

Memoria del  
XV Simposio  
Nacional de  
Parasitología  
Forestal

18 al 20 de Noviembre del 2009  
Jardín, Etnobotánico, Oaxaca, Oax.

Francisco Toledo (detalle)



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

## **Director General**

Dr. Félix V. González Cossio

## **Secretario General**

Dr. Francisco Gabi Reyes

## **Secretario Administrativo**

Lic. Guillermo Díaz Landeros

## **Responsable Editorial**

Colegio de Postgraduados

## **Primera Edición 2011**

© **Editores:** Dr. Armando Equihua Martínez y Dra. Edith Estrada Venegas  
Jesús Alberto Acuña Soto y Martha Patricia Cháirez Grijalva.

© **Para la presente edición,** Colegio de Postgraduados  
Carretera México-Texcoco, Km 36.5, 56230 Montecillo, Texcoco, Estado de México.

## **Miembro número 306 CANIEM**

© D.R. Todos los derechos reservados conforme a la Ley  
No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia por registro u otros medios, sin el permiso previo y escrito de la institución.

Impreso y hecho en México.  
Printed and made in Mexico.

ISBN: 978-607-7533-84-9

# CONTENIDO

## PRESENTACIÓN

### INDICADORES DE LA SALUD DEL BOSQUE

**LA CONDICIÓN DE COPA COMO INDICADOR DE SALUD FORESTAL EN LOS BOSQUES DE MÉXICO.** 2

Dionicio Alvarado Rosales y Luz de Lourdes Saavedra Romero.

**DIVERSIDAD VEGETAL COMO INDICADORA DE LA SALUD FORESTAL A PARTIR DE DATOS DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL Y SUELOS.** 7

Patricia Hernández de la Rosa.

**DAÑOS AL ARBOLADO COMO INDICADOR DE SALUD FORESTAL EN LOS BOSQUES DE MÉXICO.** 13

Dionicio Alvarado Rosales y Luz de Lourdes Saavedra Romero.

**LOS RESIDUOS MADERABLES CAÍDOS COMO INDICADORES DE SALUD FORESTAL EN LOS BOSQUES DE MÉXICO.** 18

Dionicio Alvarado Rosales y Luz de Lourdes Saavedra Romero.

### BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

**DINÁMICA DE PERTURBACIONES EN BOSQUES DE PINOS PROVOCADAS POR INSECTOS DESCORTEZADORES EN PUEBLOS MANCOMUNADOS, OAXACA, MÉXICO.** 24

Juan Francisco Castellanos-Bolaños, Orlando Ruiz-Martínez, Martín Gómez-Cárdenas y Efraín Cruz-Cruz.

**CONDICIÓN DE LOS BOSQUES AFECTADOS POR INSECTOS DESCORTEZADORES EN EL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO.** 28

Juan Francisco Castellanos-Bolaños, Olivia Maldonado-Arango, Félix Piñeiro-Márquez, Juvencio Hernández-Hernández y Martín Gómez-Cárdenas.

**BROTOS EPIDEMICOS DE DIPRIONIDOS EN LA SIERRA TARAHUMARA DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.** 33

Juan Antonio Olivo Martínez.

**ÁRBOLES DE IMPORTANCIA FORESTAL HOSPEDANTES DE BUPRESTIDAE (COLEOPTERA) EN MÉXICO.** 36

Abraham Camacho-Pantoja.

### SEMIOQUÍMICOS

**CARACTERIZACIÓN ULTRAESTRUCTURAL DE LAS ANTENAS Y RESPUESTA ELECTROFISIOLÓGICA DE *Dendroctonus rhizophagus* THOMAS Y BRIGHT (COLEPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLITINAE) A SEMIOQUÍMICOS.** 41

Claudia Cano-Ramírez, María Fernanda López, Brian T. Sullivan, Alicia Niño, Jorge E Macías Sámano y Gerardo Zúñiga.

**MONITOREO DE *Dendroctonus adjunctus* BLANFORD, E INSECTOS ASOCIADOS MEDIANTE TRAMPEO CON FEROMONAS, EN PUEBLOS MANCOMUNADOS, IXTLAN, OAXACA.** 48

Bautista-Martínez Doris, Equihua-Martínez Armando y Avilés-Cruz Juan.

<b>INSECTOS ASOCIADOS A <i>Dendroctonus adjunctus</i> BLANDFORD ATRAÍDOS POR FRONTALINA + ALFA-PINENO, EN LOS PESCADOS, VERACRUZ Y ZOQUIAPAN, EDO. DE MÉXICO.</b>	<b>52</b>
---	-----------

Alejandro Rodríguez-Ortega, Armando Equihua-Martínez, Juan Cibrián-Tovar, Edith G. Estrada-Venegas, José T. Méndez-Montiel y Jaime Villa-Castillo.

## **REGULACIÓN FITOSANITARIA FORESTAL**

<b>CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS QUE PERMITEN IDENTIFICAR A LAS MOSCAS SIERRAS DE LOS GÉNEROS <i>Zadiprion</i> y <i>Neodiprion</i> (HYMENOPTERA: DIPRIONIDAE).</b>	<b>58</b>
---	-----------

Amelia Ojeda-Aguilera.

<b>MOSCA SIERRA MENOR <i>Neodiprion autumnalis</i> (HYMENOPTERA: DIPRIONIDAE) EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA</b>	<b>62</b>
---	-----------

Amelia Ojeda-Aguilera, Sergio Robles-Urbe y Arnulfo Ruiz-González.

<b>EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS PARA EL CONTROL DE <i>Dendroctonus mexicanus</i> Hopkins EN EL PREDIO "LAS CRUCES", CHAPINGO, MÉXICO.</b>	<b>66</b>
---	-----------

Daniel de Guadalupe Ruiz-Farfán, Moisés Orlando Rivera-Rodríguez y David Cibrián-Tovar.

<b><i>Specularius impressithorax</i> (PIC) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) UN GORGOJO EXÓTICO QUE AMENAZA LAS ESPECIES DE <i>Erythrina</i> (LEGUMINOSAE) EN MÉXICO.</b>	<b>70</b>
---	-----------

Jesús Romero Napoles.

<b>CONDICIÓN FORESTAL SANITARIA DEL ESTADO DE COLIMA.</b>	<b>75</b>
---	-----------

Mayra Margarita Valdez-Lizárraga, Carmen Araceli Zamora-Velázquez, José Ramón López-Castillo y Rocío Sinaid Álvarez Cervantes.

## **BOSQUES NATURALES**

<b>FACTORES DE MORTALIDAD DE <i>Pinus patula</i> Schl et Cham. DESPUÉS DE UN INCENDIO, EN HIDALGO, MÉXICO.</b>	<b>82</b>
--	-----------

Juana Fonseca-González, Héctor Manuel de los Santos-Posadas y Joel Meza-Rangel.

## **ÁCAROS DE IMPORTACIA FORESTAL**

<b>DIVERSIDAD DE ORGANISMOS ASOCIADOS AL AHUEJOTE <i>Salix bonplandiana</i> EN LA ZONA CHINAMPERA DE XOCHIMILCO, D. F.</b>	<b>87</b>
--	-----------

Edith Guadalupe Estrada-Venegas, Armando Equihua-Martínez, Jesús Alberto Acuña-Soto, y Martha Patricia Chaires-Grijalva.

<b>GAMÁSIDOS (ACARI: MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A SCOLYTINAE DE <i>Pinus</i> SPP. EN ONCE ESTADOS DE LA REPUBLICA MEXICANA.</b>	<b>94</b>
--	-----------

M. Patricia Chaires-Grijalva, Edith G. Estrada-Venegas y Armando Equihua-Martínez.

<b>ERIÓFIDOS (ACARI: ERIOPHYOIDEA) ASOCIADOS A ÁRBOLES DE LA FAMILIA PINACEAE EN CUATRO ESTADOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA.</b>	<b>100</b>
---	------------

Jesús Alberto Acuña-Soto, Edith Guadalupe Estrada-Venegas, y Armando Equihua-Martínez.

## **SISTEMÁTICA DE INSECTOS DE IMPORTANCIA FORESTAL**

<b>REVISIÓN GENERAL DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LA FAMILIA CLERIDAE (COLEOPTERA: CLEROIDEA) EN BOSQUES DE CLIMA TEMPLADO A SEMIÁRIDO EN MÉXICO".</b>	<b>106</b>
---	------------

Alan Fernando Burke-Roco, David Cibrián-Tovar y Celina Llanderal Cázares.

**CONTRIBUCIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE LARVAS A LA TAXONOMÍA DE ESCARABAJOS DESCORTEZADORES DEL GÉNERO *Dendroctonus* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE).** 111

Javier Víctor y Gerardo Zúñiga.

**ESTRUCTURA POBLACIONAL E HISTORIA DEMOGRÁFICA DE *Dendroctonus rhizophagus* THOMAS Y BRIGHT (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE).** 115

Verónica Torres, Enrico A. Ruiz y Gerardo Zúñiga.

**DISTRIBUCION POTENCIAL DE *Dendroctonus rhizophagus* THOMAS Y BRIGHT (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL.** 120

Ma. Guadalupe Mendoza-Correa, Yolanda Salinas-Moreno, y Gerardo Zúñiga-Bermúdez.

**HISTORIA DEMOGRÁFICA Y FILOGEOGRAFÍA DEL ESCARABAJO DESCORTEZADOR ESPECIALISTA *Dendroctonus pseudotsugae* HOPKINS (CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE).** 125

Enrico A. Ruiz y Gerardo Zúñiga.

### **BARRENADOR DE LA MELIACEAS**

**CRECIMIENTO DE *Cedrela odorata* L Y AFECTACIÓN POR *Hypsipyla grandella* (ZELLER) EN PLANTACIONES BAJO DOSEL Y A CIELO ABIERTO EN CAMPECHE.** 132

Van der Wal Hans, Cristina Chanatasig-Vaca, Benito Dzib-Castillo y Rafael Espinoza-López.

**EFFECT OF LEAF DISK FROM GRAFTED MELIACEAE ON SURVIVAL AND DEVELOPMENT OF *Hypsipyla grandella* (ZELLER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE).** 136

Pérez-Flores, J., S. D. Eigenbrode y L. Hilje.

**MODIFICACIONES A LA DIETA DE *Hypsipyla grandella*: HACIA EL DESARROLLO DE UNA TÉCNICA PARA SU CRÍA MASIVA.** 146

Francisco Díaz-Fleischer, Diana Pérez-Staples y Nancy E. Barradas-Juaz.

**ESTUDIO SOBRE LA DISTRIBUCIÓN E INCIDENCIA DEL *Hypsipyla grandella* Y USO DE TÉCNICAS DE CRIAS PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CEDRO ROJO** 150

Elizabetha Hernández-Domínguez, Sughey Guillén-Vergara, José Antonio González-Rodríguez, Alejandro Nila-Méndez, Yuri Jorge Peña-Ramírez y Celene Espadas Manriquez.

**PERSPECTIVA EN EL MANEJO DE LA SOMBRA ARTIFICIAL PARA EL CONTROL DE *Hypsipyla grandella* Z. EN PLANTACIONES DE *Cedrela odorata* L.** 155

Teresa Quijano-Medina, Arturo J. Caamal-Maldonado, José B. Castillo-Caamal y Luis Ramírez Avilés.

### **PLANTAS PARASITAS Y ARBOLES URBANOS**

**MUÉRDAGOS ENANOS (*Arceuthobium* spp.) EN EL SUR DE MÉXICO: DISTRIBUCIÓN, HOSPEDEROS Y CAMBIOS EN LA NOMENCLATURA.** 161

Robert L. Mathiasen, Carolyn M. Daugherty y Vidal Guerra De la Cruz.

**DIAGNOSTICO FITOSANITARIO DEL ARBOLADO DE LA ALAMEDA ZARAGOZA DE SALTILLO, COAHUILA.** 169

Jorge David Flores Flores y José Armando Nájera Castro.

**SITUACIÓN DEL HENO DE MOTITA *Tillandsia recurvata*, EN EL ESTADO DE COAHUILA.** 175

Jorge David Flores Flores, Mario Torres Espinoza y José A. Nájera Castro.

- UTILIZACIÓN DE ALGAS (DIATOMEAS) EN LA SUPRESIÓN DEL MUÉRDAGO ENANO** 180  
***Arceuthobium globosum* EN *Pinus pseudostrabus* Y MUÉRDAGO VERDADERO**  
***Psittacanthus calyculatus* EN *Quercus* sp.”.**

Victor Manuel Coria-Avalos, Ignacio Vazquez-Collazo, H. Jesús Muñoz-Flores y Jaime Villa-Castillo.

### **VIVEROS Y PLANTACIONES**

- MONITOREO POBLACIONAL DE *Bradysia* (WINNERTZ) COMO UNA HERRAMIENTA** 185  
**PARA SU CONTROL, EN MORELIA, MICHOACÁN MÉXICO.**

Ivón López-Pérez, Abel Plascencia-González, Luis Martínez-Rocha y Ma. Silvia González-Villalobos.

- Phytophthora cinnamomi* RANDS. Y *Fusarium oxysporum* SCHLTDL. COMO AGENTES** 191  
**CAUSALES DE PUDRICIÓN DE RAÍZ EN *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (MAYR)**  
**FRANCO.**

Adriana Mendoza-Campos, David Cibrián-Tovar y Silvia Edith García-Díaz.

- CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DEL TIZÓN SUIZO (*Phaeocryptopus*** 196  
***gaumannii*) EN *Pseudotsuga menziesii* var *glauca* EN MÉXICO.**

David Cibrián-Tovar, Omar Alejandro Pérez-Vera, Silvia Edith García-Díaz y Juan Cruz-Juárez.

- DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE LIBERACIÓN DE ASCOSPORAS DE *Phaeocryptopus*** 201  
***gaeumannii* (RHODE) PETRAK EN ARBOLES DE NAVIDAD.**

Gabriela Hernández-Acevedo, David Cibrián-Tovar y Víctor David Cibrián-Llenderal.

- PUDRICIÓN DE RAÍZ CAUSADA POR *Fusarium oxysporum* SCHLTDL. EN CONÍFERAS.** 204

Silvia Edith García-Díaz y David Cibrián-Tovar.

- DIAGNOSTICO SOBRE PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN LOS VIVEROS FORESTALES DE** 208  
**MEXICO.**

Salvador Alejandro Ayala-Ortega, David Cibrián Tovar y Bonifacio Don Juan Macias.

### **TRABAJOS PRESENTADOS EN CARTEL**

- AFIDOFAUNA DE LAS PLANTAS SILVESTRES DE CAHUACAN, NICOLAS ROMERO, EDO.** 213  
**DE MEXICO (HEMIPTERA: APHIDOIDEA).**

Marina Jossabeth Hernández-Cruz y Ana Lilia Muñoz-Viveros.

- PRESENCIA DE INSECTOS BARRENADORES (COLEÓPTERA: CERAMBYCIDAE,** 218  
**SUBFAMILIA LAMIINAE) EN TALLOS DE *Neobuxbaumia tetetzo* (F.A.C. WEBER EX J. M.**  
**COULTER) BACKEBERG.**

Fernando Medina-Sandoval y Edgar Rodríguez-Ibarra.

- EFFECTO DE LA ESTRUCTURA GENÉTICA DE *Quercus crassipes* SOBRE LA COMUNIDAD** 220  
**DE INSECTOS FORMADORES DE AGALLAS**

Efraín Tovar-Sánchez, Víctor Toledo-Hernández, Angélica Corona-López y Enrique Ruiz-Cancino.

- INTRODUCCIÓN DE MATERIAL VEGETAL INFESTADO POR UN ESCOLÍTIDO**  
**ESPERMATÓFAGO A MÉXICO.**

Armando Burgos-Dueñas, Armando Burgos-Solorio, Oscar Burgos-Dueñas y Villeda Pérez B. 224

- ASOCIACIÓN DE *Phytophthora* sp. CON *Baccharis* sp. EN CULTIVO DE PINO AFECTADO** 227  
**CON BARRENADORES.**

Leopold Fucikovsky Zak.

<b>PROBLEMA DE ARMILLARIA EN DURAZNO.</b>	<b>229</b>
Leopold Fucikovsky Zak.	
<b>INFESTACIÓN POR <i>Toumeyella erythrinae</i> KONDO &amp; WILLIAMS (HEMIPTERA: COCCIDAE), ESCAMA DEL COLORÍN, EN DOS SITIOS DEL DISTRITO FEDERAL.</b>	<b>230</b>
Citlali Coyolicatzin Chacón-Pacheco y Ana Lilia Muñoz-Viveros.	
<b>INCIDENCIA Y COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE <i>Paraprociophilus mexicanus</i> REMAUDIÈRE Y MUÑOZ VIVEROS SOBRE EL AILE, CAÑADA DE CONTRERAS, D.F.</b>	<b>235</b>
Ana Lilia Muñoz-Viveros y Pedro González-Julián	
<b>INSECTOS QUE AFECTAN LOS CONOS Y SEMILLAS DE <i>Pinus engelmannii</i>, EN RODALES SEMILLEROS DEL ESTADO DE DURANGO.</b>	<b>239</b>
Bustamante-García Verónica, Prieto-Ruiz José Ángel, Merlín-Bermudes Enrique, Carrillo-Parra Artemio y Álvarez-Zagoya Rebeca.	
<b>TRABAJOS PRESENTADOS EN RESUMEN</b>	
<b>PROPUESTA DE EQUIPO DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA DEL SUELO COMO INDICADOR DE SALUD FORESTAL.</b>	<b>244</b>
Armando Gómez Guerrero.	
<b>PLAGAS Y ENFERMEDADES DETECTADAS EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES DE <i>Jatropha curcas</i>, JAMILTEPEC, OAXACA.</b>	<b>245</b>
Alejandra Gloria Cruz-García y Anayeli Pérez-Pérez.	
<b>RESULTADOS PRELIMINARES DE LOS ESTUDIOS SOBRE DISTRIBUCION E INCIDENCIA DEL GUSANO BARRENADOR (<i>Hypsipyla grandella</i>) DE LAS MELIACEAS Y DE DIETAS ARTIFICIALES PARA EL MISMO CON FINES DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CEDRO ROJO.</b>	<b>246</b>
Elizabetha Hernández-Domínguez, Sugey Guillén-Vergara, José Luis Jerónimo-Pérez, José Antonio González-Rodríguez, Alejandro Nila-Mendez, Yuri Jorge Peña-Ramírez, Celene Espadas Manrique.	
<b><i>Megastigmus transvaalensis</i> (Hussey) (HYMENOPTERA: CHALCIDOIDEA) ES LA ESPECIE DE TORYMIDAE QUE ATACA AL PIRUL EN MÉXICO.</b>	<b>247</b>
Enrique Ruíz-Cancino, Juana María Coronado-Blanco y Jesús García-Jiménez.	
<b>ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA) EN SELVAS Y BOSQUES DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO.</b>	<b>248</b>
Enrique Ruíz-Cancino, Víctor Hugo Toledo Hernández, Angélica María Corona López, Juana María Coronado-Blanco, Andrey I. Khalaim y Efraín Tovar Sánchez.	
<b>CONTROL DEL BARRENADOR DE MELIÁCEAS POR MEDIO DE PODAS.</b>	<b>249</b>
Ernesto Ilizaliturri-Pardo y Claudia Cocóm-Bolio.	
<b>MONITOREO DE POBLACIONES DE DESCORTEZADORES EN EL SUR DEL ESTADO DE NUEVO LEON.</b>	<b>250</b>
Gerardo Cuéllar Rodríguez, Armando Equihua Martínez, Jaime Villa Castillo y Eduardo Treviño Garza.	
<b>EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIAGREGANTE DE LA FEROMONA MCH SOBRE <i>Dendroctonus pseudotsugae</i>, EN BOSQUES DEL ESTADO DE DURANGO.</b>	<b>251</b>
Guillermo Sánchez Martínez, Constance J. Mehmel, Debra Allen-Reid, Ernesto González-Gaona, Nancy E. Gillette, José Leonardo García-Rodríguez, Jorge Manuel Mejía-Bojorquez, José Carlos Monarrez-González, Juan Antonio López-Hernández, Sylvia R. Mori y Luis Mario Torres-Espinosa.	

<b>DISTRIBUCIÓN E INCIDENCIA DEL BARRENADOR DE ENCINOS <i>Crioprosopus magnificus</i> (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) EN LA SIERRA FRIA, AGUASCALIENTES.</b>	<b>252</b>
Guillermo Sánchez-Martínez, Onésimo Moreno Rico y María Elena Siqueiros Delgado.	
<b>LA CAPACIDAD PRODUCTIVA MADERABLE COMO INDICADOR DE LA SALUD FORESTAL USANDO DATOS DEL INFyS.</b>	<b>253</b>
Héctor M. de los Santos Posadas y Benkamín Méndez López.	
<b>PROBLEMAS CON LA ATRACCION DE <i>Hypsipyla grandella</i> A SU FEROMONA SEXUAL EN PRUEBAS DE CAMPO ¿FALTA ALGUN OTRO ESTIMULO?</b>	<b>254</b>
Jorge E. Macias Sámano.	
<b>CONTROL DE LA ROYA GLOBOSA DEL PINO-ENCINO (<i>Cronartium quercuum</i>) EN PINO COLORADO (<i>Pinus patula</i>) EN EL RANCHO EL SALTO Y LA SAUCEDA, AHUACATLÁN, ZACAPOAXTLA, PUEBLA.</b>	<b>255</b>
José Luis Olivares Díaz y Rodolfo Arellano Bonilla.	
<b>BRACONINAE (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) COLECTADOS EN TRAMPAS DE LUZ EN TLAQUILTENANGO, MORELOS, MÉXICO.</b>	<b>256</b>
Juana María Coronado-Blanco, Angélica María Corona López, Víctor Hugo Toledo Hernández y Enrique Ruíz-Cancino.	
<b>EFFECTO DE EXTRACTOS FOLIARES DE ESPECIES DE MELIACEAS EN LA SOBREVIVENCIA Y DESARROLLO DE LARVAS DE <i>Hypsipyla grandella</i></b>	<b>257</b>
Julián Pérez-Flores, Sanford D. Eigenbrode, Luko Hilje	
<b>EL BARRENADOR DE LAS MELIÁCEAS (<i>Hypsipyla grandella</i> Zeller) EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN CHIAPAS, MÉXICO</b>	<b>258</b>
Lorena Soto-Pinto, Jorge A. Aguilar-Cruz y Manuel de J. Anzueto-Martínez.	
<b>VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL EN LA INFESTACIÓN DE <i>HYPSSIPYLA GRANDELLA</i> EN UNA PLANTACIÓN DE CEDRO EN VERACRUZ.</b>	<b>259</b>
Nancy Eneida Barradas-Juanz, Diana Pérez-Staples y Francisco Díaz-Fleischer	
<b>LAS MOSCAS DE LOS TRONCOS (DIPTERA: PANTOPHTHALMIDAE) DE MÉXICO Y SU POSIBLE IMPORTANCIA COMO PLAGA FORESTAL</b>	<b>260</b>
Pedro Reyes-Castillo y Sergio Ibáñez-Bernal	
<b>ÍNDICE DE AUTORES</b>	<b>261</b>



# PRESENTACIÓN

La celebración de la décimo quinta edición del Simposio Nacional de Parasitología debe ser motivo de orgullo para entomólogos y patólogos forestales porque refleja el trabajo incesante que a lo largo de 30 años se ha venido desarrollando en esta materia. En este evento se juntan prácticamente dos generaciones de investigadores, técnicos y estudiantes a quienes las engarza el interés por preservar la salud y la vitalidad de los ecosistemas forestales, y la sanidad tanto de plantaciones como de viveros de producción forestal.

El Simposio se encuentra en una fase de ganancia neta de conocimiento e ímpetu al integrar la participación de entomólogos y patólogos experimentados, con jóvenes entusiastas en los que esperamos imbuir la semilla de la inquietud por la búsqueda de nuevo conocimiento y la práctica de la entomología y la patología forestal.

En esta fase, los retos que hemos tenido que enfrentar son mayúsculos, debido a factores internos derivados de los propios ciclos de los agentes causales de plagas o enfermedades y la condición de estructura y composición de los bosques y plantaciones. A estas condiciones hemos debido de agregar factores externos como el efecto de sequías atípicas y la constante llegada de especies exóticas de comportamiento invasor.

El nuevo conocimiento y las experiencias de trabajo que han sido mostrados en el XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal, reflejan el interés constante por enfrentar los nuevos retos que se presentan en función de las condiciones tanto internas como externas. Desde luego, la

amplia participación de investigadores y técnicos provenientes de todo el país, demuestra el interés que se tiene por parte de instancias e instituciones de nivel federal y estatal por enfrentar los nuevos retos que nos impone el manejo de plagas y enfermedades forestales.

La cada vez mayor abundancia de presentaciones orales y en cartel han hecho de nuestro Simposio un evento de calidad científica y técnica con gran reconocimiento entre los sectores académicos, los gubernamentales y las áreas técnicas y operativas. Desde luego, es importante reconocer que mucho del esfuerzo de investigación presentado tiene su fundamento en el apoyo sin precedente a proyectos de investigación, desde los Fondos Sectoriales, los Fondos Mixtos y los apoyos que se generan desde los propios Gobiernos Estatales o la iniciativa privada.

El éxito de los Simposios, como lo fue el XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal, no hubiese sido posible sin la participación del Comité Organizador Local, en este caso encabezada por el Dr. Carlos Torres Avilés, Secretario de Desarrollo Rural del Estado de Oaxaca. A los ingenieros Felix Piñeyro, Olivia Maldonado y Juvencio Hernández, de la propia SEDER Oaxaca. Al Biól. Salvador Anta Fonseca, Gerente de la CONAFOR Región V, con sede en Oaxaca y al Ing. Juan Cruz Avilés, Enlace de Sanidad en esa Gerencia Regional. A todos ellos un reconocimiento de parte de la comunidad que integramos El Simposio Nacional de Parasitología Forestal, por la espléndida labor organizativa lograda.

**Dr. Jaime Villa Castillo**  
**Gerente de Sanidad**  
**CONAFOR**

**INDICADORES**

**DE LA SALUD**

**DEL BOSQUE**

# LA CONDICIÓN DE COPA COMO INDICADOR DE SALUD FORESTAL EN LOS BOSQUES DE MÉXICO

**Dionicio Alvarado Rosales y Luz de Lourdes Saavedra Romero.**

Colegio de Postgraduados. Programa de Fitopatología. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C. P. 56230. Correo electrónico: dionicio@colpos.mx

## Introducción

Es uno de los indicadores del criterio Salud y vitalidad, considerado dentro del Proceso de Montreal (USDA Forest Service, 2004), el cual se relaciona con nuestra capacidad para mantener ecosistemas forestales saludables. Entre más saludables los ecosistemas, mayores los bienes y servicios que nos brindarán para cosechar y usar de parte de una población humana que se incrementa cada día. Este criterio es fundamental debido a que ecosistemas saludables mantienen una humanidad sana. Además, también es muy importante porque influye sobre otros aspectos del bosque para contribuir a la sustentabilidad (USDA Forest Service, 2004).

La importancia de las copas radica en que se encargan de convertir la radiación solar en fotosintatos que el árbol utiliza para su crecimiento, reparación y mantenimiento. Además de ser estéticamente agradables, las copas de los árboles proporcionan sombra, moderan la temperatura, y brindan alimento y hábitat a muchos organismos. También son una fuente de combustible para los incendios. Las copas nos dan una idea rápida de la salud general del árbol. Copas llenas y saludables nos indican que el carbono está siendo almacenado, el árbol está creciendo, y que no hay impactos serios de patógenos, aeropolutantes o insectos.

Las variables de copa se basan en la cantidad, condición y distribución del follaje, ramas y brotes en crecimiento de los árboles. El FIA considera los siguientes seis indicadores (USDA Forest Service, 2002): Proporción de copa viva, Posición de copa, Exposición a la luz,

Densidad de copa, Transparencia de follaje y Muerte regresiva. Es un buen indicador de la salud en general del árbol y los datos pueden ser utilizados para:

- Monitorear cambios visibles en la condición de la copa.
- Relacionar condición de copa con crecimiento del árbol o resistencia a factores estresantes como insectos y enfermedades.
- Evaluar disponibilidad del rodal para fauna silvestre y especies de pájaros.
- Proporcionar datos para estimar el riesgo de incendios de copa catastróficos.
- Sirve como un indicador de fertilidad de suelo y toxicidad.
- Sirve como un indicador de cambio climático.

Por lo tanto el objetivo de del presente trabajo fue el de determinar la factibilidad de aplicar la metodología que utiliza el FIA de Estados Unidos de Norte América, para el indicador condición de copa, en la vegetación de las siete regiones ecológicas de México.

## Materiales y Método

**Área de estudio:** La metodología que emplea el FIA de Estados Unidos de Norte América, en el indicador condición de copa, se aplicó en dos conglomerados dentro de cada una de las siete regiones ecológicas de México, haciendo un total de 14 (Figura 1). Su localización, altitud y una breve descripción de la vegetación que caracteriza a cada región se presentan en el Cuadro 1. Para una descripción más detallada de las regiones ecológicas consulte CCA (1997).

**La medición:** Este indicador se evaluó en todos los árboles de cada una de las cuatro subparcelas del conglomerado ( $r= 11.28$  m), para el caso de bosques (Figura 2A), y para las selvas (10 x 40 m) (Figura 2B). La información se tomó por dos personas, mismas que conformaron una brigada. Cada persona se colocó en un ángulo de 90° una de otra, con el fin de obtener la mejor vista del árbol a

evaluar, y al mismo tiempo alejados del árbol, al menos una vez la altura del mismo.

Dentro de la condición de copa se evaluaron las siguientes variables:

1. *Diámetro de copa.* Es la media aritmética (en metros) de dos mediciones (largo x ancho de copa) cuyos límites están indicados por la zona de goteo. Ambas mediciones se realizaron en un ángulo de 90° (Bechtold y Randolph, 2007). Variable no incluida aún en la evaluación del FIA, pero dada su utilidad, también fue evaluada en este estudio.
2. *Posición.* Se refiere a la posición relativa de la copa de un individuo en relación al estrato superior del dosel. Este indicador nos provee de información respecto a la estructura y competencia dentro del rodal. En este caso, un código de posición se asigna individualmente a cada árbol. Códigos de 1 a 4 representan las posiciones *estrato superior, dominante, sotobosque y árboles en claros*, respectivamente. A los últimos, se les asignó siempre un valor 4 (Schomaker *et al.*, 2007).
3. *Proporción de copa viva.* Es la porción del árbol que soporta el follaje vivo y se determinó en campo dividiendo la longitud de la copa viva entre la altura actual del árbol, y multiplicando por 100 para expresar el valor en porcentaje (Schomaker *et al.*, 2007).
4. *Exposición a la luz.* Mide la cantidad de luz del sol directa que recibe el árbol cuando el sol está directamente en el cenit. La copa del árbol se divide en cinco secciones: cuatro cuartos verticales (caras) y la parte superior. La medición tomó valores de 0 a 5, dependiendo del número de secciones de copa expuestas directamente al sol (Bechtold, 2003).
5. *Densidad de copa.* Es la cantidad de luz bloqueada por la biomasa de la copa (tronco, ramas vivas y muertas, ramillas, brotes, yemas, follaje y semillas) (Schomaker *et al.*, 2007).
6. *Transparencia de copa.* Es la cantidad de luz que pasa a través de la copa donde el follaje o sus remanentes están presentes. Se debe

ignorar el tronco, ramas, frutos y huecos en la copa (Schomaker *et al.*, 2007).

7. *Muerte regresiva.* Mortalidad reciente de ramas que incluye ramas fina en la porción terminal superior y exterior de la copa del árbol y que continúa hacia la parte baja (Bechtold y Randolph, 2007).

Las estimaciones visuales de cada indicador de copa se registró en porcentajes de clases (5-10%. 95-100%) para cada árbol, con excepción de las variables posición de copa y exposición a la luz. La información se registró directamente en un formato especial, el cual fue modificado del propuesto por Bechtold y Randolph (2007).

## Resultados y Discusión

Con base en la fase de campo, el análisis de datos, y el intercambio de experiencias con personal del FIA, en especial Bill Bechtold y Kadonna Randolph, en el Cuadro 2 se resume la factibilidad de implementar la medición de las variables de copa, en cada una de las siete regiones ecológicas de México. Esta se presenta en términos de corto, mediano y largo plazo.

En **Sierras templadas**, la medición de cada una de las variables del indicador condición de copa, fue práctica y sencilla (aproximadamente 2 h por conglomerado). Considerando los usos que de este se pueden obtener, y que se ha utilizado ampliamente en este tipo de bosques (Zarnoch *et al.*, 2003; Bechtold, 2002; Bechtold, 2003), se sugiere su implementación a **corto plazo**, una vez que se capacite a las brigadas. De acuerdo con opiniones de expertos del FIA, debido al corto tiempo que se requiere para su medición, deben medirse las siete variables.

En las **Selvas Cálido-Secas y Selvas Cálido-Húmedas**, la medición tomó más tiempo (aproximadamente de 3 h a 3½ h por conglomerado), debido a que la elevada densidad del sotobosque hace que el desplazamiento sea más lento, aunado a un mayor número de árboles.

También, el grado de dificultad para la medición de copas se incrementa por su traslape y altura. A pesar de esto, la información que se puede

generar, en materia de salud, en este tipo de vegetación, con este indicador y sus variables, es de gran utilidad como se ha visto en casos donde ya se ha utilizado (Oswalt y Oswalt, 2008).

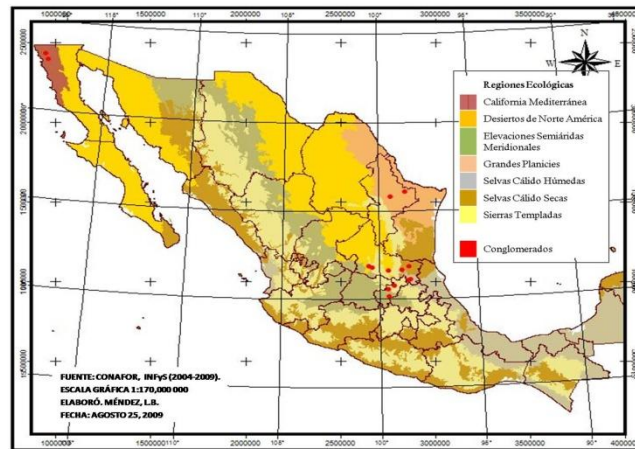


Figura. 1. Ubicación de los 14 conglomerados seleccionados para el estudio.

Cuadro 1. Localización y breve descripción de la vegetación de los conglomerados seleccionados para el estudio en las diferentes regiones ecológicas de México.

Región	Localización de los conglomerados	Altitud (m)	Ambiente Biológico
Grandes Planicies (GP)	Peña Blanca-Chiná/NL X=-99.72838889 Y=25.60144444	130	Domina el matorral espinoso en transición que oscila entre condiciones desérticas y cálidas y húmedas de las selvas cálido-secas. Dentro de la vegetación natural domina el mezquite, huizache, palo verde, corbagallina y ocotillo. Se encuentran especies endémicas como <i>Agave victoria-reginae</i> , y especies leñosas de los géneros <i>Clappia</i> , <i>Nephropetalum</i> , <i>Pterocaulo</i> y <i>Runyonia</i> , además de ser un centro de diversidad de la familia Lamiaceae.
	Monterrey-Reynosa/NL X=-99.07527778 Y=25.82766667	117	
Desiertos de Norteamérica (DN)	La Morena/SLP X=-100.7724167 Y=22.12463889	1945	Existe una dominancia de arbustos bajos. El matorral arbustivo de palo verde incluye cactáceas (saguaro, cholla y agave). Arbustos de alquitrán y gobernadora dominan. En las colinas existe ocotillo, lechuguilla, yuca y nopales.
	Miguel Hgo./SLP X=-99.87711111 Y=21.89358533	1005	
California Mediterránea (CM)	Ojos Negros Ensenada/BC X=-116.3531389 Y=31.88391667	611	Se caracteriza por arbustos perennifolios que conforman el chaparral (con follaje grueso que resiste la pérdida de agua) con especies como <i>Ceanothus</i> , y <i>Arctostaphylos</i> . Se presentan manchones de bosques de encino, pastizales y coníferas en las laderas más altas y en las riberas de los ríos. Las especies suculentas están representadas por los géneros <i>Opuntia</i> , <i>Yucca</i> y <i>Dudleya</i> , en la parte más seca se encuentra cactus y suculentas, incluyendo <i>Agave shawii</i> , <i>Opuntia prolifera</i> , y <i>Bergerocactus emoryi</i> .
	Ensenada-Valle de Guadalupe/BC X=-116.50550000 Y=32.15841667	456	
Elevaciones Semiáridas Meridionales (ESM)	Progreso/Qro. X= -99.87986111 Y=20.59855556	1940	Consiste de pastizales y combinación de matorrales y bosques en la zona de transición. Domina el pasto navajita, popotillo, y zacatón. En algunos sitios existen mezquites y huizaches.
	Km. 162. Mpio. Cadereyta X=-99.62872222 Y= 21.12994444	1684	
Sierras Templadas (ST)	Valle de los Fantasmas/SLP X=-100.6124722 Y=22.06447222	2306	Vegetación perennifolia (coníferas) o decidua (encinos), compuestos por varios estratos. Se localiza en las partes altas de las Sierras. Las principales especies son <i>Pinus</i> , <i>Abies</i> , <i>Quercus</i> y

	Pinal de Amoles/Qro. X=-99.73408333 Y=21.07655556	2443	arbustos como <i>Crataegus</i> , <i>Senecio</i>
Selvas Cálido-Secas (SCS)	Rascón/SLP X=-99.23341667 Y=21.93530556	374	Predominan los bosques bajos deciduos y subdeciduos, con abundantes leguminosas. Especies de importancia son la parota, cedrela, palo rosa, tepeguaje, jabín y henequén.
	Valles-El Sabino/SLP X=-98.95591667 Y=22.08666667	252.2	
Selvas Cálido-Húmedas	Xilitla/SLP X=-98.886 Y=21.43666667	197	La selva perennifolia y subperennifolia son las comunidades más características de la región. Existen bromelias, orquídeas, helechos y cactáceas. Los árboles pueden alcanzar hasta 40 m de altura. Especies como <i>Cedrella</i> spp., <i>Sweetenia</i> spp., <i>Engelhardia mexicana</i> , <i>Clethra quercifolia</i> , <i>Senecio grandifolius</i> , <i>Hoffmania orizabensis</i> y <i>Cornus florida</i> .
	El Laurel-Tamazunchale/SLP X=-98.96802778 Y=21.39477778	654	

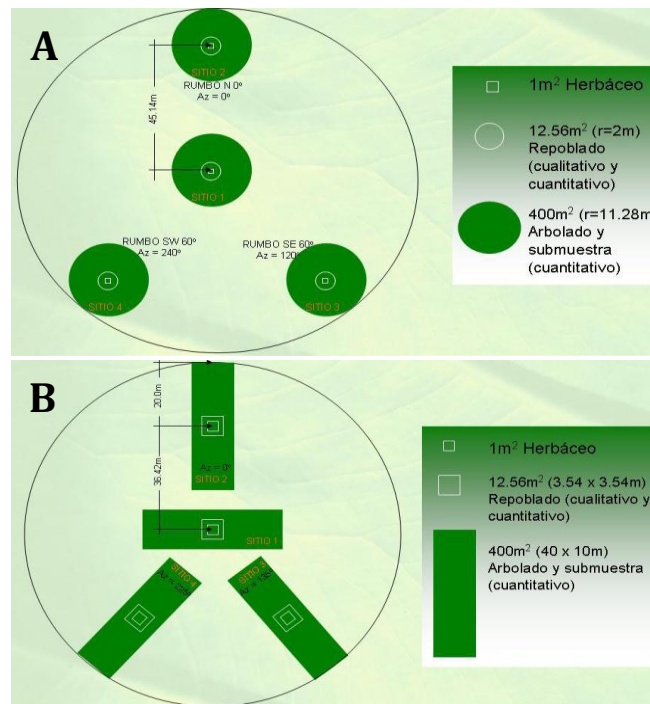


Figura. 2. A. Esquema que muestra la unidad de muestreo en bosques, comunidades áridas, semiáridas y palmares. B. Selvas (Tomado de INFyS, 2009).

También, el grado de dificultad para la medición de copas se incrementa por su traslape y altura. A pesar de esto, la información que se puede generar, en materia de salud, en este tipo de vegetación, con este indicador y sus variables, es de gran utilidad como se ha visto en casos donde ya se ha utilizado (Oswalt y Oswalt, 2008). Una vez que los resultados se comenten con investigadores del USDA Forest Service, con el fin de aprovechar su experiencia y uniformizar criterios, se harán las sugerencias pertinentes para su medición. Por lo anterior, se sugiere que su implementación sea a **mediano plazo**.

En la región **California Mediterránea**, cuya vegetación se compone de arbolado de encino, pinos y sauces, la medición de cada una de las variables de este indicador se puede implementar a **corto plazo**. Esto debido a que es un tipo de vegetación con características similares a las del bosque templado. En el resto de la vegetación, constituida principalmente por chaparral, se requiere de más investigación con el fin de determinar la metodología más apropiada y variables que mejor reflejen la condición de copa, razón por la que su implementación es a **largo plazo**.

Cuadro 2. Resumen de la factibilidad de aplicación del indicador condición de copa y sus variables (según metodología del FIA de Estados Unidos de Norte América), en las siete regiones ecológicas de México.

Variables	Sierras Templadas	Selvas Cálido Secas	Selvas Cálido Húmedas	Elevaciones Semiáridas Meridionales	Grandes Planicies	Desiertos de Norte América	California Mediterránea -arbolada -chaparral
1. Diámetro de copa	√	√*	√*	NA*	NA*	NA*	√/NA
2. Posición de copa	√	√*	√*	NA*	NA*	NA*	√/NA
3. Proporción de copa viva	√	√*	√*	NA*	NA*	NA*	√/NA
4. Exposición a la luz	√	√*	√*	NA*	NA*	NA*	√/NA
5. Transparencia de copa	√	√*	√*	NA*	NA*	NA*	√/NA
6. Densidad de copa	√	√*	√*	NA*	NA*	NA*	√/NA
7. Muerte regresiva	√	√*	√*	NA*	NA*	NA*	√/NA

√=Sencillo y práctico; √\*=Tardado y no tan sencillo pero factible; NA\*= no aplica en general, pero sí podría para árboles de porte medio; √/NA= aplica para arbolado pero no para chaparral.

En las regiones restantes, la condición de copa no fue evaluada, debido a lo característico de su vegetación.

### Literatura Citada:

- Bechtold, W.A. 2002. Comparison of field methods and models to estimate mean crown diameter. Northern Journal of Applied Forestry 19(4):177-182.
- Bechtold, W.A. 2003. Crown position and light exposure classification-An alternative to field-assigned crown class. Northern Journal of Applied Forest 20(4):154-160.
- Bechtold, W.A., and K.C. Randolph. 2007. FIA Crown-condition analysis workshop outline and class notes. Ogden Utah. March. 71 p.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). 1997. Regiones ecológicas de América del Norte: Hacia una perspectiva común. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal, Canadá. 71 p.
- INIFyS (2009). Inventario Nacional Forestal y de suelo. Comisión Nacional Forestal. México. 104 p.
- McRoberts, R.E., McWilliams, W. H., Reams, G. A., Schmidt, T. L., Jenkins, J. C., O'Neill, K. P., Miles, P. D. and G.J. Brand. 2004. Assessing Sustainability Using Data from the Forest Inventory and Analysis Program of the United States Forest Service. Journal of Sustainable Forestry 18(1)23-46.
- Oswalt, S.N., and C.M. Oswalt. 2008. Relationships between common forest metrics and realized impacts of Hurricane Katrina on forest resources in Mississippi. Forest Ecology and Management 255:1692-1700.
- Schomaker, M. 2003. Tree crown condition indicator. Forest Inventory and Analysis FIA Fact Sheets Series. In: <http://fia.fs.fed.us/library/fact-sheets/p3-factsheets/Crowns.pdf>. [Julio 11, 2008]. 2 p.
- Schomaker, M.E., J. Zarnoch S., A. Bechtold W., J. Latelle D., G. Burkman, W., and J. Cox S. 2007. Crown-condition classification: a guide to data collection and analysis. Gen. Tech. Rep. SRS-102. Asheville, NC:U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 78 p.
- USDA Forest Service. 2002. Forest Health Indicators. Forest Inventory and Analysis Program. United States Department of Agriculture. 23 p.
- USDA Forest Service. 2004. National Report on Sustainable Forests-2003. United States Department of Agriculture. Forest Service. FS-766. 130 p.
- Zarnoch, S.J., Bechtold, W.A., and K.W. Stolte. 2004. Using crown condition variables as indicators of forest health. Can. J. For. Res. 34:1057-1070.

# DIVERSIDAD VEGETAL COMO INDICADORA DE LA SALUD FORESTAL A PARTIR DE DATOS DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL Y SUELOS

**Patricia Hernández de la Rosa**

Colegio de Postgraduados. Programa Forestal. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C. P. 56230. Correo electrónico: agomezg@colpos.mx

## Introducción

El Inventario Nacional Forestal en México (INF) de manera tradicional se ha centrado en la toma de información de tipo dasométrica (existencias volumétricas por especie y tipo de producto) y la incorporación de aspectos generales relacionados a la condición de los ecosistemas de México (tipos de vegetación, hábitats para diferentes usos y servicios entre otros).

A partir del INF realizado en 1994 se consideraron algunas variables relacionadas con la evaluación de la diversidad: especies por estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo y características, su rareza, endemismo, categoría de riesgo y uso. El Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) 2003-2009 consideró las variables mencionadas en 1994 (CONAFOR, 2005), sin embargo, no se detallan las implicaciones de estas variables para evaluar condiciones de salud del bosque.

Es deseable que un Sistema de Monitoreo de la Salud del Bosque (SMSB) incorpore una serie de variables indicadoras y fácilmente obtenibles en campo sobre la condición de los bosques nacionales. La biodiversidad, y en particular la diversidad relativa de especies vegetales o animales es una de las variables clave para evaluar la sustentabilidad en el manejo de recursos naturales (Conkling *et al.*, 2001), mismas que se han considerado dentro del Inventario de la Salud del Bosque en Estados Unidos (Conkling *et al.*, 2005; Coulston *et al.*, 2005; Ambrose *et al.*, 2007) al incorporar la composición de especies vegetales (especie y comunidad) para hacer estimaciones a nivel rodal y población.

Al contar con sitios para la remediación se espera que las variables utilizadas sean lo

suficientemente confiables para conocer los patrones de distribución de las especies de interés, grupos funcionales, formas de vida o estructura del sotobosque que generan condiciones para la fauna, niveles de productividad, cantidad de combustible o historia de disturbios (Schulz *et al.*, 2009).

Ante la necesidad de conocer el nivel de utilidad de las variables relacionadas con la diversidad vegetal que el INFyS (2003-2009) tiene hasta el momento, a continuación se presentan los resultados derivados del análisis detallado en una submuestra nacional representativa de las siete regiones ecológicas que conforman nuestro país.

Es por ello que para realizar el siguiente trabajo de investigación se tomaron en cuenta lo siguientes objetivos:

- Analizar la información relacionada con la riqueza y composición de especies en una submuestra de la base de datos del Inventario Nacional Forestal.
- Identificar la potencialidad de uso de las variables anteriores para detectar cambios en la salud del bosque.
- Sugerir adecuaciones a la toma de información en campo que permita una mayor certeza al ser utilizadas para monitorear la salud del bosque.

## Materiales y Método

**Adquisición de la Información:** La base de datos proveniente del INFyS cuenta con archivos e información de bosques de clima templado, selvas, zonas áridas y semiáridas, palmares, manglares y comunidades subacuáticas. De manera particular, existe información relacionada con especies por estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo y características de rareza, endemismo, categoría de



riesgo (Norma SEMARNAT-059) y uso. El Cuadro 1 presenta la lista de archivos empleada en el análisis.

En general, todos los archivos utilizados contienen información sobre la riqueza relativa y el nombre de las especies. Sin embargo, en los sitios

de muestreo de 1m<sup>2</sup> de superficie sólo se registra el porcentaje de cobertura por forma de vida (herbáceas, gramíneas, helechos, musgos, líquenes), debido a esto, no fueron considerados para obtener la riqueza relativa por conglomerado.

Cuadro 1. Nombre de archivos utilizados y características en la base de datos del Inventario Nacional Forestal (2003-2009) empleada en el análisis.

Nombre del archivo	No. de conglomerados	Superficie del sitio de muestreo (m <sup>2</sup> )	Información obtenida
Repoblado Bosque	520	12.56	Número de especies
Repoblado Otras Comunidades	247	12.56	
Repoblado Selva	445	12.56	
Diversidad x Estrato	1489	12.56	
Arbolado Bosque Selva	1153	400	
Características de las Especies de Flora en Riesgo	291	12.56	Número de especies dentro de la Norma-SEMARNAT-059, endemismos.

Sin embargo, en los sitios de muestreo de 1m<sup>2</sup> de superficie sólo se registra el porcentaje de cobertura por forma de vida (herbáceas, gramíneas, helechos, musgos, líquenes), debido a esto, no fueron considerados para obtener la riqueza relativa por conglomerado.

**Manejo de la Información:** Los archivos en formato Excel se manejaron con el paquete ACCESS, lo cual permitió un uso eficiente de las variables de interés. Se crearon diferentes plantillas para analizar principalmente la riqueza por sitio, conglomerado y región ecológica, frecuencia de especies endémicas, nativas o dentro de alguna categoría de la Norma SEMARNAT-059.

Para obtener la riqueza por conglomerado en las diferentes regiones ecológicas, se creó una plantilla con la información proveniente de los archivos: repoblado de bosques, selvas y otro tipo de vegetación, además del de diversidad por estrato y arbolado en bosque y selva. Se contabilizó el total de especies diferentes por conglomerado, ya que dos o más archivos pueden presentar especies comunes en arbolado y repoblado. De manera complementaria se verificaron los errores lógicos de escritura de los géneros y especies reportados, de esta manera se pretendió evitar la sobre-estimación en la riqueza relativa.

El archivo de Características de las especies de flora en riesgo, se utilizó para conocer las especies reportadas bajo alguna categoría, por conglomerado y región ecológica, y posteriormente éstas se agruparon en cuatro diferentes zonas. De manera complementaria se verificó la clasificación reportada en el INFyS para cada una de las especies.

La información de los sitios de 1 m<sup>2</sup> se utilizó para conocer los porcentajes de cobertura por forma de vida y tipo de vegetación.

**Riqueza Relativa de especies:** La Figura 1 presenta la información de riqueza relativa por conglomerado a nivel nacional. Los datos reflejan exclusivamente las especies reportadas en los archivos: Repoblado de bosques, selvas y otro tipo de vegetación; Diversidad por estrato y Arbolado de bosques y selvas. La riqueza relativa en este escrito se refiere a las diferentes especies reportadas en los sitios de colecta del inventario posterior a su depuración.

Es evidente que tanto la época como la experiencia del personal al momento de llevar a cabo el levantamiento de la información, pueden influir en el registro de la riqueza total del conglomerado. Aún bajo esta limitante, la información refleja en forma consistente lo que se

presenta en diferentes reportes acerca de una mayor riqueza de especies en las regiones tropicales y con alta prioridad de conservación de la biodiversidad (CONABIO-CONAP-TNC-PRONATURA, 2007). En este caso, en particular la mayor riqueza

(hasta 67 especies por conglomerado), corresponde a la zona donde se encuentra la vegetación de selvas cálido-húmedas.

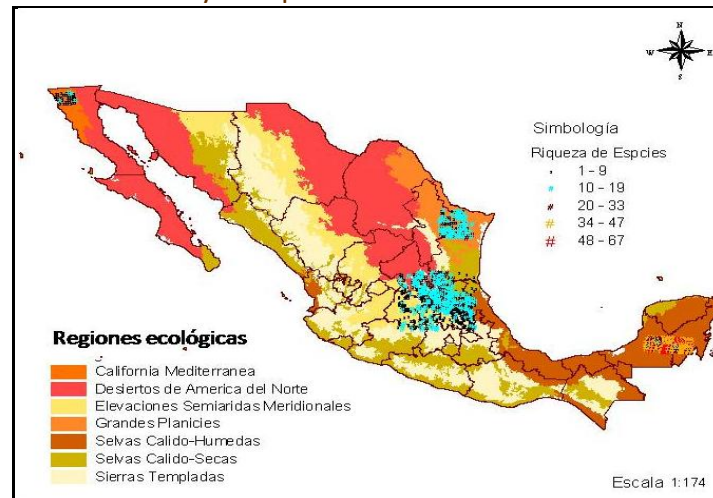


Figura 1. Riqueza relativa de especies por conglomerado y región ecológica a nivel nacional derivado de la base de datos del Inventario Nacional Forestal y Suelos (2003-2009).

De la información analizada, los conglomerados con riqueza relativa de 10 a 19 especies fueron los más frecuentes y se presentan principalmente en las regiones ecológicas de las Grandes Planicies, Desiertos de América del Norte, Elevaciones Semiáridas Meridionales y Selvas Cálido-Secas.

**Especies dentro de la Norma SEMARNAT-059:** La información del Cuadro 2 muestra los resultados del análisis comparativo para la clasificación encontrada en la base de datos del INFyS y la que corresponde a la recategorización. Particularmente, se encontraron 273 géneros y/o especies que no se encuentran registradas en la Norma pero que en la información analizada se clasifican como Amenazadas o Protegidas. Es evidente que estas inconsistencias pueden tener un origen en una identificación taxonómica poco precisa en campo.

El Manual de Campo solicita llevar la lista de especies de la Norma, sin embargo, esto no garantiza una adecuada clasificación. Por lo mismo, si los ejemplares no son identificados por un experto en campo, o colectados para su posterior

identificación y clasificación en herbarios, la probabilidad de error aumenta.

La Figura 2 presenta la información original del INFyS en cada una de las zonas en donde se agruparon los diferentes conglomerados. En este caso, la zona que corresponde a Baja California presenta exclusivamente especies bajo protección especial. Debido a que la zona central concentra condiciones variables, las especies que se registraron se agrupan dentro de las cuatro categorías existentes en la Norma. El mayor número de especies Amenazadas o Sujetas a Protección Especial se localizan en la zona Sureste, lo cual coincide con ser la zona con mayor riqueza.

**Especies endémicas:** El análisis de esta información muestra que en el país existe una dominancia de especies No-endémicas (406 especies), principalmente en el Sur de la República (Cuadro 3). Al igual que con la información sobre categoría de riesgo, los resultados pueden estar reflejando imprecisiones en la identificación taxonómica de especies. Lo anterior, sólo podrá corroborarse con una exhaustiva búsqueda de las especies en la lista de clasificación.

**Cobertura por Formas de Vida:** Como se mencionó anteriormente en la metodología, el archivo de vegetación menor (1m<sup>2</sup>) presenta los porcentajes de acuerdo a cinco diferentes formas de vida y no reconoce las diferentes especies encontradas.

Las Figuras 3 a 6 son un ejemplo del análisis que es posible de realizar con esta información, en

este caso se clasifican de acuerdo a los tipos de vegetación encontrados en la base de datos.

Esta información tampoco está exenta de posibles imprecisiones, ya que el Manual de Campo no define criterios detallados de medición.

Cuadro 2. Análisis comparativo para las especies de flora en riesgo en la base de datos del Inventario Nacional Forestal (2003-2009).

Categoría	Datos de la muestra del Inventario	Recategorización
Amenazada	220	142
No aparece*	-	273
Peligro (en)	7	2
Protegida	258	69
Probablemente extinta en el medio silvestre	1	-
<b>Total general</b>	<b>486</b>	<b>486</b>

\*Se refiere a género y/o especies que no se encontraron en la Norma SEMARNAT-059

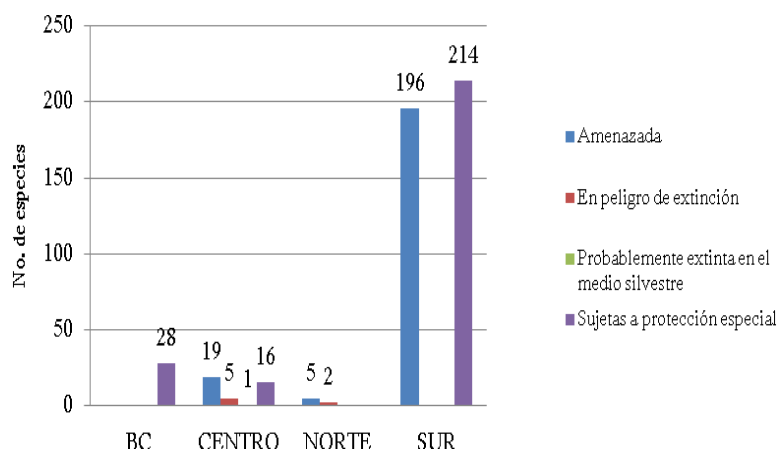


Figura 2. Número de especies agrupadas por zona y categoría de riesgo en la base de datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2003-2009).

Distribución	ZONAS				
	BC	Centro	Norte	Sur	Total
Endémica	4	13	4	4	25
No Endémica	24	28	3	406	461
<b>Total</b>					<b>486</b>

Figura 3. Porcentaje de formas de vida en el bosque de *Pinus* spp., encontradas en el archivo de Vegetación Menor del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2003-2009).

