente de sección rectangular. El adulto es oscuro, con una mancha más clara aproximadamente en el centro de cada uno de los élitros; el macho mide 1'5 a 1'8 cm, mientras que la hembra es mayor (unos 3 cm). Sus ataques pueden ser importantes en edificaciones no cuidadas. El ciclo completo puede durar entre 3 y 11 años.

Algunas otras especies silvestres de esta familia de xilófagos pueden aparecer muy esporádicamente sobre objetos de madera (Bletchly, 1967; Bernis Mateu, 1974; Chinery, 1977). Entre ellas pueden destacarse *Hoplocerambyx spinicornis* Newman, *Clytus arietis* (Linnaeus) y *Ergates faber* (Linnaeus).

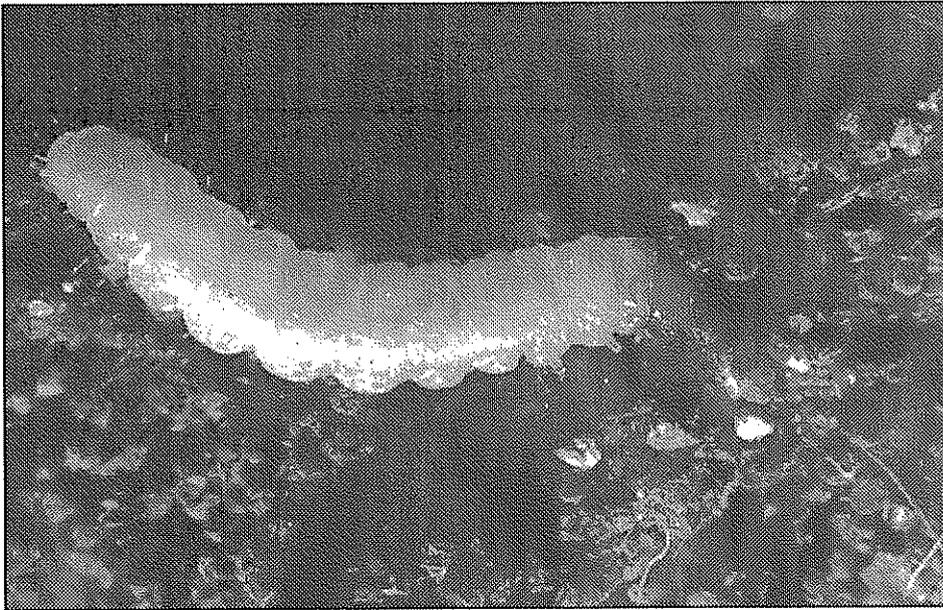


Fig. 5. Larva de *Tineola bisselliella* (Hum.).

#### Familia Curculionidae

- Varias especies pueden causar daños en la madera en forma de galerías, pero son sumamente escasas en condiciones no silvestres. Entre ellas se pueden destacar *Pentarthrum huttoni* (Wollanston), *Euophryum confine* Brounier (importado de Nueva Zelanda) y varias especies de *Rhyncolus* Germar (Bletchly, 1967).

#### Familia Scolytidae

- Estos barrenadores silvestres muy raramente se encuentran asociados a objetos de madera elaborados por el hombre. En alguna ocasión pueden aparecer como barrenadores relativamente superficiales las larvas de *Trypodendron* (= *Xiloterus*) *lineatum* (Olivier) (Bletchly, 1967), *Anisandrus dispar* (Fabricius) (Bletchly, 1967) o especies del género *Ips* (Bernis Mateu, 1974). En la naturaleza viven bajo la corteza de árboles. El cuerpo de los adultos es rectangular, pardo oscuro, y se distingue con facilidad; las antenas son claviformes.

#### Familia Platypodidae

- *Platypus cylindricus* Fabricius (Bletchly, 1967; Chinery, 1977) y *Xyleborus saxeseni* (Fabricius) (Bletchly, 1967; Chinery, 1977) son dos especies xilófagas y silvestres que raramente aparecen sobre madera procesada. Los adultos tienen el cuerpo alargado, con forma rectangular, con muescas en los lados del tórax. Su biología es análoga a la de los escolítidos.

