

El daño de *Chaetophloeus mexicanus* (Curculionidae: Scolytinae) a tallos de *Eysenhardtia polystachya* (Fabaceae)

The damage of *Chaetophloeus mexicanus* (Curculionidae: Scolytinae) to *Eysenhardtia polystachya* (Fabaceae) stems

Armando Burgos-Solorio¹ y Teresa Terrazas²

RESUMEN

Se describe el daño causado a la planta huésped (*Eysenhardtia polystachya*) por el descortezador *Chaetophloeus mexicanus* (Coleóptero: Curculionidae; Scolytinae) y la respuesta de la planta huésped a la infestación. Además se presenta una descripción de la corteza y madera de *E. polystachya*. Larvas y adultos de *C. mexicanus* penetran, se establecen y consumen células de la corteza, cámbrium vascular y madera. Como respuesta al daño, hay acumulación de taninos en las células que limitan la caverna. A nivel de xilema secundario esta deposición se da en los lúmenes de algunos vasos y fibras, pero no se presentó proliferación de tejido. En el floema no colapsado se observó una mayor proporción de células con paredes engrosadas y de taninos. Sin embargo, por arriba de esta zona se inicia la diferenciación en algunas células del parénquima floemático. El daño se centra principalmente en la región del floema no colapsado, el cámbrium vascular y la porción recién formada de xilema, lo que probablemente interrumpe el movimiento tanto de agua como de fotosintatos.

PALABRAS CLAVE:

Corteza, *Chaetophloeus mexicanus*, daños anatómicos, descortezador de madera, *Eysenhardtia polystachya*, madera.

ABSTRACT

Damage caused to *Eysenhardtia polystachya* by the bark beetle *Chaetophloeus mexicanus* (Coleoptera: Curculionidae; Scolytinae) was investigated as was host response to infestation. A general wood and bark anatomy of *E. polystachya* is given. Larvae and adults of *C. mexicanus* penetrate, settle down and consume noncollapsed phloem cells, vascular cambium, and secondary xylem. As a response to damage, there is a deposition of dark-staining contents (tannins) in the cells that limit the cavern. At xylem, this deposition occurs in the lumen of some vessels and fibers, but tissue proliferation did not appear. In the noncollapsed phloem a greater proportion of thick-walled cells and dark-staining contents were observed. However, above of this region, the differentiation of some parenchyma phloematic cells starts. Damage is mainly centered in the noncollapsed phloem, vascular cambium, and the just differentiated xylem cells clearly interrupting water and sap movement.

¹ Laboratorio de Parasitología Vegetal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, burgos@cib.uaem.mx

² Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 70-233 México D.F. 04510 México, tterrazas@biologia.unam.mx

KEYWORDS:

Bark, *Chaetophloeus mexicanus*, anatomical injury, bark beetle, *Eysenhardtia polystachya*, wood.

INTRODUCCIÓN

El descortezador *Chaetophloeus mexicanus* Blackman, es un escarabajo perteneciente al género *Chaetophloeus* que incluye 24 especies a nivel mundial, 11 de las cuales incluyendo a *C. mexicanus* se registran para México. Esta especie se distribuye desde Arizona, Estados Unidos de Norteamérica hasta Guatemala. En México, se ha colectado en los estados de Hidalgo, Jalisco, México, Morelos y Tamaulipas (Equihua y Burgos, 2002; Burgos-Solorio y Equihua, 2007). El macho adulto de esta especie aprovecha la fisuras de la corteza y orada las mismas, construyendo la galería, la entrada y la cámara nupcial (Chamberlin, 1955; Burgos y Saucedo, 1983; Martínez, 1984). Posteriormente, atrae a la hembra y copulan dentro de esta cámara y días después en torno a ella, la hembra empieza a construir uno o varios túneles en donde deposita los huevos, los cuales cubre con minúsculas fibras de los tejidos de la planta, de tal forma que en este comportamiento de mantenimiento cuida a la progenie contra depredadores, parasitoides y enfermedades (Burgos y Saucedo, 1983; Atkinson *et al.*, 1986a,b). La evidencia geológica entre la asociación artrópodos y plantas vasculares en lo referente a la fitofagía data desde el Devónico temprano, es decir de 408 a 360 millones de años (Labandeira, 1998). Comparativamente algunos escolítidos fósiles son conocidos, en madera grabada petrificada del Triásico de Arizona y atribuida a la acción de las especies de *Paleoscolytus divergus* Walker, *Paleoipidus perforatus* Walker y *P. marginatus* Walter. Asimismo, Brongniart (1877) registra

que en la madera grabada de la corteza de una conífera del Cretáceo (144 a 65 millones de años) fue hecha por un escolítido fleógago. Estos escarabajos probablemente aparecen antes del Cretácico derivado de un grupo saprofítico encontrado bajo la corteza distintivo de este grupo de insectos (Wood, 1982). El sistema de galerías de Scolytinae es único y representa el producto de una larga interacción con sus plantas huésped a lo largo de millones de años.