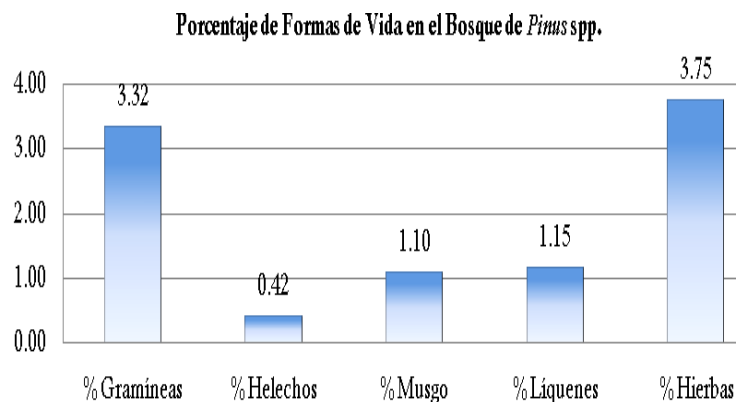


Figura 4. Porcentaje de formas de vida en el bosque de *Abies* spp., encontradas en el archivo de Vegetación Menor del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2003-2009).

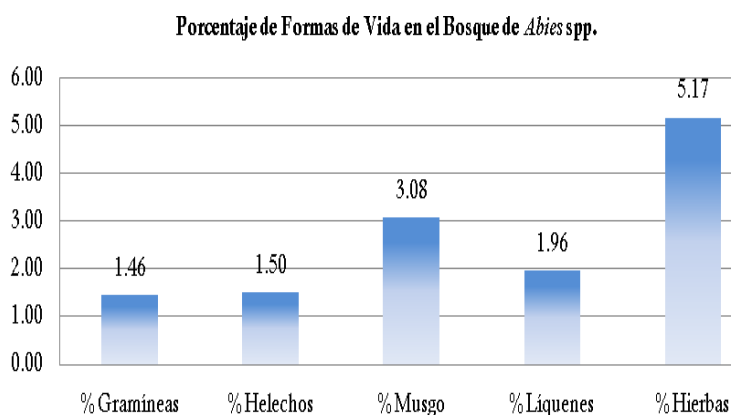


Figura 5. Porcentaje de formas de vida en el bosque de *Juniperus* spp., encontradas en el archivo de Vegetación Menor del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2003-2009).

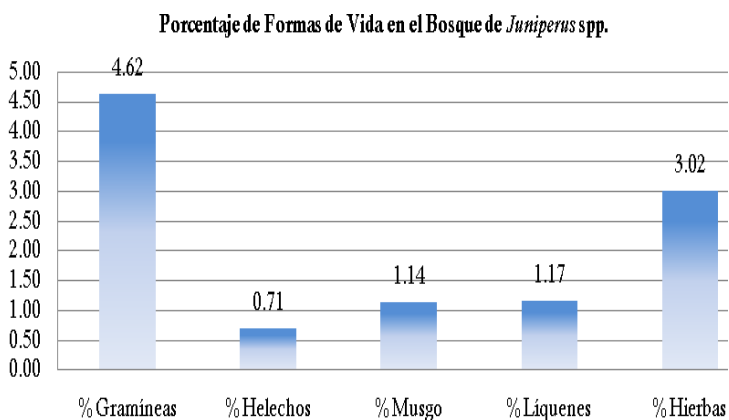


Figura 6. Porcentaje de formas de vida en el bosque mesófilo encontradas en el archivo de Vegetación Menor del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2003-2009).

Aunado a esto es posible que si no se cuenta con personal entrenado, se confundan formas de vida. Por ejemplo, musgos con líquenes o helechos. La única forma de reducir este riesgo es contar con personal de campo especializado además de incluir información gráfica en el Manual.

## Conclusiones

El INFyS cuenta con una base de datos que incluye información sobre la riqueza relativa, composición de especies y porcentaje de cobertura por formas de vida.

Las variables reportadas son importantes y útiles para hacer inferencias a nivel de sitio, conglomerado, tipo de vegetación predominante o región ecológica. Sin embargo, no son suficientes para ser consideradas indicadoras de la Salud del Bosque.

## Literatura Citada

- Ambrose, M. J.; Conckling, B. L. 2007. Forest health monitoring: 2005 National Technical Report. Gen Tech. Rep. SRS-104. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 76 p.
- Comisión Nacional Forestal-Inventario Nacional Forestal y de Suelos. 2005. Manual y procedimientos para el muestreo de campo. 104 p.
- CONABIO-CONAP-TNC-PRONATURA. 2007. Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, México.
- Coulston, J. W.; Ambrose, M. J.; Riitters, K. H.; Conckling, B. L. eds. 2005. Forest health monitoring: 2004 National Technical Report. Gen Tech. Rep. SRS-90. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 81 p.
- Conckling, B.L.; Coulston, J.W.; Ambrose, M. J. eds. 2005. Forest health monitoring: 2001 National Technical Report. Gen Tech. Rep. SRS-81. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 204 p.
- Schulz, B. K.; Betchtold, W. A.; Zarnoch, S. J. 2009. Sampling and estimation procedures for the vegetation diversity and structure indicator. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-781. Portland, OR. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 53 p.

# DAÑOS AL ARBOLADO COMO INDICADOR DE SALUD FORESTAL EN LOS BOSQUES DE MÉXICO

**Dionicio Alvarado Rosales y Luz de Lourdes Saavedra Romero.**

Colegio de Postgraduados. Programa de Fitopatología. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C. P. 56230. Correo electrónico: dionicio@colpos.mx

## Introducción

Es otro de los indicadores del criterio Salud y vitalidad, considerado dentro del Proceso de Montreal (USDA Forest Service, 2004). Los daños ocasionados por una gran variedad de fuentes naturales y humanas afectan el crecimiento y desarrollo de los árboles. Con la identificación de daños inesperados o inexplicables se pretende estimular investigación adicional sobre agentes causales y respuestas del árbol. La información derivada de este indicador debe ayudar a contestar preguntas sobre el papel de los estresantes bióticos y abióticos y cómo afectan las condiciones biológicas y procesos dentro de la comunidad forestal (USDA Forest Service, 2002).

El indicador de daño es la medida del tipo, ubicación y severidad del daño causado por enfermedades, insectos, tormentas y varias actividades humanas. Algunos ejemplos de daños registrados son heridas, signos de deterioro avanzado, canchales y raíces o troncos quebrados.

Los datos de daño son colectados para:

- Estimar el índice de severidad de daño (ISD). Los ISD son calculados a partir de tres componentes: tipo de daño, localización y severidad. En general, un alto ISD indica la presencia de múltiples daños, severos tipos de daño y/o una gran cantidad de daño presente cerca de la base del árbol.
- Evaluar que bosques o partes del bosque están en riesgo de disminuir su crecimiento y/o incremento en mortalidad debido a los daños observados.
- Determinar como la vida, desarrollo y sobrevivencia del bosque es afectado por los niveles de daño observados.

Es por ello que para llevar a cabo el siguiente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Determinar la factibilidad de aplicar la metodología que utiliza el FIA de Estados Unidos de Norte América, para el indicador daños al árbol, en la vegetación de las siete regiones ecológicas de México.

## Materiales y Métodos

**Área de estudio:** La metodología que emplea el FIA de Estados Unidos de Norte América, en el indicador daños al árbol, se aplicó en dos conglomerados dentro de cada una de las siete regiones ecológicas de México, haciendo un total de 14 (Figura 1 de Condición de copa). Su localización, altitud y una breve descripción de la vegetación que caracteriza a cada región se presentan en el Cuadro 1 (ver Condición de copa). Para una descripción más detallada de las regiones ecológicas consulte CCA (1997).

**La medición:** Los datos de daño se colectaron en el arbolado de las cuatro subparcelas de cada conglomerado. Un máximo de dos daños diferentes se registraron por árbol. Los daños individuales se caracterizaron por el tipo de daño, la localización del mismo y la severidad del daño. En general, los daños son considerados más serios cuando se presentan en las partes bajas del árbol y cuando grandes áreas del mismo son afectadas. Los daños deben reunir umbrales mínimos para ser registrados. Por lo tanto, cuando se registra daño cero significa que no se observaron daños que reúna el umbral mínimo. La causa o causas de daño no se colectan. Los métodos para asociar agentes causales con el daño observado y fuentes de datos útiles aún están en discusión por el FIA, FS-746. La

información se registró en un formato especial modificado de Campbell (2009).

Considerando la propuesta de formato del FIA y las condiciones de nuestro país, se diseñó una

guía de campo con códigos, agentes, umbrales y severidad para cada uno de ellos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Códigos, agentes, umbrales y severidad para los principales agentes de daño en el arbolado de bosques y selvas.

Código	Agente	Nombre común	Umbral	Severidad
00	000	Sano		
10	000	<b>ABIÓTICOS</b>		
	001	Fuego		
	002	Viento		
	003	Falta de agua	No hay	No aplica
	004	Rayos		
	005	Ozono		
11	000	<b>ANTROPOGÉNICOS</b>		
	001	Resinación	20% de circunferencia	20-100%
	002	Ocoteo		
	003	Tala	No hay	No aplica
12	000	<b>ENFERMEDADES</b>		
	001	Enfermedades de raíz	No hay	1. Árbol vivo con síntomas/signos de enf., de la raíz (micelio ectotrófico, basidiocarpos, flujo excesivo de resina en el collar de la raíz), sin síntomas visibles en copa. 2. Igual a 001 + síntomas visibles en copa. Nota: árboles con síntomas similares fuera del sitio pueden muestrearse destructivamente para observar las características de deterior, manchado o abanicos miceliales para confirmar la presencia de este tipo de enfermedades.
	002	Pudridores	20% de circunferencia	20-100% de circunferencia
	003	Cancro Fusarium	20% de circunferencia	
	004	Bacteriosis	No hay	20-100% de circunferencia
	005	Manchas foliares		
	006	Caída de acículas	20 % de follaje	
13	000	<b>PLANTAS PARÁSITAS, EPÍFITAS Y OTRAS</b>	No hay	
	001	<i>Arceuthobium</i>	No hay	0: Ninguno; 1: <50% de infección; 2: >50% de infección
	002	<i>Phoradendron</i>		
	003	<i>Struthanthus</i>	No hay	0: No infectado; 1: ligero; 2: moderado; 3: severo.
	004	<i>Tillandsia</i>		
	005	<i>Cuscuta</i>		
	006	Parras	20% de copa afectada	20-100% de copa afectada
	007	Lianas	20% de circunferencia	20-100% de circunferencia
14	000	<b>INSECTOS</b>		
	001	Descortezadores	No hay	1. Ataques sucesivos y constantes (follaje aún verde, polvo, resinación.

			2. Ataques sucesivos en años previos (follaje marchito con un poco de follaje verde, polvo, resinación).
			3. Punta muerta (punta del árbol muerta, sin follaje verde en esta porción; follaje verde en copa baja del árbol).
	002	Barrenadores	Similar a descortezadores
	003	Defoliadores	No hay
	004	Agalladores	20-100% de follaje con agallas
15	000	<b>OTROS</b>	
	001	Roedores	No hay
	002	Ramoneo mamíferos	20-100% de circunferencia de tronco o ramas.
	002	Ramoneo mamíferos	20-100% de follaje ramoneado.
20	000	Muerto	

## Resultados y Discusión

La guía funcionó muy bien, a pesar de no haber encontrado muchos daños. Se ajustó con algunos de los daños más comunes reportados para los bosques de México (Cibrián *et al.*, 1995; 2007). La guía se puede ir mejorando conforme se hagan las evaluaciones periódicas.

Se incluyó un total de 36 agentes distribuidos en seis categorías (Abióticos, Enfermedades, Plantas parásitas, Epífitas y Otras,

Insectos y Otros). Los umbrales de daño variaron de 0 a 20% y los de severidad de 20 a 100% (Cuadro 2).

Se sugiere iniciar el reconocimiento de daños utilizando esta guía, aunque es recomendable generar una específica a nivel región, ya que esto facilitaría su uso y la capacitación. Si se acompaña de un manual o de fichas para cada agente causal sería lo ideal. Un ejemplo de esta, se muestra en la Figura 3.

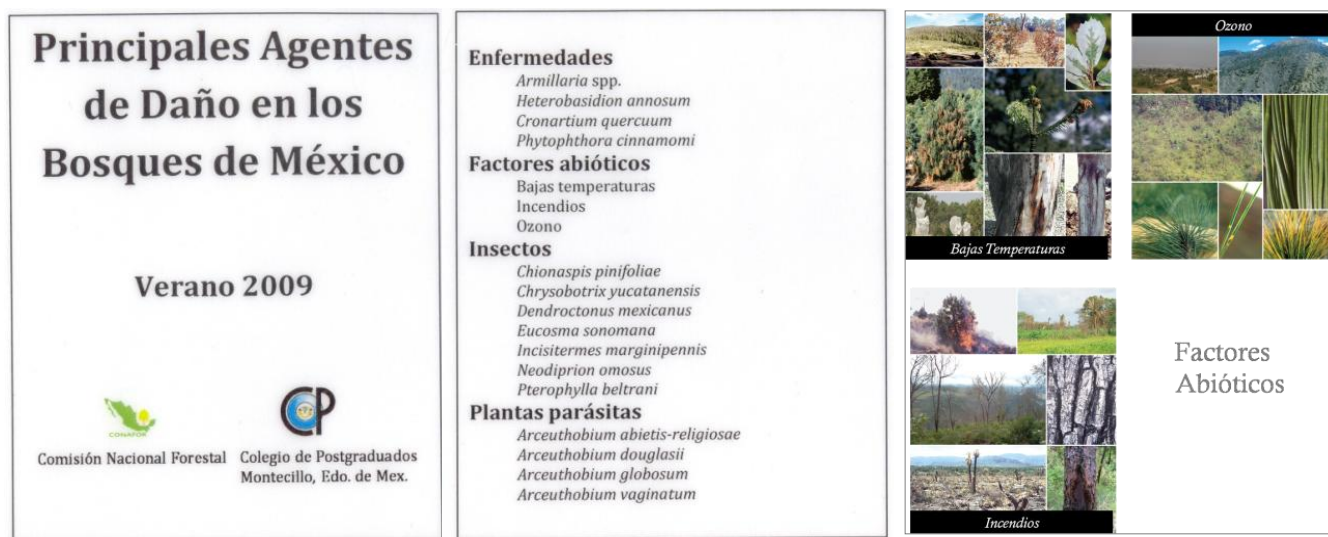


Figura 3. Guía de campo para la evaluación de daños en el arbolado.

Pocos daños se pudieron evaluar en los 14 conglomerados. La guía de campo utilizada para evaluar agentes causales, localización y severidad funcionó muy bien, ya que se buscó que fuera sencilla y práctica. Se sugiere que su uso sea a **corto**

**plazo**. Este indicador, también podría sustituir a **daños** dentro del formato actual del INFyS.

**A mediano plazo**, se sugiere elaborar el listado a nivel regional o por región ecológica, acompañado de fichas pictóricas que faciliten la detección e identificación de los agentes de daño



más importantes. Es muy importante que la lista de agentes se esté actualizando constantemente.

Con los datos obtenidos se pueden generar índices de daño a nivel de región ecológica y a largo plazo determinar procesos y agentes que más daño causan a los ecosistemas forestales de México, más

allá del rango de variación histórica, y con esto estar dentro del contexto de “Criterios e Indicadores para la Conservación y Manejo Sostenible de Bosques Templados y Boreales”.

Cuadro 3. Agentes estresantes de la salud de los ecosistemas forestales. Propuesta de evaluación con base en el contexto del Proceso de Montreal.

Variables	Escala de daño sugerida	Fuentes de datos	Recomendación
<b>1. Fuego</b>	Clases de condición de fuego: de 1 a 3 (desviación menor, desviación moderada y desviación mayor del histórico/ecoregión).	INFyS y SEMARNAT, Estados	
<b>2. Sequía</b>	Desviación de la ocurrencia histórica de sequía (meses)/ecoregión. Índice de severidad de sequía de Palmer (-7 a 7)/ecoregión	Recopilación y análisis de datos de estaciones meteorológicas y del Centro de Sequía.	Colocar una red de microestaciones climatológicas.
<b>3. Heladas</b>	Desviación de la ocurrencia histórica de heladas (meses)/ ecoregión).	Recopilación y análisis de datos de estaciones meteorológicas.	Microestaciones climatológicas.
<b>4. Plagas y enfermedades</b>	Defoliadores (Exposición relativa (0 a ∞) e identificación del agente más activo/ecoregión. Causantes de mortalidad Exposición relativa (<1, >1, 2) e identificación del agente más activo/ecoregión.	Datos, vuelos (CONAFOR) e imágenes de satélite	.
<b>5. Actividad antropogénica (tala clandestina, resinación y cambio de uso de suelo)</b>	Número de hectáreas.	INFyS e imágenes de satélite	

Se sugiere evaluar los datos disponibles hasta la fecha sobre los disturbios abióticos, bióticos y antropogénicos más importantes sobre los ecosistemas forestales, más allá del rango variación histórica (término vago sino se define la escala de tiempo).

No para establecer una relación causa-efecto, sino para discutir la variación histórica en términos de tiempo geológico dentro de cada región ecológica.

En el Cuadro 3 se describen los agentes más importantes, las fuentes de datos y las técnicas o metodología que se han utilizado para su análisis, con base en la literatura revisada (Coulston *et al.*, 2005).

### Literatura Citada

Campbell, S. 2009. Damage Codes & Protocols for The Mexican Forest Health Workshop. USDA

- Forest Inventory & Analysis (FIA). Guadalajara, Mex. April 26-May 01. 47 p.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). 1997. Regiones ecológicas de América del Norte: Hacia una perspectiva común. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal, Canadá. 71 p.
- Coulston, J.W., Ambrose, M.J., Riitters, K.H., and B.L. Conkling. 2005. Forest Health Monitoring: 2002 National Technical Report. USDA. Gen. Tech. Rep. SRS-84. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service Southern Research Station. 97 p.
- USDA Forest Service. 2002. Forest Health Indicators. Forest Inventory and Analysis Program. United States Department of Agriculture. 23 p.
- USDA Forest Service. 2004. National Report on Sustainable Forests-2003. United States Department of Agriculture. Forest Service. FS-766. 130 p.

# LOS RESIDUOS MADERABLES CAÍDOS COMO INDICADORES DE SALUD FORESTAL EN LOS BOSQUES DE MÉXICO

**Dionicio Alvarado Rosales y Luz de Lourdes Saavedra Romero.**

Colegio de Postgraduados. Programa de Fitopatología. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C. P. 56230. Correo electrónico: dionicio@colpos.mx

## Introducción

Los residuos maderables caídos (RMC), es otro de los indicadores del criterio Salud y vitalidad, considerado dentro del Proceso de Montreal (USDA Forest Service, 2004). Elemento importante de bosques productivos y biológicamente diversos. Es un componente importante de productividad forestal, hábitat de fauna silvestre, carga de combustible, erosión de suelo y reservas de carbono. Conforme los residuos maderables caídos se degradan, el suelo se enriquece con materia orgánica, nutrimentos y humedad. Los troncos grandes caídos proporcionan nichos para la fauna. Tanto los residuos pequeños como grandes proporcionan abrigo y alimento a insectos, sitios de germinación para especies arbóreas, herbáceas y arbustivas, un sustrato para hongos y microorganismos, y almacenaje de agua por largo tiempo, carbono y otros nutrimentos.

Es la medida de árboles caídos, ramas muertas y fragmentos grandes de madera en el piso forestal. Ramas pequeñas menores de 7.62 cm de diámetro se miden como residuos maderables finos, mientras que ramas grandes y árboles caídos se miden como residuos maderables gruesos. Se registra la especie, formas, tamaños, cavidades y estados de deterioro.

Los datos de RMC se relacionan a un gran número de procesos de los ecosistemas forestales y por lo tanto proporcionan usos variados y múltiples en el análisis de la salud forestal. Los datos de RMC pueden ayudarnos a evaluar:

- Biomasa, carbono y reservas de nutrimentos.
- Carga de combustibles y dispersión de fuego -los residuos maderables caídos pueden ser clasificados por grupos de especies, estado de deterioro por grupos, y tamaño de trozas.

- Hábitat para fauna silvestre-tipo y cantidad de madera tirada disponible o usada como hábitat.
- Estabilización de suelo.

Por lo que se plantearon los siguientes objetivos para desarrollar este trabajo: Determinar la factibilidad de aplicar la metodología que utiliza el FIA de Estados Unidos de Norte América, para el indicador Residuos maderables caídos, en la vegetación de las siete regiones ecológicas de México.

## Materiales y Métodos

**Área de estudio:** La metodología que emplea el FIA de Estados Unidos de Norte América, en el indicador Residuos maderables caídos, se aplicó en dos conglomerados dentro de cada una de las siete regiones ecológicas de México, haciendo un total de 14 (Fig. 1, ver Condición de copa). Su localización, altitud y una breve descripción de la vegetación que caracteriza a cada región se presentan en el Cuadro 1 (ver Condición de copa). Para una descripción más detallada de las regiones ecológicas consulte CCA (1997).

**La medición:** Para evaluar este indicador, se establecieron tres transectos lineales hacia fuera de cada subparcela (30°, 150° y 270°), haciendo un total de 12 transectos por conglomerado (Fig. 2), con una longitud de 7.20 m cada uno. Para el caso de Selvas Cálido-Secas y Selvas Cálido- Húmedas, la metodología fue diferente debido a la forma rectangular de los sitios. La dirección de los transectos en este caso fue de 14°, 166° y 194° (hacia los vértices de la subparcela) y la longitud de los transectos fue la misma que se utiliza en parcelas circulares (7.20 m).

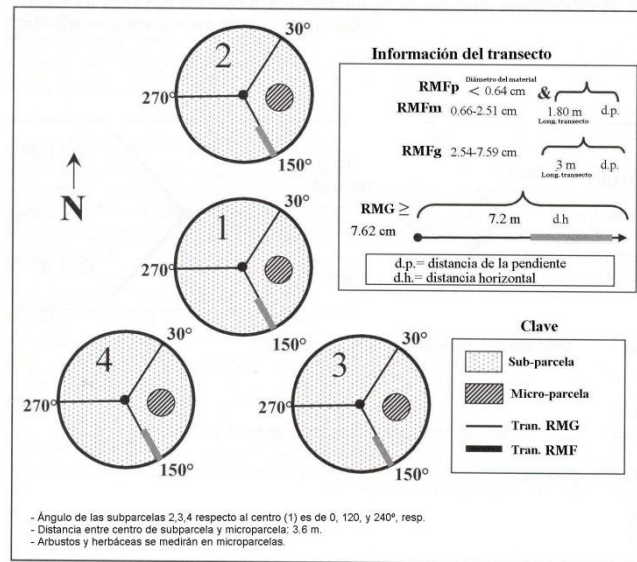


Figura 2. Diseño de campo utilizado para evaluar residuos maderables caídos (Modificado de Woodall y Monleon, 2007).

La medición de RMC fue capturada en un formato especial propuesto por Woodall y Monleón (2007), el cual incluyó las siguientes variables: 1) Datos de los transectos, 2) Residuos maderables gruesos, 3) Profundidad de cama, mantillo y humus, 4) Residuos maderables finos, 5) Carga de combustibles de la microparcela y 6) Residuos apilados.

- Datos del transecto.** Se especifica el número de subparcela, la dirección del transecto, distancia de inicio y fin, y pendiente.
- Residuos maderables gruesos (RMG).** Todos los trozos de madera con un tamaño mayor de 7.62 cm de diámetro y que cruzaron el transecto de 7.20 m, se les midió el diámetro, longitud, estado de deterioro (Cuadro 2), especie y presencia de cavidades.
- Hojarasca, humus y profundidad de cama.** Se midió exclusivamente la profundidad al final de cada transecto de 7.20 m.
- Residuos maderables finos (RMF).** Los residuos maderables finos se registraron como el número de piezas menores a 7.62 cm de diámetro en diferentes clases de tamaño y

longitud de transecto (Cuadro 3). La evaluación se realizó en el transecto de 150° para el caso de bosques y en el de 166° para selvas.

- Carga de combustibles.** Se determinó la cobertura de herbáceas y arbustivas vivas y muertas, así como su altura en una microparcela de de 2 m de radio para bosques y de 3.54 x 3.54 m para selvas. La información de la microparcela se levantó en el transecto de 150° (bosques) y de 180° (para selvas, respecto al eje mayor del rectángulo).
- Residuos apilados.** Las pilas de materiales gruesos se trataron como una unidad basada en el tamaño y forma de la pila (Figura 3).

Debido a las dificultades que se presentaron al momento de trabajar en la región de selvas, las modificaciones realizadas en la metodología tuvieron como fundamento, alterar lo menos posible cada transecto y que la información levantada en cada microparcela fuera lo más precisa posible; de esta forma la toma de datos fue más amigable.

Cuadro 2. Clases de deterioro en residuos maderables gruesos (RMG) (Tomado de Woodall y Monleon, 2007).

Clase	Integridad estructural	Textura de porciones podridas	Color de la madera	Invasión de raíces	Ramas y ramillas
1	Sano, recién caído, trozas intactas	Intacta, no hay pudrición; fructificaciones en tronco; deterioro ausente	Color original	Ausente	Ramas presentes, ramillas aún adheridas y presentan corteza
2	Sano	Intacto en su mayor parte; suave (comienza a podrirse) pero no puede ser separada con la mano	Color original	Ausente	Ramas presentes, muchas ramillas ausentes y las que quedan sin corteza
3	Duramen sano; la pieza soportan su propio peso	Dura, grandes piezas; la albura puede ser separada con la mano o albura ausente	Café rojizo o color original	Sólo albura	La base de las ramas no se pueden desprender
4	Duramen podrido; la pieza no soporta su propio peso, pero conserva su forma	Suave, pequeñas piezas en bloques; una punta de metal pueden ser introducida en el duramen	Rojizo o café claro	En todas partes	La base de las ramas si se pueden desprender
5	Ninguna; las pieza no conserva su forma; está dispersa en el suelo	Suave; polvoriento cuando seco	Café-rojizo a café oscuro	En todas partes	La base de las ramas y depósitos de resina se han podrido en el suelo

Cuadro 3. Categorías para residuos maderables finos (FWD) (FIA, 2007).

Categoría	Tamaño de clase	Intervalo de diámetro (cm)	Localización del transepto (m)	Longitud del transepto (m) (distancia de la pendiente)
Pequeña	1	0 – 0.60	4.20 – 6.0	1.80
Media	2	0.63 – 2.28	4.20 – 6.0	1.80
Grande	3	2.54 – 7.61	4.20 - 7.20	3.0

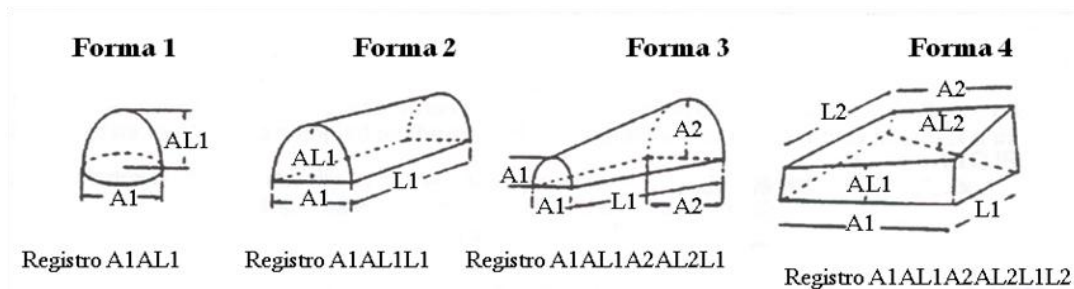


Figura 3. Formas de pilas de residuos (Tomado de Woodall y Monleon, 2007).

## Resultados y Discusión

Los residuos maderables caídos (RMC) juegan varios papeles en muchos procesos de los ecosistemas. De tal forma, el análisis de datos varía de acuerdo al uso específico que se esté estudiando. El inventario de RMC puede ser utilizado para abordar los siguientes tópicos primarios: 1) la estimación de los atributos de RMC por unidad de área para sitios individuales y 2) estimación de totales a nivel población, medias y proporciones de los atributos de RMC (Woodall y Monleon, 2007).

El análisis de los datos de RMC sigue un orden jerárquico basado en el nivel de sofisticación

y esfuerzo requerido. Estas categorías son: datos de campo, análisis del nivel de condición de sitio, tablas resumen, resúmenes gráficos de estimaciones poblacionales y mapas (Woodall y Monleon, 2007).

Los datos de campo se organizan en tablas de acuerdo al componente de RMC (Gruesos o Finos). Son datos en bruto y se organizan en alguna de las cinco tablas incluidas en el formato de campo: 1) Datos del transecto, 2) Residuos maderables finos, 3) Profundidad de cama, mantillo y humus, 4) Residuos maderables gruesos y 5) Carga de combustibles (Cuadro 4).

Cuadro 4. Atributos promedio de arbustos, herbáceas, mantillo y profundidad de cama para cada una de las regiones ecológicas (Woodall y Monleon, 2007).

Región Ecológica	Cobertura media (%)					Altura media (cm)				Profundidad (cm)
	Arbustos vivos	Arbustos muertos	Herbáceas vivas	Herbáceas muertas	Mantillo	Arbustos vivos	Arbustos muertos	Herbáceas vivas	Herbáceas muertas	Mantillo
Elevaciones semiáridas	43.125	10.375	11	6.625	25.625	137.5	61.25	21.875	14.375	0.275
D. de Norteamérica	17.625	10.75	6.25	5.375	4.25	75	37.375	15	19.375	0.1
Selvas Cálido Secas	12.5	1.625	11.25	8.75	70	143.75	18.75	35	11.25	2
Selvas Cálido Húmedas	25.125	0	21.25	0	100	96.25	0	36.25	0	2.6
Sierras Templadas	37.5	1.5	23.75	0	95	137.5	38.75	43.125	0	3.7
Grandes Planicies	23.75	5.25	6.5	7.625	19.375	105	60	25	19.375	0
California Mediterránea	33.25	19.5	3.875	16.625	49.375	76.25	56.25	3.125	15.625	0.0125

En **Sierras templadas**, la medición de todos los componentes de este indicador fue práctica y sencilla (aproximadamente 2 h por conglomerado). Considerando los usos que de este se pueden derivar y que sus variables se han utilizado ampliamente en este tipo de bosques (Woodall y Liknes, 2008). Se sugiere su implementación a **corto plazo**, una vez que se capacite a las brigadas. Es

necesario contar con tablas y modelos para el cálculo de biomasa por especie (Cuadro 5).

En las **Selvas cálido-secas y Selvas cálido-húmedas** la medición toma más tiempo (aproximadamente 3 h por conglomerado), debido a que la vegetación del sotobosque dificulta el desplazamiento. Como se comentó en la sección de metodología, en este tipo de regiones, por la forma

de los sitios y para que la evaluación fuera sencilla y práctica, se le hicieron adecuaciones a la original. Los resultados que se pueden obtener son de gran utilidad. Por lo anterior, se sugiere que su implementación sea a **mediano plazo**, una vez que se discuta y analice la metodología con expertos en la materia del Servicio Forestal de Estados Unidos. Considerando también la necesidad de identificar el origen de los residuos y la de contar con tablas y modelos necesarios para el cálculo de biomasa por especie.

En la región **California mediterránea** cuya vegetación se compone de arbolado de encino, pinos y sauces, la medición de cada uno de los componentes de este indicador se puede implementar a **corto plazo**. Esto debido a que es un tipo de vegetación con características similares a las del bosque templado. En el resto de la vegetación,

constituida principalmente por chaparral, se requiere de más investigación con el fin de determinar la metodología y variables que mejor midan a este indicador, razón por la que su implementación es a **largo plazo**.

En las regiones **Elevaciones Semiáridas Meridionales, Grandes Planicies y Desiertos de Norteamérica**, así como parte de la **California Mediterránea**, resultó muy interesante la aplicación de esta metodología, ya que a pesar de que no fue pensada para este tipo de vegetación, los resultados que se puedan obtener podrán proporcionarnos información sobre el estado actual y tendencias de los residuos maderables caídos, así como ofrecernos una idea de cómo se mantienen estos tipos de vegetación. Para esto se requiere de más investigación y por lo tanto, su implementación sería a **largo plazo**.

Cuadro 5. Factibilidad de aplicación del indicador Residuos Maderables Caídos (RMC) y sus componentes (según metodología del FIA de Estados Unidos de Norte América), en las siete regiones ecológicas de México.

Componentes	Sierras templadas	Selvas cálidas secas	Selvas cálidas húmedas	Elevaciones semiáridas meridionales	Grandes planicies	Desiertos de Norteamérica	California mediterránea -arbolada -chaparral
Datos de los transectos	✓	✓*	✓*	✓	✓	✓	✓
Residuos maderables gruesos	✓	✓	✓	NA	NA	NA	✓/NA
Residuos maderables finos	✓	✓	✓	NA	NA	NA	✓/NA
Profundidad de cama, mantillo y humus	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Carga de combustibles de la microparcela	✓	✓*	✓*	✓	✓	✓	✓
Residuos apilados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓=Sencillo y práctico; ✓\*=Tardado y no tan sencillo pero factible; NA= no aplica; ✓/NA= aplica para arbolado pero no para chaparral.

### Literatura Citada:

CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). 1997. Regiones ecológicas de América del Norte: Hacia una perspectiva común. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal, Canadá. 71 p.

FIA. 2007. Down Woody Materials. Phase 3 Field Guide. Version 4.0. 32p.

USDA Forest Service. 2004. National Report on Sustainable Forests-2003. United States Department of Agriculture. Forest Service. FS-766. 130 p.

Woodall, C.W., and G.C. Liknes. 2008. Climatic regions as an indicator of forest coarse and fine woody debris carbon stocks in the United States. Carbon balance and management 3(5):1-8.

Woodall, C.W., and V.J. Monleon. 2007. Sampling Protocol, Estimation, and Analysis Procedures for The Down Woody Materials Indicator of the FIA Program. USDA Forest Service. Northern Research Station. General Technical Report NRS-22. 67 p.

BIOLOGÍA

Y

ECOLOGÍA



# DINÁMICA DE PERTURBACIONES EN BOSQUES DE PINOS PROVOCADAS POR INSECTOS DESCORTEZADORES EN PUEBLOS MANCOMUNADOS, OAXACA, MÉXICO.

Juan Fco. Castellanos-Bolaños<sup>1</sup>, Orlando Ruiz-Martínez<sup>2</sup>, Martín Gómez-Cárdenas<sup>1</sup> y Efraín Cruz-Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Melchor Ocampo No. 7. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca, Méx. C. P. 68200. Correo electrónico castellanos.juan@inifap.gob.mx

<sup>2</sup>Prestador de Servicio Téc. Ftale. Niño Perdido No. 306 Santa María Ixcotel. Méx. C. P. 68100. Correo@hotmail.com

## Resumen

Pueblos Mancomunados es dentro del estado de Oaxaca, la zona con las afectaciones más severas en bosques provocadas por insectos descortezadores. El objetivo fue determinar la dinámica de perturbaciones ocasionadas por *Dendroctonus adjunctus* Blandford en bosques de pinos durante los años 2006, 2007 y 2008. La información se obtuvo a través del registro de variables de ubicación, fitosanitarias y dasométricas en cada brote afectado de la Zona I. En el 2006 se registraron 280 brotes, 211 ha perturbadas y la mortandad de 38,006 árboles, correspondiendo 60% a *Pinus rudis* Endl y 20 % a *Pinus patula* Schl et Cham; el volumen de madera afectado fue de 41,507 m<sup>3</sup>. En el 2007 se registraron 187 brotes, 131 ha afectadas y la mortandad de 36,596 árboles, correspondiendo 63 % a *P. rudis* y 10 % *P. patula*; la madera afectada fue de 36,183 m<sup>3</sup>. Durante el 2008 se registraron 560 brotes totalizando 191 ha perturbadas y 34,076 árboles muertos, correspondiendo 50 % a *P. rudis* y 24 % a *P. patula*; la madera afectada fue de 35,243 m<sup>3</sup>. El problema de descortezadores está vinculado a la existencia de problemas sociales, económicos y a una falta de atención oportuna y adecuada.

**Palabras clave:** *Dendroctonus adjunctus*, mortandad, *Pinus*.

## Introducción

En el estado de Oaxaca, México, los ecosistemas forestales son de gran importancia ecológica, económica y social; no obstante, existen bosques severamente afectados por insectos y

plantas parásitas que han alcanzado niveles poblacionales de plaga.

Durante las últimas tres décadas los bosques de coníferas en la entidad, han sufrido ataques importantes de plagas (Islas, 1979; Vázquez, 1989). En el período 1995-2004 la superficie afectada por descortezadores y barrenadores en el Estado de Oaxaca tuvo un promedio anual ligeramente superior a 1000 ha (SEMARNAT-CONAFOR, 2007). En el último lustro este problema se ha acentuado ya que más de 9,000 ha de bosques de pino han sido afectadas, estimándose que el 70% de la superficie dañada corresponde a insectos descortezadores del género *Dendroctonus* (Castellanos et al., 2009).

Pueblos Mancomunados está conformado por los Municipios de Lachatao, Amatlán y Yavesía, y es la zona en el estado de Oaxaca, con las afectaciones más severas en bosques comerciales provocadas por insectos descortezadores del género *Dendroctonus*, condición vinculada a la existencia de problemas sociales, económicos y a una falta de atención oportuna y adecuada.

En estas áreas afectadas, y desde el punto de vista ecológico-ambiental, los riesgos van desde la modificación de la estructura y composición de especies de los bosques hasta la desaparición de la cubierta vegetal y con ello alteraciones en las funciones ecológicas del suelo y agua.

Aunque se busca un enfoque integrado de atención en la generación de tecnología para el manejo de los descortezadores en los bosques de coníferas, en este reporte el objetivo fue determinar la dinámica de perturbaciones ocasionadas por el insecto *Dendroctonus adjunctus* Blandford en

bosques de pinos durante los años 2006, 2007 y 2008 en Pueblos Mancomunados.

Los insectos descortezadores son pequeños escarabajos que habitan en la corteza interna de ciertas especies de árboles, tienen la particularidad de alimentarse del floema y cambium vascular de los árboles, tejidos inhóspitos para otros insectos por contener múltiples sustancias tóxicas (Sánchez *et al.*, 2007).

Para el caso de *Dendroctonus adjunctus* Blandford, la longitud del cuerpo del macho oscila de 2.9 a 6.6 mm y de la hembra de 3.4 a 6.9 mm. El color del cuerpo del insecto cuando esta maduro es negro o café oscuro. Se presenta una generación por año, aunque las fechas en que ocurren los diferentes estados de desarrollo varían según la altitud local. En México es la principal plaga forestal en los bosques de pinos que se encuentran por arriba de los 2800 m snm. (Cibrián *et al.*, 1995).

A pesar de su tamaño, son capaces de matar a sus hospederos los cuales llegan a ser árboles de grandes dimensiones. Algunas especies del género *Ips* actúan de manera similar, aunque es más común que ataquen como especies secundarias una vez que los árboles se encuentran debilitados (Sánchez *et al.*, 2007).

Los lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de insectos descortezadores en Pueblos Mancomunados, se basan en la Norma Oficial Mexicana -019-SEMARNAT-2006 (DOF, 2008), consistentes en actividades manuales y mecánicas como el derribo del arbolado, seccionado de fustes, descortezado de troncos y ramas; la quema, enterrado o abandono de corteza y ramas; y el control de residuos.

## Materiales y Método

Pueblos Mancomunados está conformado por los Municipios de Lachatao, Amatlán y Yavesia, Distrito de Ixtlán, Oaxaca. Se ubica geográficamente entre las coordenadas 17° 06' 05" y 17° 17' 32" N y 96° 20' 41" y 96° 32' 24" W; abarca una superficie de 29,430 ha.

Por motivos internos y de atención al saneamiento de la plaga de descortezadores, el

predio está dividido en dos zonas, la Zona I que cubre una superficie aproximada de 20,000 ha bajo la administración de Lachatao-Amatlán y lugar donde se desarrolló el presente estudio; y el complemento corresponde a la Zona II bajo la administración de Yavesía.

La obtención de la información se efectuó a través de mediciones directas en campo en la totalidad de la superficie de cada uno de los brotes afectados, durante los años 2006, 2007 y 2008. Se registraron variables de ubicación, fitosanitarias y dasométricas en cada brote afectado dentro del bosque de pino y pino-encino en altitudes entre 2,000 m y 3,000 msnm.

Entre las variables de ubicación que se registraron destaca el nombre del paraje, el número de brote, la altitud, la ubicación geográfica del brote y el área infectada de cada brote. Entre las variables fitosanitarias se recabaron, la presencia de grumos de resina en el fuste, coloración del follaje, identificación del insecto descortezador, la etapa de desarrollo del insecto. Entre las variables dasométricas, el número de árboles afectados, especie de *Pinus* afectado, el diámetro normal, la altura total y el volumen de madera afectado estimado a través de tablas de volúmenes para cada especie.

Las principales especies de pinos presentes en la zona de estudio son, *Pinus rudis* Endl; *P. patula* Schl et Cham; *P. pseudostrobus* Lind; *P. douglasiana* Mtz; *P. oaxacana* Mirov y *Pinus teocote* Schl et Cham; las dos primeras citadas presentan mayor dominancia, en número de árboles por unidad de superficie, mayor superficie de distribución y las mayores áreas basales y volúmenes de madera.

A partir del registro de las coordenadas geográficas del centro de cada uno de los brotes, se realizaron una serie de transformaciones a coordenadas UTM y posteriormente se efectuó el cálculo de distancias entre cualquier par de brotes, a partir del modelo  $D = \text{raíz cuadrada } (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$ , asumiendo de esta forma la distancia de desplazamiento de *D. adjunctus*.

## Resultados

Las características silvícolas, en promedio, de una hectárea de bosque de pino, en condiciones sanas, en el área de estudio son las siguientes: en primer lugar existe una mezcla de especies de *Pinus* y una mezcla de edades de los árboles, conocidas como incoetáneas y en consecuencia múltiples estratos de altura.

El número de árboles, en promedio por hectárea es de 217 árboles, y las existencias de madera, en promedio, son de 230 m<sup>3</sup> en rollo total árbol. La distribución de la estructura diamétrica es la siguiente, 41 son árboles pequeños, menores de 10 cm de diámetro normal; 33 árboles se ubican en la categoría diamétrica de 15 cm; 33 árboles en 20 cm; 28 árboles en 25 cm; 23 árboles en 30 cm; 15 árboles en 35 cm; 13 árboles en 40 cm; 11 árboles en 45 cm; y 20 árboles que se distribuyen entre 50 cm hasta 95 cm de diámetro normal.

Los resultados mostraron que durante el año 2006, se registraron 280 brotes dispersos, y que la suma de sus áreas arrojó un total de 211 ha perturbadas. El área afectada en promedio por brote fue de 0.75 ha, el rango varió de 0.1 ha hasta 4.3 ha, aunque el 91 % de los brotes fueron menores a 1 ha.

La suma acumulada de los 280 brotes, registró la mortandad de 38,006 árboles, de los cuales el 60 % correspondieron a *P. rudis*; 20 % a *P. patula*; 9 % a *P. pseudostrobus*; 6 % a *P. douglasiana*; 1 % a *P. oaxacana* y 4 % a *P. teocote*.

El mayor número de árboles afectados, fueron los árboles pequeños, considerando el diámetro normal, se determinó que el 16 % correspondieron a árboles de 10 cm; el 14 % a árboles de 15 cm; 16 % a árboles de 20 cm; el 13 %, 10 %, 6 %, 6 % y 6 % correspondieron a árboles de las categorías diamétricas de 25, 30, 35, 40 y 45 cm respectivamente; el 11 % restante se distribuyó de manera decreciente entre las categorías de 50 cm hasta 70 cm.

El volumen total de madera afectada fue de 41,507 m<sup>3</sup> de los cuales 21,023 m<sup>3</sup> correspondieron a *P. rudis*; 9,868 m<sup>3</sup> a *P. patula*; 3,597 m<sup>3</sup> a *P. douglasiana*; 4,258 m<sup>3</sup> a *P. pseudostrobus*; 296 m<sup>3</sup>

a *P. oaxacana* y 2,463 m<sup>3</sup> a *P. teocote*. Las actividades de saneamiento consistentes en el derribo del arbolado, se realizó en dos fases; la primera inició en abril del 2007 y concluyó en julio del mismo año; la segunda fase se desarrolló durante el mes de noviembre del 2007.

En lo que corresponde al año 2007, se registraron 187 brotes, equivalentes a un total de 131 ha afectadas. El área promedio por brote fue de 0.7 ha, el rango varió desde 0.1 ha hasta 4.8 ha. Se registró la mortandad de 36,596 árboles en total, de los cuales 63 % correspondieron a *P. rudis*; 10 % a *P. patula*; 9 % a *P. pseudostrobus*; 9 % a *P. douglasiana*; 1 % a *P. oaxacana* y 7 % a *P. teocote*.

El mayor número de árboles afectados, fueron los árboles pequeños, considerando el diámetro normal, se determinó que el 24 % correspondieron a árboles de 10 cm; el 16 % a árboles de 15 cm; 14 % a árboles de 20 cm; el 11 %, 10%, 6 %, 6 % y 5 % correspondieron a árboles de las categorías diamétricas de 25, 30, 35, 40 y 45 cm respectivamente; el 11 % restante se distribuyó de manera decreciente entre las categorías de 50 cm hasta 70 cm.

El volumen total de madera afectada fue de 36,183 m<sup>3</sup> de los cuales 20,658 m<sup>3</sup> correspondieron a *P. rudis*; 4,281 m<sup>3</sup> a *P. patula*; 3,058 m<sup>3</sup> a *P. douglasiana*; 4,357 m<sup>3</sup> a *P. pseudostrobus*; 497 m<sup>3</sup> a *P. oaxacana* y 3,332 m<sup>3</sup> a *P. teocote*. El saneamiento inició a finales de marzo de 2008 y concluyó en junio del mismo año.

Durante el año 2008, se registraron 560 brotes, para un total de 191 ha perturbadas. El área afectada por brote, en promedio, fue de 0.34 ha, el rango varió desde 0.03 ha hasta 3.8 ha. Se registró la mortandad de 34,076 árboles en total, de los cuales el 50 % correspondieron a *P. rudis*; 24 % a *P. patula*; 10 % a *P. pseudostrobus*; 8 % a *P. douglasiana*; 6 % a *P. oaxacana* y 2 % a *P. teocote*.

El mayor número de árboles afectados, fueron los árboles pequeños, considerando el diámetro normal, se determinó que el 19 % correspondieron a árboles de 10 cm; el 15 % a árboles de 15 cm; 15 % a árboles de 20 cm; el 13 %, 11 %, 7 %, 6 % y 5 % correspondieron a árboles de

las categorías diamétricas de 25, 30, 35, 40 y 45 cm respectivamente; el 10 % restante se distribuyó de manera decreciente entre las categorías de 50 cm hasta 95 cm.

El volumen total de madera afectada fue de 35,243 m<sup>3</sup> de los cuales 14,569 m<sup>3</sup> correspondieron a *P. rudis*; 9,214 m<sup>3</sup> a *P. patula*; 4,377 m<sup>3</sup> a *P. douglasiana*; 3,643 m<sup>3</sup> a *P. pseudostrobus*; 2,449 m<sup>3</sup> a *P. oaxacana* y 990 m<sup>3</sup> a *P. teocote*. Las actividades de saneamiento se desarrollaron de abril a julio del 2009.

El análisis de las distancias en línea recta entre brotes indicó que la máxima distancia fue de 14,671 m entre el paraje Agua Escondida (UTM 1894787.854 N; 770944.615 E) y el paraje El Espinal (1909239.18 N; 770488.694 E), distancia que se asume se puede desplazar el insecto y bajo el supuesto que la plaga no entra de áreas vecinas al predio.

En el paraje Agua Escondida en el año 2006 se presentaron 3 brotes con distancias entre ellos de 709 y 971 m; en 2007 se registraron otros 3 brotes con distancias entre 415 y 939 m. En el paraje El Espinal, en el año 2006 no se registró afectaciones pero en el año 2007 se registraron 5 brotes con distancias entre ellos de 246 m y 685.

## Conclusiones

La dinámica de perturbaciones en bosques de pinos provocadas por insectos descortezadores en Pueblos Mancomunados provoca la pérdida de entre 131 y 211 ha de bosques comerciales al año y la mortandad, en promedio, de 36,000 árboles, principalmente de las especies *Pinus rudis* Endl y *Pinus patula* Schl et Cham.

## Literatura Citada

Castellanos-Bolaños J. F., O. Maldonado-Arango, F. Piñeiro-Márquez, J. Hernández-Hernández, M. Gómez-Cárdenas. 2009. Condición de los bosques afectados por insectos descortezadores en el estado de Oaxaca, México. Memoria de resúmenes. XV Simposium

Nacional de Parasitología Forestal. Oaxaca, México.

Cibrián- Tovar. D., J. T. Méndez-Montiel., R. Campos-Bolaños, H.O. Yates III y J. Flores Lara. 1995. Insectos Forestales de México. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, United States Department of Agriculture, Natural Resources Canada y Comisión Forestal de América del Norte. 455 p.

Diario Oficial de la Federación. México. 23 julio de 2008. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-019-RECNAT-2006, que establece los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas.

Islas Salas F. 1979. Estudio y Combate del *Dendroctonus frontalis* Zim., en los estados de Guerrero y Oaxaca, Méx. En: 1ª Reunión sobre plagas y enfermedades forestales. Publicación Especial No. 32. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SARH. México D.F. 45-48 pp.

Sánchez-Martínez, G., L. M. Torres-Espinosa, I. Vázquez-Collazo, E. González-Gaona y R. Narváez-Flores. 2007. Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas. Libro Técnico No. 4. INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Méx. 107p.

SEMARNAT-CONAFOR. 2007. Programa Estratégico Forestal del Estado de Oaxaca 2007-2030. 250 p.

Vázquez Unda R. 1989. Biología y control de *Dendroctonus adjunctus* Blf (Col. Scolytidae) en Pueblos Mancomunados, Ixtlán, Oaxaca. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 73 p.

# CONDICIÓN DE LOS BOSQUES AFECTADOS POR INSECTOS DESCORTEZADORES EN EL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO.

Juan Francisco Castellanos-Bolaños<sup>1</sup>, Olivia Maldonado-Arango<sup>2</sup>, Félix Piñeiro-Márquez<sup>2</sup>, Juvencio Hernández-Hernández<sup>2</sup>, Martín Gómez-Cárdenas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Melchor Ocampo No. 7. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca, Méx. C. P. 68200. Correo electrónico castellanos.juan@inifap.gob.mx

<sup>2</sup>Dirección de Desarrollo Forestal. SEDER. Gobierno del Estado de Oaxaca. Sabinos. No. 812. Oaxaca de Juárez, Oax. Méx. C. P. 68000. Correo electrónico: felix\_pineiro@hotmail.com

## Resumen

En el período 2004-2009, más de 6,300 ha de bosques de pinos del estado de Oaxaca fueron atacadas por los insectos descortezadores *Dendroctonus adjunctus* Blandford, *Dendroctonus mexicanus* Hopkins y *Dendroctonus frontalis* Zimmermann; el volumen de madera afectada fue cercano a 957,400 m<sup>3</sup>. *D. adjunctus* es la especie causante de las mayores afectaciones ya que es la responsable de los daños observados en 82 % de la superficie y en 94 % del volumen. En el período de análisis la región que presentó la mayor superficie afectada fue la Sierra Norte, aunque también destaca la afectación en la región de Valles Centrales, principalmente en las cordilleras que rodean a la Ciudad de Oaxaca. Se registraron 98 comunidades rurales con afectaciones, de las cuales 34 dispusieron de un programa de manejo forestal. En 10 de las 98 comunidades afectadas, los ataques se han presentado de manera recurrente y han resultado en el 76.5% de los daños con respecto a la superficie afectada y el 87% con respecto al volumen, situación atribuible a la aplicación de actividades de control extemporáneas relacionadas con desacuerdos intracomunitarios, carencia de programas de manejo forestal, problemas de litigio en los terrenos plagados y priorización de la extracción de madera sana.

**Palabras clave:** *Dendroctonus*, diagnóstico, pinos, plagas.

## Introducción

Los bosques de pino tienen gran importancia ecológica, económica y social en las áreas rurales

del estado de Oaxaca. No obstante, en la entidad existen bosques severamente afectados por descortezadores cuyos niveles poblacionales se acercan a umbrales de irreversibilidad económica y ecológica. Desde el punto de vista ecológico-ambiental, los riesgos en las áreas afectadas van desde la muerte de unos cuantos árboles hasta la desaparición de los bosques y con ello alteraciones en las funciones ecológicas del suelo y agua.

Desde la perspectiva económica, se ha registrado la afectación en la calidad y disponibilidad de madera en rollo para la industria forestal y la pérdida del valor comercial de la madera. Esto es importante si consideramos que se estima que a lo largo de la cadena productiva de la actividad forestal en el estado se sostienen 10 mil empleos directos y que además se generan recursos importantes para obras de beneficio social en el 95% de las áreas bajo aprovechamiento maderable, cuya tenencia y organización social es preponderantemente comunal.

Las comunidades forestales en coordinación con instituciones públicas federales y estatales, han efectuado esfuerzos importantes para solucionar la problemática expuesta mediante la aplicación de recomendaciones técnicas de combate/control y la contribución de apoyos económicos, y recursos humanos y materiales. Sin embargo se observa una respuesta limitada y un aumento en la preocupación pública en torno al problema.

La tecnología aplicada actualmente consiste básicamente en el uso de prácticas y tratamientos de manejo que han demostrado ser eficaces cuando se aplican con oportunidad.

Los tratamientos mencionados consisten básicamente en el derribo del arbolado afectado, descortezado e incineración o enterrado de la corteza, ocasionalmente se usan compuestos químicos aplicados sobre las trozas con todo y corteza, una vez que el arbolado afectado ha sido derribado (SEMARNAT. 2008).

La respuesta inconsistente de las poblaciones de insectos a los tratamientos se torna más fluctuante e impredecible a través de la variación geográfica y a través de los años según lo indican los resultados que se presentan en este estudio.

Por lo tanto se plantearon los siguientes objetivos: Recopilar, ordenar y presentar información actualizada relacionada con los bosques de pinos afectados por insectos descortezadores en el estado de Oaxaca durante el periodo 2004-2009.

## Materiales y Método

La obtención de la información relacionada con las estadísticas de superficies y volúmenes afectados se realizó a través de la revisión de los expedientes del periodo de trabajo, que incluyeron cada una de las notificaciones oficiales por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Comisión Nacional Forestal y la Dirección de Desarrollo Forestal de la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Oaxaca.

La información documental se complementó con recorridos y mediciones directas en campo, donde se registraron variables de ubicación, fitosanitarias y dasométricas en cada brote afectado dentro del bosque de pino y de pino-encino.

La identificación a nivel de especie para el género *Dendroctonus* se fundamentó en características morfológicas como es el color y tamaño del cuerpo de los adultos maduros, características del pronoto y vestidura (setas) del declive elitral, complementadas con características contextuales relativas a la distribución geográfica y a las especies de *Pinus* hospedantes.

Las variables de ubicación registradas incluyeron el nombre del paraje, el número de

brote, la altitud, la ubicación geográfica del brote y el área infestada.

Las variables fitosanitarias recabadas fueron la presencia de grumos de resina en el fuste, coloración del follaje, identificación del insecto descortezador y la etapa de desarrollo de éste.

Las variables dasométricas comprendieron el número de árboles afectados, especie de *Pinus* afectada, el diámetro normal, la altura total y el volumen de madera afectado, estimado a través del uso de tablas de volúmenes locales específicas.

## Resultados

Durante el periodo 2004-2009, el problema de plagas de descortezadores del género *Dendroctonus* en el estado de Oaxaca, alcanzó niveles alarmantes al superar las 6,300 ha perturbadas de bosques de pino. El volumen de madera afectado, en rollo total árbol, fue cercano al millón de m<sup>3</sup>; lo cual significa una afectación, en promedio de 152 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

Se han registrado cinco especies de insectos descortezadores del género *Dendroctonus* para el estado; a tres de ellas se les reconoce como las plagas forestales primarias más importantes en los bosques de pinos del estado: *D. adjunctus* Blandford, *D. mexicanus* Hopkins y *D. frontalis* Zimmermann; las otras dos especies son *D. approximatus* Hopkins y *D. valens* Leconte, las cuales son consideradas como plagas secundarias.

Las principales especies de pinos hospedantes de *D. adjunctus* y *D. mexicanus* son *P. rudis*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. douglasiana*, *P. oaxacana*, *P. teocote*, *P. ayacahuite*; las principales especies hospedantes de *D. frontalis* son *P. oocarpa*, *P. pringlei*, *P. lawsonii*, *P. leiophylla* y *P. devoniana*.

En el Cuadro 1 se presentan datos de la superficie y volúmenes de madera dañados en el estado de Oaxaca durante el período de interés. Se observa que *D. adjunctus* es la especie más dañina con 82 % de daños respecto al área y 94 % con respecto al volumen. *D. mexicanus* causa el 9 % de daños respecto al área y 2 % respecto al volumen. *D. frontalis* es responsable del 8 % y 4 % respectivamente y muestra una tendencia a

aumentar anualmente los daños. En contraste, *D. mexicanus* tiende a reducir la extensión y magnitud del daño, mientras que *A. adjunctus* aparenta ser más estable. Esto es importante si consideramos que dichas tendencias están ocurriendo paralelamente con incrementos globales de la temperatura, demostrados en los últimos años por

diversos estudios y potencialmente favorecedores a la expansión del hábitat de *D. frontalis*.

A nivel regional las mayores afectaciones en superficie y volumen de madera, fueron registradas para las regiones de la Sierra Norte y de Valles Centrales (Cuadro 2).

Cuadro 1. Superficie y volumen afectado por *Dendroctonus* en el estado de Oaxaca en el periodo 2004-2009.