### Orden Lepidoptera

#### Familia Tineidae

- *Tinea pellionella* Linnaeus, 'polilla de la ropa' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988; Scoble, 1992). Existen otras 7 especies que forman un conjunto muy homogéneo de especies casi indistinguibles. Parece que no existen diferencias biológicas apreciables entre todas ellas, y los daños que producen deben ser análogos. Las larvas son queratófagas (se alimentan de pelo, pieles, cuero, etc.). El adulto es pardo con tres motas oscuras en cada ala anterior (envergadura: 7 a 9

mm). La larva es blancuzca, con la cápsula cefálica parda (7 a 8 mm). Se cobija en un tubo de seda mientras come. Huevo: 4 a 7 días; larva: 41 a 56 días; pupa: 9 a 20 días; el adulto vive de 4 a 7 días. Es una especie cosmopolita y, en ocasiones, abundante.

- *Tineola bisselliella* (Hummel), 'polilla de la ropa' (Chinery, 1977; Kingsolver, 1988; Scoble, 1992). Larvas también queratófagas. El adulto es amarillo dorado (alas de color uniforme), con mechones de pelo de color bronce en la cabeza (envergadura: 8 a 15 mm). La larva es blancuzca (8 a 10 mm). Como en la especie anterior, los daños se reconocen tanto por los orificios sobre el tejido como por los restos de pelo o fibra que caen. Huevo: 4 a 10 días; larva: 30 a 35 días (si no hay diapausa); pupa: 8 a 28 días; el adulto vive de 14 a 28 días. El ciclo puede durar hasta 4 años, si las condiciones ambientales son adversas. Especie cosmopolita; puede ser abundante.

### Orden Hymenoptera

#### Familia Siricidae

#### Familia Formicidae

#### Familia Sphecidae

#### Familia Vespidae

#### Familia Anthophoridae

#### Familia Andrenidae

#### Familia Halictidae

#### Familia Apidae

- Todas estas familias contienen especies asociadas con madera en la naturaleza, que utilizan como refugio o para la reproducción. Es raro encontrarlas en la madera utilizada en la industria artística, si bien las hormigas *Camponotus herculeanus* (Linnaeus) y *C. ligniperda* (Latreille) (Formicidae) pueden construir sus nidos en la parte baja de vigas y llegar a vaciarlas, y el 'abejorro violeta de la madera' *Xylocopa violacea* (Linnaeus) (Apidae) puede hacer lo propio en partes altas de vigas y postes. Además, como se ha

señalado, algunas especies de las mencionadas familias (excepto sirícidos y xilocópidos) pueden resultar dañinas en muros, paredes o esculturas de naturaleza mineral, al acumular sobre ellos sus nidos de barro o utilizar grietas para la nidificación.

Las condiciones ambientales influyen de manera importante sobre determinados atributos del ciclo vital de los insectos (Varley *et al.*, 1973; Stearns, 1992; Gullan, 1994). En especial, pueden modificar 1) la duración de determinadas fases del ciclo vital, y consecuentemente, en el caso de las especies homodínamas y con diapausa facultativa, el número de generaciones, y 2) la relación entre las tasas de natalidad y mortalidad, lo que puede dar lugar a oscilaciones poblacionales más o menos fuertes. Estas oscilaciones poblacionales son especialmente marcadas en los insectos, en comparación con otros animales (Varley *et al.*, 1973; Thomas, 1990). Por ello, los datos sobre duración de las fases del ciclo vital y longevidad que se han dado líneas más arriba son sólo aproximados. Los incrementos poblacionales bruscos debidos a condiciones ambientales favorables pueden tener serias consecuencias en la conservación de los materiales atacados, por lo que es conveniente llevar a cabo seguimientos periódicos de la dinámica poblacional de las especies más dañinas.