Una de las características importante de *Chaetophloeus mexicanus*; así como del resto de las especies que componen este grupo de descortezadores, es que tiene la particularidad de infestar a plantas recién podadas o con daños mecánicos, enfermas o con estrés hídrico (Wood, 1982). Adicionalmente estos descortezadores cumplen con dos propósitos fundamentales, el de alimentarse y el de reproducirse en la planta hospedera (Schedl, 1939). Normalmente, *C. mexicanus* infesta las partes apicales de las ramas y el avance de la infestación se conoce como "muerte descendente". El síndrome de muerte descendente puede ser causado por diferentes organismos, entre ellos bacterias y hongos (Álvarez; 1997; Ko *et al.*, 2004; Cambours *et al.*, 2005; Vázquez-López *et al.*, 2009), causando no sólo la muerte de las ramas sino de la planta. En el caso particular, de *C. mexicanus*, éste ataca a las ramas de 1.5 hasta 3 cm de diámetro; el insecto va infestando los tejidos de la rama hasta llegar a un punto donde cesan los ataques, cerca de los nudos de las ramas. Este daño aparente estimula a la planta a activar nuevos brotes y, por consecuencia, el desarrollo de nuevas ramas (Wood, 1982; Burgos y Saucedo, 1983; Martínez, 1984; Atkinson *et al.*, 1986a,b), modificando la arquitectura del hospedero. En la literatura se registra que estos escarabajos se esta-

blecen y se desarrollan debajo de la corteza, propiamente en la zona del cámbium vascular (Burgos y Saucedo, 1983; Atkinson *et al.*, 1986a,b), sin dar más detalle.

OBJETIVOS

El presente estudio tiene como objetivos: 1) describir cómo *Chaetophloeus mexicanus* infesta a *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.; 2) caracterizar la anatomía del xilema y el floema secundarios de *E. polystachya*; 3) identificar los daños ocasionados a estos tejidos por *C. mexicanus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal para este estudio fue colectado del campus universitario de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, en Cuernavaca; localizado en los paralelos 19°03'38.6" latitud norte y 99°19'17.7" longitud oeste, situado a una altitud de 1850 msnm. Se seleccionó este sitio debido a que existe un pequeño manchón natural de esta especie en el campus universitario, lo que permitió dar seguimiento al proceso de infestación de los individuos del mismo. En años previos se habían hecho observaciones preliminares sobre los períodos en que los descortezadores se presentan, así como el tamaño y posición de las ramas que eligen.

La colecta del material vegetal se realizó en tres fechas que a continuación se describen. En la primera recolecta, a principios del mes de marzo de 2005, se cortaron ramas de < 2 cm de diámetro por 4 cm de largo sin daño. La segunda recolecta se realizó a principios de abril, algunas ramas de < 2.0 cm diámetro de la copa de los arbustos ya estaban infestadas por los escarabajos y correspondió

al momento de la construcción de la entrada de la galería y la cámara nupcial. La tercera recolecta, el 23 de abril; se caracterizó por el estado avanzado de desarrollo de la generación de los escarabajos y el abandono de la galería y de la rama. Todas las ramas se cortaron con tijeras de podar o serrete del árbol en pie, con el propósito de observar los eventos biológicos que derivan de esta interacción. Se colectaron entre cinco y diez ramas en cada fecha. Todas las muestras de *E. polystachya* se fijaron en formaldehído-ácido acético-alcohol etílico (Ruzin, 1999) y después se almacenaron en una mezcla de alcohol etílico-glicerina y agua (1:1:1). Se seleccionaron tres ramas para la microtécnia y el resto se empleó para hacer observaciones con el microscopio estereoscópico y describir macroscópicamente el daño.

En el laboratorio se realizaron cortes transversales, radiales y tangenciales seriados, de peridermis a xilema secundario, de 20 μm de grosor con un microtomo de deslizamiento. Antes de iniciar la deshidratación la mitad de los cortes se aclararon con cloro comercial (Clorox al 50%) para eliminar los contenidos oscuros y poder hacer observaciones detalladas de los tejidos. Enseguida se continuó con la deshidratación de los cortes, se tiñeron con safranina-verde rápido y montaron en resina sintética (Ruzin, 1999). Las preparaciones permanentes se encuentran depositadas en la colección del Laboratorio de Parasitología Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, en Cuernavaca, Morelos. La terminología empleada para descripción anatómica de la madera de *Eysenhardtia polystachya*, se basa en las recomendaciones de la Asociación de Anatomistas de la Madera (IAWA Committee, 1989) y para corteza en las de Roth (1981) y Trockenbrodt (1990). También se llevaron a cabo las pruebas

histoquímicas para suberina con Sudán IV y para taninos con vainillina (Ruzin, 1999), tanto en muestras sin daño como dañadas por el descortezador.