Año	<i>D. adjunctus</i>		<i>D. mexicanus</i>		<i>D. frontalis</i>		Total	
	Sup. (ha)	Vol. (m <sup>3</sup> )	Sup. (ha)	Vol. (m <sup>3</sup> )	Sup. (ha)	Vol. (m <sup>3</sup> )	Sup. (ha)	Vol. (m <sup>3</sup> )
2009*	783.5	115,092	9	1,351	89	3,213	881.5	119,656
2008	1,001	148,691	5	928	199	7,382	1,205	157,001
2007	851	168,610	45	2,791	108	10,025	1,004	181,426
2006	1,095	248,006	171	10,166	104.5	9,753	1,370.5	267,925
2005	1,050	146,288	16	861	38	4,886	1,104	152,035
2004	400	72,349	329	6,424	9	570	738	79,343
<b>Total</b>	<b>5,180.5</b>	<b>899,036</b>	<b>575</b>	<b>22,521</b>	<b>547.5</b>	<b>35,829</b>	<b>6,303</b>	<b>957,386</b>

\*Con información al 30 julio 2009

Cuadro 2. Superficie (ha) y volumen (m<sup>3</sup>) afectado por *Dendroctonus* a nivel regional en el estado de Oaxaca durante el periodo 2004-2009.

Región	2004		2005		2006		2007		2008		2009*		Total	Total
	Sup	Vol.	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.
Cañada	78	18393	37	15842	44	3932	58	2015	133	4281	7	764	357	45227
Costa	5	263			0.5	113							5.5	376
Istmo							25	600			5	536	30	1136
Mixteca	50	770	19	2539	102	11858			5	732	82	2766	258	18665
S. Norte	163	41792	912	112881	1021	235926	650	132880	586	104380	466	83457	3798	711316
S. Sur			18	1373	17	1967	28	4563	63	2982	4.5	493	130.5	11378
Valles C	442	18125	118	19400	186	14129	243	41368	418	44626	317	31640	1724	169288
<b>Total</b>	<b>738</b>	<b>79343</b>	<b>1104</b>	<b>152035</b>	<b>1370.5</b>	<b>267925</b>	<b>1004</b>	<b>181426</b>	<b>1205</b>	<b>157001</b>	<b>881.5</b>	<b>119656</b>	<b>6303</b>	<b>957386</b>

\*Con información al 30 julio 2009

En la Sierra Norte se encuentran los macizos forestales de clima templado frío más importantes de Oaxaca y en Valles Centrales destaca la atención que se debe prestar a aquellos bosques en las cordilleras que rodean a la Ciudad de Oaxaca ya que son prestadores de servicios ambientales, principalmente como abastecedoras de agua.

En el período 2004-2009, entre 23 y 41 comunidades forestales se han visto afectadas por *Dendroctonus* anualmente y, de forma acumulada, se han registrado 98 comunidades con afectaciones, de las cuales 35 dispusieron de un programa de manejo forestal. De esas 98 comunidades, las 10 comunidades que han presentado afectaciones de

forma recurrente (Cuadro 3), de manera conjunta representan el 76.5% de los daños con respecto a la superficie afectada a nivel estatal y el 87% con respecto al volumen de madera. La comunidad con los mayores daños ha sido Pueblos Mancomunados constituido por los municipios de Lachatao, Amatlán

y Yavesía. En la mayoría de las 10 comunidades, en general la tendencia de los daños es decreciente. Lo contrario sin embargo, ocurre para la comunidad de San Miguel del Valle donde los daños van en ascenso.

Cuadro 3. Superficie (ha) y volumen de madera (m<sup>3</sup>) de las diez comunidades más afectadas por *Dendroctonus* en el periodo 2004-2009, en el estado de Oaxaca.

Comunidad	2004		2005		2006		2007		2008		2009		Total	
	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.	Sup.	Vol.
Pueblos Mancomunados*	136	38571	822	95682	870	216301	466	107914	389	72408	282	46112	2965	576988
S. Catarina Albarradas	299	3700	0	0	120	5273	0	0	0	0	0	0	419	8973
S. Juan del Edo	29	3695	67	12468	0	0	115	23559	132	26348	47	9296	390	75366
S. Miguel del Valle	15	2288	27	3806	32	3845	52	8292	59	9036	75	13478	260	40745
S. Juan Tepeuxila	78	18393	37	15842	44	3870	0	0	20	1443	5	592	184	40140
S. Miguel Aloapan	0	0	13	2634	11	1734	21	3886	64	13388	52	14689	161	36331
S. Juan B. Atepec	0	0	0	0	55	3288	46	3279	24	6426	20	2895	145	15888
S. Miguel Cajonos	0	0	28	5123	27	6840	20	5667	18	4909	20	5047	113	27586
S. Pablo Etla	20	1164	4	790	2	825	11	1897	48	2015	9	374	94	7065
S. Andrés Zautla	0	0	0	0	3	762	2	492	49	2509	39	576	93	4339
													4824	833421

\*Conformado por los municipios de Lachatao, Amatlán y Yavesía

### Conclusiones

Las razones por las que de forma recurrente se siguen presentando los ataques de plagas de descortezadores incluyen las siguientes:

1. Actividades de control extemporáneas. Los métodos de control del descortezador se deben fundamentar en el conocimiento del ciclo de vida del insecto, de tal manera que la mejor temporada para realizar el combate sea antes que el insecto se disperse, es decir cuando los insectos no pueden volar, lo cual ocurre en sus fases juveniles. Para el caso de *D. adjunctus* en el área de Pueblos Mancomunados esta condición se presenta entre los meses de diciembre a abril.

2. Desacuerdos a nivel interno entre los integrantes de las comunidades rurales con presencia de plagas, algunos con argumentos ambientales sin fundamento; en otras ocasiones por desacuerdos de tipo económico y también de tipo social.

3. La mayoría de las áreas afectadas se localizan en comunidades rurales que no disponen de un programa de manejo forestal, es decir donde no existen ingresos económicos por la venta de madera, debido a que existen pocos árboles, mal conformados, con carencia de caminos, donde se tiene que realizar una inversión mayor a la que se puede recuperar por la venta de madera plagada, lo cual dificulta implementar acciones de saneamiento lo que las convierte en focos de infección.



4. Áreas plagadas en terrenos en litigio.

5. Priorización de la extracción de madera sana. En algunas comunidades con autorización para el corte de árboles se ha dado prioridad a aquellos árboles donde económicamente es más rentable y se han dejado árboles plagados que han funcionado como focos de infección.

## Literatura Citada

- Bentz, B. J. and M. W. Stock. 1986. Phenetic and phylogenetic relationships among ten species of *Dendroctonus* bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 79:527-534 p.
- Cibrián-Tovar, D., J.T. Méndez-Montiel, R. Campos-Bolaños, H.O. Yates III y J. Flores-Lara. 1995. *Insectos Forestales de México/Forest Insects of Mexico*. Estado de México, México: Universidad Autónoma Chapingo. 453 p.
- CONAFOR. 2005. *Manual de sanidad forestal*. Coordinación General de Conservación y restauración. Gerencia de Sanidad Forestal.
- Díaz-Núñez, V., G. Sánchez-Martínez y N. E. Gillete. 2006. Respuesta de *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) a dos isómeros ópticos de verbenota. *Agrociencia* 40(3):349-354.
- Gutiérrez, B. B. 1985. El uso de la cápsula seminal en la identificación de especies mexicanas del género *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae) En: *Memoria de los Simposios Nacionales de Parasitología Forestal II y III*. Publicación especial No. 46. SARH-INIF. México. pp. 355-368.
- Hofstetter, R. W., Z. Chen, M. L. Gaylord y M. R. Wagner. 2005. Aumento de capturas de *Dendroctonus frontalis* y *D. brevicornis* en trampas complementadas con alfa-pineno. *Simposium Nacional de Parasitología Forestal*. Morelia, Michoacán, Méx. s/p.
- Islas-Salas F. 1980. Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos. *Dendroctonus adjunctus* Blf; *D. mexicanus* Hpl y *D. frontalis* Zimm., en algunas regiones de la República Mexicana. SARH. INIF. *Boletín Técnico* No. 66. 38p.
- Estados Unidos Mexicanos. 2003. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Diario Oficial de la Federación 25 de febrero del 2003. 69 p.
- Lindgren S. 1983. A multiple funnel trap for scolytid beetles. *Canadian Entomologist* 115:299-302.
- Lindgren, B. S. and D. R. Miller. 2002. Effect of verbenone on five species of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) in lodgepole pine forest. *Environmental Entomology* 31(5):759-765.
- Macías-Sámamo, J. E., A. Niño-Domínguez, J. A. Cruz-López y R. Altúzar-Mérida. 2004. *Monitoreo de descortezadores y sus depredadores mediante el uso de semioquímicos: Manual operativo*. ECOSUR-CONAFOR-CONANP-USDA FOREST SERVICE. Tapachula, Chiapas, Méx. 26 p.
- Perusquía O., J. 1978. Descortezador de los pinos *Dendroctonus* spp. *Taxonomía y distribución*. Bol. Tec. No. 55. INIF. México. 31 p.
- Sánchez-Martínez, G., L. M. Torres-Espinosa, I. Vázquez-Collazo, E. González-Gaona y R. Narváez-Flores. 2007. *Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas*. Libro Técnico No. 4. INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Méx. 107 p.
- SEMARNAT. 2008. Norma Oficial Mexicana NOM-019-RECNAT-2006 que establece los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas. *Diario Oficial de la Federación*, 23 de julio del 2008.
- Torres E. L. M y J. A. Sánchez. 2006. *Principales descortezadores en los bosques de coníferas del estado de Coahuila*. INIFAP-CIRNE- Campo experimental Saltillo. Folleto Técnico No. 21. 31p.
- Vásquez-Unda, R. 1989. *Biología y control de Dendroctonus adjunctus* Blf en Pueblos Mancomunados, Ixtlán, Oaxaca. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. México. 73 p.
- Wood, S. L. 1982. *The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph*. Great Basin Naturalist Memoirs. Provo, Utah. 1359 p.
- Wood, S. L. 1985. Aspectos taxonómicos de los Scolytidae. In: SARH. 1985. *Memoria de los Simposios Nacionales de Parasitología Forestal*. México, D.F. pp170-174.

# BROTOS EPIDEMICOS DE DIPRIONIDOS EN LA SIERRA TARAHUMARA DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Juan Antonio Olivo Martínez

Comisión Nacional Forestal. Región VI. Chihuahua

## Introducción

En el estado de Chihuahua se presentan actualmente severas erupciones de insectos defoliadores del pino de las especies *Neodiprion autumnalis* Smith y *Zadiprion falsus* Smith en la Sierra Madre Occidental.

El más devastador defoliador del pino *Neodiprion autumnalis* Smith (Hymenoptera: Diprionidae) continua afectando miles de hectáreas de bosque de pino en el estado en forma cíclica ya que esta misma condición sanitaria de severas erupciones se había presentado a principios de los años ochentas en las mismas localidades; ocurriendo en forma sincrónica en las regiones del centro y sur del estado de Chihuahua.

Por otro lado, el defoliador del pino *Zadiprion falsus* Smith afecta miles de hectáreas boscosas en el municipio de Guachochi, Chihuahua.

## Materiales y Método

Se llevaron a cabo observaciones periódicas en tres sitios de muestreo para el monitoreo del estado larval del defoliador del pino *Neodiprion autumnalis* Smith.

Por otro lado, se llevaron a cabo observaciones periódicas en cinco sitios de muestreo para el monitoreo del ciclo de vida del defoliador del pino *Zadiprion falsus* Smith.

Los sitios se ubicaron en el municipio de Bocoyna, Chih., dentro de los siguientes predios: en el ejido el ranchito, en la comunidad Choguita y anexos y en el ejido San Ignacio de Arareco.

Por otro lado, para la estimación de la superficie afectada se verifico el avance de la plaga del defoliador en los municipios de Guerrero, Bocoyna, Ocampo y Guachochi, Chihuahua a través del monitoreo del estado de huevecillo para ambas especies de defoliadores del pino utilizándose el

software denominado arcview 3.3 para cuantificar el área afectada.

## Resultados

**El defoliador del pino *Neodiprion autumnalis* Smith:** Se encuentra atacando follaje de renuevo, arbolado joven y adulto de las siguientes especies de pino: *Pinus arizonica* Engelman, *P. ayacahuite* ehrenb y *P. leiophylla* Schlecht & Cham en los Municipios de Guerrero, Ocampo, Bocoyna y Guachochi, Chihuahua.

El insecto presenta dimorfismo sexual. La pupación se hace en un capullo situado bajo la hojarasca. El capullo recién formado es de color blanco y después cambia a color café-rojizo al contacto con la humedad.

Los huevecillos son puestos en hileras a lo largo de la aguja del pino y en racimos de tres agujas. Los racimos contienen en promedio una cantidad de 36 huevecillos.

Su ciclo de vida se presenta algo desfasado a como se había reportado previamente en un trabajo de investigación realizado en la década de los ochentas.

El defoliador del pino *Neodiprion autumnalis* Smith presenta un ciclo de vida de un año la emergencia del estado larval inicio el día 16 de abril del 2009 en la región de San Juanito, municipio de Bocoyna, Chihuahua.

A diferencia de lo reportado por un estudio de investigación realizado por personal del INIFAP-Chihuahua donde señala que la emergencia larval se presento a fines del mes de abril de 1981.

Su ciclo de vida cambio en algunas parajes del ejido el ranchito, municipio de Bocoyna; donde el estado larval se extendió por al menos medio mes; enterrándose la larva para formar el capullo a fines del mes de julio del 2009.

Por otro lado, la emergencia del estado larval en el municipio de Guachochi comenzó el día 20 de marzo del 2009.

Las larvas son gregarias y presentan un comportamiento caracterizado por un balanceo de la parte anterior del cuerpo, la parte posterior permanece fija a la acícula del pino por las falsas patas. El estado larval se alimenta del follaje del año anterior, al ser perturbados expiden una gota de líquido viscoso, esto se interpreta como un mecanismo de defensa.

Se observó que las larvas de último instar se dejan caer cuando son perturbadas, cabe señalar, que el estado adulto macho es muy elusivo en cuanto siente la presencia de alguna amenaza o peligro se deja caer al vacío y emprende el vuelo para huir. Además, se observó la predación del estado adulto por arañas.

El insecto incursiona en nuevas áreas depositando huevecillos en el renuevo del pino, después en los pinos jóvenes y enseguida sobre los pinos adultos.

Estos brotes del defoliador del pino están causando la pérdida de crecimiento tanto en diámetro como en altura de los pinos defoliados.

Durante los últimos tres años, la superficie afectada se ha incrementado desde 4,170 hectáreas en el año 2007 a 6,550 hectáreas en el año 2008 y hasta al menos 34,493 hectáreas en el año 2009 en la región de San Juanito alcanzando toda la superficie de distribución de su hospedero preferido *Pinus arizonica Engelmann* y abarcando los municipios de Guerrero, Bocoyna y Ocampo, Chihuahua.

Durante el año 2008, se llevaron a cabo trabajos de control biológico a través del uso de organismos entomopatógenos como es la bacteria *Bacillus thuringiensis* y un adherente en una superficie de 3,334 hectáreas.

En este año 2009, se han llevado a cabo medidas de control biológico a través de aplicaciones aéreas de *Bacillus thuringiensis* en una superficie de 6,555 hectáreas.

Por otro lado, el defoliador del pino *Neodiprion autumnalis* Smith ha incrementado la

superficie afectada desde 3,065 hectáreas en el año 2008 en al menos 14,077 hectáreas en el año 2009 en el municipio de Guachochi, Chihuahua. Su hospedero preferido es *Pinus arizonica* Engelmann.

**El defoliador del pino *Zadiprion falsus* Smith:** La otra especie de defoliador del pino es *Zadiprion falsus* smith (Hymenoptera: Diprionidae) la cual se encuentra afectando también a renuevo, arbolado joven y adulto de pino de las siguientes especies: *Pinus durangensis* Martínez, *Pinus herrerae* Martínez y *Pinus arizonica* Engelmann en parajes cuyas altitudes van de 2,068 a 2,646 m.

El área afectada se localiza dentro de los ejidos de Santa Anita y Tonachi, municipio de Guachochi, Chihuahua.

Este brote del defoliador del pino, es el primer reporte de esta especie para el municipio de Guachochi, Chihuahua y esta causando la pérdida de crecimiento tanto en diámetro como en altura de los pinos defoliados.

Las larvas además de alimentarse del follaje; se les encontró alimentándose de la corteza tierna de los brotes de pino.

El insecto presenta dimorfismo sexual. El adulto hembra suele cuidar los huevecillos caminando hacia un lado y hacia otro de las agujas con ovipositoras.

El capullo recién formado es de color blanco y después cambia a color café- cobrizo al contacto con la humedad.

Su ciclo biológico se presenta diferente a como se reporta para el estado de Michoacán. Basado en un periodo de observación de campo de un año con cuatro meses se determinó que *Zadiprion falsus* Smith presenta una generación por año. El estado de huevecillo puede observarse durante los meses de agosto, septiembre-octubre y principios de noviembre. Las larvas se desarrollan de mediados de septiembre a abril. La pupa se presenta desde mayo hasta mediados de septiembre tiempo durante el cual el insecto se encuentra enterrado en el suelo. La emergencia del estado adulto ocurre desde mediados de agosto, septiembre, octubre hasta principios de noviembre.

Durante el año 2008, se llevaron a cabo trabajos de control biológico a través del uso de organismos entomopatógenos como es la bacteria *Bacillus thuringiensis* y un adherente en una superficie de 3,539 hectáreas.

### Conclusiones

Se considera necesario continuar las investigaciones sobre la biología, ciclo de vida y medidas de combate y control de ambos defoliadores del pino *Neodiprion autumnalis* Smith y *Zadiprion falsus* Smith debido a los cuantiosos daños que están ocasionando al bosque.

### Agradecimientos

Se agradece el apoyo brindado por el personal técnico de la unidad de manejo forestal San Juanito, A.C. y la Región de Manejo Silvícola de Guachochi A.C.

### Literatura Citada

- Dunbar, Clarence S. and Wagner R. Michael. Bionomics of *Neodiprion gilletei* (Hymenoptera: Diprionidae) on *Pinus ponderosa*. Entomological Society of America 1992. 286-292.
- Smith, R David. A Synopsis of the Sawflie (Hymenoptera: Symphyta) of America South of the United States: Introduction xyelidae, pamphilidae, cimbidae, diprionidae, xiphidriidae, siricidae, orussidae, cephalidae. systematic entomology (1988) **13**, 205-261.
- Wagner Michael and Raffa F. Kenneth eds. 1995. Sawfly life history adaptations to woody plants. Academic Press, San Diego 1376 pags.

# ÁRBOLES DE IMPORTANCIA FORESTAL HOSPEDANTES DE BUPRESTIDAE (COLEOPTERA) EN MÉXICO.

**Abraham Camacho-Pantoja.**

Colegio de Postgraduados, Programa de Entomología y Acarología. Km. 36.5, Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. Correo electrónico: pantoja@colpos.mx

## Resumen

Las poblaciones de pino-encino, así como especies de ambientes semiáridos como *Acacia* spp. y *Prosopis* spp., albergan buena parte de la diversidad de esos ambientes, aportan además otros beneficios, no solo ambientales sino económicos. Por lo que es fundamental generar conocimiento acerca de aquellos insectos, que puedan causar daño a sus poblaciones. Uno de estos grupos es la familia Buprestidae que cuenta con escasos registros en relación a situaciones forestales en nuestro país, por lo que este documento integra esa información. Este trabajo incluye recorridos de colecta en sitios poco perturbados, recopilación de información bibliográfica, y revisión taxonómica a partir de material incluido en colecciones entomológicas del país. Se encontraron 4 subfamilias, 16 géneros y un total de 90 especies de la familia Buprestidae distribuidas en 16 especies de los géneros *Acacia*, *Prosopis*, *Pinus* y *Quercus*.

**Palabras clave:** Fabaceae, Fagaceae y Pinaceae, Buprestidae.

## Introducción.

Los bosques de pino (con 54 especies en nuestro país de acuerdo a López *et al.*, 2001) encino (con 161 especies en el territorio, Valencia, 2004), así como especies de hábito arbóreo de zonas más secas como Mezquites (con alrededor de 40 especies americanas y 30 endémicas de América central Ffolliott y Thames, 1982) y huizaches representan un recurso valioso de nuestro país, por contener gran número de especies, albergar diversidad de esos ambientes, así como por los diversos aprovechamientos que de ellos se hacen. En estas comunidades existen insectos que pueden

llegar a afectar sus poblaciones, entre ellas la familia Buprestidae, que es considerada desde el punto de vista forestal, como de importancia secundaria. Pero que cuenta en otros países con registros de especies que dañan especies vegetales de interés económico. Tal es el caso de *Agrilus planipennis* Fairmare que es plaga Haak *et al.* (2002) sobre fresno (*Fraxinus* spp.) en E.U y Canadá, donde se estima ha matado alrededor de 20 millones de estos árboles Rodríguez-Saona *et al.* (2007); *Agrilus biguttatus* (Fabricius) que daña encinos Moraal y Hilszczanski (2000) europeos; *Coroebus undatus* plaga importante de alcornoques (*Quercus suber* y *Q. faginea*) que afecta la calidad del corcho que de ellas se extrae en Valencia, España Soto *et al.* (2006); en Venezuela se tiene registrado como barrenador de fuste de especies forestales (no se menciona que especie en particular) a *Euchroma gigantea* L. Arguedas (1998); por su parte Jiménez *et al.* (2005) presenta uno de los pocos trabajos que mencionan tres géneros y dos especies de Buprestidae; *Chalcophora* sp. *Lampetis monilis* Chevrolat y *Melanophila notata* como taladradores de fuste y ramas de pinos débiles. Otro documento menciona a *Buprestis novemmaculata* L. en *Pinus contorta*, *P. ponderosa* y *P. radiata* en Chile Klein y Waterhouse, (2000).

Por lo anterior y considerando que la familia Buprestidae cuenta en nuestro país con 66 géneros y más de mil especies (Camacho *et al.*, 2006, no publicado) y que existen relativamente pocos registros de las especies vegetales en las cuales se alimentan o desarrollan, se hace necesario conocer en qué tipos de vegetación pueden alojarse las diferentes especies del grupo. Se presenta este documento, que integra el conocimiento que se tiene de esta familia en relación a los géneros

*Acacia*, *osopsis*, *Quercus* y *Pinus*, de interés económico-ecológico para nuestro país.

## Materiales y Método

La colecta de material se hizo con manta de golpeo de 75x75 cm., el material colectado se deposita en frascos con alcohol al 70%, dicha colecta se realizó en la primavera de 2007 y 2008 en sitios de vegetación poco perturbada de los estados de Puebla, Oaxaca y Veracruz. Los especímenes se determinaron a nivel género y en algunos casos a nivel especie con claves especializadas del grupo.

Se visitaron las siguientes colecciones entomológicas para la consulta de material: Estación Biológica de los Tuxtlas (UNAM), Colección Entomológica la Universidad del Estado de Morelos, Colección Entomológica del Colegio de Postgraduados, y la Colección Nacional de Insectos de la UNAM, con la finalidad de obtener información de distribución de las especies ahí depositadas, así como de aspectos biológicos y hospedantes donde han sido encontradas.

## Resultados y Discusión.

Se encontraron cuatro subfamilias, 16 géneros y 90 especies de Buprestidae distribuidas en 16 especies de los cuatro géneros vegetales de este estudio. En el cuadro 1 se anota como es su distribución por género vegetal

El género *Acacia* fue el que presento mayor número de géneros y especies de Buprestidae con 11 y 56, respectivamente, y en este mismo se encontró el género *Agrilus* 24 especies. El género *Pinus* fue el que presento una menor cantidad de géneros y especies de Buprestidae, ya que en este solo se encontraron tres géneros y cuatro especies.

El único género de Buprestidae que puede encontrarse en las diferentes especies, es *Chrysobothris* y es el mejor representado en *Pinus* y *Quercus*, con 2 y 3 especies respectivamente. Mientras que en *Prosopis* el único género exclusivo fue *Pelycothorax*. Para el género *Acacia* sp., se encontraron 9 especies hospederas de Buprestidae; *Acacia pennatula* (S & C) Benth. (Nelson, 1968; Nelson, 1994; Westcott *et al*, 1989; Barr, 1972),

*Acacia cochliacantha* Humb. y Bompl., en Oaxaca Nelson (1994), y *Acacia constricta* Benth., en Puebla. Pero si se considera la información obtenida de las colecciones entomológicas consultadas, otras especies hospederas son *A. willardiana* Rose, *A. blossom*, *A. farnesiana*, (L.) Wild., *A. lysiloma*, *A. angustissima* (Mill) Kuntze y *A. greggii*, que se distribuyen en otros estados de la república.

En *Prosopis* sp., (Mezquite) solo se encontró un par de especies hospederas de Buprestidae *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz., en Oaxaca Barr (1972), y para Baja California Sur *P. glandulosa*.

En el caso de *Pinus* sp. las hospederas también fueron 2; *P. montezumae* Lamb. en el Estado de México Westcott *et al* (1989) y *Pinus hartwegii* Lindl., en el Estado de México y Guerrero.

Para *Quercus* fueron 3 las especies hospederas; *Quercus hypoleuroides* A. Camus, en Chihuahua Westcott (1983), *Q. rugosa* Nee, en el Estado de México, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Sonora, Baja California Sur y Oaxaca y *Q. glabrescens* Benth., en Hidalgo. Lo que da un total de 16 especies hospedantes. En todas ellas las diferentes especies de Buprestidae se encontraban generalmente posadas sobre ramas, hojas e inflorescencias.

Jiménez *et al.* (2005) reportan a *Chalcophora* sp., *L. monilis* y *M. notata* como barrenadores de *P. oocarpa* en Nicaragua, existe distribución de las dos últimas especies en el territorio nacional, así como registros de colecta, pero en ninguno de ellos aparece como causante de daño en pinos. Arguedas (1998) reporta a *E. gigantea* como barrenador de fuste de Pochote (*Bombacopsis quinatum*), pero esta especie en nuestro país solo se ha reportado sobre cedro rojo, pero no como plaga. Para *A. planipennis* también existen registros en algunas localidades de Veracruz Blackwelder (1944), Waterhouse (1882), al igual que *L. monilis* y *M. notata* pero no aparecen registradas como plaga, por lo que es necesario precisar esta información.

De acuerdo con lo anterior es evidente que el conocimiento que se tiene de esta familia en el ámbito forestal en nuestro país, como causante directo de daño en especies vegetales, no solo de

importancia forestal sino también en especies frutales, es escaso, o bien como puede observarse en la información que se da para barrenadores de mango del estado de Colima INIFAP (2008) es erróneo, ya que la larva que barrena el tronco del árbol no corresponde a esta familia y en cuanto al espécimen mismo, no se menciona siquiera el

género al que pertenece. Por lo que se necesita precisar información, de algunas especies de Buprestidae de otras latitudes, que se distribuyen también en nuestro país, pero no aparecen reportados como causantes de daño en especie alguna.

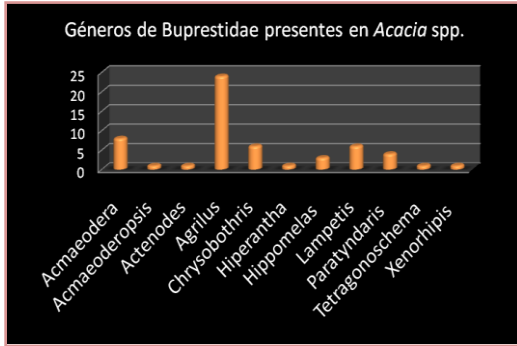


Fig. 1. Se muestra que de los géneros presentes en *Acacia* spp. (Huizache) destaca *Agrilus* sp., con 25 especies.

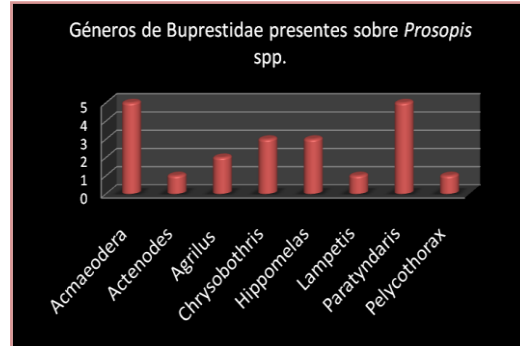


Fig. 2. Se puede observar que en Mezquite (*Prosopis* spp.) son más frecuentes los géneros *Acmaeodera* y *Paratyndaris* con 5 especies cada una.

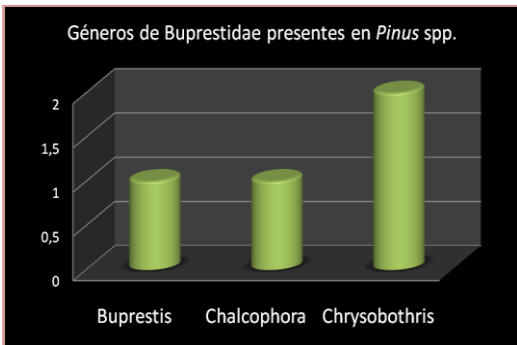


Fig. 3. Se ilustra que en *Pinus* spp., se pueden encontrar al menos tres géneros de Buprestidae, con pocas especies.

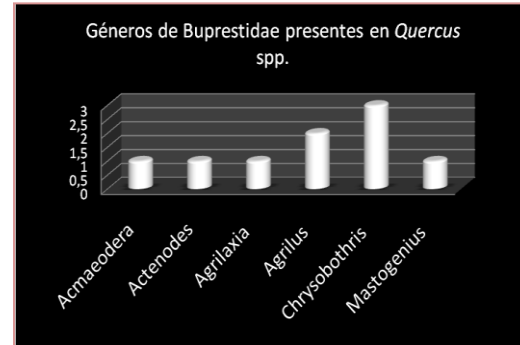


Fig. 4. Se muestra que en *Quercus* spp., existen 6 géneros de Buprestidae, siendo *Chrysobothris* el mejor representado con solo tres especies.

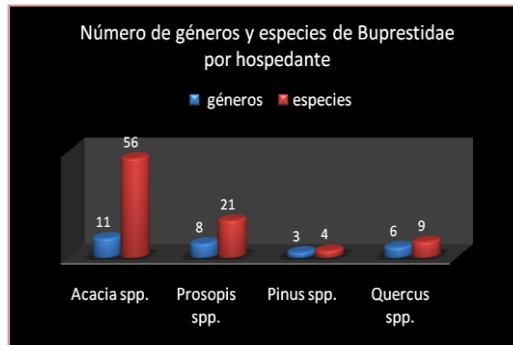


Fig 5. Se muestra la comparación en el número de géneros y especies de Buprestidae para los cuatro

## Agradecimientos

A cada una de las instituciones que colaboraron con el préstamo de material

entomológico, al COLPOS por el espacio brindado, así como al CONACYT por los recursos otorgados.

Cuadro 1. Se muestra de forma condensada las subfamilias, géneros y especies presentes de Buprestidae en cada uno de los cuatro grupos hospedantes.

	<i>Acacia</i> spp.	<i>Prosopis</i> spp.	<i>Pinus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.
<b>Agrilinae</b>	<i>Agrilus</i> (24)	<i>Agrilus</i> (2)		<i>Agrilus</i> (2)
<b>Buprestinae</b>	<i>Actenodes</i> (1) <i>Chrysobothris</i> (6) <i>Hiperantha</i> (1) <i>Tetragonoschema</i> (1) <i>Xenorhipis</i> (1)	<i>Actenodes</i> (1) <i>Chrysobothris</i> (3)	<i>Buprestis</i> (1) <i>Chrysobothris</i> (2)	<i>Actenodes</i> (1) <i>Agrilaxia</i> (1) <i>Chrysobothris</i> (3)
<b>Chalcophorinae</b>	<i>Hippomelas</i> (3) <i>Lampetis</i> (6)	<i>Hippomelas</i> (3) <i>Lampetis</i> (1)	<i>Chalcophora</i> (1)	
<b>Polycestinae</b>	<i>Acmaeodera</i> (8) <i>Acmaeoderopsis</i> (1) <i>Paratyndaris</i> (4)	<i>Acmaeodera</i> (5) <i>Paratyndaris</i> (5) <i>Pelycothorax</i> (1)		<i>Acmaeodera</i> (1) <i>Mastogenius</i> (1)
<b>Total:</b>	4 Sf 11G 56 spp.	4 Sf 8G 21spp.	2 Sf 3G 4 spp.	3 Sf 6G 9 spp.

## Literatura Citada.

- Arguedas, M. 1998. Diagnóstico nacional de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, El manejo sustentable de los recursos forestales, desafío del Siglo XXI, Tema 1. Establecimiento, manejo y protección de plantaciones, Valdivia, Chile. Págs. 1-2.
- Barr, W. F. 1972. New Species of *Ancylotela* from Mexico and the United States with a key to the known Species. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 45: 92-110
- Blackwelder, R. E. 1944. Checklist of the Coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies, and South America, Part. 2. U.S. National Museum Bulletin. 185: 306-341
- Ffolliott, F. P. y Thames, L. J. 1982. Manual sobre taxonomía de *Prosopis* en México, Perú y Chile. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.
- Haack, R. A., E. Jendek, H. Liu, K. R. Marchant, T. R. Petrice, T. M. Poland, and H. Ye. 2002. The emerald ash borer: a new exotic pest in North America. *Newsletter of the Michigan Entomological Society* 47:1-5.
- INIFAP. 2008. Guía para la prevención y control de plagas y enfermedades del cultivo del mango en el estado de Colima. Págs. 51-52
- Jiménez, M. E., Alfaro, E. J., Lazo U. J. y Obregón, Z. M. 2005. Identificación y ocurrencia poblacional de Insectos Taladradores de Pino en el departamento de Nueva Segovia, Nicaragua. *La Calera*. 6: 28-32
- Klein, K. C. and Waterhouse, F. D. 2000. The distribution and importance of arthropods associated with agriculture and forestry in Chile. *ACIAR Monograph No. 68*, 234 pp.
- López, U. J., Velazco, F. V., Jasso, M. J., Ramírez, H. C. y Vargas, H. J. 2001. Hibridación natural entre *Pinus oocarpa* y *P. pringlei*. *Acta Botánica Mexicana*. 57: 51-66
- Moraal, L. G. & Hilszczanski, J. 2000. The oak buprestid beetle, *Agrilus biguttatus* (F.) (Col., Buprestidae), a recent factor in oak decline in Europe. *Anzeiger für Schadlingskunde* vol. 73, no5, pp. 134-138
- Nelson, G. H. 1968. A new species of *Xenorhipis* from Mexico with a key to the males (Buprestidae). *The Coleopterists Bulletin*, 22(3): 95-97
- Nelson, G. H. 1994. Six new species of *Acmaeodera* Eschscholtz from Mexico (Coleoptera: Buprestidae). *The Coleopterists Bulletin*, 48(3): 272-282
- Rodríguez-Saona, R. C., Miller, R. J., Poland, M. T., Kuhn, M. T., Otis, W. G., Turk T. δ Ward, L. D. 2007. Behaviors of adult *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). *The great lakes entomologist*. Vol. 40, Nos. 1-2:1-16 pags.
- Soto, A., Rivas, J., Martínez M. y Miravet, A. 2006. *Coroebus undatus* (Fabricius) (Coleoptera: Buprestidae): Principal problema en la sanidad de los alcornoques del parque natural de la sierra de espadán en la comunidad valenciana.
- Valencia, A. S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 75: 33-53
- Waterhouse, O. C. 1882. *Biologia Centrali Americana*. Coleoptera. 1(3):108
- Westcott R. L. 1983. Revision of the aerea group of *Chrysobothris* (Coleoptera: Buprestidae). *Systematic Entomology*, (8): 339-359
- Westcott, R. L., Atkinson, T. H., Hespeneide, H. A. & Nelson, G. H. 1989. New country and state records, and other notes for mexican Buprestidae (Coleoptera). *Insecta Mundi*, 3(3): 217-232



SEMIOQUÍMICOS

# CARACTERIZACIÓN ULTRAESTRUCTURAL DE LAS ANTENAS Y RESPUESTA ELECTROFISIOLÓGICA DE *Dendroctonus rhizophagus* THOMAS Y BRIGHT (COLEPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLITINAE) A SEMIOQUÍMICOS.

Claudia Cano-Ramírez<sup>1</sup>, María Fernanda López<sup>1</sup>, Brian T. Sullivan<sup>2</sup>, Alicia Niño<sup>3</sup> Jorge E. Macías Sámano<sup>3</sup> y Gerardo Zúñiga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. <sup>2</sup>USDA-Forest Service Southern Research Station, Pineville LA. <sup>3</sup>ECOSUR, Tapachula, Chiapas.

## Resumen

Las especies del género *Dendroctonus* utilizan la comunicación química para colonizar a sus árboles huéspedes y realizar su ciclo de vida. *Dendroctonus rhizophagus* Thomas & Bright es un descortezador primario que parasita árboles de renuevo menores a 3 m de altura. El presente trabajo tiene como objetivos conocer la ultraestructura de la antena de esta especie y elucidar el sistema de comunicación química a través de su sensibilidad olfativa hacia los terpenos de la resina de su huésped y de los compuestos volátiles de sus conoespecíficos. Los resultados muestran que las antenas están conformadas por el escapo, cuatro segmentos que integran el pedicelo y la clava de forma triangular. La clava está integrada por tres bandas sensoriales dentro de las cuales se inserta sensilas quimiorreceptoras del tipo basicónico I y II; entre las bandas se encuentran sensilas mecanorreceptoras del tipo tricoideo I y II. La morfología interna de la antena está integrada por varias células sensoriales, rodeadas por tres células accesorias, y neuronas de tipo pericarion. El GC-EAD mostró sensibilidad de la antena a tres kairomonas de *Pinus arizonica* Engelm y a diez presuntas feromonas producidas por sus conoespecíficos, al menos uno de los sexos tuvo una respuesta positiva a estos compuestos.

El análisis cuantitativo de las posibles feromonas por individuos fue estadísticamente no significativo entre sexos, pero si entre condiciones experimentales.

**Palabras clave:** GC-EAD, ultraestructura y semioquímicos.

## Introducción

En la evolución de los insectos descortezadores, la selección natural ha favorecido el desarrollo de un sistema eficiente y eficaz de comunicación química intra e interespecífica (Sequeira *et al.*, 2000). La evolución del reconocimiento específico de estos compuestos, ha permitido que estos insectos permanezcan y colonicen diferentes huéspedes y hábitats.

En la actualidad es ampliamente conocido que los compuestos volátiles producidos por los árboles huéspedes (kairomonas), así como aquellos producidos por los propios descortezadores (feromonas), son reconocidos e identificados en estructuras sensoriales específicas ubicadas en sus antenas (Whitehead, 1980; Spencer, 1988; Masson *et al.*, 1990; Mustaparta, 1996).

*Dendroctonus rhizophagus* es una especie endémica de los bosques de pino de los estados de Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Durango en la Sierra Madre Occidental (Zúñiga *et al.*, 1999), que coloniza a 11 especies de pino, siendo las más importantes por su incidencia *Pinus arizonica* P. *engelmannii*, P. *durangensis*, y P. *leiophylla* (Salinas-Moreno *et al.*, 2004). Este descortezador es una especie primaria con un ciclo de vida sincrónico, que presenta un comportamiento atípico con respecto al resto de las especies del género, ya que solo una pareja coloniza árboles < 3m de altura (Cibrian *et al.*, 1995). En condiciones epidémicas, el proceder atípico de *D. rhizophagus* ocasiona pérdidas económicas importantes en áreas de regeneración natural así como en plantaciones comerciales (Sánchez - Martínez & Wagner, 2009). En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue estudiar la

morfología y la respuesta fisiológica de las antenas de *D. rhizophagus*, con el propósito de determinar su sistema de comunicación química.

## Materiales y Método

**Colecta de material.** Insectos adultos no emergidos y emergidos fueron colectados en el predio la Laja 1 (27° 55' 54.9" N y 107° 35' 54.6" O 2452 msnm) en San Juanito, Municipio de Bocoyna, Chihuahua en los meses de junio y julio del 2008 y 2009. Asimismo, se colectó resina de *P. arizonica* y troncos de árboles de renuevo < 3 m de altura de esa especie de pino. Los insectos fueron colocados en cámaras húmedas y junto con la resina y troncos almacenados a 4°C.

**Microscopía electrónica de barrido (MEB).** La estructura de la antena se analizó en un microscopio electrónico de barrido ambiental (Evo® MA15, Zeiss), el cual permite estudiar la morfología de cualquier estructura directamente sin haber sido sometida a algún tratamiento previo.

**Microscopía electrónica de transmisión (MET).** Las antenas de insectos vivos se retiraron de la cabeza con ayuda de pinzas y un microscopio estereoscópico, se colocaron en una solución de glutaraldehído al 2.5% y amortiguador de cacodilato de sodio 1M por 28h. Enseguida, se lavaron con el mismo amortiguador y se post-fijaron en tetraóxido de osmio al 1% por 3h a 4°C. Posteriormente, se deshidrataron en una serie creciente de alcohol etílico (20-100%), después se colocaron en óxido de propileno y se preincubaron en resina Spur's con óxido de propileno en una proporción 1:1, 2:1 y resina total. Transcurrido el tiempo de la preincubación, las muestras se colocaron en moldes BEEM para inclusión plana, para finalmente ser polimerizadas a 60°C. Por último, se obtuvieron cortes finos, los cuales se colocaron en rejillas de cobre, y se contrastaron con acetato de uranilo y citrato de plomo para su observación en el MET.

**Respuesta electrofisiológica.** La sensibilidad olfativa de los insectos adultos a compuestos semioquímicos fue evaluada por electroantigrafía de detección acoplada a cromatografía de gases (GC-EAD). Extractos

concentrados de compuestos volátiles del mesenterón posterior y proctodeo se obtuvieron directamente en el campo, a partir de 38 hembras y 38 machos siguiendo el método de aireación estática descrito por Sullivan (2005). Se inyectaron 2 µL de estos extractos en el GC-EAD para ver la respuesta de la antena de ambos sexos, a los volátiles contenidos en los extractos por medio de ensayos cruzados. Por otra parte, se inyectó 1 µL de la resina de *P. arizonica* en el GC-EAD para ver la respuesta de la antena a los monoterpenos presentes en ella. Ambos análisis se replicaron de 8 a 10 veces. Por último, con base en los resultados de estos ensayos, se elaboró una mezcla conocida de kairomonas y presuntas feromonas identificadas a partir de estos análisis, se inyectó 1 µL (1 µg/µL) de esta mezcla en el GC-EAD para observar una vez más la respuesta de la antena de machos y hembras. El análisis se replicó 10 veces por cada sexo. La respuesta fue considerada positiva a los compuestos si la antena respondió más del 40% de las veces. Los compuestos a los que respondió la antena fueron identificados por cromatografía masas gases (GC-MS) empleando las mismas condiciones utilizadas en el GC-EAD. Además, se corroboró la identificación de los compuestos identificados por medio de la comparación de los picos y tiempos de retención con respecto a aquellos desplegados por estándares puros conocidos.

**Análisis cuantitativo de volátiles por insecto.** Los volátiles fueron obtenidos por el método de aireación estática (Sullivan 2005), a partir de diferentes condiciones experimentales en insectos no emergidos como emergidos de ambos sexos. En insectos no emergidos fueron analizados los siguientes condiciones: 1) los volátiles producidos por hembras (n=15) y machos (n=15) directamente en el campo; 2) los volátiles producidos por hembras (n=15) y machos (n=15) después de alimentarse por 24 h en condiciones de laboratorio; y 3) volátiles producidos por hembras y machos después de alimentarse en pareja (n=10) por 24 h, también en laboratorio. En insectos emergidos se analizaron cuatro condiciones

observadas en el campo durante el proceso de colonización: 1) los volátiles de hembras solitarias (n=16) iniciando la colonización; 2) los volátiles producidos por hembras y machos formando pareja (n=9) e iniciando la construcción de su galería ( $\pm 2$  cm de longitud); 3) los volátiles de hembras y machos formando parejas (n=16), hembras ovipositando y construcción de la galería avanzada ( $\pm 5$  cm de longitud); 4) los volátiles de hembras (n = 5) ovipositando, en colonización muy avanzada (galería  $> \pm 7$  cm de longitud). Las muestras fueron examinadas por cromatografía de gases-masas y la cuantificación se llevó a cabo usando curvas de respuesta con el programa Enhanced Data Analysis a partir de diluciones seriadas de estándares sintéticos cuyas concentraciones fueron conocidas.

Dos testigos negativos (ausencia de volátiles de los insectos) fueron analizados en cada tratamiento siguiendo el mismo procedimiento. Un análisis de varianza de dos vías y pruebas de comparación de medias fueron utilizadas para encontrar diferencias estadísticas entre sexos y condiciones de análisis.

## Resultados

**MEB.** La antena de *D. rhizophagus* está integrada por una estructura de forma triangular denominada clava, un pedicelo compuesto de 4 segmentos y un escapo inervado en su parte distal (Fig. 1). En la superficie de la clava se presentan tres bandas sensoriales, la primera discontinua que cubre solo tres cuartas partes de la clava, la segunda y la tercera continuas las cuales la rodean completamente (Fig. 2). Entre las bandas se localizan de dos a tres sensilas del tipo tricoidea I (cortas) y II (largas) cuya función es mecánica (Fig. 3 y 4). Inmersas en las bandas sensoriales se distinguen sensilas del tipo basicónico I (cortas) y II (largas), con poros en su pared, de función quimiorreceptora (Fig. 5 y 6).

**MET.** El análisis ultraestructural de la antena muestra que éstas están integradas por células sensoriales de morfología característica, las cuales presentan abundantes lisosomas en diferentes estadios (1<sup>ario</sup>. 2<sup>dario</sup>), mitocondrias y retículo

endoplásmico liso y rugoso (Fig. 7), lo cual es indicativo de un fuerte actividad fisiológica. Las sensilas, por su parte, están rodeadas por tres células accesorias denominadas: tecogen, tormogen, tricoten (Fig. 8), cuya función es dar soporte y promover el crecimiento de la sensila. Así mismo, se observa la presencia de neuronas de tipo perycarion encargadas de transmitir los estímulos químicos, odoríferos y mecánicos, así como otras células denominadas de la glia, cuya función es dar soporte a la célula sensorial, nutrirla y ayudar a delimitar el espacio entre neuronas (Fig. 9 y 10).

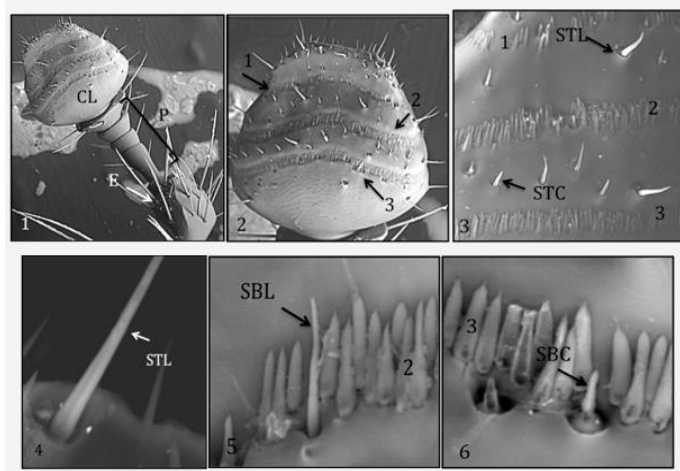
**Respuesta electrofisiológica.** Al menos a ocho compuestos del mesenterón posterior y proctodeo respondió la antena de ambos sexos de insectos emergidos (Fig. 11). Así mismo, los dos sexos respondieron a tres monoterpenos de la resina constitutiva de *P. arizonica* (Fig. 12), no obstante, una amplia respuesta de las antenas fue observada con la mezcla de 20 estándares de monoterpenos y feromonas (Fig. 13).

**Análisis cuantitativo de volátiles por insecto.** La cuantificación de las diez presuntas feromonas de los insectos antes de emerger, en las diferentes condiciones experimentales, mostraron diferencias no significativas entre sexos, pero sí entre condición experimental. En particular, en la condición 2 se observó que en las hembras y machos alimentados por 24 h se presentaron un incremento en la producción de terpenos oxigenados, siendo la respuesta significativa para la mayoría de los compuestos. En estos resultados destaca, que el *cis*-verbenol, *trans*-verbenol, mirtenol y *trans*-mirtanol fueron los que se presentaron en una mayor proporción (Fig. 14). Las mismas 10 presuntas feromonas fueron identificadas en insectos emergidos, en todas las condiciones experimentales. El fenchyl alcohol es una excepción ya que no fue cuantificado en estos insectos, pero sí en insectos no emergidos, contrarios al *cis*-myrtanol el cual no se detectó en insectos no emergido, pero sí en insectos emergidos.

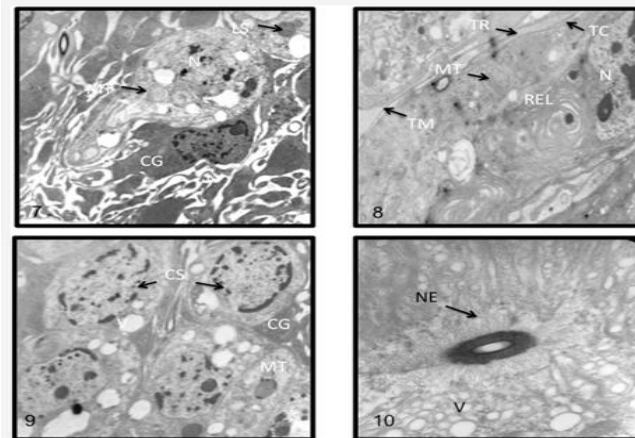
Diferencias no significativas fueron encontradas entre sexos de insectos emergidos,

excepto cuando se comparo las hembras de las cuatro condiciones analizadas, las cuales presentaron diferencias significativas en el *cis*-verbenol, verbenona y *cis*-myrtenol. De igual manera, se observo que en las parejas de insectos de colonización temprana (condición experimental 2) se presentó diferencias significativas en el *cis*-verbenol, *trans*-pinocarveol, *trans*-verbenol y myrtenol, siendo también estas posibles feromonas los compuestos de mayor producción (Fig. 15). En resumen, los resultados de este estudio sugieren que *D. rhizophagus* presento dos tipos de sensilas basicónicas cortas y largas con función quimiorreceptora las cuales les permiten detectar la proporción y composición exacta de los

semioquímicos liberados por el huésped y sus conespecíficos (Payne *et al.*, 1973; Dickens & Payne, 1977). Asimismo que el alfa-pineno, beta-pineno y mirceno podrían ser las kairomonas con función atrayente hacia el huésped, además el fenchyl alcohol, myrtenal, *cis*-verbenol, *trans*-pinocarveol, *trans*-verbenol, verbenona, myrtenol y *trans*-myrtenol podrían ser las presuntas feromonas con función de agregación y de antiagregación en esta especie, como ha sido determinado en otras especies del género *Dendroctonus* (Skillen *et al.*, 1997; Gillette *et al.*, 2001; Sun *et al.*, 2003; Sullivan 2005; Díaz-Núñez *et al.*, 2006; Zhang & Sun 2006), sin embargo estudios en campo determinarían su función.



Figuras. 1-6. 1) Antena de *Dendroctonus rhizophagus*. CL) Clava, P) Pedicelo, E) Escapo, 2) Bandas sensoriales, 3) Sensila tricodea larga, STL) y corta (STC), 4) Sensila tricodea larga, 5). Sensila basicónica corta, (SBL), 6). Sensila basicónica corta (SBC).



Figuras. 7-10. 7) Parte media de la antena se observa el crecimiento de la sensila, núcleo (N), mitocondria (MT), vesícula (V), lisosoma (LS) y células de la glia (CG), 8) Célula sensorial rodeada por las células accesorias (TC, TR, TM), se observa el retículo endoplásmico liso (REL), 9) Células sensoriales con núcleo (CS) (N) y la cromatina en la periferia, vesículas (V), mitocondrias (MT). (10) Parte media de la antena, se muestra la neurona de tipo pericarion (NE) y vesículas de diferente tamaño (V).

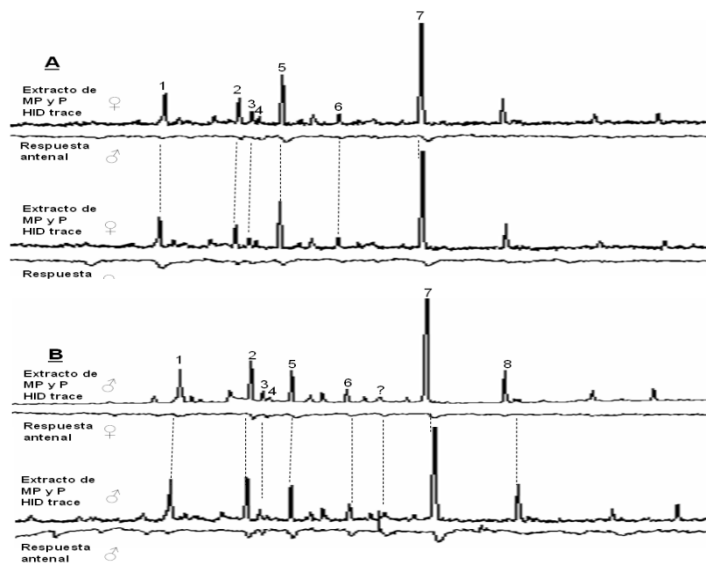


Figura. 11. Respuesta electrofisiológica de la antena de *D. rhizophagus* a compuestos obtenidos del extracto del mesenterón posterior (MP) y proctodeo (P) de 38 hembras emergidas (A) y machos emergidos (B). Se llevaron a cabo de 8-10 repeticiones (los resultados del EAD fueron digitalizado en una hoja de calculo para producir la composición). Los compuestos a los que la antena respondió fueron (1) fenchyl alcohol, (2) myrtenal, (3) *cis*-verbenol, (4) *trans*-pinocarveol, (5) *trans*-verbenol, (6) verbenona, (7) myrtenol y (8) *trans*-myrtanol.

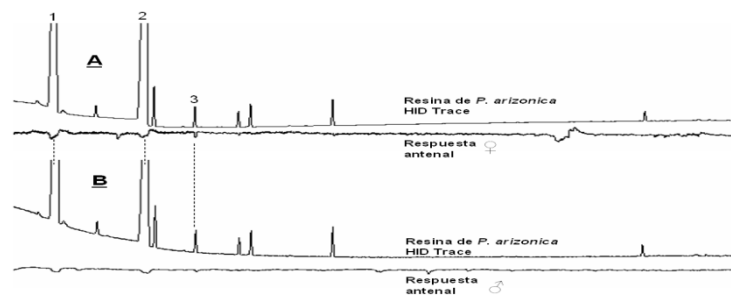


Figura. 12. Respuesta electrofisiológica de la antena de *D. rhizophagus* a compuestos de la resina de *P. arizonica* (A) hembras (B) machos emergidos. Se llevaron a cabo ocho repeticiones (los resultados del EAD fueron digitalizado en una hoja de calculo para producir la composición). Los compuestos a los que la antena respondió fueron (1) alfa pineno, (2) beta pineno y (3) mirceno.

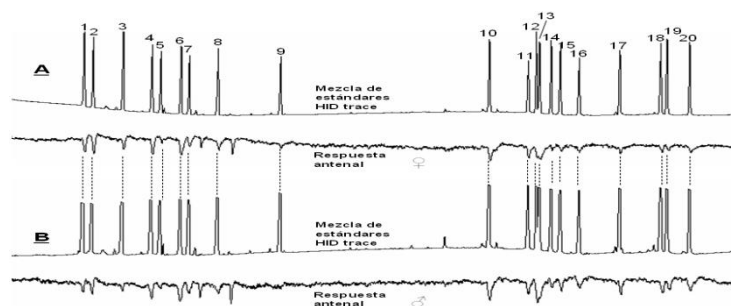


Figura. 13. Respuesta electrofisiológica de la antena de *D. rhizophagus* a una mezcla de estándares de kairomonas y feromonas, (A) hembras (B) machos emergidos. Se llevaron a cabo diez repeticiones (los resultados del EAD fueron digitalizado en una hoja de calculo para producir la composición). Los compuestos a los que la antena respondió fueron (1) tricicleno, (2) alfa pineno, (3) camfeno, (4) beta pineno, (5) sabineno, (6) 3-careno, (7) mirceno, (8) limoneno, (9) terpinoleno, (10) fenchyl alcohol, (11) [1R]-[-]-myrtenal, (12) [S]-*cis*-verbenol, (13) *trans*-pinocarveol, (14) *trans*-verbenol, (15) [1R]-[-]-myrtenol, (16) [-] alfa terpineol, (17) verbenona, (18) [-]-*trans*-myrtanol, (19) *cis*-myrtanol y (20) 2-phenylethanol.