Como se comprueba fácilmente examinando los datos biológicos de las especies relacionadas más arriba, la mayoría tiene una tendencia más o menos marcada hacia el polivoltinismo, y un número no despreciable muestran poca especificidad alimentaria. Además, el número de huevos de que consta la puesta es en general alto (datos que no se han recogido). Todas ellas son características biológicas comunes a las llamadas especies 'estrategas de la r' u oportunistas, frente a las 'estrategas de la K' o especialistas (véase, por ejemplo, Pianka, 1970). Las especies oportunistas tienden a tener oscilaciones poblacionales mucho más acusadas, mayor capacidad de recolonización y mayor capacidad de aclimatación a circunstancias más desfavorables o cambiantes: precisamente por eso muchas de ellas pueden convertirse en plagas.

### Diagnóstico y tratamiento del deterioro causado por insectos en materiales históricos y artísticos

Como se ha visto, el grupo de mayor importancia en cuanto a daños sobre materiales históricos y artísticos es el de los coleópteros, seguidos de isópteros y lepidópteros. Otro hecho a destacar es que muchas de las especies que nos interesan son de tamaño pequeño o muy pequeño, lo que va a condicionar los métodos de identificación.

A grandes rasgos, pueden reconocerse seis pasos en el estudio y diagnóstico de los insectos y del daño causado:

**1. Recogida de muestras sobre el material afectado:** a ser posible, debe recogerse tanto el material dañado como partes o restos de los insectos atacantes, puesto que todos ellos pueden ser informativos sobre qué tipo de insecto es el causante del deterioro.

**2. Identificación del causante del daño:** debe intentarse una determinación al nivel de especie, puesto que especies similares pueden estar causando efectos distintos. La determinación específica debe ser factible, en general, sin muchas dificultades, al no ser demasiadas las especies que

nos podemos encontrar. En casos concretos de especies muy parecidas a simple vista puede ser necesario recurrir a examinar las armaduras genitales. Para ello es suficiente un instrumental sencillo: lupa binocular, pinzas y agujas enmanejadas, unos pocillos y potasa. El proceso es explicado en detalle en diversas publicaciones (Berio, 1985; Lafontaine y Mikkola, 1987; Yela, 1992).

**3. Reconstrucción del ciclo biológico:** se realiza, generalmente, en función de datos bibliográficos, a los que se añaden observaciones del caso concreto. Como se ha señalado, el conocimiento de la dinámica poblacional es fundamental para abordar un control efectivo del insecto en cuestión.

**4. Reconstrucción del ambiente a que estuvo sometido el material:** en general aporta pistas muy útiles para, valorando cómo fueron las condiciones en que el daño fue producido, proponer medios efectivos de desinsectación.

**5. Valoración del ataque:** se realiza en función de la extensión del daño producido sobre el material atacado, y es necesario para establecer la intensidad del tratamiento desinsectante a seguir.

**6. En su caso, recomendación sobre tratamiento desinsectante:** si se trata de insectos que aún perduran sobre el material, es necesario intentar erradicarlos por alguno de los métodos conocidos. Bletchly (1967) y Valentin (1993) enumeran los más conocidos y proponen alguno nuevo. Básicamente, existen cinco métodos de desinsectación, cuatro de ellos de tipo químico y el quinto físico:

- a) **Por modificación de la atmósfera con determinados gases** (nitrógeno, anhídrido carbónico). El anhídrido carbónico produce buenos efectos y no es peligroso; el nitrógeno es algo menos efectivo. Sin embargo, la duración del efecto puede ser escasa, y por ello estos métodos no son demasiado utilizados.
- b) **Por fumigación con biocidas líquidos** (como bromuro de metilo o fosfamina, de amplio espectro) o **gaseosos** (humos de  $\gamma$ -BHC, DDT, dieldrina, etc.). Cada uno de estos productos tiene sus ventajas y sus inconvenientes; algunos productos son muy tóxicos y han de manejarse con sumo cuidado, otros pueden tener graves efectos secundarios como consecuencia de su larga actividad residual. En general, se requiere del concurso de una empresa especializada, lo que suele encarecer mucho el proceso. De ahí que los Institutos dependientes del Estado o de las Autonomías intenten dotarse de equipamientos propios.
- c) **Por tratamiento con gases inertes** (como argón). En realidad, puede considerarse una variante del primer método; en determinados casos es muy efectivo y poco costoso.
- d) **Por pulverización o espolvoreo con determinados biocidas**, que no son productos fumigantes y que actúan por contacto, ingestión o inhalación. La ventaja frente a los fumigantes, aparte de su menor coste, es que tienen actividad residual larga y dificultan las reinfestaciones por largos períodos.