El descortezador se identificó como *Chaetophloeus mexicanus* siguiendo la clave de Wood (1982). Además de seguir el comportamiento de esta especie en su ciclo de vida durante dos ciclos de crecimiento consecutivos (2004-2005), se tomaron fotografías al microscopio electrónico de barrido para mostrar algunas de las diferencias morfológicas entre sexos, sometiendo a los organismos al alto vacío y bañándolos en oro cobalto, los cuales fueron fotografiados con el microscopio de barrido LEO 1450 VP del Instituto del Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

RESULTADOS

El descortezador. *Chaetophloeus mexicanus* presentó una talla de 1,2 a 1,6 mm de longitud (macho), con cuerpo de forma elíptica (Figura 1). El exoesqueleto estuvo fuertemente ornamentado en ambos sexos, con sedas subplumosas concentradas sobre los márgenes y cubierta por numerosas escamas, con tonalidades de color café oscuro a claro. La frente del macho fue moderadamente cóncava desde el margen del epistoma hasta cerca de los ojos. Las antenas tuvieron forma de mazo con suturas indicadas sobre los márgenes laterales. Los élitros fueron con el margen basal armado con seis a ocho crenulaciones, bien desarrolladas cerca de la sutura y dos crenulaciones marginales en cada base de las interesarías 1 y 2 (Figura 1A, B). La hembra fue similar al macho excepto por la frente convexa a débilmente impresa cerca del epistoma. El pronoto presentó

dos grupos de crenulaciones anterolaterales (Wood, 1982).

Comportamiento del descortezador.

Chaetophloeus mexicanus infestó ramas vivas con diámetro menor a 2 cm y hasta 10 cm, ocasionalmente. El macho inició la galería localizada entre las fisuras de la corteza de los árboles (Figura 1C), fue relativamente fácil de observar a simple vista, ya que la actividad y mantenimiento producto de la construcción de la galería, permite ver los desechos en la corteza de los árboles vivos (Figura 2D, E). La cámara nupcial fue amplia, formada con cuatro a seis galerías alternas construidas por la hembra (Figura 1F). Posterior a la oviposición en el tejido recién formado entre la corteza y la madera se pudieron apreciar los huevecillos, localizados en pequeños nichos construidos por la hembra. Las larvas, en diferentes estados de desarrollo, construyeron sus propias galerías (Figura 1C-F). En ramas colectadas se observaron resinas, como una respuesta de la defensa de la planta al ataque de este descortezador, de tal forma que la planta repelió al ataque de este insecto.

El huésped. *Eysenhardtia polystachya* en el sitio de estudio son árboles de 3 hasta 6 m de altura, con diámetro a la altura del pecho de 15 cm o más, copa abierta, de hojas alternas, compuestas, pinnadas de 3 a 5 cm de largo con 10 a 15 pares de foliolos. Esta copa se redujo por la poda que dan los descortezadores cuando la infestación fue alta (Figura 2A-C). El fuste y las ramas de primer y segundo orden se distinguieron por tener una corteza fuertemente escamosa, desprendible en placas irregulares de aproximadamente un mm de espesor, de color gris oscuro e internamente café-rojizo (Figura 2D). La corteza en las ramas delgadas (< 1.5 cm), de órdenes superiores, fue lisa, de color grisáceo con