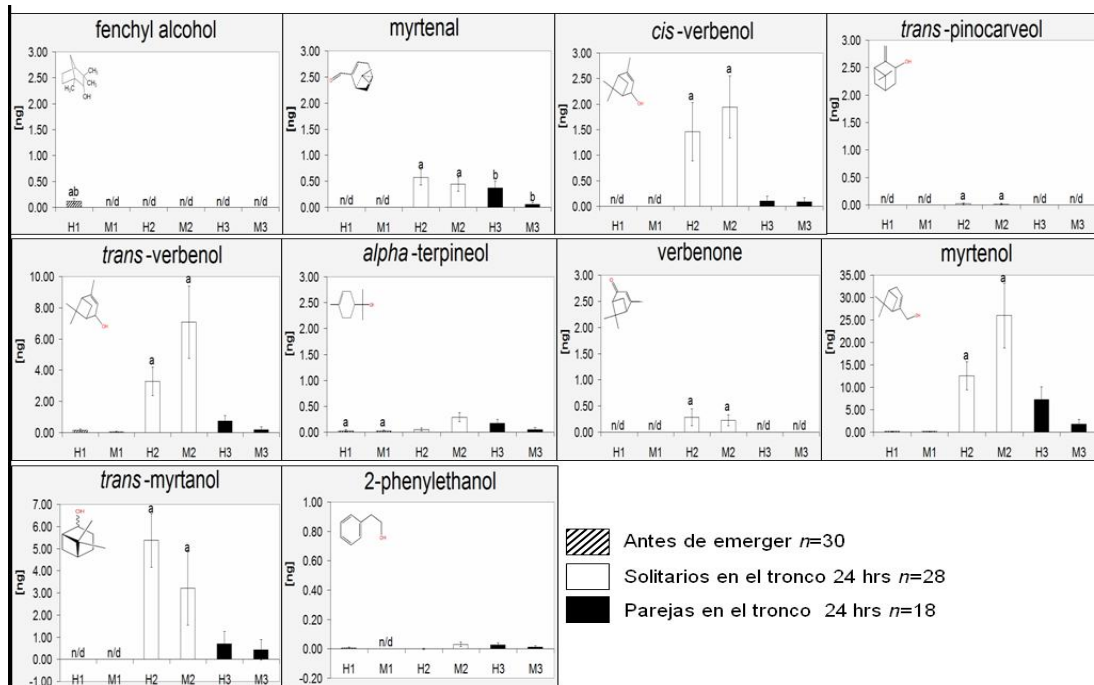


Figura. 14. Promedio ( $\pm$  error típico) de la cuantificación de diez presuntas feromonas identificadas en machos y hembras individuales de *D. rhizophagus* no emergidos. La prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) indico letra a y b = diferencias significativas entre condiciones experimentales. H= hembras; M= machos; 1, 2, 3 y 4 = condiciones experimentales. Las condiciones experimentales en los cuales el compuesto no fue detectado fueron eliminadas del análisis (n/d).

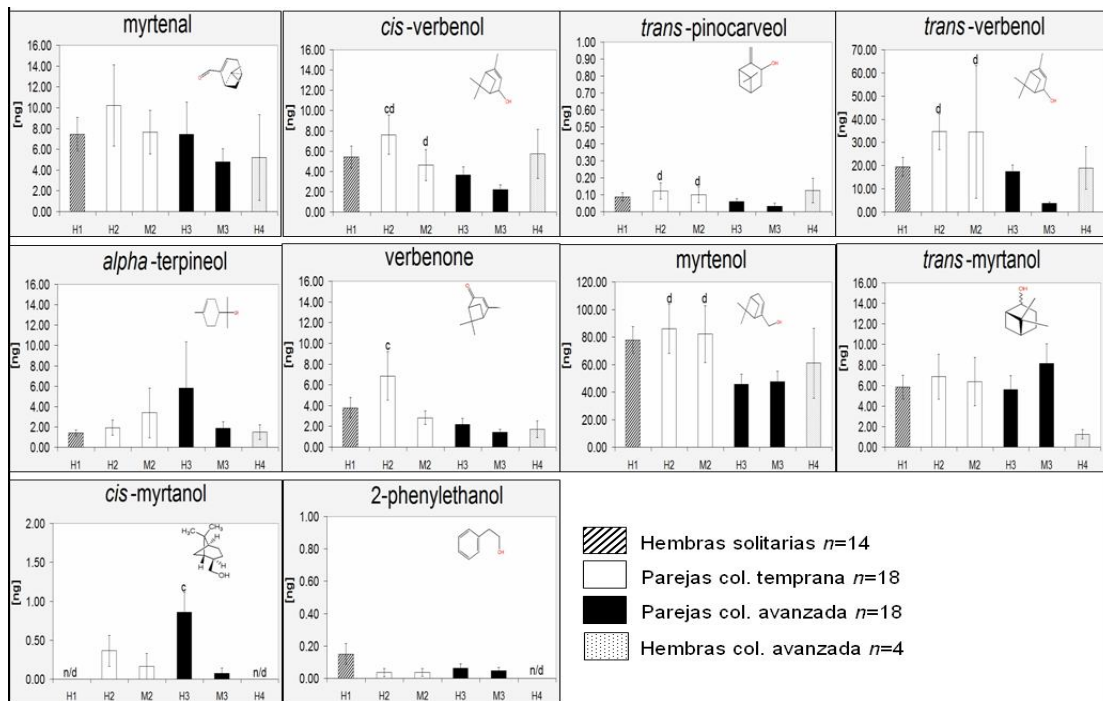


Figura. 15. Promedio ( $\pm$  error típico) de la cuantificación de diez presuntas feromonas identificadas en machos y hembras individuales de *D. rhizophagus* después de emerger. La prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) indico letra c = diferencias significativas entre las hembras de los cuatro condiciones experimentales y d = diferencias significativas entre las condiciones experimentales dos y tres. H= hembras; M= machos; 1, 2, 3 y 4 = condiciones experimentales probadas. Las condiciones experimentales en los cuales el compuesto no fue detectado fueron eliminadas del análisis (n/d).

## Literatura Citada

- Cibrian, T. D., J. T. M. Montiel, R. C. Bolaños, H. O. Yates III & J. F. Lara. 1995. Forest insect of Mexico. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Díaz-Núñez, V., G. Sánchez-Martínez & N. E. Gillette. 2006. Response of *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) to two optical isomers of verbenone. *Agrociencia* 40:349-354.
- Dickens, J. C. & Payne, T. L. 1977. Structure and function of the sensilla on the antennal club of the southern pine beetle, *Dendroctonus frontalis* (Zimmerman) (Coleoptera:Scolytidae). *Int. J. Insect Morphol & Embryol.* 7(3): 251-265.
- Gillette, R. N., D. O. Owen & J. D. Stein. 2001. Interruption of Semiochemical-Mediated Attraction of *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Scolytidae) and Selected Nontarget Insects by Verbenone. *Environ. Entomol.* 30:837-841.
- Masson, C. & Mustaparta, H, 1990. Chemical Information Processing in the Olfactory System of Insects. *Physiology Review.* 70(1):199-245.
- Mustaparta, H. 1996. Central Mechanisms of Pheromone Information Processing. *Chem. Senses.* 21: 269-275.
- Payne, T. L., Moeck, H. A., Willson, C. D., Coulson. R. N. & Humphreys, W. J. 1973. Bark Beetle olfaction-II antennal morphology of sixteen species of Scolytidae (Coleoptera). *Int. J. Insect Morphol & Embryol.* 2(3): 177-192.
- Salinas - Moreno, Y., M. G. Mendoza, A. Barrios, R. Cisneros, J. Macías- Sámano & G. Zúñiga. 2004. Aerography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Mexico. *J. Biogeogr.* 31:1163-1177.
- Sequeira, S. A., Normarck, B. B. & Farrel, D. B. 2000. Evolutionary assembly of the conifer fauna: distinguishing ancient from recent associations in bark beetles. *The Royal Society.* Pp 2359-2366.
- Skillen, E. L., C. W. Berisford, M. A. Camann & R. C. Reardon. 1977. Semiochemicals of Forest and Shade Tree Insects in North America and Management Applications. *Bioinsecticides.* 182 p.
- Sánchez-Martínez & Wagner M. R. 2009. Host Preference and Attack Patter of *Dendroctonus rhizophagus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): A Bark Beetle Specialis on Pine Regeneration. *Environ. Entomol.* 38(4): 1197-1204.
- Spencer, K. C. 1988. Introduction. Chemistry and Coevolution. K. C. Spencer. Academic Press Inc. New York, USA.
- Sullivan, B. T. 2005. Electrophysiological and Behavioral Responses of *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae) to Volatiles Isolated from Conspecifics. *J. Econ. Entomol.* 98:2067-2078.
- Sun, J., N. E. Gillette, Z. Miao, L. K. Z. Zhang, D. R. Owen & J. D. Stein. 2003. Verbenone interrupts attraction to host volatiles and reduces attack on *Pinus tabuliformis* (Pinaceae) by *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Scolytidae) in the People's Republic of China. *Can. Entomol.* 135:721-732.
- Whitehead, A. T. 1980. Ultrastructure of sensilla of the female mountain pine beetle, *Dendroctonus ponderosae* Hopkins (Coleoptera:Scolytidae). *Int. J. Insect Morphol.& Embryol.* 10(4): 19-28.
- Zhang, L & J. Sun. 2006. Electrophysiological and Behavioral Responses of *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) to Candidate Pheromones Components Identified in Hindgut Extracts. *Environ. Entomol.* 35:1232-1237.
- Zúñiga, G., G. Mendoza-Correa, R. Cisneros & Y. Salinas-Moreno. 1999. Zonas de sobreposición de las áreas de distribución geográfica de las especies mexicanas *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae) y sus implicaciones ecológico-evolutivas. *Acta Zoológica Mexicana* (ns) 77:1-22.



# MONITOREO DE *Dendroctonus adjunctus* BLANFORD, E INSECTOS ASOCIADOS MEDIANTE TRAMPEO CON FEROMONAS, EN PUEBLOS MANCOMUNADOS, IXTLAN, OAXACA.

Bautista-Martínez Doris<sup>1</sup>, Equihua-Martínez Armando<sup>2</sup>, Avilés-Cruz Juan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Oaxaca. Correo electrónico: dorisbtamtz@hotmail.com, <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, <sup>3</sup>Comisión Nacional Forestal, Región V, Oaxaca

## Resumen

El presente trabajo se realizó de octubre a noviembre del 2007, en los parajes Las Salinas y Encino Oscuro, de Pueblos Mancomunados, Ixtlán, Oaxaca. Teniendo como objetivo, registrar la presencia de *Dendroctonus adjunctus* Blandford e insectos asociados a través de trampas cebadas con feromonas. Bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 5 × 6. Con cinco tratamientos y tres repeticiones (Aguarrás, Frontalina, Frontalina + aguarrás, Ipsenol y Testigo). Se realizó un análisis de varianza y prueba de (Tukey  $\alpha = 0.05$ ) para el descortezador e insectos asociados de las fechas, atrayentes y tratamientos. Los resultados mostraron diferencias significativas en la colecta 2 (19/10/2007), tanto para el descortezador como para los insectos asociados, en el caso de los atrayentes la feromona frontalina (tratamiento 7) y frontalina + aguarrás (tratamiento 8) mostraron efectos significativos para el descortezador, en los insectos asociados fue el ipsenol (tratamiento 7 y 29). Se atrajeron distintos insectos asociados a *Dendroctonus adjunctus* pertenecientes a las familias Curculionidae (Scolytinae), Cleridae, Trogositidae, Platypodidae, y Cerambycidae.

**Palabras clave:** Monitoreo, Feromonas, *D. adjunctus*, Insectos asociados.

## Introducción

Los insectos forestales que se alimentan del floema y cambium de árboles de coníferas constituyen el grupo más importante de especies que afectan la productividad de un bosque Cibrián *et al.*, (1995). Los insectos de la subfamilia Scolytinae, donde se encuentran los

descortezadores de los pinos, tienen gran importancia económica, al grado de que se les reconoce como las plagas forestales más dañinas del país. Excavan sus galerías en la parte más interna de la corteza y se alimentan del cambium y floema principalmente; el xilema sufre desgarramientos ligeros en el cambium. En este proceso el árbol sufre destrucción de su sistema de conducción y de los meristemos secundarios, lo que junto con la exudación continua de savia o resina producida por las heridas, va debilitando al árbol hasta producir su muerte Perusquia (1982). La palabra *Dendroctonus* significa "matador de árboles" Chamberlin (1939), es el género más destructivo. Las especies acostumbran vivir bajo la corteza, sobre árboles sanos o debilitados por otros factores. Por lo tanto al no conocer su comportamiento, es necesario monitorear la fluctuación poblacional del descortezador e insectos asociados, a través de trampas cebadas con feromonas.

## Materiales y Método

Pueblos Mancomunados, presenta una superficie forestal de 29, 430-86-08 hectáreas con un régimen de propiedad de la tierra de carácter comunal. Se localiza entre los meridianos 96° 20' 26" y 96° 32' 26" de Longitud Oeste y los paralelos 17° 04' 26" y 17° 15' 26" Latitud Norte. El clima predominante en la zona es el Templado subhúmedo C (w"2). La vegetación principal está representada por pinares de clima frío de *Pinus rudis* Endl (Estudio dasonómico, 1979).

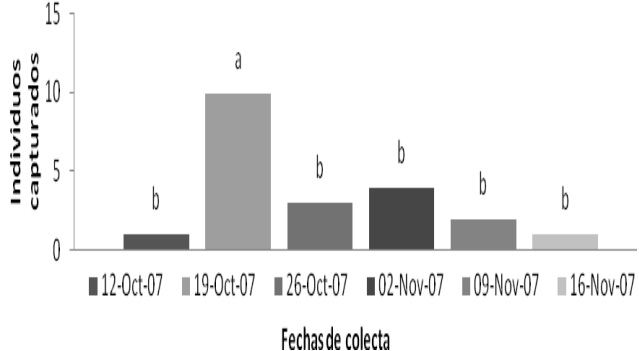
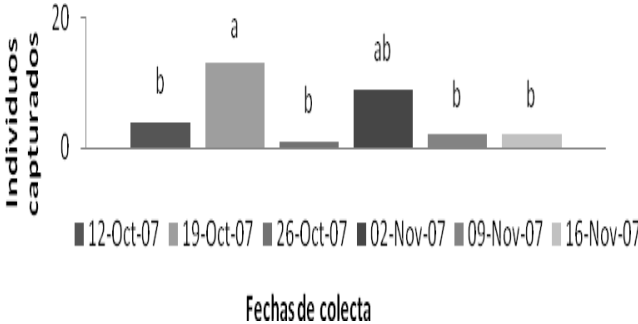
Se instaló un sistema de trapeo en brotes activos de *D. adjunctus*, en los parajes "Las Salinas y Encino Oscuro" de Pueblos Mancomunados, Ixtlán, Oaxaca, a una altura de 2700. En cada paraje se

instalaron 15 trampas multi-embudo Lindgren®, de 16 unidades que se colocaron en línea cada 15 m, uno tras otro, y a una altura de 1m sobre el nivel del suelo. Las trampas se cebaron, con Frontalina, Frontalina + aguarrás, Ipsenol, Aguarrás y un Testigo (insecticida, en presentación de collar antipulgas). El experimento se estableció de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial, con cinco tratamientos y tres repeticiones en cada paraje.

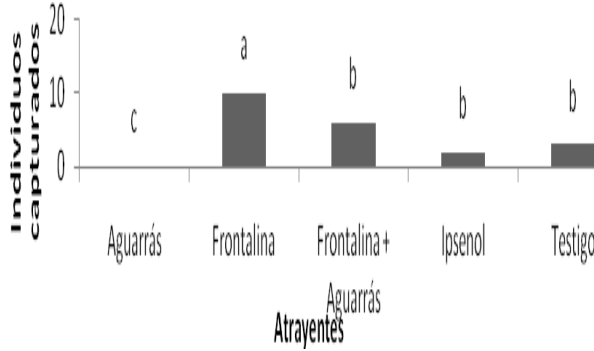
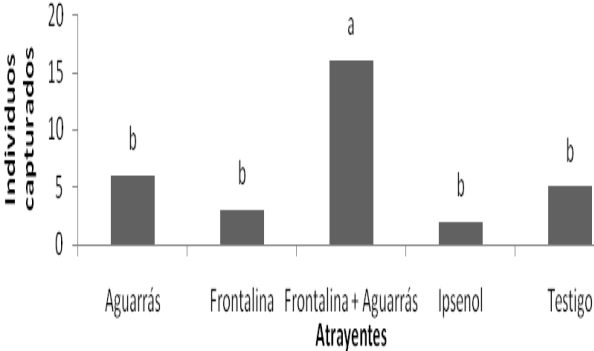
Los muestreos en las trampas se realizaron cada semana, durante un periodo de dos meses. Para la técnica de análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SAS (Sistema de Análisis estadístico) y la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), se llevó a cabo un análisis de varianza individual para cada paraje, de las fechas, de los atrayentes, de la interacción fecha x atrayente, del descortezador y de los insectos asociados a éste.

Monitoreo de *Dendroctonus adjunctus* en los parajes Las Salinas y Encino Oscuro Al culminar con el análisis de la información, se pudo notar que el descortezador vuela con mayor magnitud y frecuencia, en la segunda semana del mes de octubre, en los dos parajes, Las Salinas (Fig. 1) y Encino Oscuro (Fig. 2) disminuyendo notablemente a partir de la tercera semana. La comparación de medias mostró que los 13 individuos capturados, en la fecha de colecta 2 (19/10/07) para Las Salinas y los 10 insectos en Encino oscuro, mostraron diferencias estadísticamente significativas, en comparación con el resto de las colectas (12/10/07, 26/10/07, 02/11/07, 09/11/07 y 16/11/07). Este resultado es similar al publicado por Díaz (2005), que obtuvo una variación en la dispersión de individuos de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, en cada uno de los rodales donde estableció el monitoreo en el Estado de Aguascalientes.

**Resultados**

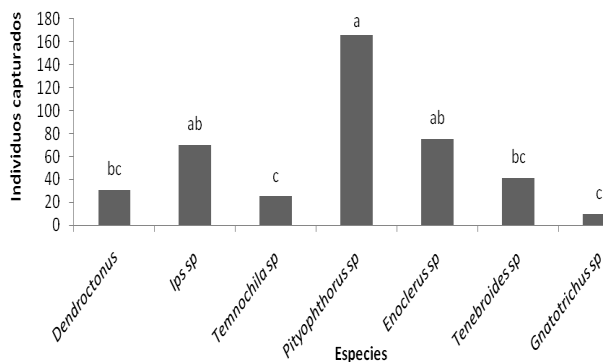


Figuras. 1 y 2 Monitoreo de descortezadores en el paraje las Salina y Encino Oscuro



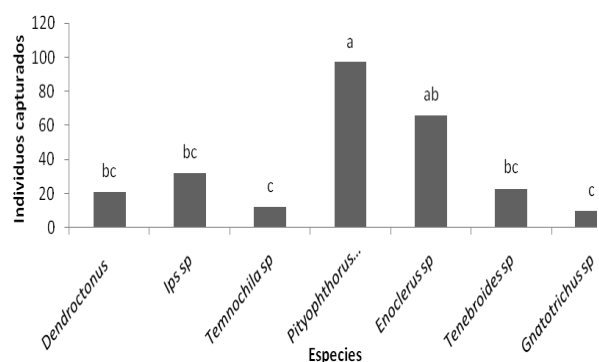
Figuras. 3 y 4. Eficacia de las trampas con feromonas en Las Salinas y en Encino Oscuro

En el caso de las feromonas, la que atrajo a más descortezadores fue la frontalina+ aguarrás, en Las Salinas (Fig. 3), mientras que en Encino Oscuro fue la frontalina (Figura 4). La comparación de medias (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ) dio como resultado diferencias significativas en la frontalina + aguarrás, con 16 individuos, y en la frontalina con 10, en comparación con el resto de los atrayentes aguarrás, ipsenol, y testigo. Por su parte Díaz (2005), basado en el número promedio de *D. mexicanus* capturados por tratamiento en cada rodal, durante 12 meses de monitoreo, mostró que la trampa en que se usó la frontalina y aguarrás, se capturaron un



número de *D. mexicanus* ( $p \leq 0.003$ ) cantidad significativamente mayor que los que usaron los atrayentes brevicomina y testigo.

De los 30 tratamientos utilizados, resultados de combinar (una fecha x un atrayente), la comparación de medias Tukey,  $\alpha = 0.05$  mostró diferencias significativas, en el tratamiento 8, (fecha 19/10/2007 y atrayente frontalina + aguarrás) para el paraje las Salinas, mientras que para el paraje Encino Oscuro fue el tratamiento 7 (fecha 19/10/2007 y atrayente frontalina), en comparación con el resto de los tratamientos.



Figuras. 5 y 6. Insectos asociados a las trampas de feromonas en el paraje las Salinas y Encino Oscuro

Al comparar la población del descortezador con los insectos asociados Tukey,  $\alpha = 0.05$ , notamos que la población de los insectos asociados es mayor que la del descortezador, esto nos indica que en la zona posiblemente existe un buen control biológico. Entre los insectos asociados encontramos en mayor número a *Pityophthorus spp*, *Ips spp* y en los depredadores a *Enoclerus*, *Tenebroides* y *Temnochila*.

La colecta donde se registró un mayor número de insectos, fue en la 2 (19/10/2007), tanto en el paraje Las Salinas como en Encino Oscuro. La comparación de medias mostró que las colectas realizadas en la fecha 19/10/07, mostraron diferencia significativas en comparación con el resto de las colectas (12/10/07, 26/10/07, 02/11/0, 09/11/07 y 16/11/07). En la eficacia de los atrayentes, la sustancia que más insectos asociados atrajo, fue el ipsenol, en los dos parajes. La prueba de (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ), mostró que el ipsenol presentó

significancia, en comparación con frontalina, frontalina + aguarrás, aguarrás y testigo. De forma similar Primo (1991), encontró que el Ipsenol, y la Frontalina actuaron como Kairomonas, puesto que no solamente atrajeron a individuos de *D. adjunctus*, sino también a enemigos naturales a éste, los cuales tienen un efecto perjudicial para dicho descortezador.

## Conclusiones

La población de *D. adjunctus* y de los insectos asociados vuela con mayor magnitud y frecuencia las dos primeras semanas del mes de octubre en los dos parajes Las Salinas y Encino Oscuro, disminuyendo su vuelo en el mes de noviembre.

El uso de las trampas cebadas con la feromona frontalina y frontalina + aguarrás, es recomendable para ser utilizada en los bosques de Pueblos Mancomunados, como un método para

conocer la formación de nuevos brotes o la dispersión de las poblaciones ya existentes.

Se registraron más insectos asociados, que *D. adjunctus*, por lo que posiblemente existe un buen control biológico de la zona del descortezador.

Se identificaron insectos asociados a *Dendroctonus adjunctus* de las familias Curculionidae:Scolytinae (*Ips bonaseae*, *Pityophthorus* sp. e *Hylurgops* sp.), y Platypodidae (*Platypus pini*), Trogositidae (*Temnochila virescens* y *Tenebroides* spp.), y Cleridae (*Enoclerus* sp.).

### Agradecimientos

A Pueblos Mancomunados, de la sierra de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, por las facilidades otorgadas para la elaboración de investigación de campo.

A la CONAFOR y CEDER por las facilidades prestadas, para la adquisición del material para realizar el proyecto, en especial a la Bióloga Olivia Maldonado Arango, por su ayuda en la realización de este trabajo.

### Literatura citada

Cibrian, T. D.; T. Mendez M.; R. Campos B.; H. O. Yates III; F. Lara J. 1995. Insectos Forestales de México/Forest Insects of México. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, México, D. F.P.453.

Chamberlin, W.J. 1939. The bark and timber beetles of North America. North Mexico, O. S. C. Cooperative Association. Corvalis, Oregon, 511 pp.

Díaz, N.V. 2005. Uso de semioquímicos para el manejo y monitoreo de escarabajos descortezadores (*Dendroctonus* spp)del pino, en la Sierra Fría, Aguascalientes. Tesis de Maestría. Centro de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Jesús María, Ags. 94 p.

Estudio Dasonómico. 1979. Zona Mancomunada del Estado de Oaxaca. Servicios Técnicos Forestales. Oaxaca, Méx. Pag. 35-40.

Perusquia, O. J. 1982. Insectos Asociados a los Descortezadores de los pinos *Dendroctonus* spp. Bol. Div. Inst. Nac. Invest. For., N0. 83 México.

Primo, Y.E.1991. Ecología química: nuevos métodos de lucha contra insectos. MundiPrensa. Madrid, España. 191 p.

# INSECTOS ASOCIADOS A *Dendroctonus adjunctus* BLANDFORD ATRAÍDOS POR FRONTALINA + ALFA-PINENO, EN LOS PESCADOS, VERACRUZ Y ZOQUIAPAN, EDO. DE MÉXICO

Alejandro Rodríguez-Ortega<sup>1</sup>, Armando Equihua-Martínez<sup>1</sup>, Juan Cibrián-Tovar<sup>1</sup>, Edith G. Estrada-Venegas<sup>1</sup>, José T. Méndez-Montiel<sup>2</sup> y Jaime Villa-Castillo<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. Correos electrónicos: arortega@colpos.mx, equihuaa@colpos.mx, estradae@colpos.mx

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencia Forestales. Km 35.5 Carr. Mexico-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230, México. jtulio@hotmail.com,

<sup>3</sup>Comision Nacional Forestal, Periférico Poniente 5360, Zapopan, Jalisco, México. jvilla@conafor.gob.mx

## Resumen

La investigación se estableció en un bosque conformado por *Pinus hartwegii* atacado por el descortezador *D. adjunctus* (Blandford), en el Ejido Forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz; de mayo 2004 al mes de abril del 2005 y en la Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México de junio del 2005 a mayo del 2006. En los experimentos se colocaron 20 trampas Lindgren de 15 unidades, de las cuales 19 trampas fueron cebadas con frontalina + alfapineno y una como testigo, a una distancia de 100 metros de separación. La recolecta de insectos se realizó dos veces por mes y la feromona se cambiaba cada 30 días adicionando un trozo de insecticida en el vaso colector (collar antipulgas). Los insectos que presentaron mayor abundancia en Los Pescados fueron los siguientes: *Gnathotrichus* spp. (1011), *D. mexicanus* (527), *Hylastes* spp. (485), *Ips mexicanus* (432), *Lasconotus* spp. (135) y *Elacatis* spp. (133). En la estación de Zoquiapan predominaron *Gnathotrichus* spp. (151), *Pseudips mexicanus* (103), *Hylurgops* spp. (17), *Pityophthorus* spp. (9), *Lasconotus* spp. (44), *Elacatis* spp. (29) y *Cossonus* spp. (6). Finalmente se identificaron otros insectos a nivel de familia como Cerambycidae, Staphylinidae, Curculionidae, Silphidae, Scarabaeidae, Bostrichidae, Tettigoniidae, Elateridae y Chrysomelidae.

**Palabras clave:** *Dendroctonus adjunctus*, Trampa Lindgren, insectos forestales, frontalina, feromona.

## Introducción

Las plagas forestales son insectos que ocasionan daños de tipo mecánico o fisiológico a los árboles, como deformaciones, disminución del crecimiento, debilitamiento o, incluso la muerte, con un impacto ecológico, económico y social muy importante. Son consideradas como las principales causas de disturbio en los bosques templados del país. Actualmente se tiene registro de alrededor de 250 especies de insectos y patógenos que afectan al arbolado en México. Dentro de los factores naturales que facilitan el ataque de plagas están los fenómenos meteorológicos como sequías, huracanes y nevadas, así como otras conflagraciones naturales, como los incendios. Sin embargo, las actividades humanas también facilitan el ataque (SEMARNAT, 2002).

Los escarabajos descortezadores son los más conocidos y estudiados por ser los que mayor impacto generan en un lapso corto de tiempo. Estos insectos barrenan la corteza de los árboles para llegar a la región del floema y en ese tejido se alimentan, se reproducen y se desarrolla su progenie. Para que el insecto sobreviva, debe matar al árbol o debilitarlo en forma tal que no presente resistencia a la colonización; el descortezador se debe en parte a que están asociados con microorganismos (principalmente hongos) que aceleran la muerte del tejido vegetal mediante la producción de sustancias tóxicas y/o mediante el taponamiento del sistema vascular del hospedero.

Asimismo, la mayoría de estos insectos vencen las defensas del árbol utilizando un ataque

coordinado, mediado por la producción de feromonas liberadas a medida que los insectos barrenan el árbol. Los insectos del género *Dendroctonus* e *Ips* a quienes se les conoce como insectos descortezadores, son uno de los principales factores de mortalidad durante el desarrollo y establecimiento de bosques y plantaciones forestales (Verduzco, 1976; Macías *et al.*, 2004 y Gillette *et al.*, 2001). Por ello el presente trabajo tuvo por objetivo determinar los insectos asociados a *D. adjunctus* capturados en trampas multiembudo cebadas con frontalina + alfa-pineno en un año de muestreo, en Los Pescados, Veracruz y en la Estación Experimental de Zoquiapan Estado de México.

## Materiales y Método

La investigación se estableció de mayo 2004 a abril de 2005 en el Ejido Forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y de junio del 2005 a mayo del 2006 en la Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México. En ambos sitios el bosque estuvo conformado por *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa*, predominando la primer especie, en donde se encontraron *P. hartwegii* atacados por el descortezador *D. adjunctus* (Blandford). En ambas zonas se colocaron 20 trampas Lindgren® de 15 unidades (PheroTech.), de las cuales 19 trampas contenían feromona frontalina + alfa-pineno (P152, *Dendroctonus frontalis* TrpB de ChemTica Internacional S. A.) y una trampa como testigo sin feromona, con una separación aproximada de 100 m entre ellas. Las trampas se colocaron en árboles no hospederos del insecto para evitar una infestación. El vaso colector de las trampas estuvo a

una altura de 1.60 m sobre el nivel del suelo. El color negro de la trampa intenta imitar la silueta oscura y vertical de un fuste (Lindgren, 1983).

Los insectos capturados se recolectaban dos veces por mes y la frontalina se cambiaba cada mes anexando al vaso colector un trozo de dos centímetros de banda plástica de collar antipulgas como insecticida (Tetraclorvinfos®). Los insectos se colocaron en frascos de cristal con alcohol al 70% y se etiquetaron con los datos de campo correspondientes a la colecta. La identificación se realizó en el Laboratorio de Entomología Forestal del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo.

## Resultados

Se determinó que en Los Pescados el género *Gnathotrichus* es el más sobresaliente con 1011 insectos, seguido por *D. mexicanus* e *Hylastes* con 527 y 485 especímenes respectivamente. Las especies menos capturadas fueron *I. bonanseai* y *Euplatypus* spp. (Cuadro 2). En Zoquiapan también predominó el género *Gnathotrichus* spp. con 151 insectos, seguido por *Pseudips mexicanus* con 103 especímenes. En este sitio no se capturaron *D. mexicanus*, *D. valens*, *I. integer* e *I. bonanseai*. Sin embargo, en ambos sitios de estudio, fueron capturados insectos depredadores como *Elacatis* spp. y *Lasconotus* spp., lo que significa que son atraídos por la feromona frontalina y capturados en las trampas multiembudo (Figs. 1 y 2). En los dos experimentos se capturaron las siguientes familias: Silphidae, Staphylinidae, Cerambycidae, Elateridae, Scarabaeidae y Rhysodiidae (Fig. 3).



Figura. 1. A) *Pseudips mexicanus*, B) *Gnathotrichus* sp.

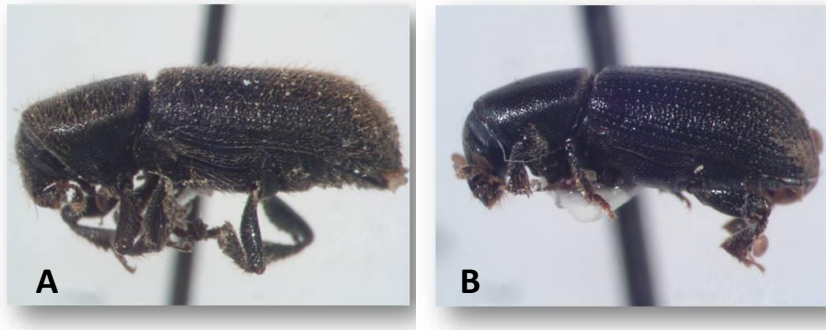


Figura. 1. A) *Hylurgops* sp., B) *Hylastes* sp.

Cuadro 1. Relación de insectos asociados al descortezador *D. adjunctus*, atrapados en las trampas cebadas con frontalina en Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México.

Insecto	Sitio 1	Sitio 2
	Los Pescados, Veracruz.	Zoquiapan, Edo., de México.
<i>Dendroctonus mexicanus</i>	527	0
<i>D. valens</i>	23	0
<i>Pseudips mexicanus</i>	432	103
<i>Ips. integer</i>	37	0
<i>I. bonanseai</i>	5	0
<i>Gnathotrichus</i> spp.	1011	151
<i>Hylastes</i> spp.	485	4
<i>Hylurgops</i> spp.	44	17
<i>Euplatypus</i> spp.	3	1
<i>Pityophthorus</i> spp.	41	9
<i>Elacatis</i> spp.	133	29
<i>Lasconotus</i> spp.	135	44
<i>Cossonus</i> spp.	24	6

## Conclusiones

Los insectos del género *Gnathotrichus* spp., fueron los que más se capturaron en ambos sitios de estudio, lo que confirma que son atraídos por la feromona frontalina.

El género *Euplatypus* spp., es el que menos responde a la atracción de la feromona.

De las seis familias determinadas, los Cerambicidos son los que mejor responden al poder de atracción de la frontalina.

Se tuvo una mayor captura de insectos asociados y atraídos por la feromona en Los

Pescados, Ver., comparada con la poca abundancia que presento Zoquiapan.

## Agradecimientos

El autor principal agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado para la realización de estudios de posgrado en el Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, a la CONAFOR, a los Ejidatarios forestales de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y a la Estación Experimental de Zoquiapan (UACH) por las facilidades prestadas en el desarrollo de esta investigación.

**Insectos determinados en Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México.**



Fig. 2. A) *Euplatypus* spp., B) *Cossonus* spp., C) *Elacatis* spp., D) *Lasconotus* spp.

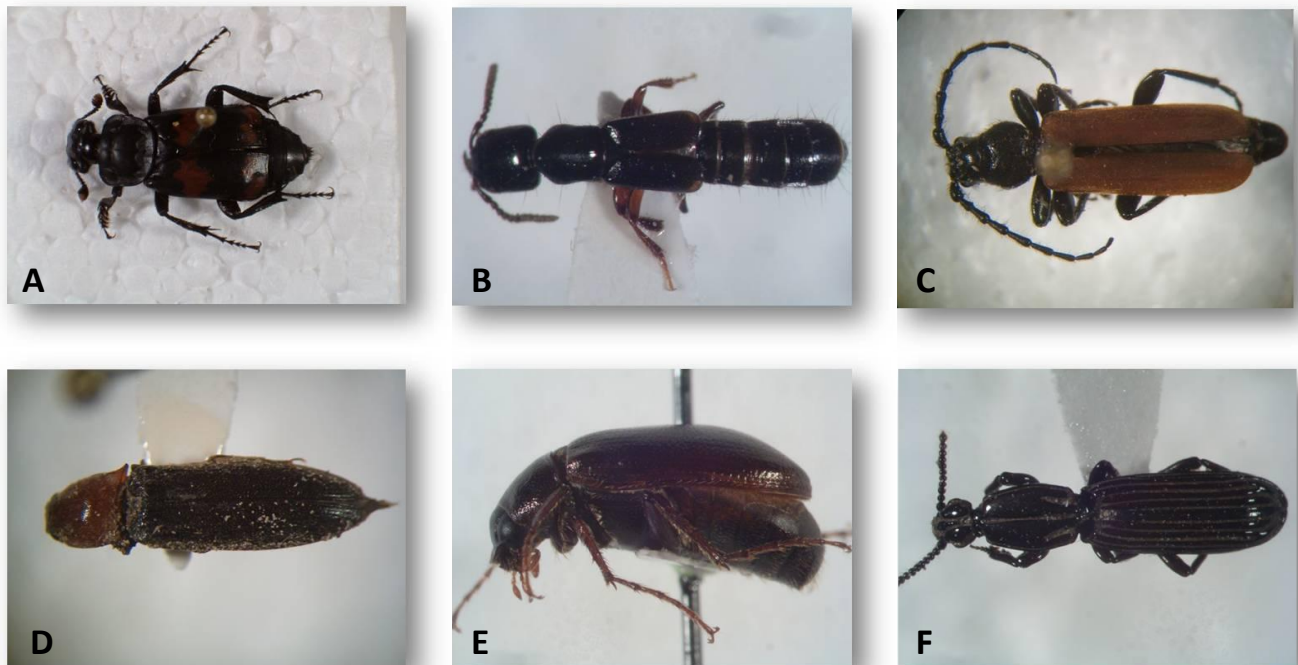


Fig. 3. Familias capturadas en las trampas cebadas con frontalina + alfapineno: A) Silphidae, B) Staphylinidae, C) Cerambycidae, D) Elateridae, E), Scarabaeidae, F) Rhysodiidae.



## Literatura Citada

- illette, N., D. R. Owen and J. H. Stein. 2001. Interruption of semiochemical mediated attraction of *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Scolytidae) and selected nontarget insects by verberone. *Environ. Entomol.* 30: 837-841.
- Macías Sámano, J. E., A. Niño Domínguez, J. A. Cruz López y R. Altúzar Mérida. 2004. Monitoreo de descortezadores y sus depredadores mediante el uso de semioquímicos: Manual operativo. Ecosur-Conafor-Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas-USDA Forest Service. Tapachula, Chiapas, Méx. 26 p.
- SEMARNAT. 2002. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelos. México.
- Lindgren, S. 1983. A multiple funnel trap for scolytid beetles. *Canadian Entomologist* 115: 299 – 302.
- Verduzco, G. J. 1976. Protección forestal. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. Patena, A. C. 369 p.
- 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.

REGULACIÓN  
FITOSANITARIA  
FORESTAL

# CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS QUE PERMITEN IDENTIFICAR A LAS MOSCAS SIERRAS DE LOS GÉNEROS *Zadiprion* y *Neodiprion* (HYMENOPTERA: DIPRIONIDAE).

**Amelia Ojeda-Aguilera**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos, Laboratorio de Análisis y Referencia en Sanidad Forestal. Av. Progreso No. 3, Col. Del Carmen Coyoacán, México D. F. 04110 amelia.ojeda@semarnat.gob.mx,

## Resumen.

Entre las características morfológicas que permiten diferenciar los géneros *Zadiprion* y *Neodiprion* se encuentran en las hembras: relación entre la longitud del cojinete pulvilar del basitarso posterior y el ancho apical del mismo, número de artejos antenales, forma de las espinas de las tibias posteriores y ovipositor (presencia o ausencia del primer anillo, número de dientecillos en el primer anillo) y en machos, número de artejos antenales unipectinados y genitalia, que por primera vez se presentan.

**Palabras Clave:** *Zadiprion*, *Neodiprion*, genitalia, morfología

## Introducción

No obstante que las moscas sierras se han presentado afectando los bosques de pino en el país desde la década de los 70's, y que existen diversos trabajos, tales como los de Álvarez y Escobedo (2007), Castro-Castañeda (1981), Cisneros-Paz (1971), Cibrián-Tovar *et al* (1995) y Olivo-Martínez (1988), que se centran en la biología, daños y control.

Hay poca información en relación con las características que permiten distinguir a los adultos y no es suficiente para diferenciar con certeza a los géneros *Zadiprion* y *Neodiprion*, razón por la que se revisó la publicación de Smith (1988), para conocer cuales son las características morfológicas empleadas en la taxonomía de estos géneros y contribuir a facilitar la determinación de los mismos.

## Materiales y Método

Los ejemplares de *Zadiprion* que se revisaron provienen de Michoacán y Jalisco (Cd. Guzmán) y de Chihuahua y Jalisco (Gómez Farías), los primeros fueron donados por el Dr. David Cibrián Tovar de La UACH, y los segundos son parte de la colección de la Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos, al igual que los ejemplares de *Neodiprion* procedentes de Chihuahua y Guerrero.

Para ilustrar las características morfológicas se hicieron disecciones de la genitalia de la hembra y del macho y se tomaron fotografías de éstas y de las diferentes estructuras (antenas, patas, vista dorsal y ventral) con una cámara digital Canon Powershot A640 montada en un esteromicroscopio Carl Zeiss modelo Stemi IV.

## Resultados

Además de los géneros *Neodiprion* y *Zadiprion* existe el género *Monoctenus* que ataca también a coníferas, la característica que permite separar a los primeros de este último es el ala (Fig. 1).

Las características que se emplean (Smith, *op cit*) para separar a *Neodiprion* y *Zadiprion* se indican en el Cuadro 1 y se ilustran en las Figuras 2, 3 y 4. Otra característica importante es la forma de la lanceta del ovipositor y la genitalia de los machos, esta última característica se presenta por primera vez.

En las Figuras 5 y 6 se presentan los ovipositores y la genitalia de los machos de los ejemplares de *Neodiprion* y *Zadiprion* estudiados.

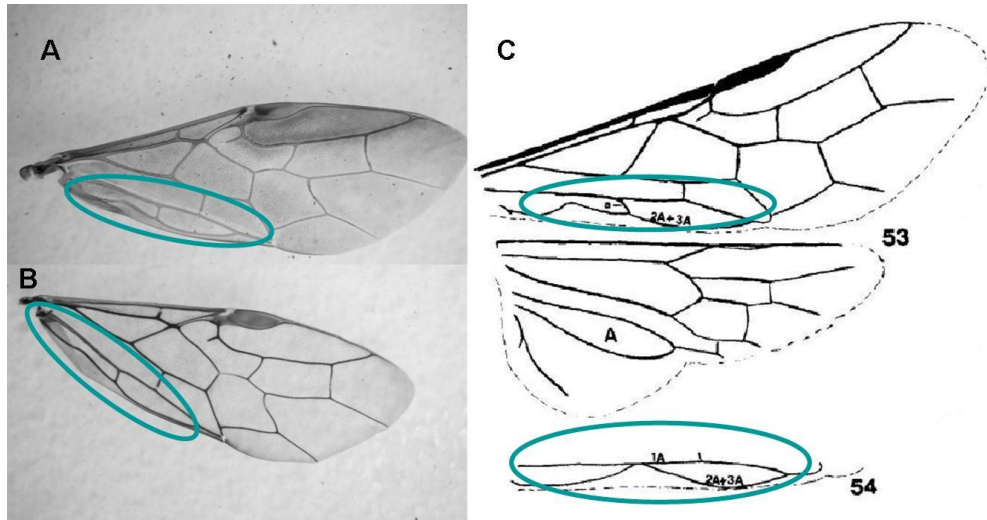


Figura. 1. A) Alas de *Zadiprion*, B y C53), *Neodiprion*, y C54) *Monoctenus*. Los dibujos (C 53 y 54) fueron tomados del trabajo de (Smith *op cit.*).

Cuadro 1. Características morfológicas que permiten separar a los adultos de *Neodiprion* y *Zadiprion*

CARACTERÍSTICAS DE LA HEMBRA	<i>Neodiprion</i>	<i>Zadiprion</i>
La longitud del cojinete pulvilar del basitarso posterior/ ancho apical del mismo*	Cojinete más corto que el ancho apical del basitarso	Cojinete más largo que el ancho apical del basitarso
Forma de las espinas de las tibias posteriores	Normales, la interna más larga que la mitad del ancho apical de la tibia.	Subclavadas, la interna más larga que la mitad del ancho apical de la tibia.
Número de artejos antenales	Subclavadas, la interna más larga que la mitad del ancho apical de la tibia.	21 a 25
CARACTERÍSTICAS DEL MACHO		
Número de artejos antenales unipechinados	Uno (último)	5 (ápicales)
Tórax	Casi sin puntuaciones, brillante; a veces algunas puntuaciones grandes en el mesoescutelo	Especialmente el mesonoto con puntuaciones densas, ópaco

\* Característica principal para separar a los dos géneros

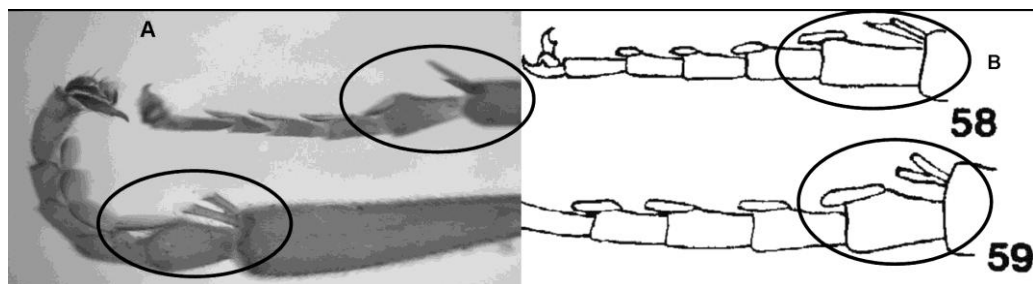


Figura. 2. Características de las patas posteriores de las hembras (cojinete pulvilar y forma de las espinas) de *Neodiprion* (imágenes superiores A y B 58) y de *Zadiprion* (imágenes inferiores (A y B59). Imagen B tomada de Smith (*op cit.*).

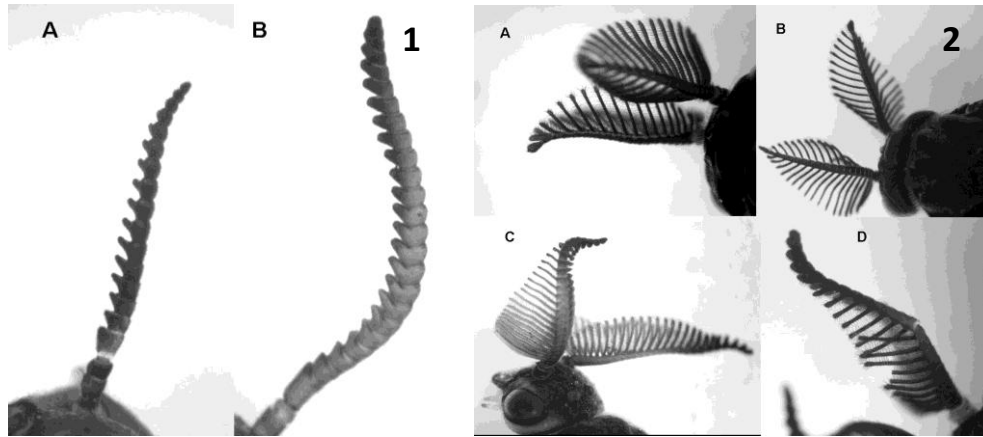


Figura. 3. 1) Antenas de las hembras de A) *Neodiprion* y B) *Zadiprion*. 2) Antenas de los machos de *Neodiprion*, A) de Guerrero y B) de Chihuahua, y *Zadiprion*, C) de Jalisco y D) de Chihuahua.

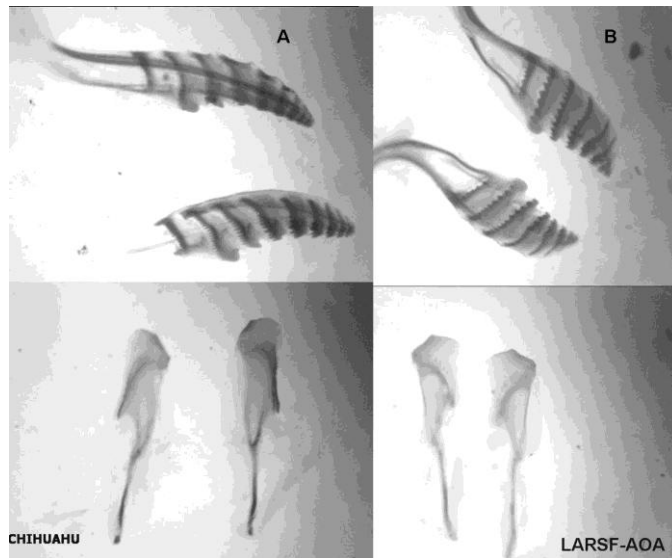


Figura. 5. Ovipositor y genitalia de los machos de *Neodiprion*, A) de Chihuahua y B) de Guerrero.

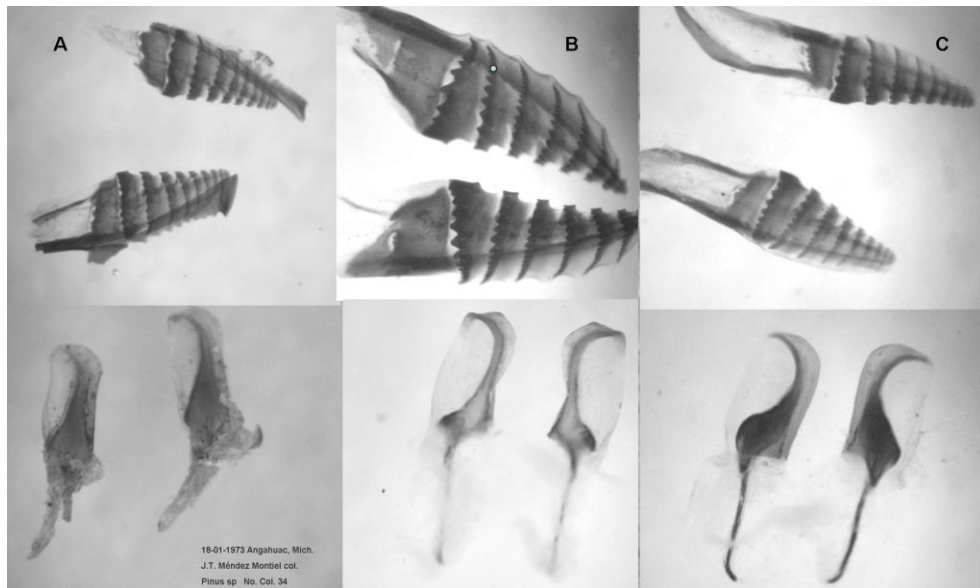


Figura. 6. Ovipositor y genitalia de los machos de *Zadiprion*, A) de Michoacán, B) de Chihuahua y C) de Jalisco.

## Discusión y Conclusiones

En nuestro país los diprionidos están poco estudiados en cuanto a las especies presentes, por lo que existen confusiones en relación a su ciclo de vida, como es el caso de la especie de *Zadiprion* presente en Chihuahua, que en la literatura la manejan como *Z. falsus* (Cibrián-Tovar *et al*, *op cit*, Olivo-Martínez *op cit*.) y debido a que su ciclo de vida en el estado de Chihuahua no coincide con el conocido para otras localidades, se menciona que se puede tratar de *Z. townsendii* (Cibrián-Tovar *et al*, *op cit*.), sin embargo, el Dr. Smith especialista del grupo en base a fotografías de los adultos y de la genitalia de hembras y machos, nos indicó que al parecer la especie es diferente a las que él ha revisado, por lo que se le mandaron ejemplares adultos para su revisión y definición de la especie.

Por lo anteriormente expuesto es necesario que se haga una revisión de las especies de diprionidos que existen en nuestro país, por lo que se recomienda que se colecten adultos y capullos en los sitios donde están causando daños, así como se revisen los ejemplares depositados en las colecciones.

Para facilitar la identificación y corroboración de las especies se deben revisar la genitalia tanto de la hembra como del macho.

Se espera que el presente trabajo sirva de apoyo en la determinación de diprionidos.

## Agradecimientos

Agradezco al Dr. Guillermo Sánchez Martínez por la bibliografía proporcionada, a la Biól. Ma. del Consuelo Pineda Torres por sus sugerencias y comentarios, al Dr. David Cibrián Tovar por los ejemplares de *Zadiprion* proporcionados y al Ing. Oscar Trejo Rodríguez por presentar el trabajo en el Simposio.

## Literatura Citada

- Álvarez-Zagoya, R. y V. D. M. Díaz-Escobedo. 2007. Enemigos naturales de la mosca sierra *Zadiprion falsus* Smith (Hymenoptera:Diprionidae) en Durango. En: Memoria XIV Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Aguascalientes, Ags. 7-9 Nov. 2007. INIFAP. (137-143 pp)
- Castro-Castañeda, J. 1981. Contribución al Estudio de la biología del defoliador del pino *Neodiprion fulviceps* (Cresson) complex (Hymenoptera:Diprionidae) en el Estado de Chihuahua. Ciencia Forestal 6 (30): 43-51 pp.
- Cisneros-Paz, S. 1971. Observaciones biológicas sobre *Zadiprion vallicola* Rohwer, defoliador del pino en la Meseta tarasca, Estado de Michoacán. Tesis. Universidad Autónoma de México. Facultad de Ciencias.66p
- Cibrián-Tovar, D., J. T. Méndez Montiel, R. Campos-Bolaños, H.O Yates III y J. E. Flores-Lara, 1995. Insectos Forestales de México/Forests Insects of Mexico. Universidad Autónoma Chapingo. 453 p (178-179; 174-177 pp)
- Olivo-Martínez, J.A. 1988. Observaciones sobre el ciclo de vida y hábitos de la mosca sierra del pino *Zadiprion vallicola* Rohwer (Hymenoptera:Diprionidae) en el Estado de Chihuahua, 1986. En: Memoria IV Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal y IV Reunión sobre Plagas y Enfermedades Forestales. Durango, Dgo. 28-30 Oct. 1987. SARH (442-448 pp)
- Smith, D.R.1988. A synopsis of the sawflies (Hymenoptera:Symphyta) of America South of the United States: introduction, Xyelidae, Pamphiliidae, Cimbicidae, Diprionidae, Xiphidriidae, Siricidae, Orussidae, Cephidae.*Systematic Entomology* 13:205-261

# MOSCA SIERRA MENOR *Neodiprion autumnalis* (HYMENOPTERA: DIPRIONIDAE) EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

Amelia Ojeda-Aguilera<sup>1</sup>, Sergio Robles-Uribe<sup>2</sup> y Arnulfo Ruiz-González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos. Av. Progreso No. 3, Col. Del Carmen Coyoacán, México D. F. 04110 <sup>2</sup> SEMARNAT; Delegación Federal-Chihuahua, Unidad de Aprovechamiento y Restauración de recursos naturales. amelia.ojeda@semarnat.gob.mx, silvestre@chihuahua.semarnat.gob.mx, arnulfo.ruiz@semarnat.gob.mx

## Resumen

En el presente trabajo se dan a conocer los resultados obtenidos del cuidado de capullos de la mosca sierra menor (*Neodiprion autumnalis*) colectados en Chihuahua y mantenidos en el laboratorio, que incluyen período de emergencia de la mosca sierra y de sus parasitoides, medición de las cápsulas cefálicas de las larvas conservadas en alcohol al 70%, así como características morfológicas que permiten la identificación de este insecto y también se describe la metodología que se empleó en el campo para la cuantificación de las pupas.

**Palabras Clave:** Mosca sierra, *Neodiprion*, Chihuahua

## Introducción

Durante la década de los años 80's, se reportó la presencia de insectos defoliadores del pino *Neodiprion autumnalis* Smith, afectando miles de hectáreas en el noreste del estado de Chihuahua, específicamente en el municipio de Bocoyna.

En el 2008 se detectaron en el estado de Chihuahua once predios afectados por la mosca sierra menor (*N. autumnalis*) teniendo cinco hospederos *Pinus arizonica*, *P. engelmannii*, *P. teocote*, *P. leiophylla* y *P. ayacahuite*. La superficie total afectada fue de 2,953-70 has, por lo que la Delegación Federal de la SEMARNAT en la entidad emitió las Notificaciones de Saneamiento Forestal correspondientes.

En el mes de junio la Gerencia Regional VI "Río Bravo", en conjunto con la Unidad de Manejo Forestal "San Juanito, A. C." inician la implementación del tratamiento fitosanitario, el cual consistió en la aplicación aérea del insecticida

biológico Bt (*Bacillus thuringiensis*) y Rhudo. Durante el tratamiento se detectó a *N. autumnalis* en su 5° estadio larval, listo para descender de las copas de los árboles hacia el suelo donde completará su ciclo biológico. Durante el mes de agosto personal técnico de la Delegación, realizó un recorrido de campo, para evaluar la condición fitosanitaria de las zonas forestales a través de la cuantificación de pupas, las cuales se enviaron al Laboratorio de Análisis y Referencia en Sanidad Forestal de la Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos, para su seguimiento. También se enviaron larvas de *Neodiprion* en alcohol para la determinación del estadio larval.

## Materiales y Método

Los capullos fueron colectados durante el período del 12 al 15 de agosto del 2008 en los terrenos ubicados dentro de las Unidades de manejo forestal "Silvicultores Unidos de Occidente de Chihuahua, A. C.", por los Ings. Arnulfo Ruiz González, Sergio Robles Uribe y Saúl Silva Rodríguez, y se enviaron al Laboratorio de Análisis y Referencia en Sanidad Forestal de la Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos, para su seguimiento, asimismo se durante la práctica del Curso-Taller "Plagas Forestales en el estado de Chihuahua", efectuado el 15 y 16 de octubre de 2008 por los participantes del mismo; también se enviaron al laboratorio larvas de *Neodiprion* en alcohol para la determinación del estadio larval.

En el laboratorio se revisaron las muestras, escogiéndose los capullos sanos, que se colocaron en forma separada en recipientes de plástico etiquetados con los datos de colecta, se les colocó una capa de tierra y se taparon con tela de organdí.

Los recipientes se revisaban diariamente, y los insectos que emergían (moscas sierras, avispidas y moscas) se colocaban en frascos con alcohol etílico al 70%, debidamente etiquetados. Los datos de emergencia se anotaban en la hoja de registro. Debido a que la tierra se endurecía mucho, se retiró, colocando los capullos sobre una capa de papel toalla.

La medición de las cápsulas cefálicas se hizo de forma indirecta, es decir a cada una de las cápsulas cefálicas se les tomo una fotografía con una cámara digital Cannon Power-shot montada en un estereomicroscopio Carl Zeiss modelo Stemi SV II, y con la ayuda del programa Axion se tomaron las medidas. Para ilustrar las características morfológicas de *Neodiprion* se hicieron disecciones de la genitalia de la hembra y del macho y se tomaron fotografías de éstas y de las diferentes estructuras (antenas, patas, vista dorsal y ventral) con el equipo anteriormente indicado.

La metodología que se empleó en el campo para cuantificar las pupas de la mosca sierra fue la siguiente: alrededor de la zona de goteo de los árboles afectados se realizaron sitios de muestreo con una superficie de un metro cuadrado (1m<sup>2</sup>), distribuidos al azar. Las pupas se localizaron entre la hojarasca y el suelo, hasta una profundidad aproximada de ocho centímetros. Durante la colecta se determinó número de pupas, proporción de sexos (hembra macho) y daño de las mismas (parasitadas y sanas).