Algunos de los biocidas de este tipo se han demostrado muy tóxicos y el uso de ciertos de ellos está muy restringido o incluso prohibido. En España los productos autorizados pertenecen fundamentalmente a cuatro categorías: piretroides, carbamatos, organofosforados y organoclorados.

e) **Por tratamientos de choque con frío o calor intensos.** Se utilizan tanto las radiaciones ionizantes (ultravioletas), que alteran el material genético de los organismos a eliminar, como las no ionizantes (microondas), que matan los insectos dañinos sin alterar el material a desinsectar. Tienen la ventaja de no dejar sustancias residuales, pero en ocasiones el conjunto de aparatos que se necesitan puede ser demasiado caro, y sólo se justifica su uso en caso de materiales artísticos de alto valor.

No debe olvidarse que a menudo hay asociación del insecto con hongos o bacterias, los cuales pueden ser tan dañinos o más. En estos casos es necesario también un estudio micológico o bacteriológico. También hay que señalar que, al utilizarse sustancias químicas en dos de los métodos mencionados (b y d), existe la posibilidad de la aparición de resistencias, problema de creciente importancia (sobre todo en el mundo agrícola). En estos casos se recurre a la alternancia de diferentes métodos de erradicación. Los métodos de lucha biológica, que incluyen el uso de parasitoides, feromonas (para la confusión sexual o disrupción) o el uso de reguladores del crecimiento no han sido utilizados todavía de manera generalizada en el tratamiento a efectivos del

patrimonio histórico y cultural, ya que el peligro de contaminación química para las personas es mucho menor que en el caso agrícola. Sin embargo, el seguimiento de la dinámica poblacional de ciertas especies podría ser llevado a cabo mediante trampas de feromona, lo que en determinados casos es muy posible que sea llevado a la práctica en un futuro próximo.

Por último, hay que señalar que una vez desinsectado el material es importante tomar medidas de prevención para evitar una nueva contaminación. En función del tipo de material las medidas de prevención varían, pero, para materiales no inmuebles, suelen ser más eficaces y baratas las barreras de tipo mecánico (urnas de cristal o madera) en ambientes de condiciones de temperatura y humedad controladas.

### Agradecimiento

Este artículo es una versión ampliada y corregida de 'Los insectos y el biodeterioro del Patrimonio Histórico Cultural' (*Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 18, 67-76), remodelado expresamente a petición de Antonio Melic, a quien agradezco muy sinceramente haberme invitado a participar en el volumen monográfico. Quiero dejar constancia de la colaboración del referido Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, dependiente de la Junta de Andalucía, en especial de Marta Sameño y Eloisa Bernáldez. Pedro del Estal proporcionó las fotografías y leyó el manuscrito. Arturo Baz, Francisco J. Beitia, José R. Esteban y Antonio Jiménez realizaron comentarios valiosos sobre algunas especies.