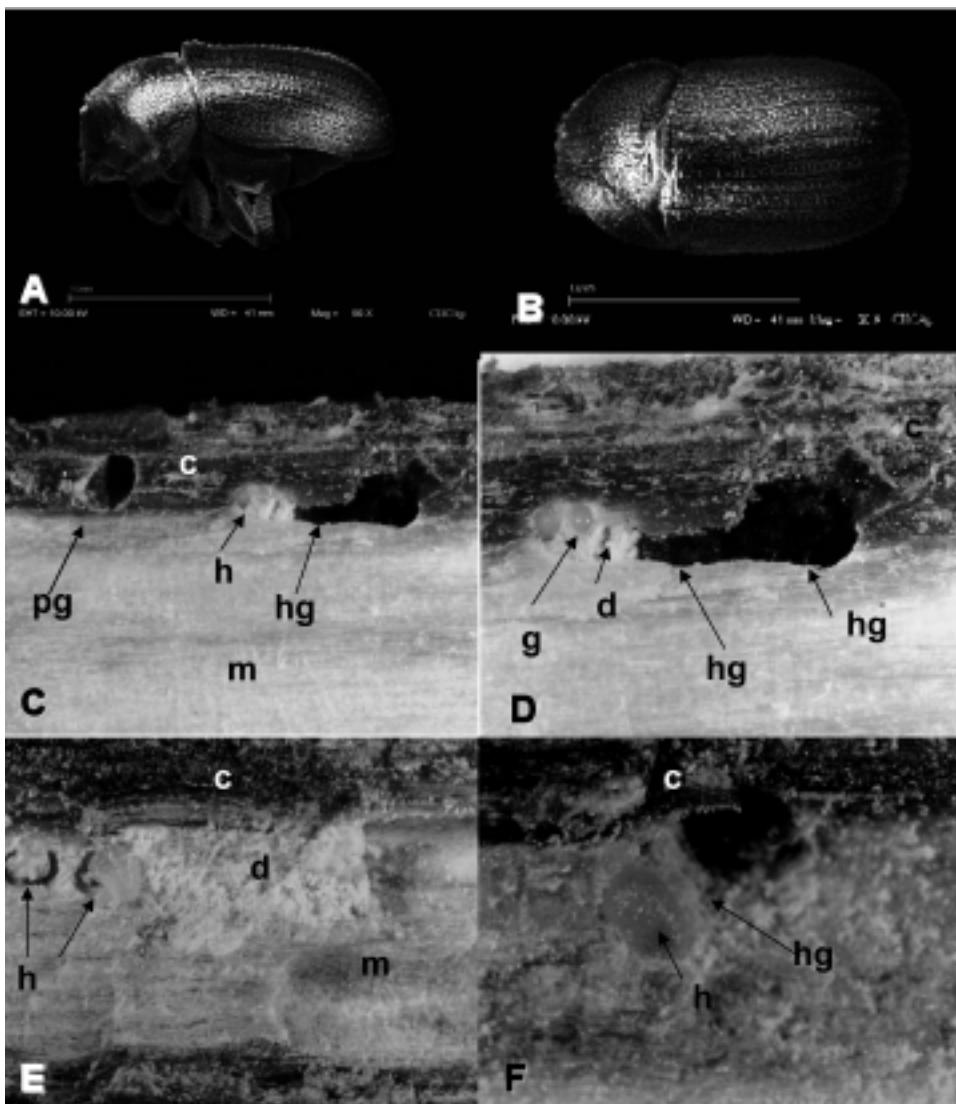


Figura 1. Morfología y hábito de *Chaetophloeus mexicanus*. A. MEB vista lateral del macho. B. MEB vista dorsal del macho. C. Vista general de los huevos en la galería de rama viva. D. Detalles de huevos y galería en rama viva. E. Galería en rama seca. F. Detalle de huevos y galería en rama seca. c = corteza, d = detritos, h = huevos, hg = huevos en galería, g = galería, m = madera.



Figura 2. Características morfológicas de *Eynsenhardtia polystachya* A. Arbusto. B. Copa. C. Rama dañada mostrando "muerte descendente". D. Corteza escamosa de rama con diámetro > 15 cm. E. Corteza lisa de rama joven con abundantes lenticelas. F. Detalle galería del descortezador.

tonalidades color café y abundantes lenticelas de color blanco (Figura 2E).

Anatomía. La corteza de *E. polystachya* presentó tres regiones distintivas, floema colapsado, floema no colapsado y peridermis (Figura 3). En el floema no colapsado los tubos cribosos y células acompañantes se arreglaron en bandas tangenciales que se alteran con dos o tres células de parénquima con contenidos de color oscuro (Figura 3A-C, E, F). Además, cerca de cámbium vascular se inició la diferenciación de fibras gelatinosas que se arreglan en bandas tangenciales de tres a seis células de

espesor, entremezcladas con células de parénquima que contienen cristales prismáticos (Figura 3F). A medida que las células de floema se alejaron de cámbium vascular, los tubos cribosos y células acompañantes se colapsaron y las células de parénquima axial se incrementaron en número y tamaño, pero se mantuvieron como bandas tangenciales interrumpidas por los radios; asimismo proliferaron algunas de las células del parénquima asociadas, las fibras y las bandas de éstas se ensancharon. Estas modificaciones le dieron al floema colapsado una apariencia distintiva (Figura 3B, D). Dependiendo de la muestra se

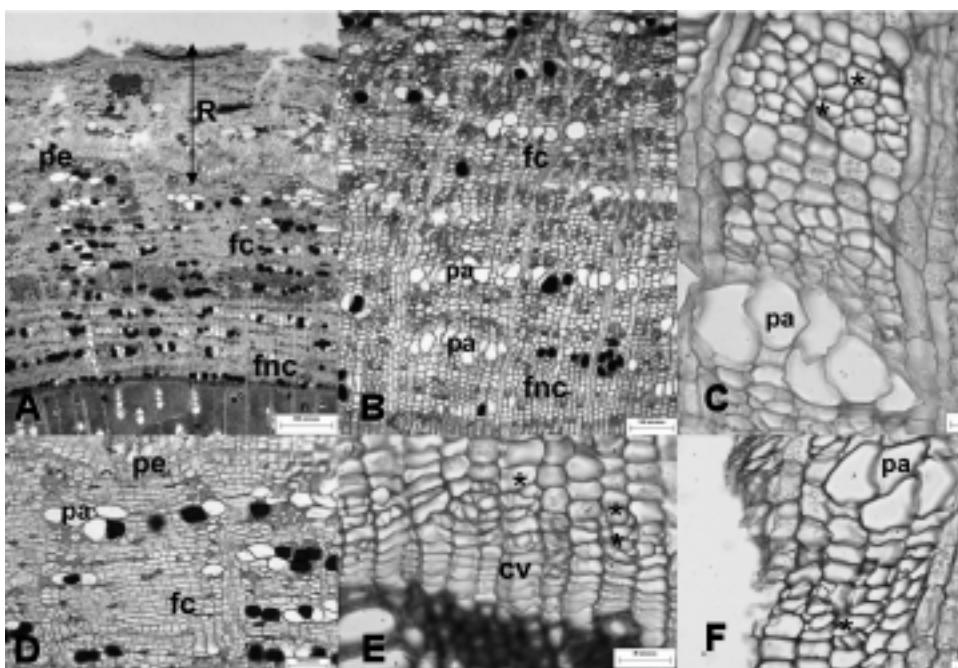


Figura 3. Secciones transversales de peridermis y floema secundario dañado y no dañado. A. Vista general de la corteza. B. Floema no colapsado y colapsado. C. Detalle del floema colapsado tejido aclarado. D. Desarrollo de la peridermis a partir de células del parénquima floemático en la región del floema colapsado. E. Región del cámbium vascular. F. Detalle del floema no colapsado dañado, en tejido aclarado. Barras: A = 300 μ m, B, D = 100 μ m, C, E, F = 30 μ m. * = tubo criboso y célula acompañante, cv = cámbium vascular, fc = floema colapsado fnc = floema no colapsado, pa = parénquima, pe = peridermis, r = ritidoma.

observaron dos o tres peridermis. La peridermis más interna, que correspondió a la funcional, se diferenció de células del parénquima floemático en la región del floema no colapsado (Figura 3D). La peridermis se conformó de

felema y felodermis. Entre peridermis del rítidoma se apreciaron parches de floema colapsado.