Los sitios de muestreo fueron georeferenciados, utilizando para ello un geoposicionador personal GPS marca Garmin modelo e trex legend Cx, datum WGS 84.

**Resultados**

La emergencia de los adultos de *Neodiprion* en el laboratorio se inicio el 17 de octubre y concluyó el 17 de noviembre de 2008, aunque hubo dos emergencias más, la de un macho el siete de diciembre y la de una hembra el siete de abril del 2009; la de los parasitoides se inició el 29 de septiembre de 2008 y terminó el 29 de septiembre de 2009.

Los parasitoides (Fig. 1) que emergieron corresponden a dos avispidas (Hymenoptera: Ichneumonidae) y tres moscas (dos Diptera: Tachinidae y otra sin determinar). La emergencia de la primera avispidita fue el 29 de septiembre del 2008 y la última e 25 de mayo de 2009, mientras que la primera mosca emergió el 25 de agosto de 2008 y la última el 29 de septiembre de 2009.

En el cuadro 1 se muestran los resultados de la emergencia de *Neodiprion* y de sus parasitoides por sitio de colecta y en la figura 2 se observa el porcentaje de las emergencias, mientras que en la figura 3 se ilustran los resultados de la medición de las cápsulas cefálicas de las larvas. Por último en la figura 4 se observan las características morfológicas que permiten identificar a *N. autumnalis*

Cuadro 1. Emergencia de *Neodiprion* y de sus parasitoides por sitio de colecta

Sitio de colecta	Total de Capullos	Neodiprion		Avispas	Moscas
		Machos	Hembras		
Ejido El Retiro y Gumeachi	384	13	17	56	42
Ej. Ahuichique	231	16	21	25	15
Ej. San Pablo de la Sierra	26	3	0	1	4
Ej. San Ignacio de Arareco	122	9	14	14	14
Ej. San Ignacio de Arareco*	83	7	4	1	2
P. Huetosacachi *	20	0	1	4	1
<b>Total</b>	<b>866</b>	<b>48</b>	<b>57</b>	<b>101</b>	<b>78</b>

\* Se colectaron en octubre de 2008



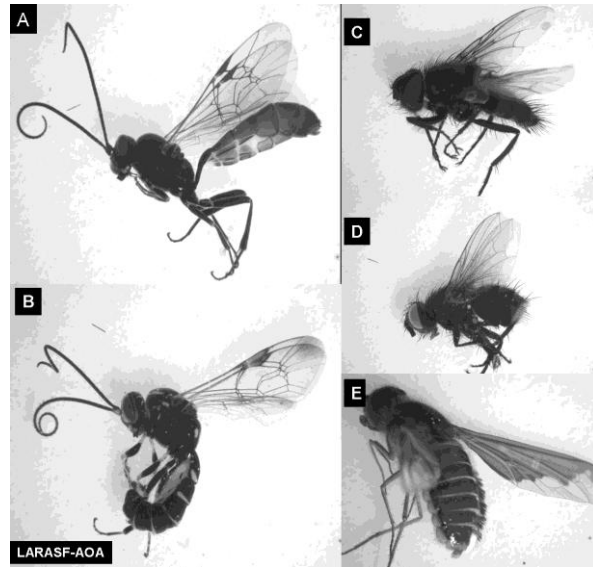


Figura. 1. Parasitoides de *Neodiprion* que emergieron en el laboratorio. A) y B). Hymenoptera: Ichneumonidae, C) Diptera:Tachinidae, D) Diptera:Sarcophagidae y E) Sin determinar.

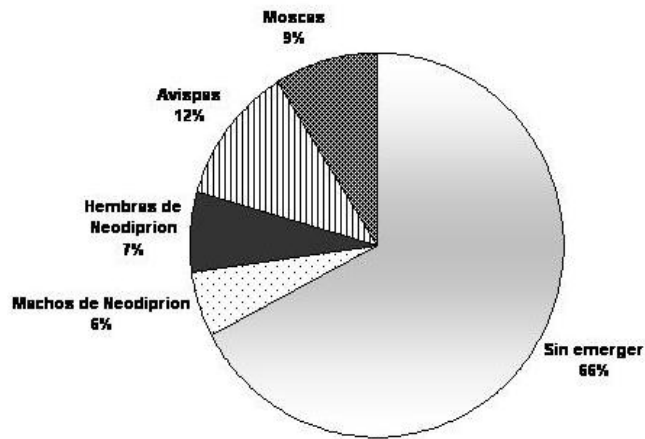


Figura. 2. Porcentaje de emergencia de *Neodiprion*, de sus parasitoides y de capullos sin emergencia

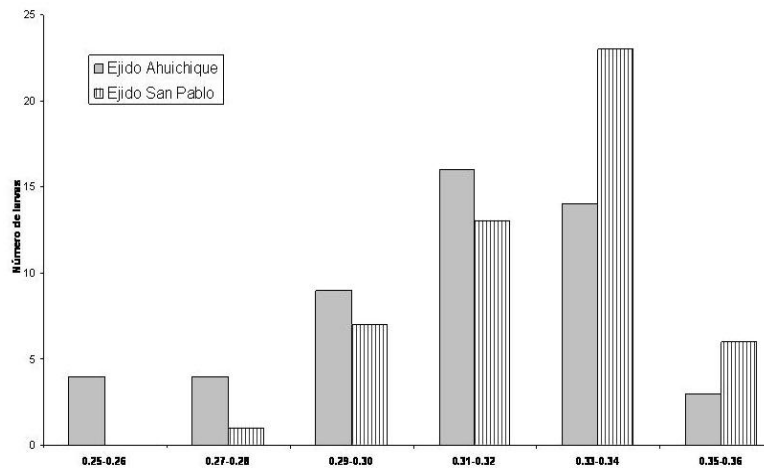


Figura. 3. Resultados de la medición de las cápsulas cefálicas de *Neodiprion*

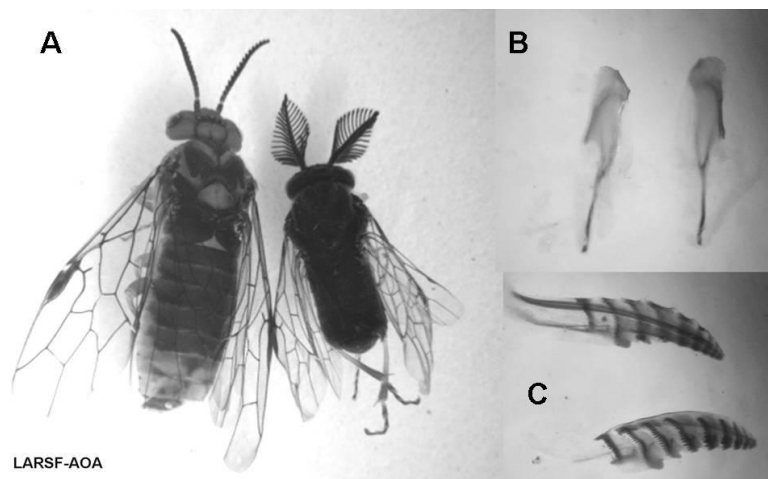


Figura. 4. Características morfológicas de *N. autumnalis*. A) Vista dorsal de los adultos. B) varillas seminal del macho y C). Ovipositor.

## Discusión y Conclusiones

1.-Debido a que se necesitaba estimar el número de pupas en el campo, se ideó una metodología, la cual demostró ser útil en el campo.

2. Es indispensable que se estudie el ciclo de vida de *Neodiprion autumnalis*, para conocer con precisión cuando se presentan los diferentes estados de desarrollo, así como determinar que factores bióticos (parasitoides, hongos entomopatógenos) afectan a las poblaciones, con la finalidad de que el control se haga en la mejor época, es decir ,cuando se presenten los primeros estadios larvales, por lo que se necesita coleccionar el mayor número de larvas para medir sus cápsulas cefálicas y de esta manera definir el momento en que se presenta cada uno de los diferentes estadios larvales.

3.- Para la muestra de capullos coleccionada en el 2008, que se mantuvo en el laboratorio se observó una mayor emergencia de parasitoides, lo que debe verificarse si sucede en el campo; es necesario determinar las especies de los parasitoides y ver cual es su papel en la regulación de las poblaciones en el campo.

4.- Se requiere determinar la afectación que se presenta en los hospederos (incrementos en diámetros y altura),

5.-Conocer los factores que originen la explosión demográfica de las poblaciones de *Neodiprion autumnalis*.

6.-Establecer estudios de investigación para evaluar la efectividad biológica de productos para el control de *N. autumnalis*, así como evaluar otras estrategias diferentes a la aplicación aérea de Bt, para el combate y control.

7.-Concientizar a la población rural sobre la presencia epidémica de *N. autumnalis*, con la finalidad de que coadyuven con la Autoridad en el monitoreo del comportamiento de las poblaciones.

8.-Fortalecer la coordinación entre las instituciones y población rural del estado de Chihuahua para el seguimiento a las actividades del saneamiento, monitoreo y evaluación de las poblaciones de *N. autumnalis*.

9.-Se asignen en tiempo y forma los recursos económicos para el combate y control de las poblaciones de *N. autumnalis*.

10.-Se agilice la presentación de los informes técnicos, con la finalidad de combatir a *N. autumnalis* en su estadio más vulnerable.

## Agradecimientos

Le expresamos nuestro agradecimiento a la Biól. María del Consuelo Pineda Torres por sus sugerencias y comentarios y al Ing. Oscar Trejo Rodríguez por presentar el trabajo en el Simposio.

# EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS PARA EL CONTROL DE *Dendroctonus mexicanus* HOPKINS EN EL PREDIO “LAS CRUCES”, CHAPINGO, MÉXICO.

Daniel de Guadalupe Ruiz-Farfán<sup>1</sup>, Moisés Orlando Rivera-Rodríguez<sup>2</sup>, David Cibrián-Tovar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Entomología, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, drfarfan@hotmail.com <sup>2</sup>Laboratorio de Entomología, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, orlandomoi@yahoo.com.mx <sup>3</sup>Laboratorio de Entomología, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, dcibrian48@gmail.com

## Resumen

Se presenta una evaluación de tratamientos para el control del descortezador de pinos *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en la plantación “Las Cruces” propiedad de la Universidad Autónoma Chapingo en Texcoco, México. Se probaron formulaciones disueltas en agua de dos productos químicos y dos con base en hongos entomopatógenos como sigue: Deltametrina, en dosis de 5 y 10 ml i.a./L con aceite mineral a 1 ml/L; Bifentrina, en dosis de 1 y 2 ml i.a./L con aceite mineral a 1 ml/L; *Beauveria bassiana* (Bals.- Criv.) Vuill a 1.5 g/L; *Metarrhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin a 1.5 g/L; y una combinación de los dos últimos, 0.75 g/L cada uno.

En el diseño se incorporó un tratamiento testigo. Los tratamientos se aplicaron sobre trozas de árboles de *Pinus radiata* infestados con pupas maduras y pre adultos del descortezador; la aplicación se hizo manual, con una mochila aspersora sobre las trozas, tres trozas y un litro de solución de productos por tratamiento. Cada troza se mantuvo en una cuba de cría bajo condiciones de insectario a temperatura ambiente. Los tratamientos químicos tuvieron una efectividad del 100% y tuvieron diferencias significativas con el resto de tratamientos. Las pruebas de cultivo en laboratorio mostraron que los hongos entomopatógenos no infectaron a los insectos; un análisis de varianza y comparación de rangos de medias, entre estos y el testigo, no mostró diferencias significativas.

**Palabras clave:** Deltametrina, bifentrina, *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*.

## Introducción.

En el predio “Las Cruces”, propiedad de la Universidad Autónoma Chapingo, en el año 2005 se presentó un ataque por *Dendroctonus mexicanus*, en arboles que se encontraban débiles como consecuencia de un incendio que tuvo lugar en dicho predio en el año 2004. El insecto se encontró en manchones de *Pinus montezumae* y *P. radiata* (Cruz, 2007). En México, la Norma Oficial NOM-019-SEMARNAT-2006 (SEMARNAT, 2006) establece los métodos de control para estos insectos, los cuales son principalmente: cortas de saneamiento y aplicación de un insecticida aprobado para su uso en el bosque. Aunque algunos insecticidas son efectivos, su uso está cada vez más regulado requiriéndose soluciones alternativas (Strom *et al.*, 2001; Strom *et al.*, 2004).

## Materiales y Método

**Localización.** Los árboles requeridos estuvieron ubicados en las coordenadas 19°27'29.23" de latitud Norte, 98°48'32.28" de longitud Oeste y una altitud de 2603 msnm, dentro de los límites del predio llamado “Las Cruces”, propiedad de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). El lugar donde se instaló el experimento está ubicado dentro de las instalaciones de la División de Ciencias Forestales (DiCiFo) en la UACH.

**Adaptación de materiales y montaje de experimento.** Se utilizaron 24 cubas o botes de acero galvanizado, 24 frascos de plástico de una capacidad de medio litro, 100 frascos pequeños con capacidad de un decilitro, tubos de silicón, etiquetas, 4 jeringas y aproximadamente 250 capsulas. Se adquirieron también deltametrina, bifentrina y aceite emulsionable, como productos

químicos; y dos productos a base de hongos los entomopatógenos: *Metarrhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*. Una vez comprados los materiales se instalaron, modificando algunos según los requerimientos del experimento. Los dos árboles seleccionados (*Pinus radiata*) se cortaron en trozas con una longitud de 30 cm cada una y se trasladaron al insectario de la División de Ciencias Forestales.

#### Formulación y aplicación de tratamientos.

La aplicación de cada uno de los tratamientos (Cuadro 1) se realizó por medio de una bomba de

aspersión en la que se colocó 1 litro de solución por tratamiento, esto es, un litro por 3 trozas.

Registro de datos y colectas. Se hizo en aproximadamente un mes y medio. La secuencia en la toma de datos fue diferente para los dos tipos de tratamientos; cada tres días para los químicos y diariamente para los hongos entomopatógenos. Los insectos que se colectaron, fueron colocados en capsulas de gelatina (un insecto por capsula). Los individuos fueron muertos por frio.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados para control de adultos de *Dendroctonus mexicanus*.

Tratamientos químicos	
1	Deltametrina 5 ml i. a. /L + Aceite mineral 1 ml/L
2	Deltametrina 10 ml i. a. /L + Aceite mineral 1 ml/L
3	Bifentrina 1 ml i. a. /L + Aceite mineral 1 ml/L
4	Bifentrina 2 ml i. a. /L + Aceite mineral 1 ml/L
Tratamientos por hongos entomopatógenos (biológicos)	
5	<i>Beauveria bassiana</i> 1.5 g/L
6	<i>Metarrhizium anisopliae</i> 1.5 g/L
7	<i>Beauveria bassiana</i> 0.75 g/L + <i>Metarrhizium anisopliae</i> 0.75 g/L
8	Testigo

**Análisis en laboratorio.** Se prepararon dos medios de cultivos para el desarrollo e identificación de los hongos entomopatógenos, uno para cada tipo, en cajas de petri. Se colocó un insecto por caja (10 insectos por cada tratamiento). El análisis e identificación se realizó dos veces.

**Análisis estadístico.** Con los datos obtenidos se realizó un análisis no paramétrico y una prueba de comparación de medias mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico de SAS.

**Método de evaluación.** Para tratamientos químicos se determinó que la efectividad está en función del número de insectos que lograron emerger de la troza, a mayor número, menor efectividad; para los hongos entomopatógenos se buscó identificar los insectos infectados: a mayor número, mayor efectividad del tratamiento.

## Resultados y Discusión

**Número de emergencias.** El registro de datos se llevó a cabo en un periodo ligeramente

mayor a un mes, tiempo en el cual emergieron la totalidad de insectos adultos. Los resultados que arrojaron las colectas se muestran en el Cuadro 2.

Los cuatro tratamientos químicos muestran una efectividad del 100%, al no presentar una sola emergencia. Para determinar la eficacia de los tres tratamientos de hongos entomopatógenos fue necesario hacer pruebas de cultivo en laboratorio.

**Resultados de laboratorio.** Se analizaron los individuos colectados para los tratamientos 5, 6, y 7, que corresponden a la aplicación de hongos entomopatógenos. La prueba se realizó dos veces; la primera con insectos bajo ningún tratamiento de desinfección, tal y como se colectaron, en la segunda se procuró una desinfección mediante inmersión en hipoclorito de sodio. En ambas ocasiones se hicieron preparaciones a partir de los cultivos y se analizaron al microscopio, resultando negativas para los tres tratamientos.

**Análisis estadístico.** El número de individuos colectados en los tratamientos con hongos entomopatógenos fue menor que el de las trozas

testigo, lo que levantó sospechas sobre un ligero efecto de los hongos sobre los insectos. Para comprobarlo se ensayó un índice derivado de la relación “media del número de emergencias / media del número de ataques” y un análisis estadístico donde se postuló la hipótesis siguiente:  $H_0$ : todos los

tratamientos son iguales; contra  $H_a$ : al menos un tratamiento es diferente, con una confiabilidad del 90% implicando un  $\alpha = 0.1$ ; concluyendo de acuerdo a los datos obtenidos que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo ( $H_0$ ).

Cuadro 2. Resumen y comparación del número de insectos adultos emergentes por tratamiento.

TRATAMIENTOS QUÍMICOS	Repetición	Insectos Colectados	TRATAMIENTOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS	Repetición	Insectos Colectados	
					C/troza	Media
1 Deltametrina 5 ml	r1	0	5 <i>B. bassiana</i> 1.5 g	r1	4	18.3
	r2	0		r2	4	
	r3	0		r3	47	
2 Deltametrina 10 ml	r1	0	6 <i>M. anisopliae</i> 1.5 g	r1	27	17
	r2	0		r2	6	
	r3	0		r3	18	
3 Bifentrina 1 ml	r1	0	7 <i>B. bassiana</i> + <i>M. anisopliae</i> 0.75 g c/u	r1	1	17.6
	r2	0		r2	41	
	r3	0		r3	11	
4 Bifentrina 2 ml	r1	0	TESTIGO	r1	26	21.3
	r2	0		r2	19	
	r3	0		r3	19	

## Discusión

Para determinar el grado de efectividad entre productos (químicos) y dosis aplicadas no se tuvo problema alguno, puesto que en todos los casos no se colectó algún insecto en los frascos, y se comprobó que no lograron emerger de las trozas.

En el caso de los tratamientos con hongos entomopatógenos, como lo muestran los resultados, en ningún caso se encontró infección por *B. bassiana* o *M. anisopliae*, y las diferencias que se detectaron entre el número de emergencias en relación con el testigo no fueron significativas.

Puede ser que la dosis aplicada de producto fuera menor a la necesaria para que el insecto se infectara.

También es posible que entre la gran cantidad de organismos, en este caso hongos, con los que el árbol, y por lo tanto las trozas, está en contacto en el medio natural fuera antagónico de

las especies utilizadas en este tipo de tratamientos, afectando su desarrollo.

## Conclusiones y Recomendaciones

Como conclusión general, al realizar esta evaluación, tenemos que los tratamientos de tipo químico son los indicados para el combate de este insecto plaga, debido a su alta efectividad, particularmente en este caso, del 100%.

Para la utilización de tratamientos biológicos en evaluaciones y en el combate de este descortezador se recomienda evaluar el manejo de dosis más elevadas.

Ya que la efectividad mostrada por los tratamientos de tipo químico fue similar comparándolos entre sí, se recomienda la aplicación de productos por separado y en las dosis mínimas probadas, esto para disminuir costos que implicaría una combinación de productos. Los estudios sobre

los efectos de los insecticidas aquí utilizados pueden servir como referencia para tratamientos preventivos, por lo que se recomienda hacerlo antes de la temporada de dispersión; o si ya se tienen infestaciones, con el fin de proteger a los árboles sanos cuyo valor económico justifique la implementación de este tratamiento.

### Literatura Citada

- Cruz F. S., 2007. Estimación de la fluctuación de poblaciones de adultos de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins (Coleoptera: Scolytidae) mediante trampeo con feromonas de agregación. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 65 p.
- Semarnat. Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2006, Que establece los lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de insectos descortezadores. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de Julio de 2008.
- Statistical Analysis System. 2002. The SAS System for Windows Nine Version. Institute Inc. Cary N. C., USA.
- Strom, B. L., R. A. Goyer, & P. J. Shea. 2001. Visual and olfactory disruption of orientation by the western pine beetle to attractant-baited traps. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 100: 63-67.
- Strom, B. L., S. R. Clarke, & P. J. Shea. 2004. Efficacy of 4- Allylanisole-based products for protecting individual loblolly pines from *Dendroctonus frontalis* Zimmerman (Coleoptera: Scolytidae). *Can. J. Forest Res.* 34: 659-665.

# ***Specularius impressithorax* (PIC) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) UN GORGOJO EXÓTICO QUE AMENAZA LAS ESPECIES DEL GÉNERO *Erythrina* (LEGUMINOSAE) EN MÉXICO.**

**Jesús Romero Nápoles**

Colegio de Postgraduados. Programa de Entomología y Acarología. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C. P. 56230. Correo electrónico: jnapoles@colpos.mx

## **Resumen**

Se reporta en México la presencia del brúquido exótico, *Specularius impressithorax* (Pic), al cual se le encontró alimentándose de un nuevo huésped, *Erythrina coralloides* DC. Además se proporciona información sobre el grado de daño que provoca este insecto a las semillas de esta leguminosa y su potencial como plaga para las especies de *Erythrina* en México.

**Palabras clave:** *Specularius*, *Erythrina*, gorgojo, Bruchidae.

## **Introducción**

*Specularius* es un género de brúquidos del Viejo Mundo, de acuerdo con Kingsolver y Decelle (1979) incluye ocho especies y una de ellas con dos subespecies; sin embargo, este género requiere ser revisado en el futuro. La especie más importante en el género es *Specularius impressithorax* (Pic), debido a su amplia distribución y a su polifagia, ya que se alimenta de varias especies de *Erythrina*. Las otras especies de *Specularius* se alimentan de otras leguminosas (Cuadro 1).

Cuadro1. Relación de especies de brúquidos con sus huéspedes (Romero & Johnson, 2002).

ESPECIE DE BRUCHIDAE	HUÉSPED
<b><i>Specularius erythraeus</i> (Pic)</b>	<i>Rhynchosia buettneri</i> Harms
	<i>Rhynchosia densiflora</i> (Roth) DC.
	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.
<b><i>Specularius fageli</i> Decelle</b>	No se conocen sus huéspedes
<b><i>Specularius ghesquierei</i> Decelle</b>	<i>Erythrina</i> sp.
<b><i>Specularius impressithorax</i> (Pic)</b>	<i>Erythrina abyssinica</i> Lam. ex DC.
	<i>Erythrina abyssinica</i> subsp. <i>abyssinica</i> Lam. ex DC.
	* <i>Erythrina coralloides</i> DC.
	<i>Erythrina crista-galli</i> L.
	<i>Erythrina fusca</i> Lour.
	<i>Erythrina humeana</i> Spreng.
	<i>Erythrina latissima</i> E. Mey.
	<i>Erythrina lysistemon</i> Hutch.
	<i>Erythrina mildbraedii</i> Harms
	<i>Erythrina orophila</i> Ghesq.
	<i>Erythrina pallida</i> Britton
	<i>Erythrina sandwicensis</i> Degener
	<i>Erythrina senegalensis</i> DC.
<i>Erythrina variegata</i> L.	

	<i>Strophostyles</i> sp.
<i>Specularius maindroni</i> (Pic)	<i>Vigna vexillata</i> (L.) A. Rich.
<i>Specularius ruber</i> (Pic)	<i>Rhynchosia albae-paulii</i> J. Berhaut
<i>Specularius sulcaticollis</i> (Pic)	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.
	<i>Vigna</i> sp.
<i>Specularius vanderijsti kivuensis</i> Decelle	No se conocen sus huéspedes
<i>Specularius vanderijsti vanderijsti</i> (Pic)	<i>Psophocarpus palustris</i> Desv.

\*Nuevo huésped para *Specularius impressithorax*

El género *Erythrina* es una leguminosa con distribución principalmente en las zonas tropicales del mundo. En 1974, Krukoff & Barnaby revisaron el género y reconocieron 105 especies; posteriormente en 1977, Gunn & Barnes describieron las semillas de 101 especies. Neil (1988) estudió las relaciones biosistemáticas de las especies y reconoce 112 especies. Por otro lado Barrera *et al.* (2002) mencionaron que *Erythrina* incluía 117 especies. La mayoría de las especies se utilizan como ornamentales; sin embargo, algunas especies se usan como alimento en Sudamérica, tal es el caso de *Erythrina edulis* Micheli ya que sus flores son preparadas en ensaladas y dulces, también sus infusiones se toman para la ansiedad y problemas urinarios. Según Pino *et al.* (2004) los países donde se ha reportado el uso etnomédico de especies de *Erythrina* con mayor intensidad son México y la India. En programas agroalimentarios las semillas se transforman en harinas con alto contenido de proteína.

## Materiales y Método

En enero de 2007 se colectaron semillas of *E. coralloides* DC. en el campus del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, con una altitud de 2256 m sobre el nivel del mar, con las siguientes coordenadas: 19°27'45.73"N y 98°54'13.03"O. Algunos días después emergieron brúquidos de las semillas, mismos que fueron identificados utilizando la técnica de preparación de genitales de Kingsolver (1986) y Romero & Johnson (1999). Posteriormente la genitalia fue comparada con especímenes de *S. impressithorax* depositados

en la Colección Entomológica del Instituto Fitosanidad del Colegio de Postgraduados (CEAM). Todo el material se montó, etiquetó y se encuentra depositado en CEAM. Para complementar la información y ver el grado de agresividad de la especie, a partir de una muestra de 239 semillas se hizo un análisis de daño.

## Resultados y Discusión

La especie de brúquido se determinó como *Specularius impressithorax* (Pic), y constituye el primer reporte de esta especie exótica para México (Fig.1a). El análisis de 293 semillas mostró que 169 (57.68%) fueron sanas y 84 (28.67%) presentaron huevecillos en su superficie, aunque algunas de ellas no exhibieron opérculos of emergencia (OE); sin embargo, algunos de ellos si fueron fértiles (FE). Esto fue fácil de corroborar ya que al remover los huevos fértiles se pudo observar el orificio por donde penetró la larva a la semilla, además se pudo apreciar un polvillo en el interior del huevecillo, producto resultante del proceso de la larva al entrar a la semilla; aunque ninguna de estas larvas llegó al estado adulto. Los huevos translucidos se registraron como no fértiles (NF), en algunas ocasiones fue posible ver las larvas pequeñas muertas en el interior de la semilla (Fig. 1b). Las 40 semillas restantes (13.65%), mostraron de uno a nueve huevos adheridos, además de uno a seis OE (Fig. 1c) por semilla (Cuadro 2).

Johnson & Siemens (1995) y Johnson & Romero (2004) indicaron que existen tres tipos básicos de oviposición en brúquidos: Tipo A, especies que ovipositan sobre frutos mientras éstos



están en la planta; Tipo B, especies que sólo ovipositan sobre semillas expuestas en los frutos cuando éstos todavía están adheridos a la planta; y Tipo C, brúquidos que sólo ovipositan en semillas una vez que éstas están expuestas sobre el substrato. Tomando en cuenta este sistema de clasificación *S. impressithorax* presenta el tipo B de oviposición (Fig. 1c).

Hasta el momento no se conoce el grado de dispersión de *S. impressithorax* en México. Solamente se cuenta con información de material colectado en Texcoco, Estado de México y de una muestra proveniente de Tlatelolco, Distrito Federal; esta última fue colectada por una persona que utiliza las semillas de colorín para fabricar adornos y que las vio extrañas y por curiosidad las envió para saber que ocurría en éstas.

Ahora es conveniente discutir el proceso de

introducción de esta especie exótica; de acuerdo a Gulmahamad (2006) la primera introducción fuera de África fue a Hawái en 2002, en donde empezó a alimentarse de una especie endémica de esas islas, *Erythrina sandwicensis*, provocado grandes daños económicos, sobre todo a las personas que sobrevivían de la colecta de las semillas, mismas que eran utilizadas para la elaboración de artesanías.

Posteriormente en julio de 2004 se registro en Los Ángeles, California, EUA y por su amplia distribución en esa localidad se encuentra ya adaptada a alimentarse de eritrinas, aunque no se indica que especies son utilizadas como huéspedes. Al parecer la explicación para esa diseminación es que de África llevaron a Hawái adornos hechos con semillas de colorín infestadas y lo mismo ocurrió de Hawái a los Ángeles, y muy probablemente se repitió el mismo proceso hacia México.

**Cuadro 2. Daño de *S. impressithorax* en semillas de *Erythrina coralloides* en México.**

Número de huevos por semilla		Número de huevos y OE por semilla	
Número de semillas	Número de huevos/semilla	Número de semillas	Número de huevos & OE/semilla
1	7 (4 FE, 3 NF)	1	1 OE, 4h (2 FE, 2 NF)
1	5 (4 FE, 1 NF)	1	6 OE, 6h (6 FE)
1	7 (3 FE, 4 NF)	1	3 OE, 4h (3 FE, 1 NF)
1	4 (2 FE, 2 NF)	1	1 OE, 3h (2 FE, 1 NF)
1	8 (8 FE)	1	1 OE, 3h (1 FE, 2 NF)
1	4 (1 FE, 3 NF)	1	2 OE, 4h (3 FE, 1 NF)
1	6 (3 FE, 3 NF)	1	5 OE, 9h (9 FE)
1	6 (5 FE, 1 NF)	1	2 OE, 5h (5 FE)
1	5 (5 NF)	1	5 OE, 5h (5 FE)
3	3 (1 FE, 2 NF)	2	2 OE, 3h (3 FE)
3	4 (3 FE, 1 NF)	2	1 OE, 2h (1 FE, 1 NF)
4	3 (3 FE)	2	3 OE, 4h (4 FE)
5	2 (1 FE, 1 NF)	2	4 OE, 4h (4 FE)
6	2 (2 NF)	3	1 OE, 2h (2 FE)
6	5 (5 FE)	4	3 OE, 3h (3 FE)
14	1 (1 FE)	5	2 OE, 2h (2 FE)
14	2 (2 FE)	11	1 OE, 1h (1 FE)
20	1 (1 NF)	-----	-----
<b>Total 84</b>		<b>Total 40</b>	

h= huevo, FE= huevo fértil, NF= huevo no-fértil, OE= opérculo de emergencia

Cuadro 3. Especies endémicas de *Erythrina* en México.

NOMBRE VÁLIDO	SINONIMÍA CON OTRAS ERITRINAS
<i>Erythrina berenices</i> Krukoff & Barneby	-----
<i>Erythrina breviflora</i> DC.	<i>Erythrina latiflora</i> Sessé & Moc. <i>Erythrina petraea</i> Brandegee
<i>Erythrina coralloides</i> DC.	-----
<i>Erythrina horrida</i> DC.	<i>Erythrina setosa</i> M. Martens & Galeotti
<i>Erythrina leptorhiza</i> DC.	<i>Erythrina leptocalyx</i> Rose
<i>Erythrina oliviae</i> Krukoff	-----
<i>Erythrina pudica</i> Krukoff & Barneby	-----
<i>Erythrina tuxtlana</i> Krukoff & Barneby	-----

De acuerdo a Standley (1922) y Krukoff y Barnaby (1974), México cuenta con 8 especies endémicas de *Erythrina* (Cuadro 3), y sorprendentemente se encuentran otras 19 especies que se comparten con otros países; de acuerdo a Gulmahamad (2006) el número de especies de *Erythrina* en el mundo son: México (27), América Central (25), Sudamérica (21), Indias Occidentales (9), África tropical (26), Sudáfrica (5), Asia continental (6), Melanesia y Pacífico sur (6) y Australia (2). Como se aprecia México presenta la mayor diversidad de especies de este género de

plantas, por lo que la presencia de este insecto depredador de semillas podría ser de gran importancia por los estragos que pueda hacer en las poblaciones silvestres y cultivadas de *Erythrina*. Habría que agregar que se trata de una especie multivoltina, es decir que puede tener más de una generación al año, por otra parte observaciones de laboratorio muestran que es un insecto muy agresivo ya que si se le confina con semillas, los brúquidos se pueden reproducir hasta que el recurso se agota totalmente (Fig. 2).

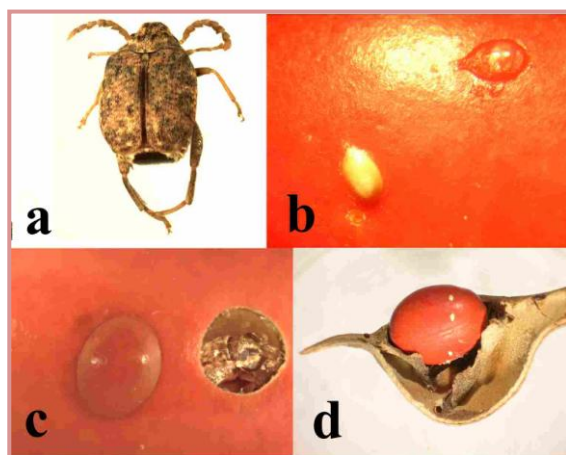


Figura. 1. *Specularius impressithorax* (Pic); a) adulto, b) huevecillos, c) opérculos de emergencia en la semilla, d) oviposición.



Figura. 2. Población de *Specularius impressithorax* (Pic) con su recurso alimenticio agotado

## Literatura Citada.

- Barrera Marín, N., L.E. Acero, & M. Mejía L. 2002. *Erythrina edulis* Triana ex Micheli. In: J.A. Vozzo (ed.). Tropical Tree: Seed Manual. *USDA Forest Service*, USA. Pp. 455-457.
- Gulmahamad H. 2006. First North American and California record of *Specularius impressithorax* (Pic) 1913, (Col: Bruchidae) and toxicity implications of *Erythrina* in high profile areas. *The Pan-Pacific Entomologist* 82(1):68-73.
- Gunn, C.R. & D.E. Barnes. 1977. Seed morphology of *Erythrina* (Fabaceae). *Lloydia* 40:454-470.
- Johnson, C. D. & D. H. Siemens. 1995. Bruchid guilds, host preferences, and new host records from Latin America and Texas for the genus *Stator* (Coleoptera: Bruchidae). *The Coleopterists Bulletin* 49(2): 133-142.
- Johnson, C.D. & J. Romero N. 2004. A review of evolution of oviposition in the Bruchidae (Coleoptera). *Revista Brasileira de Entomologia* 48(3): 401-408.
- Kingsolver, J.M. 1986. A taxonomic study of the genus *Algarobius* (Coleoptera: Bruchidae). *Entomography* 4: 109-136.
- Kingsolver, J.M. & J.E. Decelle. 1979. Host associations of *Specularius impressithorax* (Pic) (Insecta: Coleoptera: Bruchidae) with species of *Erythrina* (Fabales: Fabaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 66:528-532.
- Krukoff, B.A. & R.C. Barnaby. 1974. Conspectus of species of the genus *Erythrina*. *Lloydia* 37(3):332-458.
- Neil, D.A. 1988. Experimental studies on species relationship in *Erythrina* (Leguminosae: Papilionoideae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75(3):886-969.
- Pino Rodríguez, S., S. Prieto G., M. E. Pérez R. y J. Molina T. 2004. Género *Erythrina*: Fuente de Metabolitos Secundarios con Actividad Biológica. *Acta Farm. Bonaerense* 23 (2): 252-258.
- Romero, J. & C.D. Johnson. 1999. *Zabrotes sylvestris*, a new species from the United States and Mexico related to *Z. subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae: Amblycerinae). *The Coleopterists Bulletin* 53(1):87-98.
- Romero Nápoles, J. & C. D. Johnson. 2002. Data Base BRUCOL. Programa de Entomología, Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, México.
- Standley, P.C. 1922. Trees and shrubs of Mexico. *Contributions from USNH* 23(2): 171-515.

# CONDICIÓN FORESTAL SANITARIA DEL ESTADO DE COLIMA

Mayra Margarita Valdez-Lizárraga<sup>1</sup>, Carmen Araceli Zamora-Velázquez<sup>2</sup>, José Ramón López-Castillo<sup>3</sup> y Rocío Sinaid Álvarez Cervantes<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Sanidad Forestal, Comisión Nacional Forestal Región Colima. Av. Carlos de la Madrid Bejar, S/N. Col. La Posta. E-mail: mvaldez@conafor.gob.mx

<sup>2</sup>Desarrollo Forestal, Comisión Nacional Forestal Región Colima. Av. Carlos de la Madrid Béjar S/N. La Posta. E-mail: czamora@conafor.gob.mx

<sup>3,4</sup>Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Biológicas Agropecuarias. Km. 40 Autopista Colima-Manzanillo, S/N. E-mail: jr\_castillo@hotmail.com; sinaid2000@hotmail.com

## Resumen

Se realizó un trabajo de revisión documental en diferentes instituciones públicas y privadas del estado de Colima con el fin de identificar, listar y cuantificar los agentes causales de problemas sanitarios. Esta información se presenta por tipos de vegetación tomando la clasificación de Rzedowski y McVaugh (1969). Se destaca la presencia de *Phytophthora cinnamomi*, *Coptotermes gestroi* y *Lasiodiplodia theobromae*. Se listaron treinta y un agentes causales de problemas sanitarios y, aquellos que contaban con georreferenciación, se ubicaron dentro de un mapa de distribución utilizando el software Arc View GIS ver. 3.2.

**Palabras clave:** Agente causal, Tipos de Vegetación, Tratamiento y Diagnóstico Fitosanitario

## Introducción

El estado de Colima es diverso en sus ecosistemas forestales, condición que lo hace rico también en la presencia de plagas que debilitan la salud de sus componentes.

En general, la información existente a nivel Estado en materia de salud forestal se encuentra dispersa en las diferentes instituciones públicas y privadas. El fin del presente trabajo es reunir la información documental existente sobre diagnósticos y tratamientos sanitarios forestales hechos para el Estado con el fin de listar los agentes causales y, finalmente, proyectarlos en un mapa de distribución espacial.

## Materiales y Método

Se realizó una revisión documental y se recopiló suficiente información referente diagnósticos, proyectos, artículos, monitoreos y programas gubernamentales conteniendo datos sanitarios del estado de Colima. Esta información se obtuvo de las siguientes instituciones: SEMARNAT, Universidad de Colima, CESAVERCOL, INIFAP (Tecomán), Gobierno del Estado de Colima y CONAFOR.

La lista de agentes causales se presenta acompañada de la información taxonómica de orden, familia, género y especie. Para obtener los mapas de distribución se generó una base de datos en formato Excel alimentada con el nombre del reporte sanitario y las coordenadas UTM del espacio físico en el cual se reporta el padecimiento utilizando el datum de referencia WGS84. Para la elaboración de los mapas de diagnóstico de las enfermedades y el correspondiente al tratamiento fitosanitario se utilizó el software Arc View GIS ver. 3.2.

## Resultados

La revisión documental arrojó un total de 31 agentes causales de problemas sanitarios en el Estado (Cuadro 1.). Tanto el Campo Experimental Tecomán (INIFAP) como el CESAVERCOL, tienen información sanitaria enfocada sólo a la salud y prevención de enfermedades y plagas de cultivos agrícolas comerciales, por lo que el presente trabajo no involucra datos de estas dos instituciones.

**Bosque de Encino (Rzedowski y McVaugh, 1966).** En el Estado, este tipo de vegetación se caracteriza por árboles de 5 a 9 m de altura, aunque pueden encontrarse hasta de 17 m; se desarrolla en altitudes entre los 600 y 1,500 msnm. (CONAFOR y SEMARNAT, 2009). *Phytophthora cinnamomi* Rands fue registrado por Cibrian *et al.* (2007) como incidencia única para el estado y como agente causal de la enfermedad “tinta del encino”. Tainter *et al.* (2000) registraron por primera vez a *P. cinnamomi* en la localidad conocida como El Arrayanal, Mpio. de

Minatitlán, en una superficie de 300 has. En el mismo artículo se menciona la cronología de reportes del caso en los años 1987, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995 y 1997 y señalaron la confusión de su sintomatología con el patógeno *Ceratocystis fagacearum* (Bretz) Hunt. CONAFOR (2005) registró en el año 2005 la presencia y tratamiento sanitario de 560 ha aledañas a la localidad El Arrayanal pero correspondientes al municipio de Manzanillo: Canoas y La Rosa de San José de Lumber.

Cuadro 1. Listado de agentes causales reportados para el estado de Colima

ORDEN	FAMILIA	AGENTE CAUSAL
Isoptera	Rhinotermitidae	<i>Coptotermes gestroi</i> (Wasmann.)
Dothideales	Dematiaceae	<i>Cercospora</i>
Coleoptera	Buprestidae	<i>Chrysobotris</i>
Santalales	Loranthaceae	<i>Cladocolea mcvaughii</i> Kuij
Santalales	Loranthaceae	<i>Cladocolea oligantha</i> (Standl.&Steyerem.)Kuijt.
CATEGORÍA IV	Closteroviridae	<i>Closterovirus</i>
Uredinales	Cronatiaceae	<i>Cronartium sp.</i>
Coleoptera	Curculionidae	<i>Dendroctonus mexicanus</i> Hopkins
Coleoptera	Curculionidae	<i>Dendroctonus sp.</i>
Coleoptera	Curculionidae	<i>Dendroctonus valens</i> LeConte
Hypocreales	Nectriaceae	<i>Fusarium sp.</i>
Polyporales	Ganodermataceae	<i>Ganoderma sp.</i>
Xilariales	Xylariaceae	<i>Hypoxylon sp.</i>
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Hypsipyla grandella</i> Zéller
Sphaeropsidales	Sphaerioidaceae	<i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pat.)Griffon & Maubl.
Rhytismatales	Rhytismataceae	<i>Lophodermella sp.</i>
Fabales	Fabaceae	<i>Mucuna sp.</i>
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Odontota dorsalis</i> (Thunberg)
Amphisphaeriaceae	Xylariales	<i>Pestalotiopsis sp.</i>
Santalales	Viscaceae	<i>Phoradendron brachystachyum</i> (DC.) Nutt.
Santalales	Viscaceae	<i>Phoradendron reichenbachianum</i> (Seem.) Oliver
Pythiales	Pythiaceae	<i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands
Santalales	Loranthaceae	<i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC.)Don.
Santalales	Loranthaceae	<i>Psittacanthus macrantherus</i> Eichl
Santalales	Loranthaceae	<i>Psittacanthus schiedanus</i> (Cham & Schlecht.)
Polyporales	Polyporaceae	<i>Pycnoporus sanguineus</i> (L.:Fr) Murr.
Tylenchida	Pratylenchidae	<i>Radopholus</i> Thorne
Santalales	Loranthaceae	<i>Strutanthus sp.</i>
Santalales	Loranthaceae	<i>Struthanthus quercicola</i> Schldt et Cham.
Ceratobasidiales	Ceratobasiciaceae	<i>Thielaviopsis paradoxa</i> (De Seynes)
Tylenchida	Tylenchulidae	<i>Tylenchulus semipenetrans</i> Cobb.

Los tratamientos sanitarios que se han realizado para controlar a *P. cinnamomi* han sido mecánicos (Tainter *et al.*, 2000) (Alvarado *et al.*, 2005) y biológicos (SEMARNAT, 2009) (Alvarado *et al.*, 2005)(CONAFOR, 2005).

CONAFOR (2009) registró que en el periodo 2006-2009 el municipio de Manzanillo ha tenido el diagnóstico de 2,787 ha con presencia de *P. cinnamomi* y para Minatitlán 1,194 ha. Hay tres casos diagnosticados positivos para este agente causal en el año 2007 localizados dentro de la Reserva de la Biósfera de Manantlán que se tratarán en el apartado de Discusión.

El ejido Campo Cuatro, municipio de Villa de Álvarez, tuvo la presencia de un defoliador que atacó el encinar en los años 2004 y 2008. El agente causal fue identificado como *Odontota dorsalis* (Thunberg). En 2009, se registró un brote de este coleóptero en una pequeña propiedad del Ejido El Mixcoate, mpio. de Villa de Álvarez (CONAFOR, 2009). El parasitismo por muérdago en especies del género *Quercus* se ha observado principalmente en los municipios de Minatitlán, Manzanillo, Villa de Álvarez y Comala. Los géneros *Phoradendron*, *Ganoderma*, *Hypoxylon* y *Armillaria* fueron registrados por Castillo *et al.*, (2008) para las localidades El Terrero, Lagunitas y Zacualpan ubicadas dentro de la Reserva de la Biósfera de Manantlán. Cibrián *et al.* (2007) señalaron para el Estado la presencia de los siguientes muérdagos: *Cladocolea mcvaughii* Kuijt, *Phoradendron reichenbaccianum* (Seem.) Oliver., *P. brachystachyum* (DC.) Nutt., *Psittacanthus calyculatus* (DC.) Don. Tanto esta última especie como *Psithacanthus schideanus* (Cham. & Schlecht.) Blume. se encuentran también en el bosque tropical caducifolio atacando especies como *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Crataegus mexicanus* Moc. Sessé, *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston, *P. juliflora* (Sw.) DC. y *Salix babilónica* Kunt., éste último en los bosques de galería.

**Bosque de Pino (Rzedowski y McVaugh, 1966).**- Este tipo de vegetación se encuentra

distribuido principalmente en las laderas de cerros y serranías, en una altitud variable a partir de los 800 msnm (CONAFOR y SEMARNAT, 2009). Las especies *Dendroctonus mexicanus* Hopkins y *D. valens* LeConte han estado presentes en los bosques de El Terrero, mpio. de Minatitlán, Lagunitas, mpio. de Villa de Álvarez y una zona en litigio dentro de Zacualpan (CONAFOR, 2009). En 2008 se diagnosticó y trató a la planta parásita del género *Phoradendron* en El Cerro del Ocote, mpio. de Minatitlán. Cibrian *et al.* (2007) registraron para este ecosistema en el Estado la presencia de *Psittacanthus macrantherus* Eichl. y *Struthanthus quercicola* Schldt et Cham.

**Bosque Tropical Caducifolio (Rzedowski, 1978).**- Este tipo de vegetación se distribuye en el estado desde el nivel del mar hasta los 1,200 m y todos los municipios presentan elementos de esta vegetación (CONAFOR y SEMARNAT, 2009). *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. fue registrado por Cibrian *et al.* como un padecimiento de incidencia única para el Estado bajo el nombre de “declinamiento de la parota”. Este padecimiento ha sido diagnosticado y tratado desde el año 2006 a la fecha en 371 has de zonas forestales y urbanas (CONAFOR, 2009).

Otro agente causal de daño reportado para este ecosistema es *Struthanthus* sp. Esta planta parásita se distribuye ampliamente en todo el Estado, tanto en zonas urbanas como forestales. Los principales huéspedes son *Guazuma ulmifolia* Lam., *Lysiloma acapulcensis* (Kunth.) Benth, diferentes géneros de *Acacia* y *Salix* sp. Cibrian *et al* registraron la presencia para el Estado de *Cladocolea oligantha* (Standl. & Steyererm.) Kuijt hospedando a las especies tropicales *Bursera bipinnata* (Moc.& Sessé ex DC.) Engl., *B. tomentosa* (Spreng.) Standl., *Bursera* sp. y a *Lysiloma* sp. También registraron a *Pycnoporus sanguineus* (L.:Fr.) Murr. como agente causal de pudrición de maderas tropicales que ataca principalmente en los géneros *Acacia*, *Fraxinus*, *Lysiloma*, *Pithecelobium* y *Salix*; así como a *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes) en parotas (*Enterolobium cyclocarpum*). *Mucuna* sp. causó

problemas sanitarios en un ejido del municipio de Cuahtémoc debido a su rápida reproducción y su característica alergia que produce en la piel humana si se tiene contacto con ella, SEMARNAT (2009)

coordinó las actividades de control de esta planta utilizando herbicidas.

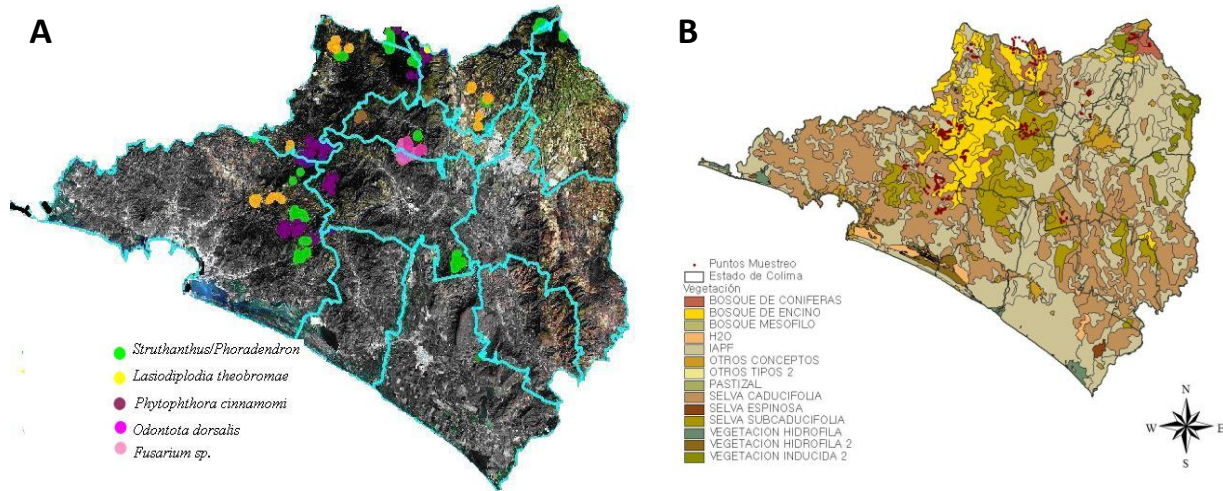


Figura. 1. A) Distribución de agentes causales de debilitamiento forestal que cuentan con georreferenciación en el Estado. B) Los puntos rojos muestran la distribución de problemas sanitarios por tipo de vegetación.

**Palmar (Rzedowski y McVaugh, 1966).** Este tipo de vegetación se distribuye ampliamente en los municipios de Tecomán, Armería y Manzanillo. El principal factor que ha causado problemas sanitarios a las palmas del estado es el hongo *Fusarium sp.*, que afectó 150 ha de palma real (*Roystonea sp.*) en el Ejido Veladero de Camotlán, municipio de Manzanillo en el año 2008 (CONAFOR, 2009).

**Plantaciones forestales comerciales.** Las plantaciones forestales comerciales en el Estado tienen un total de 30 especies establecidas en zonas de clima tropical y templados (SEMARNAT, 2008). En el año 2005 y 2007 se reportó la presencia de *Hypsipyla grandella* Zéller en 134.19 ha, en el municipio de Tecomán. En 2009, se registró el daño en 2 ha de una plantación de cedro rojo en el municipio de Comala, asociado a *H. grandella* y *Chrysobotris sp.* En la C.I. de Zacualpan, en el paraje conocido como “La Añilera”, Mpio. de Comala, en el año 2009 se aislaron dos hongos asociados a la “enfermedad del ciprés” *Cercospora* y *Pestalotiopsis* en una plantación de 20 ha de *Cupressus lusitanica* Mill. Por otro lado la CONAFOR (2009) diagnosticó 2

ha de una plantación de pino de navidad con severo ataque de *Lophodermella sp.* Cibrian *et al.* (2007) registraron la presencia del nemátodo barrenador del banano, cacao y cítricos así como a *Radopholus Thorne* y *Tylenchulus semipenetrans* Cobb.

**Especies introducidas.** La presencia de *Coptotermes gestroi* Wassman es registrada por primera vez por Ferraz y Méndez (2004) en el puerto de Manzanillo. En Colima se han realizado dos diagnósticos para monitorear y controlar esta plaga (Íñiguez y Talavera, 2006; Valdez-Lizárraga, 2007). Actualmente la CONAFOR continúa con monitoreos en el Estado, habiéndose detectado la presencia de este insecto cuarentenario sólo en la zona urbana del municipio de Manzanillo.

## Discusión

La revisión documental arrojó que el estado de Colima tiene 31 organismos que afectan sanitariamente los ecosistemas forestales. Sin embargo, la literatura solo muestra georreferenciación de su diagnóstico en ocho de ellos. Todos aquellos agentes causales citados por

Cibrian *et al.*, se ubican a una amplia escala representada por todo el Estado. Se puede hacer una inferencia de los sitios probables de su distribución a partir del ecosistema donde el agente suele interactuar.

El bosque de encino en el Estado es el tipo de vegetación con un mayor número de registros de problemas sanitarios (11) y es de destacarse la presencia de *P. cinnamomi* sólo en El Arrayanal, Mpio. de Minatitlán, y áreas colindantes (La Rosa de San José de Lúmbler y Canoas, mpio. de Manzanillo). Síntomas similares al ataque de *P. cinnamomi* presentes en el bosque de encino de las localidades El Terrero, Lagunitas y Zacualpan generaron en el 2007 reportes positivos para este hongo.

Sin embargo, Castillo *et al.*, (2007) quienes realizaron su trabajo de tesis en las localidades anteriormente señaladas, con toma de muestras en campo y su análisis en laboratorio, concluyeron que son cinco los factores involucrados en el síndrome de muerte de encinos en estas localidades: *Ganoderma* sp., *Hypoxylon* sp., *Armillaria* sp., insectos defoliadores y *Phoradendron* sp. El hongo *P. cinnamomi* no fue encontrado.

El parasitismo causado por muérdagos incluye nueve especies que interactúan en ecosistemas templados y tropicales y cuyo control mecánico ha generado un impacto positivo en la regeneración de zonas afectadas en el Estado. Los insectos que causan problemas sanitarios son el defoliador *Odontota dorsalis* (en *Quercus* sp.) y las diferentes especies del *Dendroctonus* (en *Pinus* sp.).

El hongo *L. theobromae* es actualmente la principal causa de reportes sanitarios en la CONAFOR Estatal Colima y el monitoreo de *C. gestroi* es de carácter prioritario para las instituciones federales que trabajan con los recursos forestales. La termita, ya en el año 2009, solo se ha encontrado en el municipio de Manzanillo.

Un ecosistema que ha quedado fuera de estudio es el manglar. La zona costera no ha sido diagnosticada sanitariamente por alguna institución en el estado.

## Conclusiones

El estado tiene registros de treinta y un agentes causales de problemas sanitarios en ecosistemas forestales. El bosque de encino es el que presenta más reporte de agentes causales de debilitamiento forestal en el Estado (diez). Hasta el año 2009 no se ha aislado el hongo *P. cinnamomi* en otras áreas del Estado, con excepción de El Arrayanal y localidades aledañas (La Rosa de San José de Lúmbler y Canoas). El parasitismo causado por muérdagos incluye ecosistemas templados y tropicales de Colima e involucra a nueve especies. En el Estado sobresalen tres agentes causales de problemas sanitarios debido a su importancia económica y al impacto que tienen sobre el ecosistema nativo: *L. theobromae*, *P. cinnamomi* y *C. gestroi*. El manglar es un ecosistema que no ha recibido diagnósticos sanitarios en la entidad. Por otra parte, la información sobre la distribución geográfica de los agentes causales en el Estado es escasa, ya que se especifica solo el 25 % de los casos. Colima cuenta con monitoreos constates y tratamientos sanitarios apoyados con recursos del Gobierno Federal. El Estado cuenta con un equipo interinstitucional que se coordina para la evaluación, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de los problemas sanitarios forestales.

## Agradecimientos

A la CONAFOR Colima, por su apoyo y respaldo institucional; a la SEMARNAT Delegación Colima, especialmente al Ing. Fernando Orozco Torres por el apoyo y respaldo informativo, al Dr. Oscar Rebolledo del Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima por el aislamiento e identificación de dos agentes causales de problemas sanitarios que aparecen el presente trabajo. Asimismo, agradezco al Dr. Manuel A. Balcazar Lara, profesor investigador de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima y al M. en C. Luis Enrique Valdez Díaz, investigador retirado del INIFAP, por sus valiosos comentarios en la revisión del presente artículo.



## Literatura citada

- Alvarado, R.D.; Tlapal, B.B.; Almoraz, S.A.; Mora, A.G. y Saavedra, R.L. de L. 2005. Diagnóstico fitosanitario y alternativas para el manejo de *Phytophthora cinnamomi* en los bosques de encino de "El Arrayanal", Colima. CONAFOR y Colegio de Posgraduados.
- Castillo, P.R.A.; Aguilar, E.S; Rebolledo, D.O. y Orozco, T.F. 2007. Estudio preliminar del Diagnóstico del síndrome de muerte del bosque de encino (*Quercus* sp.) en la Reserva de la Biósfera de Manantlán; en Colima, México. Pp. 178-181. In SEMARNAT, CONAFOR, INIFAP, FUNDACIÓN PRODUCE AGUASCALIENTES, A.C. VIVIR MEJOR (eds.), Memoria del XIV Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Aguascalientes, Ags.
- CONAFOR. 2005. Biocontrol de *Phytophthora cinnamomi*, patógeno involucrado en la muerte del encino en Colima. [Publicación en línea]. Disponible desde Internet en: [http://www.cnf.gob.mx:2222/esanidad/esanidad/mambo/index.php?option=com\\_content&task=view&id=27&Itemid=40](http://www.cnf.gob.mx:2222/esanidad/esanidad/mambo/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=40) . [Con acceso el 16 de Agosto de 2006].
- CONAFOR. 2007. Manual de Tratamientos Fitosanitarios. [Publicación en línea]. Disponible desde Internet en: [http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/sanidad/manual\\_unico.pdf](http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/sanidad/manual_unico.pdf). [Con acceso el 16 de Agosto de 2006].
- CONAFOR. 2009. Informes Técnicos Fitosanitarios años 2004-2009. Inédito. CONAFOR Subgerencia Estatal Colima. Colima, Col.
- CONAFOR y SEMARNAT. 2009. UMAFOR "Volcán-Costa" y UMAFOR Cerro Grande. Estudio Regional Forestal. Colima, Col.
- Ferraz, M.V. y Méndez, M.T. 2004. First record of a subterranean termite, *Coptotermes havilandi* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae), on the best coast of North America (México). Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20 (2):39-43
- Íñiguez, H.G. y Talavera, Z.E. 2006. Diagnóstico de *Coptotermes gestroi* en el Estado de Colima, Transecto Manzanillo-Colima. Comisión Nacional Forestal. Pp. 1-34.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, S.A. México.
- Rzedowski, J. y McVaugh, R. 1966. La Vegetación de Nueva Galicia. Contr. Univ. Mich. Herb. 9(1):1.123.
- SEMARNAT. 2008. Plantaciones Forestales Comerciales Periodo 2002-2008. [Publicación en línea]. Disponible desde Internet en: [http://www.semarnat.gob.mx/estados/colima/temas/Documents/forestales/comerciales/PFC\\_CONSTANCIAS.PDF](http://www.semarnat.gob.mx/estados/colima/temas/Documents/forestales/comerciales/PFC_CONSTANCIAS.PDF). [Con acceso el 2 de Octubre de 2006].
- SEMARNAT. 2009. Situación de la Sanidad Forestal en el Estado. (Reporte).SEMARNAT Subdelegación Colima.
- Tainter F.H.; Hernández, A.; Orozco, F. y Rebolledo, O. 2000. Special Report: *Phytophthora cinnamomi* as a cause of oak mortality in the State of Colima, México. The American Phytoathological Society. 84 (4): 394.
- Valdez, L.M.M. 2007. Diagnóstico de *Coptotermes gestroi* en el Estado de Colima, municipios de Colima, Coquimatlán, Villa de Álvarez, Ixtlahuacán, Cuauhtémoc y Comala. Comisión Nacional Forestal.Pp. 1-56.