## Bibliografía

- BACHILLER, P., CADAHÍA, D., CEBALLOS, G., CEBALLOS, P., COBOS, J. M., CUEVAS, P., DAFUACE, C., DÁVILA, I., GONZÁLEZ, J. R., HERNÁNDEZ, R., LEDESMA, L., MALLÉN, J. A., MOLINA, J., MONTOYA, R., NEIRA, M., OBAMA, E., RIESGO, A., ROBREDO, F., ROMANYK, N., RUPÉREZ, A., SÁNCHEZ, A., SORIA, S., TOIMIL, F. J. y TORRENT, J. A. 1981. *Plagas de insectos en las masas forestales españolas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- BARAGAÑO, J. R., BEITIA, F., BIELZA, P., CASTRESANA, L., ESTAL, P. del, ESTEBAN, J. R., GARRIDO, A., JACAS, J., JIMÉNEZ, A., LACASA, A., LIÑÁN, C. de, NOTARIO, A., SÁNCHEZ, J. A., VIÑUELA, E. y YELA, J. L. (en prensa). *Entomología agroforestal. Plagas de insectos y ácaros de los cultivos, montes y jardines*. Ediciones Agrotécnicas, Madrid.
- BARAGAÑO, J. R. y NOTARIO, A. 1985a. Insectos destructores de la madera en uso (I). *Tria*, **413**, 104-106.
- BARAGAÑO, J. R. y NOTARIO, A. 1985b. Insectos destructores de la madera en uso (II). *Tria*, **415**, 86-88.
- BERIO, E. 1985. Noctuidae, I. Generalità. Hadeninae. Cuculliinae. *Fauna d'Italia*, vol. 22 (Lepidoptera). Calderini, Bologna.
- BERNIS MATEU, J. 1974. Principales insectos xilófagos de la Península. Reconocimiento y prevención. *De re restauratoria*, vol. 2. IV y V cursos de conservación y restauración de monumentos y ambientes. Universidad Politécnica de Barcelona, Barcelona.
- BLETCHLY, J. D. 1967. *Insect and marine borer damage to timber and woodwork. Recognition, prevention and eradication*. Her Majesty's Stationery Office, London.
- BOLÍVAR GALIANO, F. C. 1995. Los agentes de biodeterioro del patrimonio pictórico, textil y gráfico. *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, **12**, 50-51.
- CHINERY, M. 1977. *Guía de campo de los insectos de España y de Europa*. Omega, Barcelona.
- DOMÍNGUEZ GARCÍA-TEJERO, F. 1989. *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas*, 8ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- ELTON, C. S. 1958. *The ecology of invasions by animal and plants*. Methuen, London.
- EHRlich P. R. y WILSON, E. O. 1991. Biodiversity studies: science and policy. *Science*, **253**, 758-762.
- ESPAÑOL COLL, F. 1992. Coleoptera Anobiidae. *Fauna Ibérica*, vol. 2. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid.
- GARCÍA MARÍ, F., FERRUGAT PÉREZ, F., COSTA COMELLES, J. y LABORDA CENJOR, R. 1989. *Plagas agrícolas*, vols. 1 (Ácaros e insectos exopterigotos) y 2 (Insectos endopterigotos). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- GASTON, K. J. y HUDSON, E. 1994. Regional patterns of diversity and estimates of global insect species richness. *Biodiversity and Conservation*, **3**, 493-500.
- GROOMBRIDGE, B. (ed.) 1992. *Global biodiversity. Status of the Earth's living resources: a report compiled by the World Conservation Monitoring Centre*. Chapman & Hall, London.
- GULIAN, P. 1994. *The insects: an outline of entomology*. Chapman & Hall, London.
- HUFFAKER, C. B. y RABB, R. L. (eds.) 1984. *Ecological entomology*. John Wiley & Sons, New York.
- KINGSOLVER, J. M. 1988. Illustrated guide to common insect pests in museums. *A guide to museum pest control* (ed. L. A. Zycherman y J. R. Schrock), pp. 53-81. Foundation of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works and Association of Systematics Collections, Washington.
- LAFONTAINE, J. D. y MIKKOLA, K. 1987. Lås-och-nyckel systemen i de inre genitalierna av Noctuidae (Lepidoptera) som taxonomiska kännetecken. *Entomologiske Meddelelser*, **55**, 161-167.
- LODGE, D. M. 1993. Biological invasions: lessons for ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, **8**, 133-137.