La madera de esta especie presentó porosidad semianular en ramas diámetro

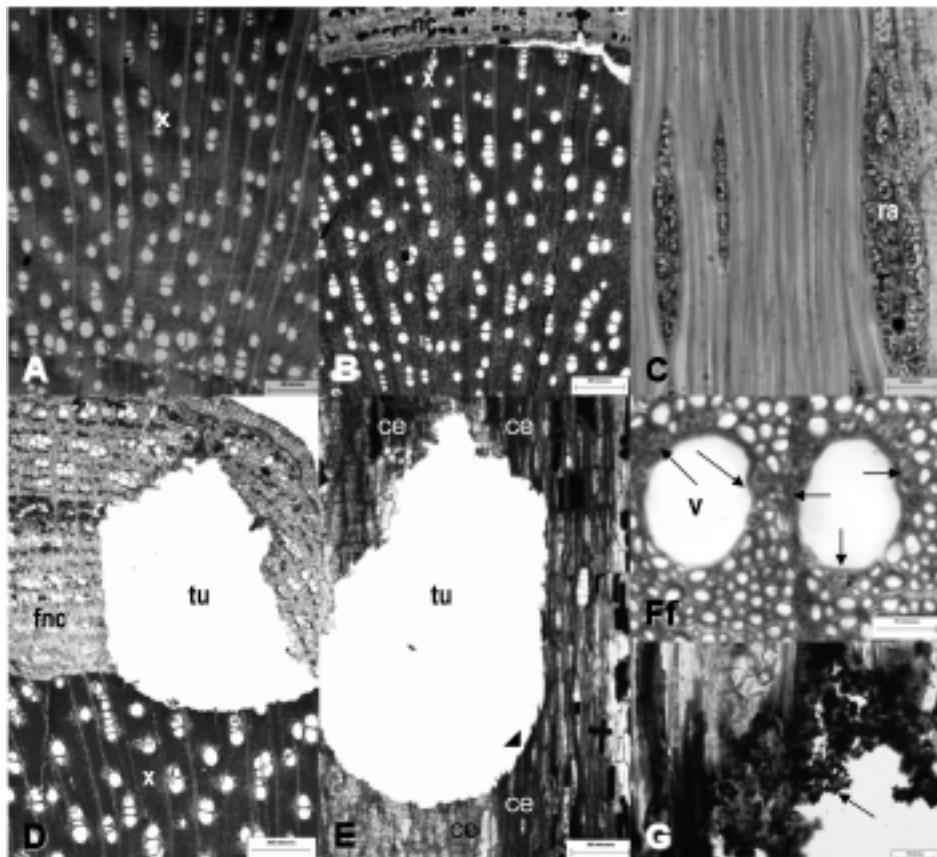


Figura 4. Xilema y floema secundario dañado y no dañado.

A, B, D, F = Cortes transversales. A. Porosidad semi-anular en rama > 1.5 cm en diámetro. B. Porosidad difusa en rama < 1.5 cm de diámetro. C. Radios con abundantes granos de almidón y fibras no septadas, corte tangencial. D. Xilema secundario dañado, pero pérdida extensiva del floema no colapsado y colapsado. E. Región dañada el floema con células esclerificadas, corte longitudinal. F. Parénquima paratraqueal con abundantes granos de almidón. G. Detalle de región dañada cercana al cámbium vascular y células del floema, corte tangencial. Barras: A, B, D, E = 300 μ m; C, F, G = 30 μ m. flecha = células de parénquima con granos de almidón, punta = células del floema no colapsado dañadas, ce = células esclerificadas del floema, fnc = floema no colapsado, ra = radio, tu = túnel, v = vaso, x = xilema.

mayor 1,5 cm (Figura 4A), pero en las de menor diámetro (< 1,5 cm) la porosidad se observó difusa (Figura 4B), con vasos pequeños al inicio del periodo de crecimiento. Los vasos fueron predominantemente solitarios y escasos, grupos de 2 a 5. Las fibras tuvieron paredes moderadamente gruesas y se observaron abundantes fibras gelatinosas, así como granos de almidón que ocluyeron su lumen celular. El parénquima fue paratráqueal vasicéntrico, también con abundantes granos de almidón y cristales prismáticos. Los radios fueron heterogéneos, angostos y predominaron los biseriados con escasos contenidos oscuros y abundantes granos de almidón cerca de cámibium vascular (Figura 4C).