BOSQUES

NATURALES

# FACTORES DE MORTALIDAD DE *Pinus patula* SCHL ET CHAM. DESPUÉS DE UN INCENDIO, EN HIDALGO, MÉXICO.

Juana Fonseca-González<sup>1</sup>, Héctor Manuel de los Santos-Posadas<sup>2</sup> y Joel Meza-Rangel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Área Académica de Ingeniería Forestal. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Av. Universidad s/n, Rancho Universitario, Tulancingo, Hgo. CP 43660. fonsecaj@uaeh.edu.mx, jomera@gmail.com

<sup>2</sup>Programa Forestal. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. CP 56230. hmsantos@colpos.mx

## Resumen

El manejo de los árboles que sobreviven a los incendios se dificulta debido a la falta de información sobre su respuesta a largo plazo conforme el daño que recibieron. La ocurrencia de un incendio provoca daños que dificultan el manejo de los árboles sobrevivientes a largo plazo, por tal motivo, en la presente investigación se analizó mediante regresión logística la mortalidad de árboles jóvenes de *Pinus patula* a lo largo de un período de 475 días después de un incendio; se incluyeron como variables independientes: días después del incendio, diámetro normal, altura total del árbol, porcentaje de chamuscado de copa y la colonización de insectos descortezadores y barrenadores de madera. Las variables que más influyeron en la mortalidad de los árboles chamuscados, fueron el porcentaje de chamuscado de copa y el daño provocado por insectos, específicamente el de *Dendroctonus mexicanus*. A un año de ocurrido el incendio, la mortalidad de los árboles muestreados fue de 42%.

**Palabras clave:** Mortalidad de árboles, regresión logística, ataque de descortezadores.

## Introducción

Uno de los pinos de mayor importancia para la silvicultura mexicana es *Pinus patula*, debido a su rápido crecimiento, adaptabilidad a varias condiciones ambientales y facilidad de manejo, esto lo ha llevado a ser el pino mexicano más plantado fuera del país (Velázquez Martínez *et al.*, 2004). En el área de distribución natural de *P. patula* los incendios son frecuentes, siendo los de intensidad

moderada importantes para su repoblación ya que eliminan la competencia en los estratos inferiores y la hojarasca del suelo y el calor ayuda a liberar las semillas de los conos serotinos. Sin embargo, el árbol posee una corteza delgada lo que lo hace poco resistente a los incendios más fuertes, los cuales le pueden llegar a provocar la muerte (Vela Gálvez, 1980). Muchos ecosistemas de pinos mexicanos están fuertemente influenciados por el fuego, el cual es un factor de disturbio común (Rodríguez Trejo y Fulé, 2003). Los impactos ecológicos y económicos de los incendios deben ser contemplados por los manejadores del bosque, una de las interrogantes más importantes es la respuesta de los árboles a los daños por incendios forestales, especialmente su mortalidad a largo plazo y el incremento en la atracción para algunos grupos de insectos (Furniss, 1965; Peterson y Arbaugh, 1986). Ryan y colaboradores (1988) modelaron, mediante regresión logística la mortalidad de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco ocho años después de una quema controlada, para lo cual incluyeron variables morfológicas y de daño por fuego; encontraron que la mortalidad aumenta al incrementarse la altura de chamuscado de las acículas, el volumen de copa chamuscada y la muerte del cambium, pero disminuye al incrementarse el diámetro de los árboles. Para esta misma especie, Peterson y Arbaugh (1986) encontraron que las variables más importantes para predecir la mortalidad de árboles fueron el porcentaje de volumen de copa chamuscada y el daño por descortezadores. Para *Pinus jeffreyi* Grev. & Balf., Bradley y Tueller (2001), encontraron que las variables más significativas para predecir la mortalidad fueron el nivel de chamuscado de copa,

la altura de chamuscado del fuste, el diámetro a la altura del pecho y el número de cuadrantes con cambium muerto, estas variables también están relacionadas con el incremento en la población de insectos descortezadores (Kelsey y Joseph, 2003; McHugh *et al.*, 2003). En México, sin embargo, existen pocos datos de los efectos de los incendios sobre la mortalidad a largo plazo de los árboles, así como de la influencia que los descortezadores ejercen sobre el aumento de esta; por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo: Conocer qué variables del daño por incendio y qué descortezadores influyen más en la mortalidad de los árboles de *Pinus patula* a un año de un incendio forestal.

## Materiales y Método

El área de estudio se localizó en el Rancho Chacalapa, municipio de Cuautepec de Hinojosa, Hidalgo. La vegetación predominante es bosque de pino, principalmente las especies *Pinus patula* y *P. montezumae* Lamb. El incendio se presentó el día 20 de abril de 2008 afectando toda el área de regeneración del año 2003, la cual consta de una superficie de 5.4 ha. Los árboles dañados tienen una edad 6 años, un promedio de diámetro normal de 12.26 cm y promedio de altura de 7.7 m.

**Toma de datos.** La evaluación de los árboles se llevó a cabo desde el 02 de julio del 2008 (98 días después del incendio) hasta el 14 de julio de 2009 (475 días después del incendio), realizándose siete evaluaciones durante este período. Del total de árboles quemados se eligieron 61, de éstos, 45 estaban dentro del área quemada y 16 fuera del área y por lo tanto no presentaban daños por el incendio. En la primera evaluación se etiquetaron los árboles y se registraron las siguientes variables dendrométricas: Altura total y diámetro normal; la evaluación del daño causado por el incendio en el árbol se evaluó al medir el porcentaje de copa chamuscada. Para evaluar la colonización de insectos descortezadores, se realizó de acuerdo al género de insectos de la siguiente manera: Para el género *Ips*, se registró el porcentaje de la circunferencia del tronco que presentaba evidencias

de colonización (se generaron intervalos cada 5%), tal como orificios en la corteza y presencia de aserrín rojizo (de acuerdo a McHugh *et al.*, 2003). Para *Dendroctonus mexicanus* Hopkins y *D. valens* LeConte se contaron el número de grumos de resina producido por cada una de estas especies. Para cerambícidos y otros barrenadores se registro únicamente su presencia (1) o ausencia (0), tomando como evidencia el aserrín blanquecino presente en la base del árbol. Por último en cada evaluación se registró la supervivencia de los árboles, asignándole 1 si estaba vivo o 0 en caso contrario.

**Análisis de los datos.** Para el análisis de la supervivencia después del incendio se usaron como variables independientes: días después del incendio (ddi), las variables dendrométricas, las variables de daño por el incendio y el daño por descortezadores y barrenadores. Se utilizó un análisis de regresión logística, mediante el siguiente modelo:

$$S = \exp(f(x_i)) / (1 + \exp(f(x_i)))$$

**Donde:** S es la probabilidad de supervivencia del árbol y es el módulo lineal que agrupa a las variables independientes y sus parámetros,  $\beta_i$  son los coeficientes de regresión y  $x_i$  corresponden a las variables independientes de los árboles (ddi, altura total del árbol, diámetro normal, porcentaje de copa chamuscada, presencia de *Dendroctonus mexicanus*, presencia de *D. valens*, presencia de *Ips*, presencia de barrenadores).

$$f(x_i) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_q x_q$$

## Resultados y Discusión

Al realizar el análisis de los datos incluyendo ddi, altura, diámetro y porcentaje de chamuscado de copa, todas las variables fueron significativas, excepto la altura del árbol, ya que está fuertemente correlacionada con el diámetro normal; sin embargo, la más importante fue el porcentaje de chamuscado de copa, lo que coincide con Peterson y Arbaugh (1986), quienes encontraron que la mejor combinación de variables para predecir la supervivencia posterior a un incendio de *Pinus*

*contorta*, fue el chamuscado de copa junto con el chamuscado de la base del tronco. En el presente estudio, al incluir el daño por insectos en el análisis, deja de ser significativa la variable ddi, lo cual muestra que la colonización por descortezadores tiene una influencia importante en la muerte de *Pinus patula* después del incendio, comportamiento similar que Peterson y Arbaugh (1986), encontraron para *Pseudotsuga menziesii*, ya que la combinación de las variables chamuscado de copa y daño por insectos fueron las más importantes para predecir la mortalidad a un año del incendio.

De los insectos encontrados colonizando los árboles, los que más influyeron en la mortalidad de *P. patula* fueron *Dendroctonus mexicanus* e *Ips*. Para tratar de entender el papel de cada uno de estos insectos, se incluyeron en el modelo en forma separada, los resultados muestran que ambos tienen una influencia similar en la disminución de la supervivencia de los árboles, pero cuando se incluye el efecto conjunto de los dos géneros de descortezadores, la supervivencia se ve muy afectada (Fig. 1).

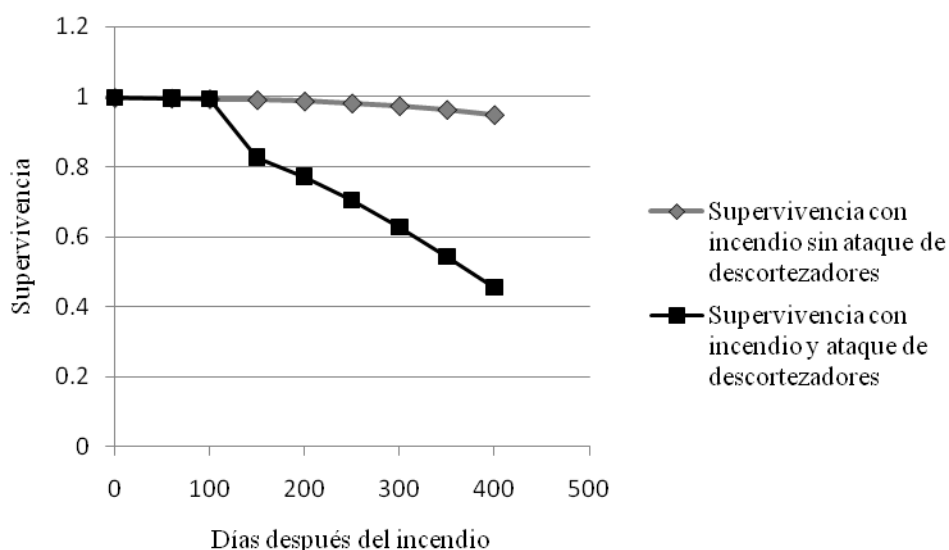


Fig. 1. Comportamiento de la probabilidad de supervivencia de un árbol de *Pinus patula* con 70% de chamuscado de copa y 15 cm de diámetro normal, en el Rancho Chacalapa, Cuauhtepic de Hinojosa, Hidalgo.

Al predecir utilizando el modelo logístico desarrollado y considerando a un árbol de 15 cm de diámetro normal y 70% de la copa chamuscada, éste tiene 5% de probabilidades de morir a los 400 días después del incendio, pero esta probabilidad aumenta a 55% si además se presenta el ataque de descortezadores. Al realizar el cálculo para un árbol del mismo diámetro, pero con chamuscado de copa de 90%, la probabilidad de morir aumenta a 20% sin considerar el ataque de descortezadores y a 85% con ataque de descortezadores. En el modelo desarrollado por Peterson y Arbaugh (1986), para *Pseudotsuga menziesii*, cuando el chamuscado de copa alcanza niveles altos, ejerce una influencia

total sobre la mortalidad, ya que concluyen que para propósitos prácticos, un árbol con chamuscado de copa arriba de 90% puede ser considerado muerto, sin importar el nivel de daño por los insectos.

### Conclusiones

El porcentaje de chamuscado de la copa y el daño por insectos fueron las variables más importantes para predecir la supervivencia de *Pinus patula* a un año de un incendio. De los insectos que colonizaron los árboles chamuscado, *Dendroctonus mexicanus* fué el que mayor capacidad mostró para provocarles la muerte.

## Literatura Citada

- Bradley T. y P. Tueller. 2001. Effects of fire on bark beetle presence on Jeffrey pine in the Lake Tahoe Basin. *Forest Ecology and Management*. 142: 205-214.
- Furniss, M. M. 1965. Susceptibility of fire-injured douglas-fir to bark beetle attack in southern Idaho. *J. For.* 63: 8-11
- Kelsey R. G. and G. Joseph. 2003. Ethanol in ponderosa pine as an indicator of physiological injury from fire and its relationship to secondary beetles. *Can. J. For. Res.* 33: 870-884.
- McHugh, C., T. E. Kolb and J. L. Wilson. 2003. Bark beetle attacks on ponderosa pine following fire in northern Arizona. *Environmental Entomology* 32 (2): 510-522.
- Peterson, D. L. and M. J. Arbaugh. 1986. Postfire survival in Douglas-fir and lodgepole pine: comparing the effects of crown and bole damage. *Can. J. For. Res.* 16: 1175- 1179.
- Rodríguez-Trejo, D. A. y P. Z. Fulé. 2003. Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. *International Journal of Wildland Fire* 12: 23-37.
- Ryan, K. C., D. L. Peterson and E. D. Reinhardt. 1988. Modeling long-term fire-caused mortality of Douglas-fir. *Forest Science* 34 (1): 190-199.
- Vela-Gálvez, L. 1980. Contribución a la ecología de *Pinus patula* Schl. et Cham. Publicación especial No. 19. INIF/SARH. México, D. F. 109 p.
- Velázquez-Martínez, A., G. Ángeles-Pérez, T. Llanderal-Ocampo, A. R. Román-Jiménez y V. Reyes-Hernández. 2004. Monografía de *Pinus patula*. SEMARNAT. CONAFOR. Colegio de Postgraduados. México, D. F. 131 p.

ÁCAROS

DE IMPORTANCIA

FORESTAL

# DIVERSIDAD DE ORGANISMOS ASOCIADOS AL AHUEJOTE *Salix bonplandiana* EN LA ZONA CHINAMPERA DE XOCHIMILCO, D. F.

Edith Guadalupe Estrada-Venegas, Armando Equihua-Martínez, Jesús Alberto Acuña-Soto, y Martha Patricia Chaires-Grijalva.

Instituto de Fitosanidad, Programa de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carr. México- Texcoco, Montecillo, Estado de México. CP. 56230. estradae@colpos.mx, equihuaa@colpos.mx.

## Resumen

El ahuejote *Salix bonplandiana*, un árbol que fue y sigue siendo utilizado para la construcción de las chinampas, es una especie dominante y esencial en la estructura física y del paisaje lacustre de la cuenca del valle de México. Este árbol presenta un sin número de organismos asociados, de los cuales algunos pueden ser considerados plaga ya que causan un daño significativo y algunos otros son solo especies que lo visitan en busca de alimento o resguardo. Se seleccionaron árboles silvestres de aproximadamente 3 metros de altura de cinco sitios, de los cuales se tomaron muestras mensuales durante 3 años de las siguientes partes: tronco, ramas, follaje, brotes, y flores. Se registran hongos y plantas representadas con una familia, un género y una especie cada una; mientras que dentro de los animales todos fueron artrópodos distribuidos en tres ordenes, 19 familias, 22 géneros y 23 especies. La mayor parte de las especies se encontró sobre follaje, seguido de troncos, ramas, agallas, brotes y por último las flores, siendo las especies *Cladocolea loniceroides*, *Malacosoma incurvum*, y *Aculus tetanothrix*, las que se encuentran causando un daño significativo a los árboles. Se sugiere hacer estudios como un sistema integral y no por organismos.

**Palabras clave:** Manejo integrado, Taxonomía, Diversidad, Patrimonio Cultural

## Introducción.

Dentro de los sistemas agrícolas que se conocen, las chinampas son uno de los más singulares debido a que fueron construidos por las antiguos aztecas sobre islotes artificiales, dentro del

valle de México se encuentra la zona chinampera, el último vestigio de estas chinampas (López, 1988).

Esta zona esta decretada "Patrimonio Cultural de la Humanidad", por la UNESCO (1987), dentro de esta se cultivan aun un sin número de especies vegetales que sirven de sustento para la familias que todavía hasta nuestros días siguen trabajando estas tierras (Estrada-Venegas, 2008).

Para la construcción de las chinampas los antiguos pobladores utilizaban estacas de árbol llamado Ahuejote, su nombre proviene del náhuatl chinámitl, que significa sobre el cercado, por que era precisamente el uso que se le daba. Estas estacas eran usadas para anclar la chinampa al suelo y con el tiempo rebrotaban y crecían hasta llegar a árboles adultos con lo que se convirtió en una especie dominante y esencial en la estructura física y del paisaje lacustre de lo que ahora conocemos como la zona chinampera (Anónimo, 2009). Este árbol es una especie de crecimiento rápido cuando abunda el agua, es de fácil propagación por medio de esquejes, cuando es plantado sobre espacios abiertos proyecta buena sombra, resiste los vientos fuertes, características que los hacen ideal para las zonas lacustres de nuestro país (Rodríguez-Sánchez & Cohen-Fernández, 2003).

Al igual que todas las especies vegetales, el árbol del ahuejote presenta un sin número de organismos asociados los cuales algunos pueden ser considerados plaga y otros son solo especies que los visitan en busca de alimento o resguardo. Entre los múltiples problemas que presenta este árbol, se han reconocido tres plagas que los afectan de manera significativa, el gusano de bolsa *Malacosoma incurvum* (H. Edwards), el muérdago *Cladocolea* sp., y el ácaro agallador *Aculus tetanothrix* (Nalepa 1889), a los cuales se le ha dado un seguimiento y



manejo en la zona tanto para evaluar el daño como para realizar un manejo integrado (Equihua-Martínez, 2003).

No existen en nuestro país antecedentes que nos puedan dar una estimación relativa de la cantidad de organismos asociados a este árbol, por lo que solo se conocen los que están en estos momentos causando un serio daño y que fueron mencionados anteriormente, por lo que resultaría de gran ayuda conocer dicha diversidad por la importancia que algunos de estos seres tiene; por ejemplo nada se conoce acerca de los organismos benéficos (depredadores, polinizadores etc.), los cuales están siendo exterminados por el manejo realizado y que bien podrían ayudar a combatir las plagas presentes.

Sin embargo como en todo sistema vegetal el número de organismos presentes puede ser elevado y debido a que en México no se llevan a cabo muestreos sistemáticos de la diversidad de este y otros árboles, el objetivo del siguiente trabajo fue evaluar la diversidad de organismos asociados a *S. bonplandiana* en la zona chinampera de Xochimilco.

## Materiales y Método

La zona de estudio está ubicada en la Delegación Xochimilco, dentro de la zona

chinampera. En la cual se seleccionaron árboles de aproximadamente 3 metros de altura y de vivero, de los cuales se tomaron muestras de cada una de las partes: Tronco, Ramas, Follaje, Brotes, y Flores, las cuales fueron llevadas al laboratorio de Acarología en bolsas plásticas debidamente etiquetadas.

Cada una de estas partes fue revisada bajo microscopio estereoscópico en busca de organismos, los cuales fueron conservados en etanol al 70% para su posterior determinación. Cuando se trataba de organismos de tamaño grande (10 cm o más), estos fueron colectados directamente en el sitio. Fotos y video fueron tomados.

## Resultados y Discusión

Se encontraron representantes de 3 reinos, Fungi, Plantae y Animalia (Fig. 1), dentro de los cuales, los hongos y las plantas representadas con una familia y un género y una especie cada una, mientras que dentro de los animales todos fueron artrópodos, (Arañas, Ácaros e Insectos) representados por 18 familias 20 géneros y 21 especies (Cuadro 1).

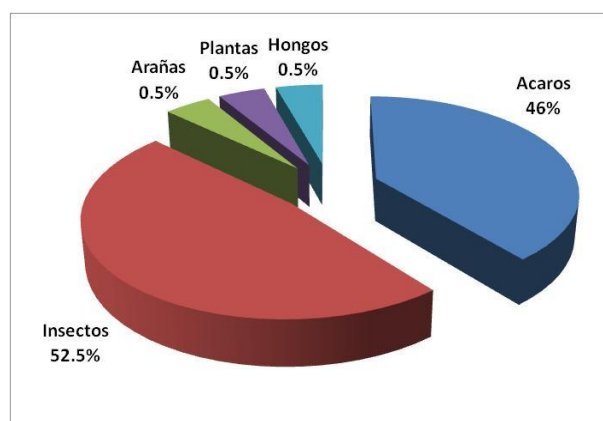


Fig. 1. Porcentaje de los diferentes grupos encontrados en el Ahuejote.

El hongo encontrado en las hojas se presenta únicamente en los meses de mayor humedad en la zona (Mayo a Septiembre), y se encuentra

alimentándose del follaje generalmente asociado con agallas de *Aculus tetanothrix* y de cual no se ha evaluado el daño que produce a las hojas de este

árbol. El muérdago *Cladocolea loniceroides* es una especie hemiparásita que en teoría utiliza a sus hospedantes solo para extraer agua ya que es capaz de foto sintetizar su propio alimento (Alvarado-Rosales & Saavedra-Romero, 2005); sin embargo en la zona chinampera de Xochimilco se observa una severa infestación por esta planta ya que se observan árboles totalmente cubiertos por *C.*

*loniceroides* y esto contribuye en gran medida a la muerte de los ahuejotes o los hace más susceptibles al ataque de otros agentes patógenos, aún así los datos de comportamiento y biología sobre este tipo de parásitos están poco estudiados, además la notificación de los casos donde *C. loniceroides* esta parasitando otros árboles de otros géneros cada vez son más comunes (Alvarado-Rosales, *et al.* 2003).

Cuadro 1. Relación de organismos encontrados en las diferentes partes del *Salix bonplandiana*.

ORGANISMO	TRONCO	RAMAS	FOLLAJE	AGALLAS	BROTOS	FLORES
<b>Fungi</b>						
Hongo			X			
Sin determinar						
<b>Plantae</b>						
Loranthaceae						
<i>Cladocolea loniceroides</i>		X				
<b>Chelicerata</b>						
<b>Acari</b>						
Tenuipalpidae						
<i>Brevipalpus</i> sp.			X	X	X	
Tetranychidae						
<i>Oligonychus</i> sp.			X			
Eriophyidae						
<i>Aculus tetanothrix</i>			X			
<i>Aculus</i> sp.			X	X		
<i>Stenacis</i> sp.					X	X
Tarsonemidae						
<i>Steneotarsonemus</i> sp.					X	
Phytoseiidae						
<i>Phytoseiulus</i> sp.			X	X		
Tydeidae						
<i>Tydeus</i> sp.			X		X	
<i>Afrotydeus</i> sp			X		X	
<b>Aranae</b>						
No determinada		X	X			
<b>Insecta</b>						
<b>Coleoptera</b>						
Chrysomelidae						
Sin determinar			X			
Curculionidae						
Sin determinar						

<b>Lepidoptera</b>						
<b>Geometridae</b>						
<i>Hylaea punctillaria</i>			X			
<b>Lasiocampidae</b>						
<i>Malacosoma incurvum</i>			X			
<b>Sesiidae</b>						
<i>Paranthrene dollii</i>	X	X				
<b>Hemiptera</b>						
<b>Aphididae</b>						
<i>Tuberolachnus salignus</i>			X			
<b>Hymenoptera</b>						
<b>Formicinae</b>						
<i>Paratrechina sp.</i>	X	X	X	X	X	X
<b>Apidae</b>						
<i>Apis mellifera</i>						X
<i>Avispa no determinada</i>				X		
<b>Diptera</b>						
<b>Agromyzidae</b>						
<i>Liriomiza sp.</i>			X			

De los artrópodos encontrados los ácaros y los insectos, son los que mayormente se encuentran asociados a las diferentes partes del Ahuejote. Dentro de los ácaros cinco especies son fitófagas y dos depredadoras, de los fitófagos encontrados dos especies son consideradas de importancia económica (*Oligonychus sp.*, *Aculus tetanothrix*), ambos causando daños severos al follaje, el primero alimentándose en el envés de la hoja, la población se concentra en pequeños círculos que las hembras realizan a lo largo de la vena central y el cual tapan con seda, dentro de este círculo ovipositan y se desarrollan los primeros estadios; la segunda especie causa deformaciones en el tejido y este crece anormalmente formando agallas, dentro de las cuales se desarrollan las poblaciones algunas observaciones sobre su biología han sido estudiadas por Estrada-Venegas y Equihua-Martínez (2006), ambas especies se protegen de sus depredadores con estas técnicas, y aunque no se ha evaluado el daño preciso que causan al árbol, ambas se

encuentran en altas poblaciones en los meses de calor disminuyendo en los meses de frío.

En cuanto a las otras tres especies de ácaros encontrados aunque son considerados fitófagos no se ha observado en daño significativo en el tejido, *Aculus sp.*, se considera una especie de vida libre que se alimenta dentro de las agallas producidas por *A. tetanothrix*, *Stenacis sp.*, se asocia a los brotes vegetativos y florales del árbol y aunque se ha encontrado en poblaciones altas no se ha observado un daño significativo en esta parte del árbol. *Brevipalpus sp.*, se ha encontrado en menores poblaciones por lo general adultos aislados en los brotes y hojas y tampoco se ha observado que causen algún problema significativo. Por su parte *Steneotarsonemus sp.*, se encuentra asociado a lugares donde crecen hongos, por lo que suponemos que es fungívoro y su función es más bien la de realizar un control sobre la población de los hongos.

Por otro lado los organismos depredadores *Phytoseiulus sp.*, *Tydeus sp.*, y *Afrotydeus sp.*, se

alimentan de tres especies fitófagas *Oligonychus juniperi*, *A. tetanothrix*, y *Aculus* sp., en el primer caso se han observado adultos e inmaduros de *Phytoseiulus* sp., dentro de los círculos cubiertos por seda depredando por lo general huevos y larvas del tetraniquido, también se le ha observado buscando activamente dentro de las oquedades y de las agallas en busca de adultos de eriófidos de dos especies *A. tetanothrix* y *Aculus* sp. *Tydeus* sp., solo se le ha observado consumiendo adultos de *A. tetanothrix*, ya que es más pequeña y cabe perfectamente dentro de las agallas, y *Afrotydeus* sp., se alimenta de ambas especies de *Aculus*, y aunque no se ha evaluado el potencial de control de estas dos especies, pero creemos que pueden ser utilizados para este fin. La especie de araña encontrada también se considera como depredadora dentro del sistema ya que en su telaraña se han encontrado restos de la mayor parte de los organismos aquí encontrados.

Dentro de la clase Insecta, tenemos 4 especies fitófagas que se encuentran dañando al árbol en diferentes proporciones, primeramente una larva de la Familia Chrysomelidae, la cual es voraz y se alimenta de las hojas sanas y con agallas, sin importarle que a su paso devore algunos eriófidos, estos organismos solo se han colectado en los meses de calor y se les ha observado hasta 10 larvas por hoja. Las larvas de Lepidóptera, *Hylaea punctillaria* y *Malacosoma incurvum*, son defoliadoras, de la primera se han encontrado pocos organismos, en algunas ocasiones solo una larva por árbol por lo que no causa un daño significativo, la segunda es una especie de importancia forestal, se lo conoce como gusano de bolsa y es una plaga importante en la zona chinampera, ya que cuando emergen las larvas éstas forman una bolsa en las ramas en las cuales se protegen y desde ahí salen a alimentarse del follaje, se han observado más de veinte bolsas por árbol con los cual este queda totalmente defoliado en días por lo cual se han realizado investigaciones sobre varios aspectos de este lepidóptero (Equihua-Martínez, 1985). Po su parte *Paranthrene dollii* es un Lepidóptero barrenador de los troncos el cual ha

sido reportado en árboles de vivero pero su daño aun no ha sido evaluado por lo que se tienen pocos conocimientos acerca de esta especie.

El áfido *Tuberolachnus salignus* se encuentra alimentándose de la savia de las hojas, pero no se han observado poblaciones numerosas, y por lo general solo hembras partenogenéticas han sido encontradas, por lo que el daño solo se localiza en lugares aislados donde están estos organismos. La hormiga *Paratrechina* sp., aunque se encuentra presente en el sistema, aun no se determina cual es su función dentro de este, se le ha encontrado asociada a todas las partes del árbol, pero no se sabe con certeza que hace en el árbol. También se ha encontrado una avispa, la cual coloca sus huevos dentro de las agallas producidas por *A. tetanotrhis*, esta se alimenta del tejido de la agalla y provoca su senescencia prematura con lo cual los ácaros abandonan la agalla en busca de nuevos sitios de alimentación, por lo que esta especie es considerada un parasito. Por su parte la abeja *Apis melifera*, es la encargada de colectar el polen del ahuejote, esta presente cuando las flores están desarrolladas por lo que su función es considerada benéfica para el árbol ya que le ayuda en la dispersión del polen. En el orden Diptera la especie *Liriomiza* sp., la cual la larva forma minas en las hojas donde pasa todo su ciclo como inmaduro, va dejando túneles en el envés de la hoja con los cuales, esta termina por secarse y caerse, en algunas ocasiones se han observado ramas con todas las hojas infestadas por esta especie, la cual podría considerarse de importancia aunque también nunca se ha evaluado su daño.

Aunque se dice que dos especies no pueden ocupar el mismo nicho ecológico; esto se denomina como "Principio de la exclusión competitiva", así pues si muchas veces determinamos que grupos de animales constituyen especies distintas porque se diferencian de otros en cierto sentido, dos grupos que hagan exactamente lo mismo y en el mismo lugar (es decir, que ocupan el mismo nicho), tienen que pertenecer por definición a la misma especie. Luego este principio nos obliga, cuando contemplamos un número de organismos que

parecen compartir el mismo nicho, a preguntarnos en qué se diferencian (Coleman, 2001). Pero podemos asumir que la fauna que se asocia a cualquier especie de planta, está conformada por una gran diversidad de grupos por lo general artrópodos, los cuales interactúan de tal forma que consideramos que este tipo de asociaciones tienen influencias directas sobre la diversidad y abundancia de las especies al incrementar la disponibilidad de espacio y nichos ecológicos que estos organismos pueden explotar a tal grado que se pueden considerar como un ecosistema.

El follaje es el nicho que más organismos aprovechan seguido de los brotes, esto debido a que son los dos organismos de la planta donde existe un crecimiento continuo, con lo cual aprovechan las sustancias nutritivas, pero también se debe a que en estas partes existen organismos depredadores que se alimentan de los fitófagos y con ello la diversidad se ve aumentada. Las restantes partes solo se asocian pocas especies ya que las condiciones son menos favorables para su desarrollo, con lo cual son más especializadas para aprovechar estos recursos y así evitar la competencia directa con otras especies (Fig. 2).

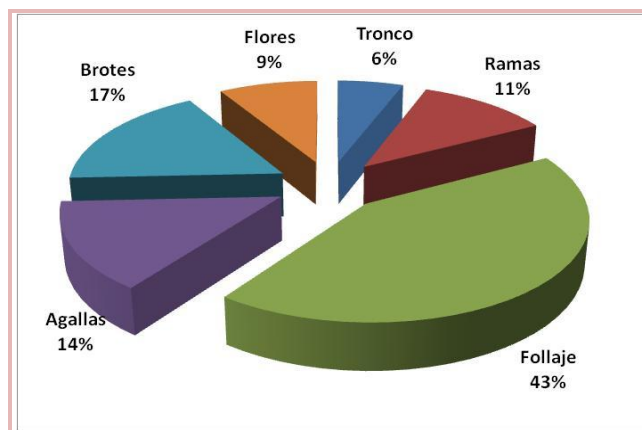


Fig. 2. Porcentaje de los diferentes organismos encontrados en las diferentes partes del ahuejote.

Además podemos considerar que nunca se ha estudiado un árbol como un sistema integral el cual se llevan a cabo interacciones de todo tipo y en el cual la diversidad de nichos ecológicos que puede generar puede ser ocupada por un sin número de especies las cuales los aprovechan y evitan así la competencia por el recurso, los estudios siempre son remediativos y se enfocan en una o dos especies que son consideradas de importancia y las que son controladas, pero dejan de lado lo que sucede con las demás y lo que se afecta en el sistema, por lo que se propone que los estudios se lleven a cabo tomando en cuenta todo un sistema como integral y de esta manera poder en vez de perjudicar ayudar que el sistema se controle por sí mismo.

## Conclusiones

Tres reinos, (Fungi, Plantae y Animalia) están presentes en el Ahuejote. Los hongos y las plantas estuvieron representados por una familia, un género y una especie cada uno.

Dentro de los animales todos los organismos fueron artrópodos, repartidos en tres órdenes, 16 familias, 17 géneros y 18 especies. Cada uno de estos organismos se encuentra explotando un nicho ecológico en particular y cuando lo comparten estos tienen interacciones diferentes. La mayor parte de los organismos causan un daño directo al árbol y solo tres especies son consideradas benéficas. Es importante realizar estudios a nivel sistema y no solo dirigir los esfuerzos a especies de importancia.

Este estudio forma parte de un proyecto de recuperación integral de la Zona Chinampera de Xochimilco, D. F.

## Literatura Citada

- Alvarado-Rosales, D., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E. G., Franco-Maldonado, V., González-Monzón, A. U., L. de L. Saavedra-Romero. 2003. The *Cladocolea* genus in the Mexican City basis and its management/El género *Cladocolea* en la cuenca de México y una propuesta de manejo. 1st Joint Meeting of the 12th National Symposium on Forest Parasit and the 54th. Western Forest Insect Work Conference (WFIWC). Guadalajara, México. November 3-6. Abstracta/Resúmenes. p. 10.
- Alvarado-Rosales, D., y L. de L. Saavedra-Romero. 2005. El Género *Cladocolea* (Loranthaceae) en México: Muérdago verdadero o injerto. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 11(1): 5-9.
- Anónimo. 2009. Xochimilco. Artículo electrónico. Visitado el 08 de Agosto de 2009. <http://www.elclima.com.mx/xochimilco.htm>
- Coleman, R. 2001. Frenesí Alimentario. Artículo electrónico. Visitado 08 de Septiembre de 2009. <http://www.cichlidae.com/article.php?id=194&lang=es>
- Equihua-Martínez, A. 2003. Saneamiento de veinticinco mil árboles ahuehuete y sauce en la zona chinampera de Xochimilco. Proyecto PM-08-07. Colegio de Postgraduados y Delegación Xochimilco.
- Equihua-Martínez, A. 1985. Tabla de vida del gusano de bolsa *Malacosoma incurvum* var. *Aztecum* Neumogen (Lepidoptera:Laslocampidae) en Xochimilco, D. F. México. Folia Entomológica Mexicana. 66: 31-45.
- Estrada-Venegas, E. G. 2008. Diversidad de ácaros en el ecosistema suelo de chinampa de Xochimilco, México., pp 78-83. **En:** Estrada-Venegas, E. G., Equihua-Martínez, A., Padilla-Ramírez, J. R., y A. Mendoza-Estrada (Eds.). Entomología Mexicana. Vol. 7. Sociedad Mexicana de Entomología.
- Estrada-Venegas, E.G. & Equihua-Martínez, A. 2006. Algunos aspectos sobre la biología de *Aculops tetanothrix* (Acari: Eriophyidae) ácaro agallador presente en la zona chinampera. **En:** (Estrada V, E.G., Romero N J., Equihua M.A., Luna L.C. y Rosas A, J.L. eds). Entomología Mexicana. Soc. Mex. Ent. y Colegio de Postgraduados. Vol. 1. Pp. 167-171
- López, R. G. F., 1988. Sistema de Chinampas. Perspectiva agroecológica. Cuadernos Universitarios. Universidad Nacional Autónoma de México. Ser. Agro. No. 15.
- Rodríguez-Sánchez, L. M., y E. J. Cohen-Fernández. 2003. Guía de árboles y arbustos de la zona metropolitana de la Ciudad de México. REMUCEAC. Gobierno del Distrito Federal y UAM Xochimilco. 383 pp.

# GAMÁSIDOS (ACARI: MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A SCOLYTINAE DE *Pinus* SPP. EN ONCE ESTADOS DE LA REPUBLICA MEXICANA

M. Patricia Chaires-Grijalva, Edith G. Estrada-Venegas y Armando Equihua-Martínez.

Instituto de Fitosanidad, Programa de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carr. México- Texcoco, Montecillo, Estado de México. C.P. 56230. chaires@colpos.mx, estradae@colpos.mx, equihuaa@colpos.mx.

## Resumen

México posee el primer lugar a nivel mundial en cuanto a diversidad de pinos. Existen diversas plagas asociados a estos, destacando los descortezadores de la Subfamilia *Scolytinae*. Estos últimos mantienen una estrecha relación con ácaros mesostigmados, quienes se desarrollan dentro de sus galerías, donde completan su ciclo biológico y su principal asociación es forética. Gispert (1983) reporta 14 especies incluidas en 11 familias, asociadas únicamente a *Ips bonansea*. En este trabajo se reportan 29 especies de gamásidos, incluidos en nueve familias, asociados a 18 especies de *Scolytinae*, destacándose *Ips bonansea* y *Dendroctonus frontalis* por la diversidad asociada, están relacionados con 13 especies de *Pinus*, de las cuales *P. hartwegii* presenta la mayor diversidad de especies de ácaros (40%), le siguen en orden de abundancia *P. arizonica* (28%) y *P. quadrifolia* (9%). *Proctolaelaps subcorticalis*, fue la especie que se encontró en un número mayor de estados (cinco). *Trichouropoda hirsuta*, *T. ovalis*, *T. polytricha*, *T. shcherbakae*, *Dendrolaelaps neocornutus*, *Macrocheles bodreauxi*, *Pseudoparasitus sp.1*, *Trichouropoda sp. 1* y *Nenteria sp.1* son nuevos registros para México. Este trabajo forma parte de un proyecto sobre ácaros asociados a insectos descortezadores en el país.

**Palabras Clave:** Foresia, galerías, distribución, hospedero, descortezadores

## Introducción

La ubicación y forma del territorio mexicano revisten características de interés en la gran diversidad ecológica a lo largo de su superficie (Rzedowski, 1986). La variedad de condiciones fisiográficas, ecológicas y climáticas, son las

principales causas de la existencia de una gran biodiversidad de elementos florísticos que conforman la cubierta vegetal del territorio nacional, la cual es una de las más ricas y variadas del planeta, entre las que se incluyen los bosques de coníferas (Bermejo y Pontones, 1996). Dentro de los bosques de coníferas en México, los pinos son catalogados como el primer género de árboles en distribución y área. Los pinos ocurren de manera natural prácticamente en todos los estados de la República Mexicana, a excepción de Tabasco, Campeche y Yucatán (Eguiluz, 1988; Caballero y Bermejo 1994).

Los incendios forestales, períodos de sequías prolongados, el manejo inadecuado de los bosques, la competencia y susceptibilidad de los árboles predisponen frecuentemente al bosque al ataque inminente de plagas, siendo los más importantes los descortezadores de la Subfamilia *Scolytinae* (Billings *et al.*, 1996). Estos aprovechan el debilitamiento de las plantas, provocada al principio por enfermedades o por un estrés hídrico, resultado de la acción de factores ambientales y/o antropogénicos.

Entre los organismos que mantienen una estrecha relación con los *Scolytinae*, se encuentran los ácaros del suborden Mesostigmata, ellos viven en las galerías construidas por los descortezadores, se reproducen y se alimentan de los huevecillos y primeros estadios larvales de sus huéspedes, son distribuidos foréticamente entre los árboles por los coleópteros adultos. En México existen trabajos con listados de diversidad, Moser *et al.* (1974) en el cual citan cinco especies de gamásidos relacionados a *Dendroctonus frontalis*, *D. valens*, *Ips mexicanus* e *I. lecontei*, encontrados en *Pinus leiophylla* y *P. montezumae*. Gispert (1983), elabora un listado de la acarofauna asociada a *Ips bonansea*,

mencionando a 14 especies, incluidos en 11 familias; Méndez y Equihua (1999), encontraron uropodidos, en asociación forética a los adultos de *Scolytus multistriatus*. Poco se sabe de la relación que guardan los ácaros con los insectos descortezadores, información que de ser generada podría tomarse en consideración en los programas de control biológico de estas plagas forestales.

## Materiales y Método

**Fase I:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en artículos científicos, tesis y catálogos faunísticos con el objetivo de registrar las especies de gamásidos asociados a la subfamilia *Scolytinae*, reconocidos para México. Con la información obtenida se realizó una base de datos en Microsoft Access®, en la que se incluyen los datos taxonómicos, de colecta y su referencia. Así mismo se revisaron las colecciones de Acarología del Colegio de Postgraduados y la Colección particular de la Dra. Edith Estrada-Venegas, donde se realizó un trabajo taxonómico a nivel genérico y cuando hubo posibilidad a nivel específico para lo que se utilizaron las claves de McGraw & Farrierm (1969). Los datos de las colecciones también fueron incluidos en la base de datos antes referida.

**Fase II:** De julio de 2007 a octubre de 2008, se realizaron recolectas en cuatro estados de la

República Mexicana (Baja California, Chihuahua, Hidalgo y Querétaro), en cada una de las localidades se tomaron trozos de cortezas, ramas y raíces, con signos de daño por los descortezadores. Las cuales fueron trasladadas al Laboratorio de Acarología para su revisión, algunas fueron conservadas en refrigeración hasta su procesamiento. Se implementaron cámaras de emergencia para las muestras, con el objetivo de obtener a los escolítidos cuando emergían en el estado adulto, para obtener a los ácaros asociados directamente a estos organismos. Las muestras fueron revisadas bajo microscopio, cuantificando el número de ácaros encontrados en las galerías, así como los que tuvieran alguna relación de tipo forético. Los datos obtenidos de esta fase fueron incluidos en la base de referencia antes mencionada.

## Resultados y Discusión

De acuerdo a la información obtenida se registraron un total de 29 especies de gamásidos, incluidos en nueve familias: Ascidae, Digamasellidae, Macrochelidae, Phytoseiidae, Parasitidae, Trematuridae, Uropodidae y Veigaeiidae.

Cuadro 1. Distribución y hospederos de Gamásidos asociados a *Scolytinae* en *Pinus* spp en México.

FAMILIA	ESPECIE	EDO	RELACIONADA CON:	
Ascidae	<i>Arctoseius cetratus</i> <sup>4</sup>	Mex	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>
	<i>Arctoseius semicissus</i> <sup>4</sup>	Pue	<i>I. cribicolis</i>	<i>P. montezumae</i>
	<i>Asca pini</i> <sup>4</sup>	Mex	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>
	<i>Gamasellodes</i> sp. <sup>2,4</sup>	Chih	<i>D. rhyzophagus</i>	
		Hgo	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>
	<i>Lasioseius safroi</i> <sup>1,2,4</sup>	Hgo	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>
		Mex	<i>D. adjunctus</i>	
	<i>Proctolaelaps dendroctoni</i> <sup>2,3,4</sup>	Mex	<i>Hylastes</i> sp.	<i>P. hartwegii</i>
	<i>Proctolaelaps hyptrix</i> <sup>3,4</sup>	Mex	<i>Ips</i> sp.	<i>P. hartwegii</i>
	<i>Proctolaelaps hystricoides</i> <sup>3,4</sup>	Pue	<i>D. frontalis</i>	<i>P. montezumae</i>
<i>Proctolaelaps subcorticalis</i> <sup>1,2,3,4</sup>	Pue	<i>I. cribicolis</i>	<i>P. montezumae</i>	
		<i>I. bonanseai</i>		
	Mex	<i>I. mexicanus</i>	<i>P. montezumae</i> <i>P. cooperi</i>	



				<i>P. duranguensis</i>	
				<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>
				<i>Pityophthorus sp.</i>	<i>P. hartwegii</i>
				<i>D. mexicanus</i>	<i>P. leiophylla</i>
		D.F.	<i>Hylurgos sp.</i>	<i>P. hartwegii</i>	
			<i>Ips sp.</i>		
		Chis	<i>I. cribicollis</i>	<i>P. oocarpa</i>	
			<i>I. mexicanus</i>	<i>P. montezumae</i>	
			<i>I. interger</i>	<i>P. oocarpa</i> <i>P. montezumae</i>	
		Chih	<i>I. lecontei</i>	<i>P. engelmani</i>	
			<i>I. bonanseai</i>	<i>P. arizonica</i>	
		Mex	<i>D. adjunctus</i>	<i>P. hartwegii</i>	
<i>I. interger</i>	<i>P. hartwegii</i>				
Digamasellidae	<i>Digamasellus sp.</i> <sup>2,4,5</sup>	Mex	<i>I. mexicanus</i> <i>D. adjunctus</i>	<i>P. hartwegii</i>	
		Chis	<i>Scolytus sp.</i>	<i>P. oocarpa</i>	
	<i>Dendrolaelaps neocornutus</i> <sup>1,2,5</sup>	BC	<i>Pityophthorus sp.</i>	<i>P. quadrifolia</i>	
	<i>Dendrolaelaps neodisetus</i> <sup>1,5</sup>	Chih	<i>D. rhyzophagus</i>	<i>P. arizonica</i>	
Laelapidae	<i>Pseudoparasitus sp.</i> <sup>5</sup>	Chih	<i>D. rhyzophagus</i>	<i>P. arizonica</i>	
Macrochelidae	<i>Macrocheles bodreaux</i> <sup>4</sup>	Chih	<i>D. rhyzophagus</i>	<i>P. arizonica</i>	
	<i>Macrocheles sp.</i> <sup>4,5</sup>	Mex	No se menciona	<i>P. hartwegii</i>	
Parasitidae	<i>Sin determinar</i> <sup>2,4</sup>	B C	<i>Pityophthorus sp.</i>	<i>P. quadrifolia</i>	
		Coah	<i>Scolytidae</i>	<i>P. americana</i>	
		Mex	<i>I. integer</i>	<i>P. hartwegii</i>	
		Hgo	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>	
		Mor	<i>Dendroctonus sp</i>	<i>Pinus sp</i>	
	<i>Vulgarogamasus lyriformis</i> <sup>1,2,3,4</sup>	Pue	<i>D. frontalis,</i>	<i>P. leiophylla</i>	
			<i>D. valens,</i>		
<i>I. bonanseai,</i>					
<i>I. mexicanus,</i>					
		<i>I. lecontei</i>			
		<i>I. confusus</i>			
Phytoseiidae	<i>Amblyseius sp.</i> <sup>4,5</sup>	Mex	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>	
	<i>Propioseioopsis sp.</i> <sup>4</sup>	Mex	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>	
	<i>Typhlodromus guatemalensis</i> <sup>1,2,3</sup>				
Trematuridae	<i>Trichouropoda australis</i> <sup>1,5</sup>	Hgo	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>	
	<i>Trichouropoda hirsuta</i> <sup>5</sup>	B C	<i>Pityophthorus sp.</i>	<i>P. quadrifolia</i>	
	<i>Trichouropoda ovalis</i> <sup>5</sup>	Chih	<i>D. rhyzophagus</i>	<i>P. arizonica</i>	
	<i>Trichouropoda polytricha</i> <sup>5</sup>	Qro	<i>D. mexicanus</i>		
	<i>Trichouropoda shcherbakae</i> <sup>5</sup>	Hgo	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. cembroides</i>	
		Chih	<i>D. rhyzophagus</i>	<i>P. arizonica</i>	

	<i>Trichouropoda sp.</i> <sup>5</sup>	B C	<i>Pityophthorus sp.</i>	<i>P. quadrifolia</i>
Uropodidae	<i>Sin determinar</i> <sup>2,4,5</sup>	Hgo	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>
		Mex	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>
			<i>I. integer</i>	
	<i>Nenteria sp.</i> <sup>5</sup>	B C	<i>Pityophthorus sp.</i>	<i>P. quadrifolia</i>
Veigaiidae	<i>Gamasolaelaps subcorticalis</i> <sup>1</sup>	Chih	<i>I. lecontei</i>	<i>p. engelmannii</i>

<sup>1</sup>Hoffman y Lopez-Campos, 2000; <sup>2</sup>Gispert, 1983; <sup>3</sup>Moser, 1974; <sup>4</sup>Colec. Colegio de Post.; <sup>5</sup>Este trabajo

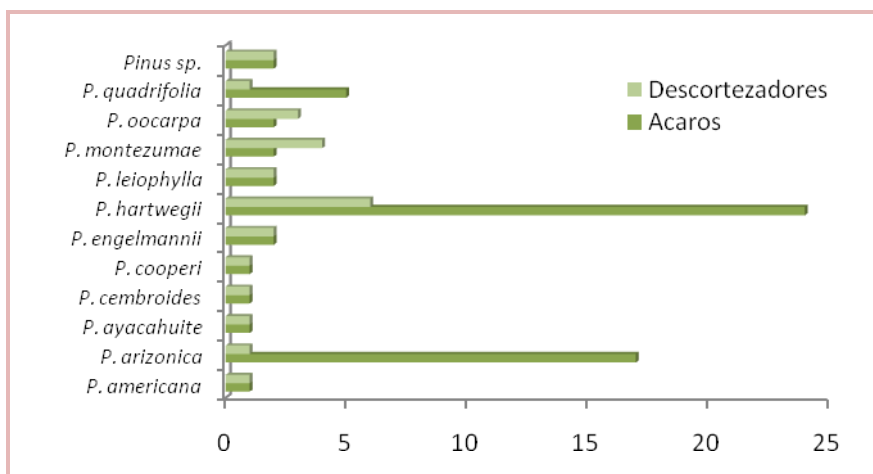


Figura. 1. Diferentes especies de pino con presencia de descortezadores y gamásidos.

Los gamásidos encontrados están asociados a 18 especies de Scolytinae de importancia forestal, entre las que destaca el género *Ips* con siete especies de las cuales *I. bonanseai*, *I. mexicanus* e *I. integer* se presentan con mayor frecuencia; *Dendroctonus* es otro género bien representado con seis especies, entre las cuales destacan *D. frontalis*, *D. adjunctus* y *D. mexicanus*.

Estas especies a su vez se relacionan con 12 especies de *Pinus*, de las cuales *P. hartwegii* presenta la mayor diversidad de especies de ácaros (40%), le siguen en orden de abundancia *P. arizonica* (28%) y *P. quadrifolia* (9%) (Fig. 2). Cabe mencionar que estas especies están repartidas en 11 estados del país.

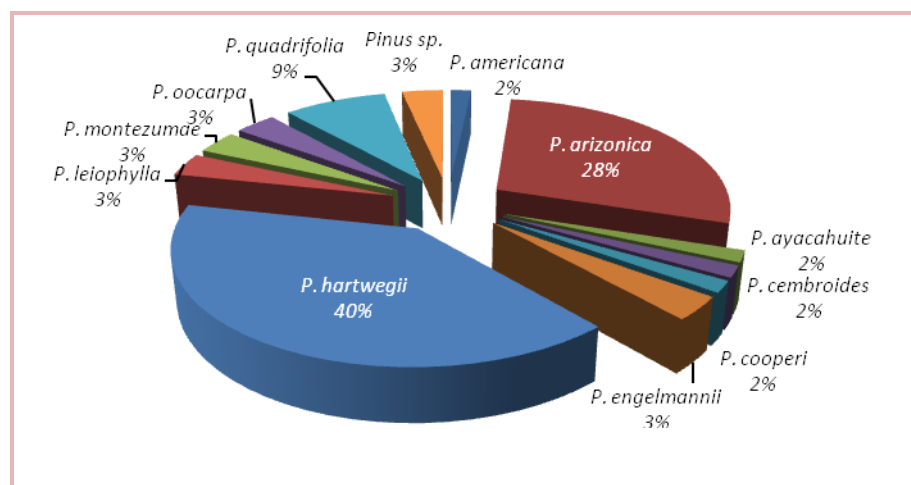


Fig. 2. Abundancia de Gamásidos por especie de *Pinus*.

*P. hartwegii* presenta una mayor diversidad de descortezadores, siete especies (24%) (Fig.3), los cuales comprenden los géneros *Dendroctonus*, *Ips*, *Hylastes*, *Hylurgops* y *Pityophthorus*, por lo que es de esperarse encontráramos la mayor cantidad de ácaros mesotigmados asociados a ellos y a sus galerías. Esta especie de pino presenta hasta el momento siete de las ocho familias reconocidas para este estudio y 16 de las 29 especies registradas, por lo que es considerado el más diverso (Cuadro 1). *P. arizonica* también presenta una gran abundancia de gamásidos, asociados principalmente a *D. rhizophagus* y en menor número a *I. bonansea*. Cuatro familias y cinco especies son reconocidas para esta especie de pino, a pesar de que solo obtuvo el 4% (Fig. 3) en cuanto a la abundancia de descortezadores se refiere. *P. quadrifolia* solo presenta al género *Pityophthorus*, lo cual representa el 4% en la abundancia de los descortezadores, a pesar de la poca abundancia de este grupo se encontraron cuatro familias de gamásidos y cinco especies (9%). *Proctolaelaps subcorticalis*, fue la especie que se encontró en un número mayor de estados (cinco). De las 19 especies obtenidas en este trabajo, nueve especies son nuevas para México, *Trichouropoda hirsuta*, *T. ovalis*, *T. polytricha*, *T. shcherbakae*, *Dendrolaelaps neocornutus*, *Macrocheles bodreauxi*, *Pseudoparasitus sp.1*, *Trichouropoda sp. 1* y *Nenteria sp.1* (Cuadro 1). Moser (1971), menciona que *D. neodisetus*, *L. frontalis* y *P. dendroctoni* se encuentran frecuentemente asociadas a *D. frontalis*, son abundantes en el interior de la corteza y presentan este comportamiento. Algunas otras especies como *Proctolaelaps hystricoides*, *P. dendroctoni*, *Macrocheles boudreauxi*, *Eugamasus lyriformis*, *P. hystrix*, aparentemente están limitadas en el rango de sus hospederos a solo estos géneros *Dendroctonus* e *Ips*. En ocasiones la permanencia de ácaros en las galerías, no depende específicamente de la presencia del descortezador, sino de las condiciones microambientales que prevalezcan en las galerías (Gispert y Atkinson, 1985). Una vez que los insectos inician su emergencia, aumenta el número de orificios en la superficie de la corteza

disminuyendo la humedad en el interior de las galerías, provocando una mayor actividad de los gamásidos, quienes perciben los cambios en el microclima de las galerías y se suben a los descortezadores antes que estos emerjan o en el momento de intentar salir.

En general este grupo de ácaros asociados a *Scolytinae* es poco estudiado en México y prueba de ello son los escasos trabajos de los que se tiene conocimiento; la razón principal estriba en la gran dificultad taxonómica que representan por su diversidad morfológica, ecológica y etológica. Este desconocimiento se refleja en el número de géneros y especies que Hoffmann y López-Campos (2000) reportan para el país (Cuadro 1). Sin embargo con los registros del trabajo de Moser y Roton (1971), y con la revisión de las colecciones, permitió ampliar el registro de los gamásidos mexicanos con dichas asociaciones;

## Conclusiones

Un total de 19 especies están presentes para el país, de las cuales nueve resultan nuevos registros; *Trichouropoda hirsuta*, *Trichouropoda ovalis*, *Trichouropoda polytricha*, *Trichouropoda shcherbakae*, *Dendrolaelaps neocornutus*, *Macrocheles bodreauxi*, *Pseudoparasitus sp.1*, *Trichouropoda sp.1*, y *Nenteria sp.1*. Los estados mejor representados fueron Edo. de Méx., Chihuahua, Hidalgo y Baja California con 14, 8, y 5 especies, respectivamente, Baja California y Querétaro presentan por primera vez registros para el país. Este listado corresponde a los resultados preliminares de un proyecto de investigación que actualmente está en proceso, para conocer la diversidad y otros aspectos de los gamásidos en México.

## Agradecimientos

Al Dr. Gerardo Zúñiga Bermúdez de la ENCB del IPN, por el material acarológico proporcionado procedente del Estado de Chihuahua. A la Biól. Isabel Sánchez Rocha de la ENCB del IPN, al Dr. Gabriel Otero Colina del Colegio de Postgraduados

por las facilidades otorgadas para la revisión del material acarológico depositado en las colecciones.