- MAURIER, H., WINDING, O. y SUNESEN, E. 1979. *Guía de los animales parásitos de nuestras casas*. Omega, Barcelona.
- MAY, R. M. 1990. How many species?. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, **330**, 293-304.
- MORILLO FERNÁNDEZ, C. y COMPTE SART, A. 1995. La diversidad entomológica ibérica: criterios de conservación. *Avances en Entomología Ibérica* (ed. Comité Editorial), pp. 65-75. Asociación española de Entomología, Madrid.
- NEW, T. R. 1984. *Insect conservation - an Australian perspective*. Junk Publishers, Dordrecht.
- PIANKA, E. R. 1970. On r- and K- selection. *American Naturalist*, **104**, 592-597.
- PIJOAN, J. (ed.) 1961-1967. *Summa artis. Historia general del arte*. Espasa Calpe, Madrid.
- PINNIGER, D. 1990. *Insect pests in museums*. Archetype Publications, Denbigh.
- PYLE, R. M., BENTZIEN, M. y OPLER, P. 1981. Insect conservation. *Annual Review of Entomology*, **26**, 233-258.
- RICHARDS, O. W. y DAVIES, R. G. 1960. *Imms' general textbook of Entomology* (10th edition). Chapman & Hall, London.
- ROBINSON, W. H. 1996. *Urban entomology*. Chapman & Hall, London.
- SAMEÑO PUERTO, M. y GARCÍA ROWE, J. 1995. Biodeterioro. Alteración biológica de monumentos y obras de arte. *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, **10**, 26-27.
- SCOBLE, M. J. 1992. *The Lepidoptera. Form, function and diversity*. Oxford University Press, Oxford.
- SYMONDSON, W. O. C. y LIDDELL, J. E. (eds.) 1996. *The ecology of agricultural pests*. Chapman & Hall, London.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. The components of diversity. *The diversity of insect faunas* (ed. L. A. Mound y N. Waloff), pp. 19-40. Blackwell Scientific Publications, London.
- STEARNS, S. C. 1992. *The evolution of life histories*. Oxford University Press, Oxford.
- THOMAS, C. D. 1990a. Fewer species. *Nature*, **347**, 237.
- THOMAS, C. D. 1990b. What do real population dynamics tell us about minimum viable population sizes? *Conservation Biology*, **4**, 324-327.
- VALENTÍN, N. 1993. Comparative analysis of insect control by nitrogen, argon and carbon dioxide in museum, archive and herbarium collections. *International Biodeterioration & Biodegradation*, **32**, 263-278.
- VARLEY, C. G., GRADWELL, G. R. y HASSELL, M. P. 1973. *Insect population ecology - an analytical approach*. University of California Press, Berkeley.
- VIEDMA, M. G. de, BARAGAÑO, J. R. y NOTARIO, A. 1985. *Introducción a la entomología*. Alhambra, Madrid.
- VIÑUELA, E., ADÁN, A., ESTAL, P. del, MARCO, V. y BUDIA, F. 1993. *Plagas de los productos almacenados*. Hojas divulgadoras, 1/93 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- WATT, A., STORK, N. E. y HUNTER, M. (ed.) 1997. *Forests and insects*. Chapman & Hall, London.
- WILSON, E. O. 1988. The current state of biological diversity. *Biodiversity* (ed. E. O. Wilson), pp. 3-18. National Academy Press, Washington.
- YELA, J. L. 1992. *Los Noctuidos (Lepidoptera) de la Alcarria (España Central) y su relación con las principales formaciones vegetales de porte arbóreo*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- YELA, J. L. (en evaluación). Conservation of insect diversity in Spain: from the shady past to the challenging future. *Biological Conservation*.
- YELA, J. L. y SAMEÑO, M. 1997. Los insectos y el biodeterioro del Patrimonio Histórico Cultural. *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, **18**, 67-76.
- ZYCHERMAN, L. A. y SCHROCK, J. R. (ed.) 1988. *A guide to museum pest control*. Foundation of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works and Association of Systematics Collections, Washington.