Daño al tejido vascular por el descortezador. La larva consumió parte de las células del floema colapsado, no colapsado, cámibium vascular y xilema (Figura 4D, E). Como respuesta al daño, hubo deposición de contenidos oscuros en las células que limitan la caverna, los cuales reaccionaron positivamente a la prueba de vainilla, reconociéndose como taninos. A nivel de xilema, esta deposición se dio en los lúmenes de algunos vasos y fibras, que se ocluyeron completamente, pero no se presentó proliferación de tejido (Figura 4F, G). En el floema no colapsado se observó una mayor proporción de células engrosadas, incompletas y con contenidos oscuros (Figura 4E). Sin embargo, por arriba de ellas se inició la diferenciación en algunas células del parénquima floemático. Principalmente a nivel del cámibium vascular se depositaron contenidos oscuros similares a los observados en las células de parénquima. El daño se centró principalmente en la región del floema no colapsado y la porción recién formada de xilema (Figuras 3F, 4D, E, G). No se presentó en el tejido dañado por *C. mexicanus* una reacción positiva para suberina, pero sí para taninos.

DISCUSIÓN

Chaetophloeus mexicanus consume corteza (floema secundario), cámibium vascular y la región del xilema secundario recién formada, por ello se debe considerar una especie fleo-xilófaga. Una vez que *C. mexicanus* penetra por las fisuras de la corteza escamosa, cortando y consumiendo las células de peridermis, del floema secundario (parénquima axial, radial y fibras gelatinosas); así como las células del cámibium vascular para finalmente también consumir las células del xilema secundario (vasos, fibras y parénquima). El consumo de las células de la parte activa del árbol seguramente interrumpe la conducción tanto de agua como de fotosintatos. No se observaron células necrosadas, ni compartimentalización provocada por el descortezador, ni la formación de un callo con proliferación celular para sellar el daño como respuesta de *E. polystachya*.

A pesar de que *E. polystachya* tiene abundantes cristales prismáticos, estos no actúan como una barrera física efectiva contra el descortezador. Asimismo, las fibras tampoco son una barrera física eficaz contra el descortezador. Las fibras tanto en floema como en xilema son en su mayoría gelatinosas, teniendo en su pared secundaria principalmente, celulosa y hemicelulosa, pero carecen de la sustancia que les da la rigidez, la lignina (Panshin y de Zeeuw, 1980; Shain, 1995). La escasez de lignina en las fibras gelatinosas, seguramente contribuye a que sean consumidas por *C. mexicanus*.

En la interacción entre varias especies de descortezadores y sus respectivos huéspedes, comúnmente se ha registrado necrosis, proliferación de tejido parenquimatoso y finalmente el aislamiento del daño (Liphschitz y Mendel 1987; Bonham y Barnett, 2001; Dute *et al.*, 2002; Franceschi *et al.*, 2005), asociados a una abun-

dante proliferación de contenidos oscuros de naturaleza fenólica. Algunas de estas modificaciones también se presentan cuando los tallos son dañados por algunos hongos y bacterias (Atia *et al.*, 2003; Vázquez-López *et al.*, 2009). A diferencia de otras especies, en la interacción *C. mexicanus* vs *E. polystachya*, hay una escasa acumulación de necrosis y de proliferación del parénquima floemático. Sin embargo, sí hay acumulación de contenidos en las células de la corteza (floema secundario y peridermis), el cámbium vascular y el xilema secundario. Estos contenidos favorecen la compartimentalización del tejido dañado (Bonham y Barnett, 2001; Dute *et al.*, 2002; Franceschi *et al.*, 2005). Esta respuesta está posiblemente relacionada a las isoflavonas presentes en la corteza de *E. polystachya* (Pérez *et al.*, 2002). Álvarez *et al.* (1998) también registran isoflavonas (3S)-7-hidroxi-2',3',4',5',8-pentametoxiflavona y (3S)-3',7-dihidroxi-2',4',5',8-tetrametoxiflavona, en la corteza de *E. polystachya*, los cuales presentan actividad citotóxica contra algunas enfermedades como el cáncer y una posible actividad insecticida al modificar la morfología de las larvas. La composición química de estos compuestos posiblemente tiene un efecto al evitar la muerte del tejido aledaño a la galería. Se sugiere que existe una barrera química promovida por acumulación y la acción de los componentes activos de las isoflavonas antes mencionados en respuesta al ataque de *C. mexicanus* al hospedero *E. polystachya*.

Mecanismos de defensa de la planta

El funcionamiento y la supervivencia de las plantas leñosas dependen del vigor del tronco contra el ataque de herbívoros y patógenos (Shain, 1995). La defensa química de las plantas contra escarabajos descortezadores ha sido bien documentada (Rosner y Führer, 2002; Franceschi

et al., 2005); se alude que entran en actividad algunos mecanismos de defensa de las células vegetales denominados "mecanismos de defensa constitutivos e inducidos" (Shain, 1995). Para el primer caso, entran en operación una serie de herramientas químicas como alcaloides fenoles, aceites y terpenos, y estructurales como la producción de una cubierta protectora denominada cutícula, constituida por cutina, suberina y ceras. Estos constituyentes forman una capa hidrofóbica sobre la pared de las células de epidermis o sobre la superficie de los tejidos dañados. De acuerdo a Esau (1976), estas propiedades repelen y detienen la infestación de insectos y patógenos. Esta barrera química no se registró en *E. polystachya*, considerando que no hubo una reacción positiva del Sudán IV en las células adyacentes al daño por *C. mexicanus*.