### Literatura Citada

- Billings R. F., J. E. Flores L. y R. S. Cameron. 1996. Los escarabajos descortezadores de Pino, con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Métodos de control directo. Texas Forest Service. Publication 150. Texas A & M Printing Station 19 p.
- Bermejo, B.V. y J. B. Pontones. Los pinos mexicanos y su utilización como especies introducidas de alto potencial en varios países del mundo.
- Caballero, D.M. y V.B. Bermejo. 1994. An overview of the diversity and richness of Mexico's pine species. *Ecodecision*: 82-83. Montreal, Canada.
- Eguiluz, P.T. 1988. Distribución natural de los pinos en México. Centro de Genética Forestal, A.C. Nota Técnica No. 1 6 p. Chapingo, México.
- Gispert, M.C. 1983. Acarofauna asociada a *Ips bonansea* Hopkins (Coleóptera: Scolytidae) Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 108 pp.
- Hirschman W. & J. Wiśniewski, 1982. Weltweite Revision der Gattungen *Dendrolaelaps* und *Longoseius*. *Acarologie, Schriftenreihe für vergleichende Milbenkunde*, Folge 29, Hirschmann-Verlag, Nürnberg, 281 pp.
- Kinn, D. N. 1971. The life cycle and behavior of *Cercoleipus coelonotus* (Acarina: Mesostigmata). *Univ. Cal. Press*. 65: 1-66
- Hoffmann, A. y G. López-Campos. 2000. Biodiversidad de los ácaros en México. CONABIO, UNAM, México, 230 pp.
- Lindquist, E. E. 1969. New species of *Tarsonemus* (Acarina: Tarsonemidae) associates with bark Beetles. *Canad. Entomol.* 101: 1291-1314.
- McGraw J. R. & H. Farrierm. 1969. Mites of the superfamily Parasitoidea (Acarina: Mesostigmata) associated with *Dendroctonus* and *Ips* (Coleoptera: Scolytidae). *North Carolina Exp. Stn. Tech. Bull.* 192: 1-162.
- Mendez, M. T. y A. Equihua, 1999. Presencia e importancia de *Scolytus multistriatus* (Marshan), descortezador del olmo en Aguascalientes, Aguascalientes, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 76: 1-15.
- Moser, J. C., R. Wilkinsok and E. W. Clark. 1974. Mites associated with *Dendroctonus frontalis* Zimmerman (Scolytidae: Coleoptera) in Central America and Mexico *Turridbiz Vot*, 24 (4) 373-381.
- Moser, J. C., and L. M. Roton. 1971. Mites associated with the southern pine beetle in Allen Parish, Louisiana. *Ibid.* 103: 1775-1798.
- Moser, J. C. 1976. Surveying mites (Acarina phoretic on the southern pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) with sticky traps. *Can. Entomol.* 108: 809-813.
- Rzedowski, 1986).
- Preston E. H. and R.M. T. Rosario, 1988. Associations of Mesostigmata with other arthropods. *Ann. Rev. Entomol.* 33: 393-417
- Wood, S. L. 1985. aspectos taxonomicos de los Scolytidae. In SARH. 1985 memoria de los Simposia Nacionales de Parasitología Forestal. México, D.F. pp. 170-174
- Vizthum, H. 1923. Acarologischen Beobachtungen. 7 Reihe Komensalen der Ipiden. *Archiv für Naturgeschichte* 89 (A): 97-181
- Vizthum, H. 1926. Acari als Komensalen von Ipiden, Der Acarologischen Beobachtungen. 11 Reihe Zoologische Jahrbücher Abteilung für Systematik. *Ökologie und Geographie Tiere* 55:407-503.

# ERIOFIDOS (ACARI: ERIOPHYOIDEA) ASOCIADOS A ÁRBOLES DE LA FAMILIA PINACEAE EN CUATRO ESTADOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA.

Jesús -Soto Alberto Acuña, Edith Guadalupe Estrada-Venegas, y Armando Equihua-Martínez.

Instituto de Fitosanidad, Programa de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carr. México- Texcoco, Montecillo, Estado de México. CP. 56230. acunas@colpos.mx, estradae@colpos.mx, equihuaa@colpos.mx.

## Resumen

En México contamos con la mayor diversidad de especies de coníferas. Estos árboles presentan una gran variedad de organismos asociados dentro de los cuales los escolítidos, son los que más se han estudiado por ser considerados plagas; sin embargo otros han pasado desapercibidos, tal es el caso de los ácaros eriófidos, organismos microscópicos (80-400  $\mu\text{m}$ ), vermiformes y con solo cuatro pares de patas, los cuales se alimentan insertando los estiletes en las partes vegetales en crecimiento y causando daños al follaje. Seis especies de pino y dos de oyamel fueron recolectadas en cuatro estados de la república: Baja California, Chihuahua, Hidalgo y Morelos. Se encontraron 13 especies de eriófidos asociadas y afectando a las acículas provocando en ellas clorosis, deformación y bronceados. El porcentaje de daño varió entre 20 y 40%, en el total de las acículas revisadas. En algunas coníferas se encontró más de una especie asociada. Dos de las 13 especies ya estaban reportadas para México y 11 son nuevas para la ciencia, así como nuevos registros para el país, las plantas hospedantes y los Estados donde se encontraron. Es el primer trabajo en México donde se reportan eriófidos afectando el follaje de coníferas en bosques naturales.

**Palabras clave:** Evaluación de daños, Distribución, Biología, Comportamiento

## Introducción

México es un país privilegiado ya que dentro de los bosques de pinos y sus diferentes asociaciones, la familia Pinaceae es una de las mejores representadas y aunque no se ha estimado el total de especies, se presume que puedan ser

mas de cien. A los organismos de esta familia, los podemos encontrar, desde el nivel del mar hasta cerca de cuatro mil metros de altitud, lo mismo en ambientes húmedos que en zonas semiáridas: ningún otro país en el planeta posee tal cantidad de especies (Vazquez-Covarrubias, 2009). Los pinos *sensu stricto* son catalogados como el primer género de árboles en distribución y área con lo cual ocurren de manera natural en prácticamente todos los estados del país, a excepción de Tabasco, Campeche y Yucatán; los demás géneros y especies de la familia están más restringidos en áreas bien delimitadas (Bermejo & Pontones, *op cit.*).

Al igual que en todos los organismos vegetales, en las coníferas tenemos plagas importantes que han sabido aprovechar este recurso y su abundancia para sus propios beneficios. Los organismos de interés forestal en nuestro país se han estudiado dependiendo de la magnitud de sus daños, dentro de estos los de la subfamilia Scolytinae (Coleoptera) son en los que más se han enfocado debido a que se han considerado de - importancia económica (Equihua-Martínez & Burgos-Solorio, 2002).

Sin embargo especies de interés en el control biológico, aquellas que participan en los procesos de reciclaje de nutrientes y ni que decir de las fitófagas, han sido poco estudiadas (Equihua-Martínez, 2002). Dentro de las especies fitófagas, un grupo que ha pasado desapercibido por mucho tiempo es el de los eriófidos, ácaros vermiformes, con solo dos pares de apéndices, y de tamaño pequeño (80-400  $\mu\text{m}$ ), por lo que no son observados a simple vista, además se desarrollan en las partes en crecimiento (base de las acículas) y protegidos dentro de estas por una vaina de brácteas que mantiene unidas a las

acículas; por lo tanto pasan desapercibidos y con ello son poco conocidos.

A nivel mundial se conocen alrededor de 15 géneros representantes de dos Familias, (Phytoptidae y Eriophyidae), asociados a coníferas siendo los más importantes: *Boczekella*, *Epitrimerus*, *Nalepella*, *Phantacrus*, *Platyphytoptus*, *Trisetacus*, y *Setoptus*. Todos estos organismos causan daños en diferentes niveles a sus hospedantes entre los que se cuentan clorosis, bronceados, deformación de las acículas, escobas de bruja, agallas en forma de roseta, y un mal desarrollo de los brotes (Castagnoli, 1996). El número de especies registradas solo para los géneros *Abies* y *Pinus* asciende alrededor de 190 (Amrine Jr., & De Lillo, 2006). Para México solo se tienen dos especies asociadas a este tipo de plantas *Trisetacus ehmanni* Keifer, 1963, en *Pinus arizonica* (Engelm.) y *P. duranguensis* (Mtz.) (Cibrián-Tovar *et al.*, 1995, Equihua-Martínez, *op cit.*), y *T. pini* (Nalepa, 1887), encontrado en *P. montezumae* (Lamb.) (Acuña-Soto & Estrada-Venegas, 2009), resulta una cifra insignificante si consideramos la importancia del grupo.

Estos antecedentes nos dan una idea del poco conocimiento taxonómico que se tiene en México y aún más, sobre la biología y comportamiento de estos organismos, así como la nula evaluación de sus daños y las consecuencias que esto podría generar. Por lo cual el objetivo del siguiente trabajo busca contribuir con el conocimiento de los eriófidos asociados a árboles de la Familia Pinaceae y los daños ocasionados a esta.

## Materiales y Método

Durante el presente año, se obtuvo follaje de diferentes especies de los géneros *Pinus* y *Abies*, de diferentes localidades de cuatro Estados de la República Mexicana (Cuadro 1), las cuales fueron trasladadas al laboratorio de Acarología en bolsas plásticas tipo Ziploc® debidamente etiquetadas, un ejemplar botánico fue prensado para su determinación taxonómica. El follaje fue revisado bajo microscopio estereoscópico en busca de los organismos, en su base retirando la vaina que une a

las acículas, cuando no se encontraron o había pocos ácaros entonces el follaje fue sumergido en agua con jabón para lavar cualquier organismo presente y posteriormente se filtro el líquido en un tamiz del número 350, el material obtenido de la filtración fue revisado obteniendo todos los organismos encontrados.

Todos los eriófidos encontrados fueron separados y preservados en etanol al 70% y de estos, una parte fue previamente aclarada en ácido láctico y posteriormente montada en laminillas permanentes con líquido de Hoyer para su posterior determinación taxonómica, para tal fin se utilizaron los criterios propuestos por Amrine Jr. *et al.* (2000) a nivel genérico y para especies las descripciones originales. Todas las localidades fueron georeferidas y los datos de cada uno de los ejemplares fue almacenado en una base de datos relacional en el programa Microsoft Acces 2003®.

## Resultados y Discusión

De acuerdo con la información registrada para el grupo, y las recolectas en campo se obtuvo un total de 13 especies, dos de las cuales ya estaban registradas para México y 11 son nuevas, así como también son nuevos registros para los estados y las coníferas donde fueron encontrados (Cuadro 2). Las diferentes especies de eriófidos asociadas a las coníferas, se encontraron habitando en las partes más tiernas de las acículas esto es en la base donde se encuentran protegidos de las condiciones climáticas adversas así como de sus depredadores, a excepción de las dos especies asociadas al género *Abies*, en el cual los organismos se encontraron vagando libremente sobre las acículas y unos cuantos en la base de estas y que por lo general eran organismos en estados quiescentes.

Todas las coníferas presentaron daños a en las acículas causado por los eriófidos, este fue variable en proporción y tipo en cada una de las especies de coníferas, se encontró desde acículas totalmente cloróticas, con puntuaciones cloróticas, y acículas deformes (enrollamiento); mientras que para las especies del género *Abies* estas

presentaron acículas cloróticas. El follaje evaluado presento daño de entre un 20 y un 40%, (Cuadro 2).

Cuadro 1.- Localidades donde fueron recolectadas las diferentes especies de la Familia Pinaceae

LOCALIDAD	ESTADO	ESPECIE	LOG. N	LAT. N	ALTITUD
Botella Azul	BCN	<i>Pinus contorta</i>	30° 59' 56"	115° 27' 07.3"	2468
Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir	BCN	<i>Abies concolor</i>	31° 02' 38.7"	115° 27' 49.9"	2817
La Tasajera	BCN	<i>Pinus jeffreyi</i>	30° 52' 33.2"	115° 31' 06.8"	2425
El Topo	BCN	<i>Pinus quadrifolia</i>	32° 15' 08.2"	115° 57' 20.4"	1570
Cerro Aboriachi	CHI	<i>Pinus arizonica</i>	27° 05' 16"	107° 14' 26"	2381
Parque Nacional Cascadas de Basaseachi	CHI	<i>Pinus leiophylla</i>	28° 10' 00"	108° 11' 25.2"	2036
Las garrochas	CHI	<i>Abies concolor</i>	29° 18' 45"	108° 12' 10"	2604
San Fco. Tlalnepantla	MOR	<i>Pinus montezumae</i>	19° 01' 04"	98° 59' 30"	2132
Parque Nacional el Chico	HDG	<i>Abies religiosa</i>	20° 11' 54.7'	98° 42' 10.8"	2714

Cuadro 2.- Lista de especies de eriófidos encontrados en coníferas

ESPECIE	HOSPEDERO	DAÑO
<i>Trisetacus ehmanii</i> <i>Setoptus</i> sp. 1	<i>Pinus arizonica</i>	Acículas cloróticas y malformadas
<i>Setoptus</i> sp. 2 <i>Platyphytoptus</i> sp.1	<i>Pinus contorta</i>	Acículas cloróticas
<i>Platyphytoptus</i> sp. 2	<i>Pinus jeffreyi</i>	Acículas cloróticas y malformadas
<i>Trisetacus</i> sp. 1	<i>Pinus leiophylla</i>	Acículas cloróticas
<i>Trisetacus pini</i> <i>Platyphytoptus</i> sp. 3	<i>Pinus montezumae</i>	Acículas cloróticas
<i>Setoptus</i> sp. 3	<i>Pinus quadrifolia</i>	Acículas cloróticas y malformadas
<i>Epitremus abietus</i>	<i>Abies concolor</i>	Acículas cloróticas
<i>Nalepella</i> sp. 1 <i>Trisetacus</i> sp. 2 <i>Epitrimerus abietus</i>	<i>Abies religiosa</i>	Acículas cloróticas

En algunos países como Estados Unidos de Norte América y Europa, estos ácaros se encuentran causando daños significativos en plantaciones comerciales de Pinos maderables y en árboles de navidad, en este caso la deformación, el amarillamiento, la necrosis y caída prematura de las acículas se vuelve importante debido al valor estético de los árboles (Keifer & Saunders, 1972). En Europa se han reportado serios daños en pinos jóvenes, que van desde una malformación de los brotes, hasta la decoloración y necrosis de las yemas vegetativas (Kruel, 1963, Shevchenko *et al.*,

1993); sin embargo se conoce poco el comportamiento de estos organismos en bosques naturales. Esto es importante debido a que muchas especies exóticas entran al país como árboles ornamentales, y de navidad; además compartimos algunas especies con Estados Unidos de América (*P. contorta*, *P. jeffreyi*, y *A. concolor*), con lo cual es posible que muchas especies de eriófidos reportadas para otros países estén ya presentes en México debido a estas razones.

En nuestro país no existen datos exactos y confiables acerca de la pérdida de árboles a causa

de estos organismos ya que nunca se han realizado evaluaciones que nos puedan dar la información necesaria para poder considerar que estos ácaros sean considerados potenciales plagas de importancia forestal; sin embargo Cibrián-Tovar *et al.* (1995), mencionan que en el Estado de Chihuahua se han encontrado poblaciones moderadas de *T. ehmanii* atacando a *P. duranguensis* y en plantaciones se observan árboles fuertemente dañados con lo cual se les ha considerado plagas potenciales, pero este es un caso aislado asociado a solo un pino, pero en México existen muchas especies de coníferas, con lo cual la importancia del grupo se vuelve prioritaria y con una urgente necesidad de conocimiento, así mismo no existen muestreos sistemáticos que nos puedan dar una idea de la abundancia relativa de especies asociadas a este tipo de plantas y tampoco existen datos acerca de su biología y comportamiento con lo cual poder determinar la especie de eriófidos que causa el daño y cual solo se encuentra asociado o simplemente vagando en las hojas, también se podrán establecer mejores manejos integrados que permitan reducir las poblaciones y con ello los daños causados, y sobre todo nada se sabe acerca de sus enemigos naturales.

Por lo tanto se proponen los siguientes puntos, con los cuales se podrán establecer mecanismos que conlleven a un mejor manejo de estos ácaros tanto en bosques naturales como en plantaciones comerciales:

- 1.- Estudios sistemáticos de la diversidad presente en las especies de pinos.
- 2.- Seguimiento de su biología y comportamiento.
- 3.- Patrones de distribución a nivel nacional.
- 4.- Evaluaciones de los daños producidos y cuál es el organismo causante.
- 5.- Generar medidas alternas al control químico.
- 6.- Sistemas de monitoreo en plantas vivas que ingresan al país, para evitar la introducción de nuevas especies que puedan ser plagas potenciales.

## Conclusiones

Se reportan por primera vez para México 11 especies de eriófidos asociados con coníferas en bosques naturales, en varias localidades de cuatro estados, mas dos especies que ya estaban registradas. Las especies encontradas en el género *Pinus* se encuentran desarrollándose en la base de las acículas y para el género *Abies* vagan sobre todo el follaje. El porcentaje de daño encontrado vario de un 20 y un 40%, y predominaron las acículas cloróticas, y aunque no se observaron grandes deterioros en las coníferas de bosques naturales, está presente y se requiere de realizar un trabajo para su evaluación y ver de qué manera está afectando a los árboles.

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación que actualmente esta en proceso, para conocer la diversidad y otros aspectos de la Superfamilia Eriophyoidea en México.

## Agradecimientos

A los ingenieros de CONAFOR, Mario Mendoza de Baja California Norte y Antonio Olivo de Chihuahua, por las facilidades otorgadas para la obtención de las muestras de follaje de pinos y al M. en C. Juan M. Vanegas Rico por el material botánico proporcionado.

## Literatura Citada

- Acuña-Soto, J. A., y E. G. Estrada-Venegas. 2009. Actualización al conocimiento de la Superfamilia Eriophyoidea (Acari: Prostigmata) en México. Pp. 119-124. *In*: Estrada-Venegas, E. G., Equihua-Martínez .A., Chaires-Grijalva, M. P., Acuña-Soto, J. A., Padilla-Ramírez, J. R., y A. Mendoza-Estrada (Eds.). Entomología Mexicana. Vol. 8. Sociedad Mexicana de Entomología y Colegio de Posgraduados.
- Amrine, Jr., J. A., and E. De Lillo. 2006. Catalog of Eriophyoidea. Michigan: West Virginia University. (File Maker 4.0).
- Bermejo, B. V., y J. B. Pontones. 1999. Los pinos mexicanos y su utilización como especies introducidas de alto potencial en varios países del mundo. Pp 249-255. *In*: (Rodolfo-Salazar,



- Coordinador). Segundo Simposio Sobre Avancen en la Producción de Semillas Forestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Castagnoli, M. 1996. Ornamental coniferous and shade trees. Pp 661-671. In: Lindquist, E. E., Sabelis, M. W., and J. Bruin (Eds). Eriophyoid mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands.
- Cibrían-Tovar, D., Méndez-Montiel, J. T., Campos-Bolaños, R., Yates III, H. O., y J. E. Flores-Lara. 1995. Insectos Forestales de México. UACH. Sec. Agr. Recursos Hidraulicos, México. USDA, For. Serv., Nat. Resources, Canada, Com. For. De América del Norte, FAO, México. 453 p.
- Equihua-Martínez, A. 2002. Entomología Forestal. Pp 539-557. In: Llorente-Bousquests, J., y J. J. Monrrone (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacía una síntesis de su conocimiento. CONABIO, UNAM.
- Equihua-Martínez, A, y A. Burgos-Solorio. 2002. Scolytidae. Pp 53-74. In: Llorente-Bousquests, J., y J. J. Monrrone (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacía una síntesis de su conocimiento. CONABIO, UNAM.
- Keifer, H. H., and J. L. Saunders. 1972. *Trisetacus capnodus*, n.sp. (Acarina:Eriophyidae), attacking *Pinus silvestris*. Ann. Entomol. Soc. Am., 65: 46-49.
- Kruel, W., 1963. Gallmilben an Keifer (Acarina:Eriophyidae). Beirt. Ent. 13: 566-567.
- Shevchenko, V. G., Bagnjuk, I. G., and R. Veikko. 1993. *Trisetacus pini* (Nalepa, 1889) in some Baltic countries and in Russia (taxonomy, morphology, biology, distribution). Acarina. 1: 51-57.
- Vazquez Covarrubias, D. A. 2001. Especies de Pinos en México. Artículo electrónico, Visitado el 22 de Septiembre de 2009. <http://www.monografias.com>

SISTEMÁTICA

DE INSECTOS

DE IMPORTANCIA

FORESTAL

# REVISIÓN GENERAL DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LA FAMILIA CLERIDAE (COLEOPTERA: CLEROIDEA) EN BOSQUES DE CLIMA TEMPLADO A SEMIÁRIDO EN MÉXICO”

Alan Fernando Burke-Roco<sup>1</sup>, David Cibrián-Tovar<sup>2</sup> y Celina Llanderal Cázares<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Variación Biológica y Evolución, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, col. Santo Tomás, C.P. 11340, México, D.F., México. enrico\_ruiz@yahoo.com; capotezu@hotmail.com

<sup>2</sup>Laboratorio de Entomología Forestal. División de Ciencias Forestales (DICIFO), Universidad Autónoma Chapingo; Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56230.

## Resumen

Con el objetivo de tener un conocimiento más detallado sobre la diversidad de especies de la familia Cleridae que habitan en ecosistemas forestales, el presente trabajo describe aspectos taxonómicos de 25 especies ubicadas en cinco géneros y tres subfamilias de Cleridae. La mayoría de las especies se capturaron mediante trampas Lindgren cebadas con feromonas para insectos descortezadores del género *Dendroctonus*. Para el género *Enoclerus* se reconocen siete especies; para *Cymatodera* se recolectaron 14 especies, Para *Cymatoderella* y *Phillobaenus* se identificaron una especie de cada género y para *Priocera* dos especies.

**Palabras clave:** *Enoclerus*, *Cymatodera*, *Cymatoderella*, *Phillobaenus*, *Priocera*

## Introducción

La mayor diversidad de especies de la familia Cleridae se encuentra claramente distribuida en regiones de clima cálido tropical; aquellas especies de cleridos que se han especializado en habitar dentro de bosques de climas templados son comparativamente menores en número (Gertsmeier, 1998).

Por sus características morfológicas, la familia Cleridae queda agrupada en la superfamilia Cleroidea (Arnett, 1973), junto con Phloiophilidae, Trogossitidae, Chaetosomatidae, Acanthocnemidae, Phycosecidae, Prionoceridae y Melyridae (Gertsmeier, 1998).

## Materiales y Método

El análisis de los ejemplares se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología Forestal de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. La mayoría de los insectos fueron atrapados mediante el uso de trampas de tipo Lindgren, las cuales fueron cebadas con mezclas de feromonas de agregación para *Dendroctonus*; otras capturas se lograron con redes de golpeo, trampas Malaise colocadas a diferentes alturas; trampas de luz ultravioleta y colectas directas. Las entidades en las que se llevaron a cabo los diferentes muestreos son: Chiapas, Michoacán, Oaxaca, Estado de México, Jalisco, Hidalgo, Baja California y Baja California Sur y Sonora.

## Resultados y Discusión

Dentro de los sitios de colecta, se obtuvieron 410 ejemplares adultos, de dicho número se obtuvieron un total de 25 especies, pertenecientes a 5 géneros y 3 subfamilias.

El género *Cymatodera* está bien representado en México con un total de 41 especies, 10 de ellas ocurriendo restringidamente en la península de Baja California; así mismo, Barr (1952) expresa que existen al menos el mismo número de especies aún desconocidas que las ya identificadas para México; las especies que ocurren en México presentan pocas sinonimias, sin embargo, algunas de ellas deben ser reasignadas al género hermano *Lecontella*, el cual, en cuanto a características taxonómicas y ecológicas, está fuertemente emparentado con *Cymatodera*. Dentro del presente documento se enlistan, y fotografían,

al menos tres nuevas especies y cinco más que necesitan ser revisadas para su determinación, todas ellas pertenecientes al área central de México. El género *Cymatoderella* fue inicialmente establecido por Barr (1962), para reacomodar al género *Tillus* como grupo único para el viejo mundo (Paleártico), está representado sólo por tres especies en Norte y Centroamérica; dos de ellas con grandes similitudes morfológicas; en este se recolectó e identificó a *Cymatoderella collaris*, especie ampliamente distribuida en Norte y Centroamérica. El género *Enoclerus* está representado en México por alrededor de 80 especies (Barr, 1976); la gran mayoría están distribuidos en nichos ecológicos localizados en

climas tropicales y subtropicales, de las siete especies recolectadas e identificadas, seis de ellas habitan en ecosistema de bosques de coníferas y en menor grado en bosques mezclados con pino y encino, y una, *E. zebra*, pertenece a bosques tropicales del sur de México. El género *Phyllobaenus* está representado solo por una especie, ésta fue observada antes de su captura depredando larvas y pupas de avispas tricogramátidas sobre plántulas de *Tabebuia rosea*; éste es uno de los géneros más numerosos dentro de la subfamilia Hydnocerinae, con aproximadamente 45 especies diferentes (Opitz, 1977).

Cuadro 1. Listado general de los taxones identificados mostrando en paréntesis los sitios de colecta, los cuales son BC: Baja California, BCS: Baja California Sur, CH: Chiapas, EM: Edo. de México, H: Hidalgo, J. Jalisco, M. Michoacán, O. Oaxaca, S. Sonora.

<i>Cymatodera</i> sp.	<i>Cymatoderella</i>	<i>Enoclerus</i>	<i>Priocera</i>	<i>Phyllobaenus</i>
<i>C. xanti</i> (S)	<i>C. collaris</i> (CH)	<i>E. ablusus</i> (EM, M, CH, J, O)	<i>P. castanea</i> (EM, M, CH)	N. sp. 1 (CH)
<i>C. californica</i> (BCS)		<i>E. arachnodes</i> (EM, M, CH, J)	N. sp. 1 (CH, M)	
<i>C. hopei</i> (BC, BCS)		<i>E. erro</i> (EM, M, CH, J)		
<i>C. horni</i> (BC)		<i>E. moestus</i> (M)		
<i>C. antenatta</i> (S)		<i>E. aethiops</i> (EM, M)		
N. sp. 1 (EM, M)		<i>E. nigricans</i> (M)		
N. sp. 2 (EM, M, O)		<i>E. zebra</i> (CH)		
N. sp. 3 (EM, M, O)				
N. sp. 4 (M)				
N. sp. 5 (M)				
N. sp. 6 (M)				
N. sp. 7 (M)				
N. sp. 8 (J)				
N. sp. 9 (H)				

<sup>2</sup>William F. Barr. 2008. Comunicación personal. University of Idaho, Moscow, Idaho.

A partir de la información obtenida se puede concluir que, a excepción del género *Cymatodera* y *Enoclerus*.

Los géneros recolectados e identificados están pobremente representados dentro de los diferentes ecosistemas muestreados, a pesar de ello, muchas de las especies identificadas juegan un papel fundamental como controladores biológicos de plagas de importancia forestal.

En el cuadro 1 se enlistan los taxones reconocidos; mientras que, en el cuadro 2 se enlistan las principales características de los géneros encontrados.

## Conclusiones

Se obtuvo un listado faunístico de miembros de la familia Cleridae que incluye un total de 25 especies pertenecientes a cinco géneros y tres subfamilias recolectadas en varias localidades de

nueve estados de la República Mexicana; las tres subfamilias representadas en el presente tratado son las siguientes: Tillinae, constituida por los géneros *Cymatodera* y *Cymatoderella*; Clerinae representada por los géneros *Enoclerus* y *Priocera* y finalmente, Hydnocerinae, caracterizada sólo por el género *Phyllobaenus*. Los géneros más característicos dentro del presente listado fueron *Enoclerus* y *Cymatodera*, por ser los más representados en las colectas. El género *Cymatodera* se ve representado con un total

de 14 especies, de las que se tienen al menos tres especímenes que son nuevas especies para la ciencia y cinco que no han sido identificados y que potencialmente también pueden ser nuevas especies.

El género *Cymatoderella* estuvo representado por una especie. Para el género *Enoclerus* se obtuvieron siete especies, *Priocera* solamente dos especies y una sola especie para el género *Phyllobaenus*.

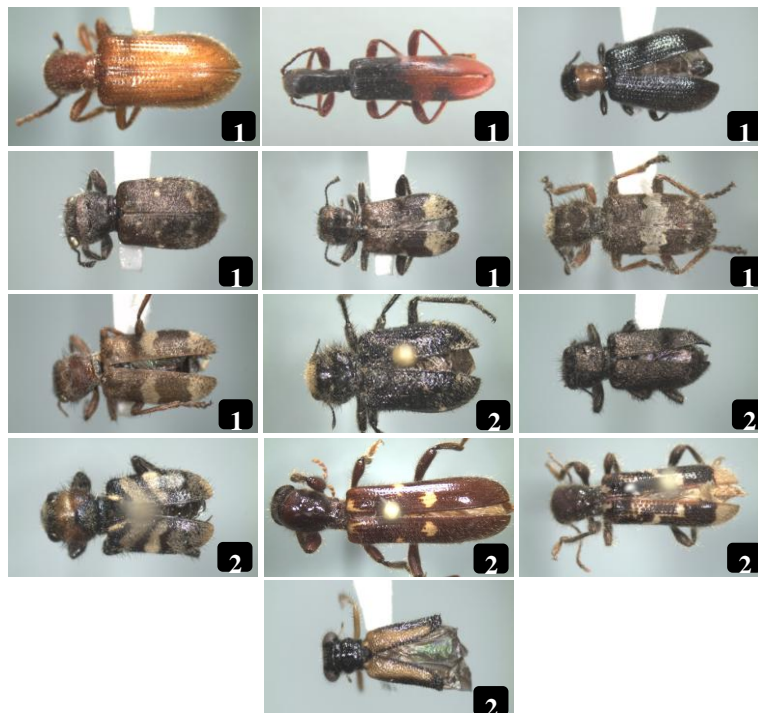
Cuadro 2. Comparación de caracteres diagnósticos de los diferentes géneros colectados.

<b><i>Cymatodera</i></b>	<b><i>Cymatoderella</i></b>	<b><i>Enoclerus</i></b>	<b><i>Priocera</i></b>	<b><i>Phyllobaenus</i></b>
<b>11 antenómeros sueltos, último segmento antenal del macho ovado y mas largo que el de la hembra</b>	11 antenómeros sueltos, último segmento antenal del macho ovado, antenómeros 3-4 a 10 serrados	11 antenómeros subcompactos y no más largos que la mitad de la longitud del pronóto.	11 antenómeros semicompactos, segmentos 3-10 fuertemente serrados, último segmento antenal ovado	11 antenómeros fuertemente unidos, antenas pequeñas
<b>Pronoto bisinuado más ancho en su parte media, varias combinaciones del ancho anterior y posterior por especie</b>	Pronoto bisinuado más ancho en su parte media extremos anteriores y posteriores subiguales	Pronoto semicampanulado y subgloboso, collar pronotal escasa a fuertemente marcado	Pronoto globoso, collar pronotal escasa a fuertemente marcado	Pronoto subcuadrado, mas angosto que la cabeza, collar pronotal escasamente marcado
<b>Disco pronotal variable por especie, desde escasamente hasta fuertemente arqueado</b>	Disco pronotal con la cuesta posterior escasa y oblicuamente inclinada en dirección al collar pronotal	Disco pronotal con la cuesta posterior moderada a fuertemente marcada, variable a nivel especie	Disco pronotal fuertemente arqueado en su extremo posterior en dirección al collar	Disco pronotal aproximadamente a la altura del collar, pendiente mínima
<b>Élitros desde fina hasta fuertemente punteados, arreglado o no en hileras estriales</b>	Élitros con estrias profundas y anchas arregladas en hileras estriales	Élitros con marcaciones variables desde anchas, confusas y rugosas hasta escasamente marcadas y arregladas en hileras	Élitros con estrias escasa a fuertemente marcadas, arregladas en hileras o confusamente dispuestas	Élitros cortos exponiendo los tres últimos terguitos, aserrados en sus márgenes, puntuaciones fuertemente marcadas y confusas
<b>Tamaño variable, de 4.5 a 24 mm de longitud</b>	Tamaño pequeño, 4 a 4.7 mm de longitud	Tamaño pequeño a mediano, de 4.7 a 11.5 mm de longitud	Tamaño pequeño a mediano, de 7 a 13.5 mm de longitud.	Tamaño pequeño 3 a 4.5 mm de longitud

**Imágenes 1-21.** 1. *Cymatodera* nueva especie 1; 2. *Cymatodera* nueva especie 2; 3. *Cymatodera* nueva especie 3; 4. *Cymatodera* nueva especie 4; 5. *Cymatodera* nueva especie 5; 6. *Cymatodera* nueva especie 6; 7. *Cymatodera* nueva especie 7; 8. *Cymatodera* nueva especie 8; 9. *Cymatodera* nueva especie 9; 10. *Cymatodera antenatta*; 11. *C. californica*; 12. *C. horni*.



**Imágenes 13-24.** 13. *Cymatodera xanti*; 14. *C. hopei*; 15. *Cymatoderella collaris*; 16. *Enoclerus ablusus*; 17. *E. erro*; 18. *E. arachnodes*; 19. *E. aethiops*; 20. *E. moestus*; 21. *E. nigricans*; 22. *E. zebra*; 23. *Priocera castanea*; 24. *Priocera* nueva especie; 25. *Phyllobaenus* nueva especie.



## Literatura Citada

- Arnett, R. H. 1973. The Beetles of the United States (A Manual for Identification). The American Entomological Institute. 1112 p.
- Barr, W. F. 1952. New species of Cymatodera from the southwestern United States and Mexico (Coleoptera: Cleridae). American Museum of Natural History 1572: 1-9.
- Barr, W. F. 1962. A key to the genera and classification of the North American Cleridae (Coleoptera). The Coleopterists Bulletin. 16: 121-127.
- Barr, W. F. 1976. Descriptions and taxonomic notes of *Enoclerus* and some allied genera (Coleoptera: Cleridae). *Melanderia* (24): 17-35.
- Gertsmeier, R. 1998. Checkered Beetles, Illustrated Key to the Cleridae of the Western Palaearctic. Magraf Verlag 258 p.
- Opitz, W. 1997. Classification, natural history, and evolution of the Epiphloeinae (Coleoptera: Cleridae). Part I. The genera of Epiphloeinae, *Insecta Mundi* 11:51-96.

# CONTRIBUCIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE LARVAS A LA TAXONOMÍA DE ESCARABAJOS DESCORTEZADORES DEL GÉNERO *Dendroctonus* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE)

Javier Víctor<sup>2</sup> y Gerardo Zúñiga<sup>1</sup>

Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, col. Santo Tomás, delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11340, México, D.F., México. <sup>2</sup>E-mail: fractal\_jvictor@yahoo.com.mx, lvictor@ipn.mx.

## Resumen

La taxonomía de estados inmaduros de *Dendroctonus* -y en general de escarabajos descortezadores- ha sido pobremente estudiada. A pesar de los pocos trabajos publicados sobre el tema, la morfología de las larvas es una fuente de información potencialmente importante para ayudar a resolver los problemas taxonómicos en este grupo, incluyendo la reconstrucción de su filogenia. En el presente trabajo se revisa la utilidad de la morfología larvaria para reconstruir las relaciones evolutivas entre las especies del género *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), a partir del estudio de ejemplares de 12 especies del género. Larvas de cada una de estas especies fueron disecadas y montadas en preparaciones para su observación bajo el microscopio de contraste de fase, o bien procesadas para su revisión mediante microscopía electrónica de barrido. Tales procedimientos permitieron reconocer varios atributos de la morfología de las larvas que muestran variación interespecífica consistente y aparentemente resultan filogenéticamente informativos. Dichos caracteres involucran tanto la región cefálica como el integumento postcefálico de las larvas. La incorporación de este conjunto de datos a un análisis filogenético del género basado en caracteres morfológicos (de estados adultos, atributos ecológico-comportamentales y citogenéticos) contribuye a una mejora en la precisión del análisis y a una mayor resolución y soporte de los grupos definidos en el mismo.

**Palabras Clave:** *Dendroctonus*, Scolytinae, taxonomía, morfología, larvas

## Introducción

La taxonomía desempeña un papel fundamental en el campo de la entomología forestal, pues constituye un marco de referencia indispensable para el adecuado reconocimiento e identificación de las especies de insectos de importancia forestal. En este sentido, destaca el caso de los escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), pues algunas de sus especies constituyen las principales plagas de bosques de coníferas en Norteamérica, y al mismo tiempo se trata de un grupo de insectos particularmente complicado desde el punto de vista taxonómico, de manera que a pesar de haber sido tan intensamente estudiado existen aún numerosos debates e incertidumbres en lo concerniente a la delimitación de sus especies y grupos de especies, y la determinación de las relaciones filogenéticas entre ellas (asunto importante para dilucidar cuestiones relativas al origen y evolución del grupo).

Tradicionalmente, la taxonomía del grupo ha estado basada en caracteres de la morfología de los insectos adultos, mientras que otras fuentes de caracteres potencialmente útiles han sido poco exploradas. Por ejemplo, la taxonomía de estados inmaduros de *Dendroctonus* -y en general de escarabajos descortezadores- ha sido pobremente estudiada, con la notable excepción de los trabajos de Thomas (1957, 1960, 1965): En el último de los citados trabajos, Thomas (1965) describe a la larva de 12 especies de *Dendroctonus*. A esto habría que agregar la posterior descripción de la larva de *D. punctatus* realizada por Furniss y Johnson (1989), y



la de *D. mexicanus* incluida en el trabajo de Muskus y Atkinson (1992).

A pesar de los pocos trabajos publicados sobre el tema, la morfología de los estados inmaduros es una fuente de información potencialmente importante para ayudar a resolver los problemas taxonómicos en este grupo, incluyendo la reconstrucción de su filogenia. En el presente trabajo se revisa la utilidad de la morfología larvaria en la realización de estudios taxonómicos con escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus*, con énfasis particular en la reconstrucción de las relaciones evolutivas entre sus especies.

## Materiales y Método

Se han obtenido ejemplares de estados inmaduros de 12 de las especies del género, los cuales fueron disecados y montados en preparaciones permanentes -siguiendo la metodología utilizada por Thomas (1957)- para el estudio de la morfología larvaria. Las especies de las que se pudieron obtener ejemplares para su inclusión en este estudio son *Dendroctonus adjunctus*, *D. brevicomis*, *D. frontalis*, *D. jeffreyi*, *D. mexicanus*, *D. ponderosae*, *D. pseudotsugae*, *D. punctatus*, *D. rhizophagus*, *D. rufipennis*, *D. simplex* y *D. valens*. Se realizó la disección de las larvas para separar la cápsula cefálica, el aparato bucal (mandíbulas, maxila y labio) y el resto del cuerpo, que posteriormente se maceraron ligeramente en una solución caliente de hidróxido de potasio al 10% por un lapso de entre 10 y 15 minutos y se montaron en portaobjetos para su revisión bajo el microscopio óptico (campo claro y contraste de fase).

Algunos ejemplares larvarios de las especies disponibles también fueron procesados para análisis con microscopía electrónica de barrido, para lo cual fueron deshidratados, desecados al punto crítico, montados en portamuestras metálicos con cinta adhesiva conductora y recubiertas con una capa de oro en una evaporadora de metales. Dichas muestras se observaron en un microscopio electrónico de

barrido JEOL JSM-5800LV, a un voltaje de aceleración de 15 kV. A partir de los procedimientos descritos, se realizó una evaluación de la variación intra e interespecífica encontrada en las larvas para poder reconocer caracteres potencialmente útiles para discernir las relaciones entre las especies del género.

## Resultados y Discusión

Se han reconocido varios atributos de la morfología de las larvas estudiadas que muestran variación interespecífica consistente y aparentemente resultan filogenéticamente informativos, a reserva de confirmar su condición en ejemplares de las especies del género aún no estudiadas. Dichos caracteres involucran tanto la región cefálica como el integumento postcefálico de las larvas. La región cefálica (i.e., la cápsula craneal más el aparato bucal) exhibe un conjunto de atributos que consistentemente varían entre especies o grupos de especies, y es particularmente interesante el notar que varios de ellos están relacionados con la escultura de la superficie cuticular en diferentes estructuras o regiones de la cabeza (en un modo análogo a lo observado en las formas adultas de este grupo de escarabajos). Uno de esos caracteres es la presencia de protuberancias (generalmente en forma de tubérculos) sobre el área frontal de la cápsula cefálica de ciertas especies; aunque esta característica de hecho está ausente en la mayoría de las especies examinadas, al menos tres especies en el género (*Dendroctonus adjunctus*, *D. frontalis* y *D. mexicanus*) comparten la presencia de un tubérculo central bastante prominente sobre la superficie del esclerito frontal (Fig. 1A), mientras que la presencia de un par de tubérculos en la misma región es un rasgo compartido sólo por *D. jeffreyi* y *D. ponderosae* (Fig. 1B). Un patrón semejante se encontró en las mandíbulas de las larvas, pues estas dos últimas especies también tienen en común la presencia de un proceso protuberante (a manera de tubérculo) sobre su superficie dorsal (adyacente al cóndilo articulario dorsal).

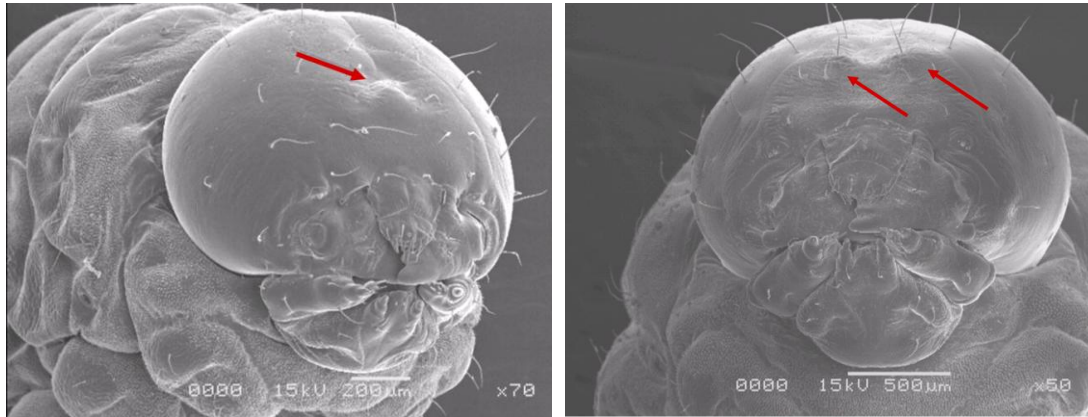


Figura 1. Cápsula cefálica de las larvas: (A) *Dendroctonus adjunctus*. (B) *Dendroctonus jeffreyi*.

Por otra parte, el integumento postcefálico de estas larvas muestra otro conjunto de características que permiten la separación de las especies del género en dos grandes grupos. Los caracteres que sustentan esta separación son la presencia (o ausencia) de tubérculos rodeando a los espiráculos, la estructura de los espiráculos en sí, la estructura de los lóbulos dorsopleurales, y la presencia (o ausencia) de placas esclerosadas sobre los terguitos 8 y 9. En un grupo, integrado al menos por *Dendroctonus adjunctus*, *D. brevicomis*, *D. frontalis*, *D. jeffreyi*, *D. mexicanus* y *D. ponderosae*, las aberturas de los espiráculos son simples y no están rodeadas por clase alguna de protuberancia, los lóbulos dorsopleurales son poco prominentes, sólo ligeramente esclerosados y no pigmentados (Fig. 2A), y ningún terguito abdominal está cubierto

por placa esclerosada alguna. En contraste, en el resto de las especies examinadas las aberturas espiraculares están circundadas por tubérculos semicirculares adyacentes -que en algunos casos incluso casi las cubren-, los lóbulos dorsopleurales localizados debajo de los espiráculos son muy prominentes y fuertemente esclerosados y pigmentados (Fig. 2B), y los segmentos abdominales 8 y 9 están cubiertos dorsalmente por placas esclerosadas; en algunos casos (e.g., *D. rufipennis*) con cada terguito cubierto por una placa esclerosada simple, y en otros casos (e.g., *D. valens*) con una placa única muy prominente y armada con tres espinas anteriores y tres espinas posteriores, cubriendo tanto el octavo como el noveno terguito abdominal (Fig. 3).

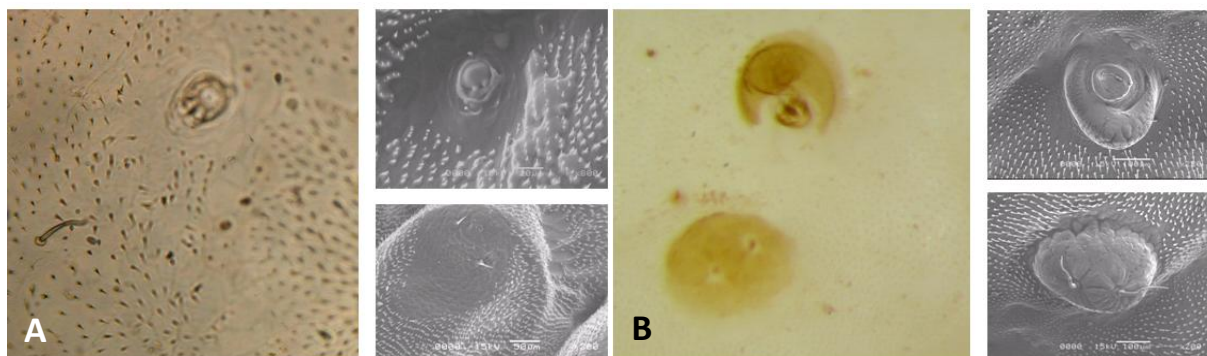


Figura 2. Pleuras abdominales de las larvas: (A) *Dendroctonus frontalis*. (B) *Dendroctonus valens*.

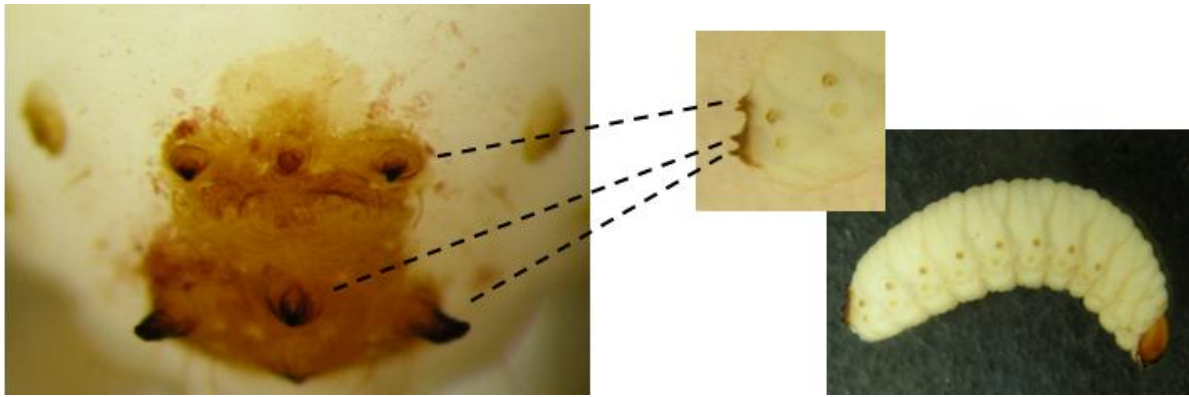


Figura 3. Terguitos abdominales 8 y 9 de la larva de *Dendroctonus valens*.

Al incorporar este conjunto de datos a un análisis filogenético del género basado en morfología (que incluye otros 31 caracteres de estados adultos, atributos ecológico-comportamentales y citogenéticos) se observa una mejora en la precisión del análisis y un incremento en la resolución y soporte de las topologías obtenidas. De manera que, a pesar del número pequeño de caracteres y de los datos faltantes para varios taxones, los caracteres larvarios contribuyen positivamente a la reconstrucción de la historia evolutiva de este grupo. Este tipo de estudio evidentemente puede ser aplicado a cualquier grupo de escarabajos descortezadores, siendo importante en primera instancia el extender el estudio de la morfología larvaria al resto de las especies del género y géneros relacionados, explorar y reconocer caracteres adicionales (e.g., quetotaxia) y evaluar adecuadamente la variabilidad dentro de las especies, así como mejorar y renovar las herramientas para identificación disponibles (i.e., claves). Esto último es particularmente relevante pues una de las principales problemáticas al realizar este tipo de trabajos es la dificultad para la identificación precisa de ejemplares inmaduros, que en la práctica usualmente debe basarse en su correlación con las formas adultas. En relación con esto, también es recomendable incrementar las colecciones científicas de estados inmaduros en el país, ya que la escasa disponibilidad de ejemplares larvarios en colecciones entomológicas es otra limitante para estos estudios. En definitiva, la correcta delimitación de especies y grupos de especies, y la

definición de las relaciones evolutivas entre dichos grupos, es una de las tareas más importantes (y complejas) de la taxonomía del género *Dendroctonus*, y sin duda de escarabajos descortezadores en general. En este sentido, la morfología larvaria parece ser una fuente útil de datos, y la incorporación de esta información complementa a los caracteres “tradicionales” de los estados adultos, de manera que la conjunción de ambos permite incrementar el poder resolutivo y explicativo de la evidencia disponible y alcanzar conclusiones mejor sustentadas en diversos aspectos taxonómicos.

### Literatura Citada

- Furniss, M. M. y J. B. Johnson. 1989. Description of the gallery and larva of *Dendroctonus punctatus* LeConte (Coleoptera: Scolytidae). *The Canadian Entomologist* 121: 757-762.
- Muskus, R. A. y T. H. Atkinson. 1992. Anatomía externa de larvas de escarabajos descortezadores (Coleoptera: Scolytidae) y su utilidad en la taxonomía. *Agrociencia serie Protección Vegetal* 3: 47-80.
- Thomas, J. B. 1957. The use of larval anatomy in the study of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *The Canadian Entomologist (Supplement 5)*: 3-45.
- Thomas, J. B. 1960. The immature stages of Scolytidae: The tribe Xyloterini. *The Canadian Entomologist* 92: 410-419.
- Thomas, J. B. 1965. The immature stages of Scolytidae: The genus *Dendroctonus* Erichson. *The Canadian Entomologist* 97: 374-400.

# ESTRUCTURA POBLACIONAL E HISTORIA DEMOGRÁFICA DE *Dendroctonus rhizophagus* THOMAS Y BRIGHT (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE)

Verónica Torres, Enrico A. Ruiz y Gerardo Zúñiga

<sup>1</sup>Departamento de Zoología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Colonia Santo Tomas, C. P. 11340, México, DF. vtbanda@yahoo.com.mx; enrico\_ruiz@yahoo.com; capotezu@hotmail.com

## Resumen

*Dendroctonus rhizophagus* Thomas y Bright es una especie endémica de la Sierra Madre Occidental en el noroeste de México que coloniza árboles jóvenes, lo cual ha producido importantes afectaciones en plantaciones naturales y artificiales así como daños sobre el renuevo natural del bosque. En este estudio se analizó la estructura genética poblacional y la historia demográfica de dicha especie, mediante el gen de la COI del mtDNA. Para determinar la distribución de la variación genética en las poblaciones de la especie, se realizó la reconstrucción filogenética de los haplotipos identificados y un análisis molecular de varianza (AMOVA). La historia demográfica se evaluó por medio de la relación entre la diversidad nucleotídica y haplotípica, así como con pruebas de neutralidad, distribuciones no acopladas (*Mismatch Distribution*) y gráficos de horizonte bayesianos (*Bayesian Skyline Plots*). Los resultados muestran que el origen de *D. rhizophagus* se remonta al Plio-Pleistoceno y que sus poblaciones experimentaron un rápido crecimiento demográfico con escasa diferenciación genética. Estos resultados sugieren que las poblaciones de *D. rhizophagus* a lo largo de su área de distribución se comportan como una sola población.

**Palabras clave:** *Dendroctonus rhizophagus*, DNA mitocondrial, estructura poblacional, historia demográfica.

## Introducción

El género *Dendroctonus* Erichson posee una gran importancia en la entomología forestal de Norte y Centroamérica, por el fuerte impacto

ecológico y económico que ocasionan las especies de este género a los bosques de coníferas (Wood, 1982). Particularmente, *Dendroctonus rhizophagus* Thomas y Bright es una especie que en los últimos años ha cobrado relevancia en México, por las pérdidas económicas que produce en condiciones epidémicas en áreas de regeneración natural y plantaciones comerciales (Sánchez Martínez y Wagner, 2009). *D. rhizophagus* es una especie primaria con un ciclo de vida anual sincrónico la cual coloniza árboles del renuevo menores a 3m, de altura, principalmente de las especies de *Pinus engelmanni* Carr, *P. arizonica* Engelm., *P. durangensis* Martínez y *P. leiophylla* Schlecht y Cham (Thomas y Bright, 1970, Cibrián *et al.*, 1995, Salinas Moreno *et al.*, 2004). Sin embargo, a pesar de la importancia económica que tiene esta especie, se conocen pocos aspectos de su biología y ecología. En este sentido, los estudios genético poblacionales son básicos para explorar la forma en como está organizada la variación genética de los descortezadores en espacio y tiempo e inferir a partir de esta evidencia, muchos aspectos de su historia demográfica y filogeográfica así como predecir con base en los niveles de su variabilidad respuestas potenciales en ambientes cambiantes. Así, el objetivo de este estudio fue analizar la estructura poblacional de *D. rhizophagus* a lo largo de su distribución geográfica e inferir algunos eventos históricos y demográficos que permitan entender mejor su dinámica poblacional y comportamiento invasivo.

## Materiales y Método

Un total de 150 individuos de 15 poblaciones geográficas de *D. rhizophagus* fueron colectados directamente de árboles infectados y preservados en etanol al 100% a -20°C. Las poblaciones muestreadas cubren toda la distribución geográfica de la especie. La extracción del DNA total de los individuos se realizó con el Kit DNeasy Tissue (QIAGEN®), se amplificó el gen mitocondrial de la Citocromo Oxidasa I (COI) mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) con dos iniciadores externos TY-J1460 y TL2-N-3014 así como con dos iniciadores internos ligeramente modificados Mod-CI-J-2183, (CAACATTTATTTTGATTTTTGG) y Mod-CJ-N2329 (ACTGTAAATATATGATGAGCTCA) a partir de Simon *et al.* (1994).

La PCR se realizó en un volumen de 25 µL de reacción consistiendo de: 1X PCR Buffer, 3.5mM MgCl<sub>2</sub>, 200 µM de cada dNTPS, 0.5 µM de cada primer y 1U Taq DNA polimerasa sobre un Biometra Thermocycler (Whatman Biometra). Los parámetros del termociclador fueron: precalentamiento 5min a 95 °C, seguido de 35 ciclos de desnaturalización 60 s a 95 °C, alineamiento 60 s a 45-50 °C, extensión 90 s a 72°C y 10 min de extensión final a 72°C.

La secuenciación se llevó a cabo en un CEQ 8800 (Beckman Coulter), siguiendo las especificaciones del manual de uso. La edición y ensamble de las secuencias se realizó utilizando el programa Seaview v 4 (Galtier *et al.*, 1996), las secuencias fueron alineadas utilizando el programa Clustal X v 1.83 (Thompson *et al.*, 1997) y la determinación de los haplotipos fue realizada con el programa DAMBE v 4.5.33 (Xia y Xie, 2001). Con el propósito de reconocer grupos naturales entre los haplotipos identificados, una reconstrucción filogenética por Máxima Verosimilitud (ML) fue realizada con el programa aLRT-PhyML (Guindon y Gascuel, 2003). El modelo de sustitución nucleotídica fue determinado con el programa Modeltest v 3.7 (Posada y Crandall, 1998) y el soporte de las ramas se obtuvo con la prueba de aLRT de Shimodaira-Hasegawa (Anisimova y Gascuel, 2006). *Dendroctonus valens* LeConte fue utilizado como grupo externo por ser la especie

hermana de *D. rhizophagus*. Un análisis jerárquico de varianza molecular (AMOVA) se realizó con el programa Arlequin v 3.1 (Excoffier *et al.*, 2005), con el propósito de determinar la estructura genética de las poblaciones estudiadas. La significancia estadística de las diferentes jerarquías (*F*-estadísticos) fue evaluada después de 1 000 permutaciones.

Por otro lado, la historia demográfica se evaluó a partir de la relación entre la diversidad nucleotídica ( $\pi$ ) y la diversidad haplotípica ( $h$ ) (Grant y Bowen, 1998), así como con las pruebas estadísticas de Tajima (*D*, Tajima, 1989), Fu (*F<sub>s</sub>*, Fu, 1996) y las distribuciones no acopladas (*Mismatch Distributions*) utilizando el programa Arlequin v 3.1. Además, gráficos de horizonte bayesianos (*Bayesian Skyline Plot*) fueron realizados con el programa Beast v 1.5 (Drummond y Rambaud, 2007), con el propósito de estimar el tamaño efectivo de la muestra a través del tiempo. La cadena de Markov-Monte Carlo (MCMC) fue corrida 60 millones de generaciones y muestreada cada 6 000, de las cuales el 10% inicial fue descartado. La tasa de mutación (1.15 % por millón de año) del mtDNA de los artrópodos (Brower, 1994), la filogenia del género *Dendroctonus* reportada por Kelley y Farrell (1998) y los tiempos de divergencia calculados para algunas especies del género por Sequeira y Farrell (2001), se emplearon como datos base para el análisis. Los resultados de este análisis fueron visualizados con el programa Tracer v 1.5 (Drummond y Rambaud, 2007).

## Resultados y Discusión

Se identificaron un total de 139 haplotipos de 1545 pb, los cuales fueron en su mayoría únicos y exclusivos para cada población. El análisis por Máxima Verosimilitud (ML) usando el modelo de Hasegawa-Kishino-Yano (1985), considerando los sitios invariantes ( $I=0.5036$ ), produjo una topología constituida de tres grandes clados, poco resueltos y sin ningún patrón geográfico definido entre los haplotipos que los integran. Por lo cual, se decidió agrupar los haplotipos de las poblaciones cercanas

geográficamente en regiones, con la intención de maximizar las diferencias genéticas.