La defensa inicial contra el ataque de los descortezadores es la corteza (peridermis y floema colapsado) y los contenidos que la planta contenga (Bryant y Raffa, 1995; Franceschi *et al.*, 2005). Sin embargo, el grado de infestación de este escoltido combinado con los fitoquímicos de la planta, es tan alto que no le permite al árbol recuperarse al no incrementar los niveles de estas sustancias de reforzamiento y declina ante el ataque masivo y la rama muere. Con respecto a esto, Raffa (1991) menciona que esta capacidad de respuesta depende del estado fisiológico y los niveles de carbón de la planta y de la producción de terpenos, características constitutivas determinantes en la defensa de la planta contra los descortezadores de madera.

El establecimiento e infestación a las ramas trae consigo la muerte de dichas ramas y, como se indicó anteriormente, se conoce como "muerte descendente" (Burgos y Saucedo, 1983; Atkinson *et al.*,

1986a,b; Atkinson y Equihua, 1986). Esto provoca "poda natural" a la planta, es decir, permite que los descortezadores y los patógenos asociados no causen un daño generalizado al individuo. Este mecanismo (sacrificio), le trae "beneficios" al árbol, ya que se estimula la actividad de nuevos brotes. El crecimiento de dichos brotes cambia la estructura de la copa, haciéndola más abierta, lo que probablemente contribuye a hacer más eficiente la captación de luz solar (Burgos *obs. pers.*). Este síndrome de muerte descendente ha sido también observado en pináceas, pero la respuesta es diferente a lo descrito aquí para *Eysenhardtia polystachya*, ya que en pináceas se eliminan las ramas laterales y se provoca la formación de fustes más rectos y altos, tal es el caso de *Pityophthorus aztecus* en varias especies de *Pinus* y de *P. elatinus* en *Abies religiosa* (Burgos *obs. pers.* datos sin publicar). A diferencia de lo aquí descrito como muerte descendente, en otras angiospermas los patógenos que la provocan llegan a causar la muerte de los individuos (Álvarez, 1997; Ko *et al.*, 2004; Vásquez-López *et al.*, 2009).

Se concluye que *Chaetophloeus mexicanus* afecta la longevidad de las ramas de *Eysenhardtia polystachya* al provocar que la rama se seque y se desprenda del árbol debido a que se interrumpe la movilización de agua y fotosintatos. Las barreras físicas y químicas propias de *E. polystachya* no impiden que *C. mexicanus* desarrolle parte de su ciclo de vida cuando el cámbium vascular está en la etapa activa de división celular diferenciando tanto xilema secundario como floema secundario. A pesar de que no se detectó ni compartimentalización ni proliferación celular, sí existe una barrera en la región de los nudos, debido a que el daño provocado por el insecto llegó hasta la región del nudo, lo que confirma que el daño cesa en los nudos. El papel que

juegan las isoflavonas como barrera química deberá confirmarse.

RECONOCIMIENTOS

Este estudio forma parte de las actividades del Cuerpo Académico de Entomología y Fitopatología UAEMOR-CA73. Se agradece a la Dra. Laura Patricia Álvarez Beber del Laboratorio de Productos Naturales de ciQ de la UAEM el material bibliográfico y a PROMEP5/06/0526 por el financiamiento al proyecto UAEM-EXB-48.

REFERENCIAS

- Álvarez V., G. 1997. La muerte descendente y el cáncer del tallo en el zapote. *Tikalia* 15(1):37-46.
- Álvarez L.M., Y. Ríos, C. Esquivel, M.I. Chávez, G. Delgado, M.I. Aguilar, M.L. Villareal y V. Navarro. 1998. Cytotoxic Isoflavans from *Eysenhardtia polystachya*. *Journal of Natural Products* 61(6):767-770.
- Atia, M.M.M., A.Z. Aly, M.R.A. Tohamy, H. El-Shimy and M.A. Kamhawy. 2003. Histopathological studies on grapevine die-back. *Journal of Plant Diseases and Protection* 110(2):131-142.
- Atkinson, T.H., C.E. Saucedo, F.E. Martínez y A. Burgos S. 1986a. Coleópteros Scolytidae y Platypodidae asociados con las comunidades de clima templado y frío en el estado de Morelos. México. *Acta Zoológica Mexicana* 17:1-87.
- Atkinson, T.H., F.E. Martínez, C.E. Saucedo y A. Burgos S. 1986b. Los Scolytidae y Platypodidae (Coleóptera) asociados a selva baja caducifolia y comunidades derivadas en el Estado de Morelos. *Folia Entomológica Mexicana* 69:41-82.

- Atkinson, T.H. and A. Equihua M. 1986. Biology of the Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera) in a tropical deciduous forest at Chamela, Jalisco, Mexico. Florida Entomologist 69:303-310.
- Bonham, V. A. and J.R. Barnett. 2001. Formation and structure of larval, tunnels of *Phytobia betulae* in *Betula pendula*. IAWA Journal 22(3):289-294.
- Brongniart, C. 1877. Perforations observées dans deux morceaux de bois fossile. Annales de la Société Entomologique de France (5e Série) 7:215-220.
- Burgos S.A. y E. Saucedo. 1983. Los Scolytidae y Platypodidae (Insecta: Coleoptera) de algunos Municipios del Norte del Estado de Morelos. Tesis Licenciatura, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 185 p.
- Burgos-Solorio, A. and M.A. Equihua. 2007. Platypodidae y Scolytidae (Coleoptera) de Jalisco, México. Dugesiana 14(2):59-82.
- Bryant, P.J. and F.K. Raffa. 1995. Chemical antiherbivore defense. In: B. L. Gartner, ed. Plant stems: Physiology and functional morphology. Academic Press, San Diego. p. 365-381.
- Cambours M.A., P. Nejad, U. Granhall and M. Ramstedt. 2005. Frost-related dieback of willows. Comparison of epiphytically and endophytically isolated bacteria from different *Salix* clones, with emphasis on ice nucleation activity, pathogenic properties and seasonal variation. Biomass and Bioenergy 28(1):15-27.
- Chamberlin, W.J. 1955. Description of a new species of *Phloeosinus* and remarks regarding the life history of *Renocis heterodoxus* Casey. Pan-Pacific Entomologist 31:116-120.
- Dute, R.R., M.E. Miller, M.A. Davis, F.M. Woods and K.S. McLean. 2002. Effects of ambrosia beetle attack on *Cercis canadensis*. IAWA Journal 23(2):143-160.
- Equihua M.A. y A.S. Burgos. 2002. Scolytidae. In: J. Llorente y J. J. Morrone, eds. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. CONABIO-IBUNAM, México D.F. p. 539-557.
- Esau, K. 1976. Anatomía vegetal. Ediciones Omega, Madrid. 779 p.
- Franceschi, V.R., P. Krokene, E. Christiansen and T. Krekling. 2005. Anatomical and chemical defenses of conifer bark against bark beetles and other pests. New Phytologist 167(2):353-376.
- IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin new series 10(3):219-332.
- Ko, W.H., I.T. Wang and P.J. Ann. 2004. *Lasiodiplodia theobromae* as a causal agent of Kumquat dieback in Taiwan. Plant Disease 88(12):1383.
- Labandeira, C.C. 1998. Early history of arthropod and vascular plant associations. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 26(1):329-377.
- Liphschitz, N. and Z. Mendel. 1987. Histological studies of *Pinus halepensis* stem xylem affected by *Matsucoccus josephi* (Homoptera: Margarodidae). IAWA Bulletin new series 8(4): 369-376.

- Martínez, F.E. 1984. Los escarabajos descortezadores y ambrosiales (Coleoptera: Scolytidae y Platypodidae) del Cañón de Lobos, Yautepec, Morelos. Tesis licenciatura Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 74 p.
- Panshin, A.J. and C. de Zeeuw. 1980. Textbook of wood technology. Fourth edition. MacGraw-Hill Book Co., New York. 722 p.
- Pérez G., R. M.R. Vargas, S.L. Ma. García y L.B Dávila. 2002. Efecto de isoflavonas aisladas de la corteza de *Eysenhardtia polystachya* sobre el crecimiento de cristales de oxalato de fosfato de calcio urinario. El Colegio Mexicano de Urología 17(1):134-139.
- Raffa, K.F. 1991. Induced defensive reactions in conifer-bark beetle systems. In: D. W. Tallamy y M. J. Raup, eds. Phytochemical induction by herbivores. John Wiley & Sons, New York. p. 245-276.
- Rosner, S. and E. Führer. 2002. The significance of lenticels for successful *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera: Scolytidae) invasion of Norway spruce trees [*Picea abies* (Pinaceae)]. Trees: Structure and Function 16(7):497-503.
- Roth, I. 1981. Structural patterns of tropical barks. Gebruder Borntraeger, Berlin. 609 p.
- Ruzin, E.S. 1999. Plant microtechnique and microscopy. Oxford University Press, New York. 322 p.
- Schedl, K.E. 1939. Scolytidae, Copto notinae y Platypodidae mexicanos. Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN 1(3-4):317-377.
- Shain, L. 1995. Stem defense against pathogens. In: B. L. Gartner, ed. Plant stems: Physiology and functional morphology. Academic Press, San Diego. p. 383-406.
- Trockenbrodt, M. 1990. Survey and discussion of the terminology used in bark anatomy. IAWA Bulletin new series 11(2):141-166.
- Vásquez-López A., J.A. Mora-Aguilera, E. Cárdenas-Soriano y D. Téliz-Ortiz. 2009. Etiología e histopatología de la muerte descendente de árboles de mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) en el estado de Guerrero, México. Agrociencia 43(7):717-728.
- Wood, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. Great Basin Naturalist Memoirs 6:1-1359.

Manuscrito recibido el 3 de junio de 2009
Aceptado el 19 de julio de 2010

Este documento se debe citar como:

Burgos-Solorio, A. y T. Terrazas. 2010. El daño de *Chaetophloeus mexicanus* (Curculionidae: Scolytinae) a tallos de *Eysenhardtia polystachya* (Fabaceae). *Madera y Bosques* 16(4):67-79.