El resultado de esta integración derivó en cinco grupos regionales (Fig. 1).

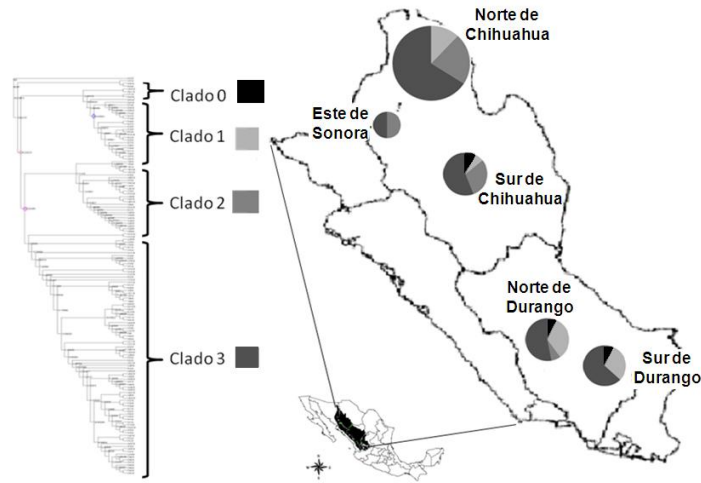


Figura 1. Reconstrucción filogenética de los haplotipos de *D. rhizophagus* mediante Máxima Verosimilitud (ML) utilizando el método HKY+ I y la representación geográfica de estos para cada clado, dentro de cinco grupos regionales.

El análisis de AMOVA mostro que la variación genética entre grupos regionales y entre poblaciones dentro de los grupos fue estadísticamente significativa, sin embargo esto solo explica el 30% de la variación, lo que sugiere una escasa diferenciación genética entre ellos (Cuadro 1).

Bajos valores de diversidad nucleotídica ( $0.015 \pm 0.007$ ) y altos de diversidad haplotípica ( $0.99 \pm 0.01$ ) fueron encontrados en cada uno de los grupos, así como en su conjunto, lo que sugiere un proceso de rápido crecimiento poblacional con acumulación de mutaciones (Grant y Bowen, 1998). Esta inferencia es confirmada a partir de los resultados obtenidos con las pruebas estadísticas de Tajima ( $D = -1.67$ ) y Fu ( $F_s = -176.43$ ), las cuales muestran valores negativos significativos en el análisis en conjunto de todos los haplotipos identificados. Las distribuciones no acopladas para cada grupo regional, despliegan una distribución unimodal asociada con un modelo de crecimiento poblacional (Fig. 2A). Por último, los gráficos de horizonte bayesianos mostraron un crecimiento poblacional rápido en todos los grupos, que inició hace 3 millones de años (Fig. 2B).

Los resultados de este estudio sugieren que la escasa estructuración filogeográfica de este descortezador se debe a la ausencia de procesos o eventos que pudieran haber afectado la conectividad de sus poblaciones, así como a una rápida expansión poblacional durante el Plio-Pleistoceno, lo que explica el porqué *D. rhizophagus* se comporta como una única población en su actual área de distribución.

Cuadro1. Resultados del AMOVA, considerando las 5 regiones geográficas.

	Suma de cuadrados	Varianza de componentes	% de variación	p*
Entre grupos regionales (Fct)	179.793	0.041	0.34	0.00
Entre poblaciones entro de los grupos (Fsc)	437.820	3.540	29.57	0.00
Dentro de las poblaciones (Fst)	1132.700	8.390	70.09	0.417
Total	1750.313	11.970		

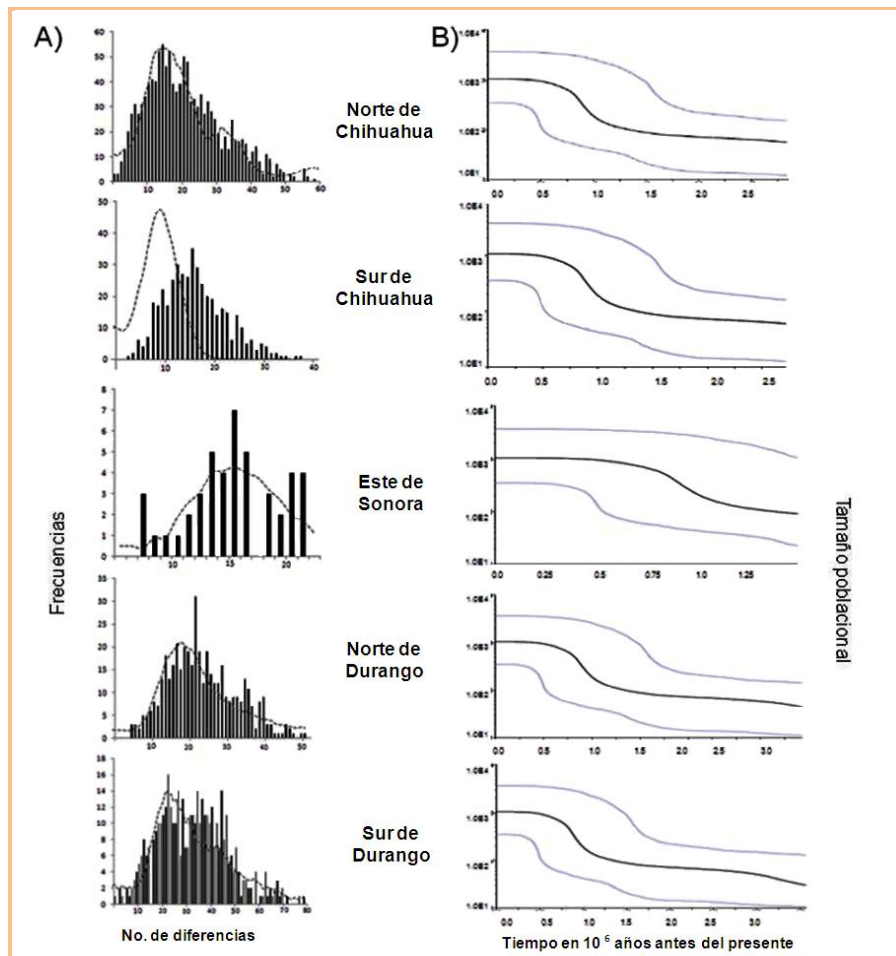


Figura 2. Resultados obtenidos para los 5 grupos regionales. En A) se muestran las distribuciones no acoplada, mientras que en B) se presentan los gráficos de horizonte bayesiano.

### Literatura Citada

Anisimova, M. y O. Gascuel. 2006. Approximate likelihood-ratio test for branches: a fast, accurate, and powerful alternative. *Systematic Biology* 55: 539–552.

Brower, V. Z. 1994. Rapid morphological radiation and convergence among races of the butterfly *Heliconius erato* inferred from patterns of mitochondrial DNA evolution. *Evolution* 91: 6491–6495.

- Cibrián-Tovar, D., J. T. Méndez-Montiel, R. Campos-Bolaños, H. O. Yates III y J. Flores-Lara. 1995. Insectos forestales de México/ Forest Insect of Mexico. Universidad Autónoma de Chapingo y Comisión Forestal de América del Norte, FAO. Publicación No. 6.
- Drummond, A. J. y A. Rambaud. 2007. BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees. *BMC Evolutionary Biology* 7: 214.
- Excoffier, L., G. Laval y S. Schneider. 2005. Arlequin ver, 3.0: an integrated software package for population genetics data analysis. *Evolution Bioinformatics* 1: 47-50.
- Fu, Y. X. 1996. New statistical test of neutrality for DNA samples a population. *Genetics* 143: 557-570.
- Galtier, N., M. Gouy y C. Gautier. 1996. SEAVIEW and PHYLO\_WIN: two graphic tools for sequence alignment and molecular phylogeny. *Bioinformatics* 12: 543-548.
- Grant, W. S. y B. W. Bowen. 1998. Shallow population histories in deep evolutionary lineages of marine fishes: Insights from sardines and anchovies and lessons for conservation. *Heredity* 89: 415-426.
- Guindon, S. y O. Gascuel. 2003. Simple, fast and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Systematic Biology* 52: 696-704.
- Hasegawa, M., K. Kishino, y T. Yano. 1985. Dating the human-ape splitting by a molecular clock of mitochondrial DNA. *Molecular Evolution* 22: 160-174.
- Kelley S. T. y B. D. Farrell. 1998. Is specialization a dead end? The phylogeny of host use in *Dendroctonus* bark beetles (Scolytidae). *Evolution* 52: 1731-1743.
- Posada, D. y K. A. Crandall. 1998. Modeltest: testing the model of DNA evolution. *Bioinformatics* 14: 817-818.
- Sánchez-Martínez, G. y M. R. Wagner. 2009. Host preference and attack pattern of *Dendroctonus rhizophagus* (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae): A bark beetle specialist on pine regeneration. *Environmental Entomology* 38 (4): 1197-1204.
- Salinas-Moreno, Y., M. G. Mendoza, M. A. Barrios, R. Cisneros, J. Macías-Sámano y G. Zúñiga. 2004. Aerography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Mexico. *Biogeography* 31: 1163-1177.
- Sequeira, A. S. y B. D., Farrell. 2001. Evolutionary origins of Gondwanan interactions: How old are Araucaria beetle herbivores? *Biological Journal of the Linnean Society* 74: 459-474
- Simon C., F. Frati, A. Beckenbach, B. Crepi, H. Liu y P. Flook. 1994. Evolution, weighting, and phylogenetic utility of mitochondrial gene sequences and a compilation of conserved polymerase chain reaction primer. *Annals Entomology Society of America* 87: 651-701.
- Tajima, F. 1989. Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics* 123: 585-595.
- Thompson J. D., T. J. Gibson, F. Plewniak, F. Jeanmougin y D. G. Higgins. 1997. The Clustal X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research* 24: 4876-4882.
- Thomas, J. B. y D. E. Bright. 1970. A new species of *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae) from Mexico. *The Canadian Entomologist* 102: 479-483.
- Xia, X. y Z. Xie. 2001. DAMBE: Data Analysis in Molecular Biology and Evolution. *Heredity* 92: 237-373
- Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolitydae). A taxonomic monograph. *Great Basin Naturalist* 23: 1-117



# DISTRIBUCION POTENCIAL DE *Dendroctonus rhizophagus* THOMAS Y BRIGHT (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL

Ma. Guadalupe Mendoza-Correa<sup>1</sup>, Yolanda Salinas-Moreno<sup>2</sup>, y Gerardo Zúñiga-Bermúdez<sup>3</sup>

Laboratorio de Variación Biológica y Evolución, Departamento de Zoología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. Prol. de Carpio y Plan de Ayala s/n. Del. Miguel Hidalgo. México, D.F. <sup>1</sup>marnayi55@yahoo.com.mx, <sup>2</sup>erfran\_1960@hotmail.com, <sup>3</sup>capotezu@hotmail.com

## Resumen

*Dendroctonus rhizophagus* Thomas y Bright es un descortezador considerado como una de las principales plagas de los renuevos de los pinos presentes en la Sierra Madre Occidental (SMOC), a pesar de ello, se conoce muy poco acerca de su biología, ecología y distribución geográfica. Los objetivos de este estudio fueron establecer cuales son las principales variables bioclimáticas que determinan la presencia de este insecto en esta provincia morfotectónica, así como obtener su distribución actual y potencial por medio de dos modelos predictivos de distribución, tales como BIOCLIM y ENFA. Los resultados permiten sugerir que *D. rhizophagus* es una especie que presenta un nicho ecológico estrecho y suele ocurrir en hábitats que difieren de la condiciones bioclimáticas promedio en la SMOC. Este descortezador se distribuye de manera casi continua a lo largo de esta provincia, sin embargo a nivel de macro-escala, su distribución actual y potencial no está limitada por la elevación o la presencia y abundancia de sus huéspedes, sino más bien por variables de temperatura máxima; a nivel de meso y micro-escala, variables tanto de temperatura como de precipitación están directamente involucradas en la determinación de las diferentes etapas de su ciclo de vida y en su dinámica poblacional.

**Palabras clave:** *Dendroctonus rhizophagus*, Distribución, BIOCLIM, ENFA

## Introducción

Un conocimiento ampliamente aceptado en biogeografía es aquel que establece que el ambiente limita la distribución geográfica de las

especies. Actualmente, la integración en bases de datos de los registros de colecta depositados en múltiples instituciones, el desarrollo de herramientas de modelación del ambiente y nicho ecológico así como el uso de sistemas de información geográfica (SIG), han permitido elaborar mapas más confiables de distribución potencial asociando localidades individuales a variables ecogeográficas tales como: clima, topografía y vegetación, así como determinar cuales de estas variables son más relevantes para la presencia de una determinada especie. Dos de los modelos más utilizados en los análisis de distribución geográfica son: el análisis bioclimático (BIOCLIM) y el Análisis de Factores del Nicho Ecológico (ENFA). Los descortezadores del género *Dendroctonus* son considerados los insectos más dañinos de las coníferas en Norte y Centroamérica debido a las pérdidas económicas y a los daños ecológicos irreversibles que conlleva su control (Wood, 1982). Dentro de éstos, *D. rhizophagus*, una especie endémica de la Sierra Madre Occidental (SMOC) en el Noroeste de México, es calificada como una de las principales plagas forestales en esa región, ya que cada año coloniza y mata superficies importantes de renuevos de varias especies de pino que constituyen el pilar de la industria forestal del país, tales como *Pinus engelmannii* Carrière, *Pinus arizonica* Engelman y *Pinus durangensis* Martinez. A pesar de ello, actualmente se conocen muy pocos aspectos sobre su biología, ecología y distribución geográfica (Estrada Murrieta, 1983). En este sentido, los objetivos del presente estudio fueron: modelar con BIOCLIM y ENFA la distribución geográfica actual y potencial de *D. rhizophagus*.

En la SMOC y determinar que variables bioclimáticas son más importantes para su establecimiento en esta región.

## Materiales y Método

El área de estudio comprendió la provincia morfotectónica de la Sierra Madre Occidental ubicada entre los paralelos 20° 30' y 31° 20' de latitud Norte y los meridianos 102° 20' y 109° 40' de longitud Oeste (Ferrusquía-Villafranca, 1998). Registros históricos de presencia de *D. rhizophagus* fueron obtenidos de las principales colecciones entomológicas del país, así como de reportes técnicos de algunas dependencias de gobierno y de colectas en campo llevadas a cabo en el periodo de 2000-2008. Todos los registros fueron georreferenciados en cartas topográficas escala 1:50000 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Una base de datos preliminar de 669 registros de *D. rhizophagus* fue integrada, a partir de la cual fue obtenido el porcentaje de incidencia sobre sus huéspedes, así como el intervalo de elevación. De esta base, 412 registros con coordenadas geográficas semejantes fueron eliminados, por consiguiente la base de datos final quedó integrada por 257 registros diferentes. También se integró una base de datos de los principales pinos hospederos de *D. rhizophagus* cuyos registros fueron georreferenciados en cartas topográficas 1:50000 del INEGI. Esta base de datos incluyó 294 registros de las especies de pino presentes en la SMOC.

Se derivó el perfil bioclimático de *D. rhizophagus* con el programa DIVA-GIS v.5.2 que incluye el modelo predictivo BIOCLIM. El procedimiento se basa en el uso de algoritmos que permiten estimar para cualquier punto de la superficie terrestre, definido por latitud, longitud y elevación, parámetros climáticos de temperatura y precipitación mediante interpolación (Lindenmayer *et al.*, 1991) a partir de datos climáticos provenientes de estaciones meteorológicas globales como la de Worldclim. Esta derivación se realizó a una resolución de 2.5 minutos de arco. Asimismo, se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales

(ACP) así como un análisis de los histogramas para los 19 parámetros climáticos utilizados por BIOCLIM, con la finalidad de determinar cuáles explican la mayor variación de la distribución, y por consiguiente son los que más influyen en la presencia de la especie en el área de estudio.

A partir de los 257 registros georeferenciados de *D. rhizophagus* se elaboraron tanto el mapa de distribución actual del descortezador, como los mapas de distribución potencial por medio del análisis de BIOCLIM mediante la igualación de homoclimas, así como por medio del análisis de factores de nicho ecológico (ENFA). Para el primer análisis, se identificaron aquellas celdas cuyas condiciones climáticas caían dentro de los límites del perfil bioclimático de *D. rhizophagus*, considerando únicamente aquellos parámetros climáticos que más contribuyeron en explicar su distribución en el área de estudio. Para el segundo análisis, se generaron primero los mapas de las variables climáticas más relevantes (de acuerdo al ACP), así como los de temperatura mínima anual, temperatura máxima anual, elevación y el mapa de la distribución potencial de los huéspedes de este descortezador. Estos mapas fueron importados al programa BIOMAPPER v. 3.1. y analizados mediante el ENFA, el cual resume la información contenida en las variables dentro de múltiples factores no correlacionados, los que a su vez son utilizados para generar mapas potenciales de distribución o de disponibilidad de hábitat de la especie de interés; asimismo los factores generados con este análisis poseen significados biológicos, siendo los más importantes la marginalidad y la tolerancia. Finalmente se realizó la evaluación de éste modelo mediante una validación cruzada tipo "Jackknife" y el uso del índice continuo de Boyce.

## Resultados y Discusión

El intervalo preferencial de elevación de *D. rhizophagus* va de los 1000 m a los 2800 m, aunque preferentemente se localiza entre los 2000 y 2600 m. El porcentaje de incidencia confirma la alta frecuencia de ataque que tiene sobre *P. arizonica*, *P.*

*durangensis*, y *P. engelmanni*, aunque suele infestar a todas las especies de pino presentes en la SMOC.

El perfil bioclimático de *D. rhizophagus* indica que este puede estar presente en sitios cuya temperatura media anual varía entre 10 °C y 19 °C, temperaturas máximas en el mes más cálido entre 21 °C y 36 °C, y temperaturas medias del trimestre más seco entre 9 °C y 19 °C. Asimismo, puede tolerar temperaturas medias del trimestre más frío que van de los 3°C hasta los 14 °C. La precipitación anual de los sitios va de los 305 mm a los 1406 mm, con precipitaciones en el mes más húmedo de 79 mm a 321 mm y en el mes más seco entre los 2 mm y los 18 mm, así como precipitaciones trimestrales del periodo más húmedo que van de 197 mm a 823 mm y del periodo más cálido entre los 170 mm a 746 mm.

El ACP mostró que 13 de las 19 variables climáticas explicaron el 86.57% de la variación total, pero de éstas sólo 9 tuvieron distribuciones normales, las cuales fueron utilizadas para generar los modelos de distribución potencial. El mapa de la distribución actual de *D. rhizophagus* muestra que esta especie se distribuye de manera continua a lo largo de la SMOC y está presente ampliamente en los estados de Chihuahua y Durango y marginalmente en Sonora y Sinaloa. En el mapa de distribución potencial obtenido con BIOCLIM (Fig. 1) se observa un área continua climáticamente disponible de valores medios a altos a lo largo de

toda la provincia morfotectónica, así como un área continua más estrecha de valores altos a excelentes. La continuidad se presenta entre el límite de Chihuahua y Sonora en el noroeste hasta el suroeste de Durango. En el mapa de disponibilidad de hábitat obtenido con el ENFA (Fig. 2) se observa una distribución potencial semejante al generado con BIOCLIM, pero mejor definida. Las áreas de disponibilidad de hábitat altas y excelentes son menores y se presentan en pequeños parches discontinuos distribuidos a lo largo de la SMOC. En la discontinuidad se ubican las zonas de disponibilidad media.

El factor de marginalidad global fue de 2.76 y la tolerancia global fue de 0.17. Los tres primeros factores retuvieron el 93.5% de la información total. El ACP, así como los factores de marginalidad y tolerancia mostraron que *D. rhizophagus* está esencialmente ligado a las temperaturas: máxima anual, máxima del mes más cálido, media del trimestre más frío, media del trimestre más seco, media anual, y mínima anual; así como a las precipitaciones: anual, del mes más seco, del mes más húmedo, del trimestre más húmedo y del trimestre más cálido. La validación cruzada tipo Jackknife y la evaluación a través del índice continuo de Boyce resultaron en una media=0.67 y una desviación estándar= 0.32, indicando una robustez aceptable del modelo.

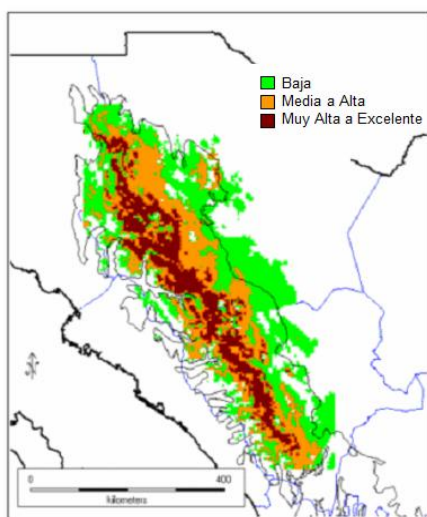


Figura 1. Distribución potencial de *D. rhizophagus* obtenida con BIOCLIM

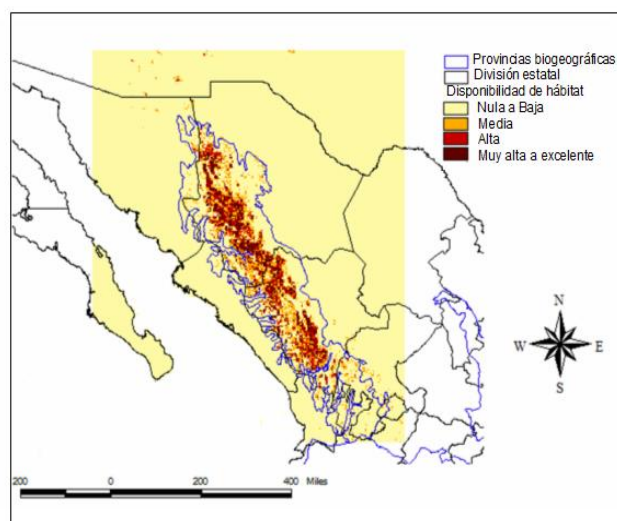


Figura 2. Mapa de Disponibilidad de hábitat para *D. rhizophagus* obtenido con ENFA

Los resultados de esta investigación muestran que *D. rhizophagus* es afectado esencialmente por variables climáticas de temperatura y precipitación, pero no de elevación o uso del huésped. Asimismo, los valores de tolerancia y marginalidad derivados del análisis ENFA, sugieren que este descortezador tiene un nicho ecológico estrecho y habita en lugares donde las condiciones bioclimáticas son diferentes a las que prevalecen comúnmente en la provincia morfotectónica de la SMOC. Por esta razón, las áreas de mayor disponibilidad predichas por ENFA, a diferencia de las obtenidas con BIOCLIM, se muestran más localizadas y en parches a lo largo de esta provincia morfotectónica. La elevación no es aparentemente una variable que afecte la distribución de este descortezador, ya que el amplio intervalo altitudinal (1000-2800 m) donde se localiza este descortezador, empata con el intervalo de altitud donde se distribuyen las comunidades tanto de pino como de pino-encino en la SMOC.

A nivel de macroescala, los resultados de este estudio muestran que los huéspedes de *D. rhizophagus* se localizan en zonas de la provincia morfotectónica de la SMOC donde no se ha registrado la presencia del insecto, e incluso algunos de ellos se encuentran en otras provincias morfotectónicas del país (*P. cembroides*, *P. herrerae*, *P. leiophylla*, *P. lumholtzii*, *P. oocarpa* y *P. teocote*) o bien van más allá de los límites territoriales como es el caso de *P. cembroides*, *P. engelmannii*, *P. leiophylla*, *P. ponderosa* y *P. strobiformis* que se localizan en el suroeste de los Estados Unidos. Por tanto, los resultados de este estudio no sustentan la idea ampliamente aceptada de que la distribución de los descortezadores está determinada por la distribución y abundancia de sus huéspedes (Heliovara *et al.*, 1991). La distribución de *D. rhizophagus* al norte y sur de la SMOC está más bien limitada por cotas de temperatura máxima (20-25 °C) y del mes más cálido (23-30 °C) ceñidas en latitudes de los 30° N y 23° N de su distribución, las cuales son probablemente condiciones desfavorables para el desarrollo de la progenie. Otros estudios con descortezadores a nivel de macroescala, encuentran resultados similares

asociados con otras variables (Ungerer *et al.*, 1999).

Por otra parte, a nivel de meso y microescala, los resultados de este estudio sugieren que algunas variables climáticas de temperatura y precipitación pueden estar correlacionadas con el ciclo de vida y la dinámica poblacional de *D. rhizophagus*. Diversos estudios han demostrado ampliamente que la temperatura y humedad tienen efectos directos e indirectos sobre la mortandad, desarrollo, reproducción, emergencia y dispersión de los descortezadores (Lombardero *et al.*, 2000). Por tanto, es ampliamente aceptado que a nivel de meso y microescala, las variables de temperatura y humedad son cruciales para el óptimo desarrollo de todas las etapas de su ciclo de vida (Logan y Amman, 1986).

## Agradecimientos

Agradecemos al Biól. Juan Antonio Olivo Martínez de la CONAFOR-Chihuahua por su gran apoyo y colaboración al proyecto, así como la extensa base de datos facilitada; al Ing. J. Luis Benito Rosas Ortiz de la SEMARNAT-Sonora, a los Ingenieros Ricardo Adán Peralta Durán y Pedro Hernández Díaz de la SEMARNAT-Durango, al Ing. Sergio Quiñonez Barraza de la CONAFOR Durango-Sinaloa y al Biól. Oscar de León Lara de la CONAFOR-Sonora por su valiosa colaboración en proporcionarnos registros de presencia del descortezador. Asimismo, al Dr. Guillermo Sánchez Martínez del INIFAP-Aguascalientes, por los datos proporcionados y por sus valiosos comentarios para el enriquecimiento del artículo. Muy en especial agradecemos al Ing. J. Marcos Daniel Trujano Thomé y al Ing. José Luis Aguilar Vitela, de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del estado de Durango, por los datos de presencia, por su apoyo, tiempo, disponibilidad y amplia colaboración durante las colectas realizadas en su estado.

## Literatura Citada

- Estrada Murrieta O. 1983. Biología del descortezador del renuevo de pino *Dendroctonus rhizophagus* T. y B. (Col.: Scolytidae) en la región de la Mesa del Huracán, Chihuahua. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. México. 69 pp.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1998. Geología de México: Una Sinopsis. pp. 3-108. *In*: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds), Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F.
- Heliovära, K., R. Vaisanen and A. Immonen. 1991. Quantitative Biogeography of the bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) in Northern Europe. *Acta Forest. Fenn.* 219: 1-35.
- Lindenmayer, D. B., H. A. Nix, J. P. McMahon, M. F. Hutchinson and M. T. Tanton. 1991. The conservation of Leadbeater's possum, *Gymnobilideus leadbeateri* (McCoy): a case study of the use of bioclimatic modelling. *Journal of Biogeography* 18: 371-383.
- Logan, J. A. and G. D. Amman. 1986. A distribution model for egg development in mountain pine beetle. *Canadian Entomologist* 118: 361-372.
- Lombardero, M. J., M. P. Ayres, B. D. Ayres and J. D. Reeve. 2000. Cold tolerance of four species of bark beetle (Coleoptera: Scolytidae) in North America. *Environmental Entomology* 29 (3): 421-432.
- Ungerer, M., M. P. Ayres and M. J. Lombardero. 1999. Climate and the northern distribution limits of *Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Biogeography* 26: 1133-1145.
- Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae). A taxonomic monograph. *Great Basin Naturalist, Memoirs* 6. Brigham Young University, Provo Utah.

# HISTORIA DEMOGRÁFICA Y FILOGEOGRAFÍA DEL ESCARABAJO DESCORTEZADOR ESPECIALISTA *Dendroctonus pseudotsugae* HOPKINS (CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE).

Enrico A. Ruiz<sup>1</sup> y Gerardo Zúñiga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Variación Biológica y Evolución, Departamento de Zoología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. capotezu@hotmail.com

## Resumen

Aunque las glaciaciones del periodo Cuaternario han tenido un efecto profundo sobre la distribución actual de las especies en Norteamérica, éstas no fueron tan severas al sur de las montañas Rocosas y en el norte de México. En este contexto, se probaron distintas hipótesis acerca de la historia demográfica de *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins, usando un fragmento de 550 pb de la Citocromo Oxidasa I. El análisis filogenético produjo cuatro haplogrupos, correspondientes al noroeste de los Estados Unidos y suroeste de Canadá (NUS), Suroeste de Estados Unidos (SUS), Sierra Madre Occidental (SMOC) y Sierra Madre Oriental (SMOR). Las predicciones acerca de las posibles expansiones demográficas fueron examinadas mediante pruebas de neutralidad para crecimiento poblacional y de distribución no acoplada (*mismatch distribution*).

Los resultados mostraron que los haplogrupos NUS y SMOC han experimentado eventos de expansión demográfica, pero no los haplogrupos SUS y SMOR. Los tiempos de divergencia entre pares de haplogrupos fueron estimados entre el Pleistoceno temprano al Pleistoceno medio. Finalmente, el análisis de clados anidados demostró una expansión en el área de distribución en el noroeste de los Estados Unidos y suroeste de Canadá, mientras que en Arizona y el norte de México se infirieron proceso de flujo génico reducido y fragmentación alopátrica.

**Palabras clave:** *Dendroctonus pseudotsugae*; glaciaciones; Tiempo de divergencia; Expansión demográfica.

## Introducción

Desde hace mucho tiempo se ha sugerido que uno de los principales factores que ha llevado a la distribución actual de las especies en el hemisferio norte han sido las glaciaciones cíclicas del periodo Cuaternario. Una consecuencia directa del movimiento de las capas de hielo ha sido el respectivo cambio en el área de distribución de las especies: los territorios del norte se volvieron disponibles para los colonizadores, lo cual se ve reflejado en una menor diversidad genética en comparación de aquellas poblaciones situadas más hacia el sur. En el caso de algunas especies de distribución boreal en Norteamérica como aquellas pertenecientes al género *Dendroctonus* Erichson, se han descrito ya algunos procesos históricos y demográficos usando los métodos de la filogeografía. Por ejemplo, múltiples ciclos glaciales han producido al menos tres refugios diferentes (Beringia, Montañas Rocosas y noroeste de los Estados Unidos) en el Pacífico noroeste para *D. rufipennis* Kirby (Maroja *et al.*, 2007) y eventos de dispersión continua, fragmentación alopátrica y colonización a larga distancia para *D. mexicanus* Hopkins, sin ninguna relación clara entre su distribución actual y los sistemas montañosos o los huéspedes (Anducho-Reyes *et al.*, 2008). Entre las especies de los bosques templados del oeste de Norteamérica está el escarabajo descortezador del abeto Douglas *D. pseudotsugae* Hopkins, la cual se distribuye siguiendo a su huésped *Pseudotsuga menziesii* Franco. El propósito de este trabajo es probar distintas hipótesis acerca de la existencia de refugios plio-pleistocénicos en el pacífico noroeste y las montañas rocosas, así como determinar si las poblaciones de *D. pseudotsugae* del suroeste de los Estados Unidos y el norte de México son más

diversas y han experimentado tamaños poblacionales constantes a lo largo del tiempo que aquellas de distribución boreal.

## Materiales y Método

Las localidades de colecta fueron seleccionadas para cubrir el área de distribución completa de *D. pseudotsugae* en Norteamérica (Fig. 1A). Se colectaron escarabajos adultos directamente de la corteza de los árboles infestados y se preservaron en alcohol absoluto. La extracción del DNA, amplificación del fragmento de la Citocromo Oxidasa I, su secuenciación y edición de los alineamientos se llevó a cabo como se describe en Ruiz et al. (2009a). Para la reconstrucción de las relaciones filogenéticas entre los haplotipos mitocondriales, se usó el algoritmo de máxima verosimilitud (ML) implementado en el programa aLRT-PHYML (Guindon y Gascuel, 2003). La estimación de la confiabilidad de cada nodo se realizó por medio de la prueba de razón de verosimilitudes aproximada (aLRT, Anisimova y Gascuel, 2006). La especie *D. simplex* LeConte fue usada como grupo externo. Los principales clados resultantes de la reconstrucción filogenética fueron usados como grupos naturales (haplogrupos), para probar las hipótesis de historia demográfica y de tiempos de divergencia entre las poblaciones de *D. pseudotsugae*. Los posibles cambios en la historia demográfica de los haplogrupos fueron examinados mediante dos métodos diferentes: pruebas de neutralidad para crecimiento poblacional (Tajima, 1989; Fu y Li, 1993; Fu 1997; Ramos-Onsins y Rozas, 2002); y distribución del número de frecuencias pareadas (*mismatch distribution*, MD; Rogers y Harpending, 1992). Para la evaluación de los tiempos de divergencia entre haplogrupos se usó el programa MDIV (Nielsen y Wakeley, 2001), el cual proporciona estimaciones confiables de los tiempos de divergencia entre dos conjuntos de poblaciones.

Las modas de la distribución posterior de  $\theta$  ( $= 2N_e \mu$ ) y  $T$  (tiempo de divergencia entre poblaciones donde 1 unidad de tiempo =  $N_e$  generaciones) fueron usadas para estimar los tiempos de divergencia entre los haplogrupos de *D.*

*pseudotsugae*. Finalmente, para realizar el análisis de clados anidados se determinaron las relaciones entre los haplotipos por medio de una red de parsimonia estadística (Templeton *et al.*, 1995), usando el programa TCS v1.21 (Clement *et al.*, 2000), y la evaluación estadística de las distancias estimadas se realizó usando el programa GeoDis v2.5 (Posada *et al.*, 2000). El análisis final permitió probar la hipótesis nula de no asociación geográfica de los haplotipos mitocondriales (Templeton *et al.*, 1995; Templeton, 2004). La interpretación de los resultados fue hecha siguiendo la clave de inferencias provista por el programa GeoDis.

## Resultados

Los análisis filogenéticos permitieron la identificación de cuatro clados monofiléticos altamente resueltos (Fig. 1B). El Clado I contiene dos grupos, uno con haplotipos del noroeste de los EU y Canadá (NUS, clado III) y otro con haplotipos del suroeste de los EU (SUS, clado IV). El clado II también contiene dos grupos, uno con haplotipos de la Sierra Madre Occidental (SMOC, clado VI) y otro con haplotipos de la Sierra madre Oriental (SMOR, clado V). Se encontraron valores negativos de la  $D$  de Tajima para los haplogrupos NUS, SMOR y SMOC, pero no en SUS (Cuadro 1), los cuales son consistentes con eventos de expansión demográfica. De la misma manera, las pruebas  $F_s$  y  $R_2$  mostraron valores estadísticamente significativos para el Haplogrupo NUS, lo cual sugiere que las poblaciones del noroeste de los EU y el suroeste de Canadá han experimentado eventos de expansión demográfica (Cuadro 1). Por otro lado, el análisis de MD mostró evidencia de distribuciones unimodales de las diferencias pareadas entre secuencias en los haplogrupos NUS y SMOC, consistentes con eventos de expansión demográfica. En contraste, se observó que las distribuciones de los haplogrupos SUS y SMOR mostraron una distribución multimodal ( $SSD = 0.0224$ ,  $P < 0.05$ ;  $SSD = 0.0494$ ,  $P < 0.01$ , respectivamente), sugiriendo que han experimentado un tamaño poblacional constante a lo largo del tiempo (Cuadro 1). La estimación del tiempo probable del evento de expansión a partir

de  $\tau$  para los haplogrupos NUS y SMOC fue de 230 000 (intervalo de confianza de 95%: 137 000 – 539 000) y de 115 000 (intervalo de confianza de 95%: 40 000 - 522 000) años, respectivamente. Las estimaciones de  $\theta$ ,  $N_e \tau$ ,  $T$ , TMRCA, y  $T_{pop}$  entre los diferentes haplogrupos (Cuadro 2) permitieron determinar la divergencia entre pares de haplogrupos. Asumiendo una generación por año, dicha divergencia ocurrió en el Pleistoceno temprano, hace 1.08 millones de años (MA) para NUS y SMOR, y 1.03 MA para NUS y SMOR. Como era de esperarse, la estimación de los tiempos de divergencia más recientes fueron entre NUS y SUS (0.47 MA) y SMOR y SMOC (0.55 MA), ambos alrededor del Pleistoceno medio. Es notable que los tiempos de divergencia de los haplogrupos SMOC y SMOR parecen divergir de SUS casi al mismo tiempo (0.65 and 0.68 MA, respectivamente) (Cuadro 2).

Por último, el análisis de la distribución espacial de los clados anidados reveló asociaciones geográficas significativas, especialmente en los niveles de anidamiento 4, 5, y 6. La interpretación de la clave de inferencias (Templeton, 2004) demostró una expansión de área continua en los haplotipos del noroeste de los Estados Unidos y Canadá, así como también en el norte de México. Sin embargo, aquellas poblaciones provenientes de Oregón y Wyoming han experimentado un flujo génico restringido con asilamiento por distancia. Un patrón similar fue encontrado en las poblaciones de Durango y Chihuahua. Particularmente, las poblaciones de Arizona parecen haber experimentado una fragmentación alopátrica, aislándolas del resto de las poblaciones de Norteamérica.

## Discusión

Los resultados de la diversidad genética mostraron que esta era mayor en las áreas del noroeste de los EU y suroeste de Canadá, así como en la Sierra Madre Oriental en el norte de México, lo cual sugiere que los refugios de las poblaciones de *D. pseudotsugae* pudieron haberse originado en estas áreas geográficas. La reconstrucción filogenética no solamente confirmó los hallazgos de

estudios previos, los cuales indicaban la existencia de dos subespecies (Ruiz *et al.*, 2009a; Ruiz *et al.*, 2009b), sino que también mostró la correspondencia geográfica de los cuatro grupos naturales obtenidos. Por otro lado, tanto las pruebas de neutralidad ( $D$ ,  $F_s$ , y  $R_2$ ) como el análisis de MD sugieren que los haplogrupos del noroeste de los EU y suroeste de Canadá (NUS) y de la Sierra Madre Occidental (SMOC) han experimentado evento de expansión demográfica, lo cual no parece haber ocurrido en los otros haplogrupos. En este sentido, tanto el tiempo de expansión de estos haplogrupos (calculado a partir de  $\tau$ ) como la estimación del tiempo de divergencia entre ellos (calculado a partir de  $\theta$  y  $T$ ) fue estimado entre el Pleistoceno medio y el Pleistoceno tardío. Finalmente, el análisis de clados anidados también parece corroborar las inferencias hechas a partir de las pruebas de neutralidad y el análisis MD, demostrando que los cambios en el tamaño poblacional en las poblaciones del noroeste de los EU y Canadá (incluyendo el sistema montañoso de las Cascadas y las Montañas Rocosas del Norte) estuvieron acompañados por eventos de expansión en su área de distribución. Esta misma inferencia fue hecha para las poblaciones más sureñas de la Sierra Madre Occidental en el norte de México.

En contraste, en las Montañas Rocosas del Sur, en el norte de Sierra Madre Occidental y en la Sierra Madre Oriental se observó un flujo génico restringido con asilamiento por distancia. Estos resultados son consistentes con la historia evolutiva de su huésped *P. menziesii*, el cual fue desplazado de su área de distribución por los periodos interglaciares más cálidos, hacia el norte de Colorado, Nuevo México y Arizona (Li y Adams, 1989). En el caso de México, los cambios ambientales redujeron el tamaño poblacional de *P. menziesii*, forzando su fragmentación en el norte del país.

## Agradecimientos

Francisco Bonilla, Antonio Olivo, Luis M. Torres, Sergio Quiñones (Comisión Nacional Forestal) y Flor Rivera, Javier Zavala (Centro de



Investigación y Estudios Avanzados) nos asistieron en el trabajo de campo en México; Gene Paul, Brytten Steed (USDA Forest Service) y Tom DeGomez (University of Arizona) nos enviaron ejemplares recientemente colectados de los EU. Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT 44887) y la Secretaría de Investigación y Posgrado-IPN (SIP-20060421), y fue parte de la tesis de doctorado de E. A. Ruiz, apoyado por el CONACYT (176313) y el Programa Institucional de Formación de Investigadores del Instituto Politécnico Nacional (PIFI-IPN).

### Literatura Citada

- Anducho-Reyes, M. A., Cognato, A. I., Hayes, J. L., Zúñiga, G. 2008. Phylogeography of the bark beetle *Dendroctonus mexicanus* Hopkins (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 49: 930–940.
- Anisimova, M. Gascuel, O. 2006. Approximate likelihood–ratio test for branches: a fast, accurate, and powerful alternative. *Syst. Biol.* 55: 539–552.
- Clement, M., Posada, D., Crandall, K. A. 2000. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Mol. Ecol.* 9: 1657–1659.
- Fu, Y.–X. 1997. Statistical test of neutrality of mutations against population growth, hitchhiking and background selection. *Genetics.* 147: 915–925.
- Fu, Y.–X., Li, W.–H. 1993. Statistical test of neutrality of mutations. *Genetics.* 133: 693–709.
- Guindon, S. Gascuel, O. 2003. Simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Syst. Biol.* 52: 696–704.
- Li, P., Adams, W. T. 1989. Range–572 wide patterns of allozyme variation in Douglas–fir (*Pseudotsuga menziesii*). *Can. J. For. Res.* 19: 149–161.
- Maroja, L. S., Bogdanowicz, S. M., Wallin, K., Raffa, K. F., Harrison, R. G. 2007. Phylogeography of spruce beetles (*Dendroctonus rufipennis* Kirby) (Curculionidae:Scolytinae) in North America. *Mol. Ecol.* 16: 2560–2573.
- Nielsen, R., Wakeley, J.W. 2001. Distinguishing Migration from Isolation: an MCMC Approach. *Genetics* 158: 885–896.
- Posada, D., Crandall, K. A., Templeton, A. R. 2000. GeoDis: a program for the cladistic nested analysis of the geographical distribution of genetic haplotypes. *Mol. Ecol.* 9: 487–488.
- Ramos–Onsins S. E., Rozas, J. 2002. Statistical properties of new neutrality test against population growth. *Mol. Biol. Evol.* 19: 2092–2100.
- Rogers, A. R., Harpending, H. 1992. Population growth makes waves in the distribution of pairwise genetic differences. *Mol. Biol. Evol.* 9: 552–569.
- Ruiz, E. A., Rinehart, J. E., Hayes, J. L., Zúñiga, G. 2009a. Effect of Geographic Isolation on Genetic Differentiation in *Dendroctonus pseudotsugae* (Coleoptera: Curculionidae). *Hereditas* 146: 79–92.
- Ruiz, E. A., Víctor, J., Hayes, J. L., Zúñiga, G. 2009b. Molecular and morphological analysis of *Dendroctonus pseudotsugae* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): an assessment of the taxonomic status of subspecies. *Ann. Entomol. Soc. Am.* (En prensa).
- Tajima, F. 1989. Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics* 123: 585–595.
- Templeton, A. R. 2004. Statistical Phylogeography: methods of evaluating and minimizing inference errors. *Mol. Ecol.* 13: 789–809.
- Templeton, A. R., Routman, E., Phillips, C. A. 1995. Separating population structure from population history: A cladistic analyses of the geographic distribution of mitochondrial DNA haplotypes in the tiger salamander *Ambystoma tigrinum*. *Genetics* 140: 767–782.

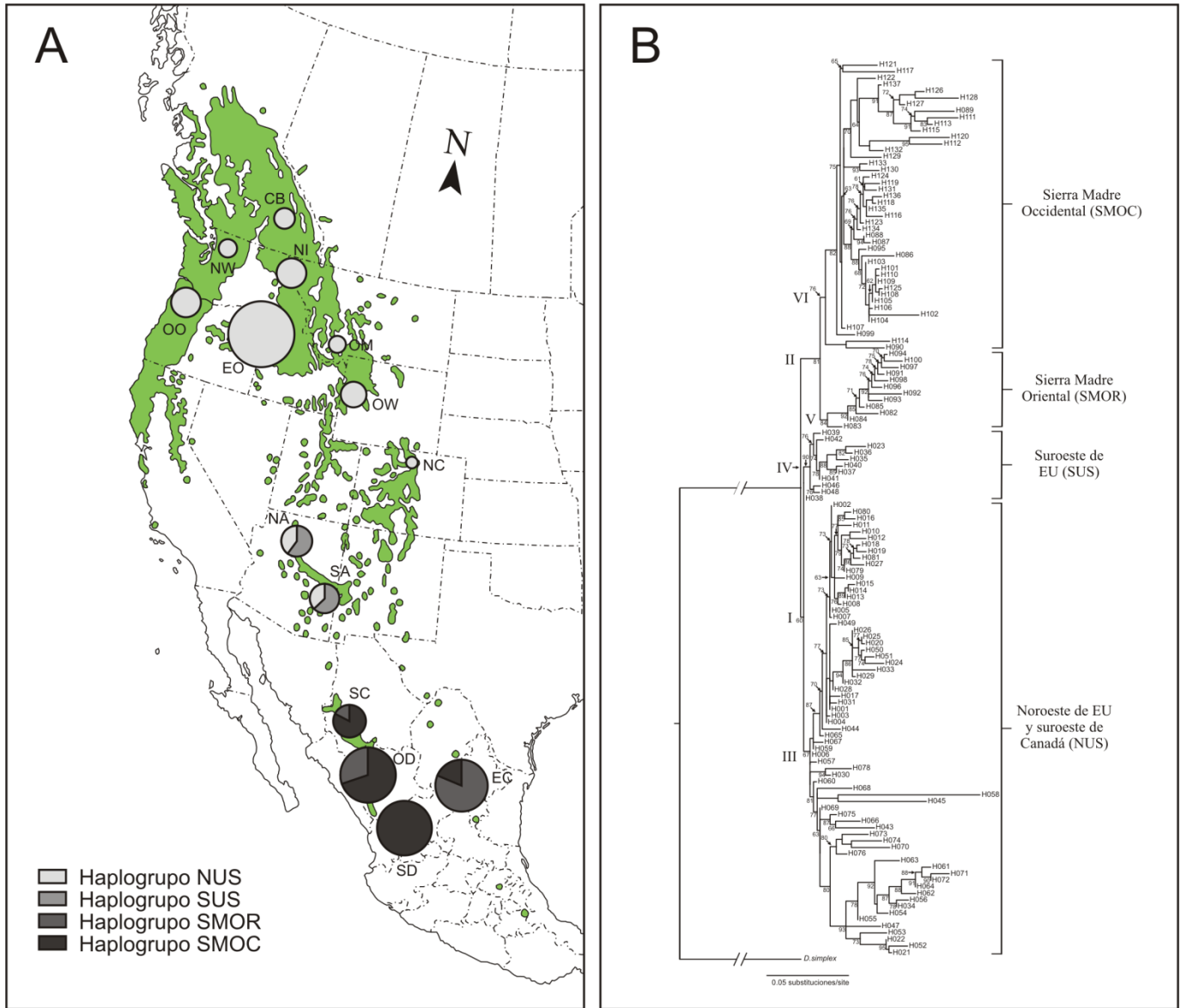


Figura 1. Sitios de colecta, inferencias de historia demográfica y reconstrucción filogenética de *Dendroctonus pseudotsugae*. 1A) Distribución geográfica de las muestras y frecuencias haplotípicas de los cuatro mayores haplogrupos de *Dendroctonus pseudotsugae*: Este de Coahuila (EC), Sur de Durango (SD), Oeste de Durango (OD), Sur de Chihuahua (SC), Sur de Arizona (SA), Norte de Arizona (NA), Norte de Colorado (NC), Oeste de Wyoming (OW). Oeste de Oregon (OO), Este de Oregon (EO), Oeste de Montana (OM), Norte de Idaho (NI), Norte de Washington (NW), Sureste de Columbia Británica (CB). Los círculos son proporcionales al tamaño de la muestra. El área en verde corresponde a la distribución del huésped (*Pseudotsuga menziesii*). Los haplogrupos corresponden a los resultados del análisis filogenético de la figura 1B. NUS = Noroeste de los Estados Unidos y suroeste de Canadá; SUS = Suroeste de Estados Unidos; SMOC = Sierra Madre Occidental; SMOR = Sierra Madre Oriental. 1B) Reconstrucción filogenética de máxima verosimilitud basada en un fragmento de 550 pb de la Citocromo Oxidasa I de *D. pseudotsugae*, con el modelo de sustitución TrN93 + G + I (*D. simplex* como grupo externo). El soporte de las ramas (aLRT > 60) se muestra bajo de los nodos (o señalado con flechas).

Cuadro 1. Pruebas estadísticas de neutralidad e índices de expansión poblacional basados en un fragmento de 550 pb de mtDNA COI de *Dendroctonus pseudotsugae* (Para nombres de los haplogrupos, ver materiales y métodos). Tajima's  $D$ , estadístico  $D$  de Tajima (1989); Fu's  $F_s$ , estadístico de la prueba de Fu (1997);  $R_2$ , estadístico de Ramos-Onsins y Rozas (Ramos-Onsins and Rozas, 2002);  $SSD$ , suma de desviaciones al cuadrado (Excoffier, 2004);  $rg$ , índice de Harpending (Harpending, 1994).

Haplogrupo	NUS	SUS	SMOC	SMOR	TODAS
No. de secuencias	166	25	112	28	331
Tajima's $D$	-1.254	1.229	-0.694	-0.334	-0.523
Fu's $F_s$	-23.907***	0.76	1.137	-6.738	-23.54**
$R_2$	0.049*	0.172	0.071	0.11	0.062
$SSD$	0.003	0.022*	0.004	0.049**	-
$rg$	0.004	0.035	0.007	0.114***	-
$\tau$ (95% CI)	11.635 (6.936-27.273)	-	5.813 (2.033-26.424)	-	-
$\theta_0$ (95% CI)	5.031 (0-6.884)	-	11.088 (0-23.386)	-	-
$\theta_1$ (95% CI)	24.032 (17.242-65.929)	-	43.265 (25.616-166.077)	-	-

Parámetros demográficos:  $\theta_0 = 2\mu N_0$ ;  $\theta_1 = 2\mu N_1$  y  $\tau = 2ut$ ; CI = intervalo de confianza. \* $P < 0.05$ ; \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ .

Cuadro 2. Resultados del modelo de migración/asilamiento y tiempos de divergencia entre haplogrupos de *Dendroctonus pseudotsugae*, obtenidos usando el programa MDIV.  $\theta$ , theta;  $N_{e\text{♀}}$ , tamaño efectivo de la población de las hembras;  $T$ , tiempo de divergencia escalado;  $T_{MRCA}$ , tiempo al ancestro común más reciente (medido en unidades de  $N_{e\text{♀}}$  generaciones);  $T_{pop}$ , tiempo de divergencia poblacional.

Haplogrupo 1	Haplogrupo 2	$\theta$	$N_{e\text{♀}}$	$T$	$T_{MRCA}$	$T_{pop}$ (Myr)
NUS	SUS	47	2043478	0.3	0.876	470 000
NUS	SMOC	59	2565217	0.55	0.763	1 081 000
NUS	SMOR	56	2434782	0.55	0.762	1 026 000
SUS	SMOC	49	2130434	0.4	0.824	653 000
SUS	SMOR	17	739130	1.2	1.613	680 000
SMOC	SMOR	50	2173913	0.03	0.802	553 000

BARRENADOR

DE LAS

MELIÁCEAS

# CRECIMIENTO DE *Cedrela odorata* L Y AFECTACIÓN POR *Hypsipyla grandella* (ZELLER) EN PLANTACIONES BAJO DOSEL Y A CIELO ABIERTO EN CAMPECHE

Van der Wal, Hans<sup>1</sup>; Cristina Chanatasig-Vaca<sup>2</sup>; Benito Dzib-Castillo<sup>2</sup>; Rafael Espinoza-López<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Sistemas Silvícolas y Agroforestales, ECOSUR Villahermosa. Dirección: Carretera VHSA Reforma km 15.5, R/a Guineo II sección, CP 86280, Villahermosa, Tabasco. Teléfono: 019933136110 ext 3404. Correo electrónico: hvanderwal@ecosur.mx

<sup>2</sup>Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable, ECOSUR. Dirección: Calle 10 x 61 núm. 264, Col Centro. CP 24000. Campeche, Campeche. Teléfono: 019818164221. Correo electrónico: cchanatasig@ecosur.mx, bdzib@ecosur.mx

<sup>3</sup>Dirección: domicilio conocido. San José Carpizo Núm. 1, Champotón, Campeche. Correo electrónico: rafesp24@hotmail.com

## Resumen

En Campeche se establecen plantaciones de cedro (*Cedrela odorata*) bajo dos modalidades: plantaciones bajo dosel, que mantienen la selva; y plantaciones a cielo abierto a semejanza de monocultivos agrícolas. Se determinó y comparó el crecimiento del cedro y la afectación por *Hypsipyla grandella* entre ambas modalidades. En muestreos en 2004 y 2005 en 23 plantaciones a cielo abierto y 36 plantaciones bajo dosel se determinó la altura y el diámetro del fuste a la altura del pecho en árboles con alturas mayores de 1.30 m. Se registró en cada árbol si había daño por *H. grandella*. Había una diferencia significativa en altura promedio de los cedros entre ambos tipos de plantaciones a año y medio de haberse establecido ( $p < 0.01$ , prueba no paramétrica de Mann-Whitney). En las plantaciones bajo dosel la altura promedio era de 1.14 m ( $n = 684$ ), en plantaciones a cielo abierto 1.50 m ( $n = 729$ ).

Sin embargo, para un mismo diámetro del fuste era mayor la altura de los árboles en plantaciones bajo dosel. La proporción de los cedros muestreados afectados por *H. grandella* fue 4.8 % en las plantaciones bajo dosel y 31.9 % en las plantaciones a cielo abierto ( $p < 0.001$ , prueba de chi-cuadrado). Se concluye que es ventajoso establecer plantaciones de cedro bajo dosel, siempre y cuando se regule la sombra en las etapas iniciales de la plantación.

**Palabras clave:** plantaciones forestales, cedro, *Hypsipyla grandella*, Campeche

## Introducción

Desde los años 1970 se han realizado plantaciones de cedro (*Cedrela odorata*) en Campeche, de dos modalidades: plantaciones bajo dosel y plantaciones a cielo abierto. Las plantaciones a cielo abierto son monocultivos de una sola especie, dándose un manejo esencialmente agrícola. Plantaciones bajo dosel enriquecen un ecosistema con una especie comercial, plantándose la especie comercial en brechas paralelas de aproximadamente 1m de ancho, separadas por franjas de vegetación secundaria o selvas de 2 a 3 metros de ancho. En ambos tipos de plantaciones se presenta daño por *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Rodríguez Gallegos, 1981; Díaz-Maldonado *et al.*, 2003; Van der Wal *et al.*, 2006). Hasta la fecha no se han comparado los dos tipos de plantaciones en cuanto al crecimiento del cedro y la incidencia de *H. grandella*. Tal comparación es de utilidad para orientar futuras inversiones en plantaciones forestales. El objetivo del presente estudio es determinar el crecimiento del cedro y la afectación por *H. grandella* en plantaciones a cielo abierto y bajo dosel en Campeche.

## Materiales y Método

En noviembre-diciembre 2004 y 2005, se visitaron comunidades en los distintos municipios

del estado, donde se estableció contacto con productores forestales para visitar plantaciones de cedro de diferentes edades y tomar datos de crecimiento y afectación por *H. grandella*. Se visitaron en total 59 plantaciones de cedro, 23 a cielo abierto y 36 bajo dosel, a lo largo y ancho del Estado de Campeche. Se tomaron datos de un número de árboles de cedro definido en función de la superficie plantada y distribuidas sobre la misma. Se determinó el diámetro del fuste a la altura del pecho en árboles con alturas mayor de 1.30 m y la altura de los árboles, registrándose en cada árbol si había daño por *H. grandella* u otros daños. Se utilizó el programa SPSS para análisis estadísticos.

## Resultados

**Altura de los cedros.** Se calculó la distribución de frecuencias por rango de altura de

los árboles de cedro de un año de edad de acuerdo al tipo de plantación (Fig. 1). En las plantaciones bajo dosel (derecha), un gran número de plantas medía menos de 60 cm de altura. En ambos tipos de plantación había árboles mayores de dos metros. La diferencia en altura promedio entre ambos tipos de plantaciones era significativa ( $p < 0.01$ , prueba no paramétrica de Mann-Whitney). En las plantaciones bajo dosel la altura promedio de los árboles era de 1.14 m ( $n = 684$ ), en plantaciones a cielo abierto 1.50 m ( $n = 729$ ).

Para un diámetro dado, los árboles en plantaciones bajo dosel fueron más altos que los árboles en plantaciones a cielo abierto. Sin embargo, aún en las plantaciones bajo dosel, los árboles logran poca altura para el diámetro observado (Fig. 2).

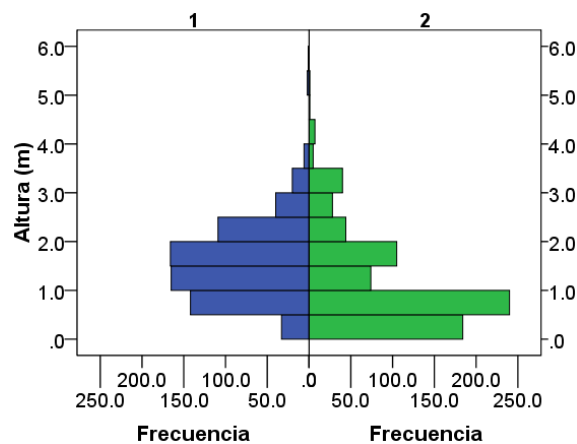


Figura 1. Distribución de frecuencias por rango de altura de cedros de año y medio de edad en plantaciones a cielo abierto y bajo dosel. A la izquierda (1) plantaciones a cielo abierto, a la derecha (2) plantaciones bajo dosel.

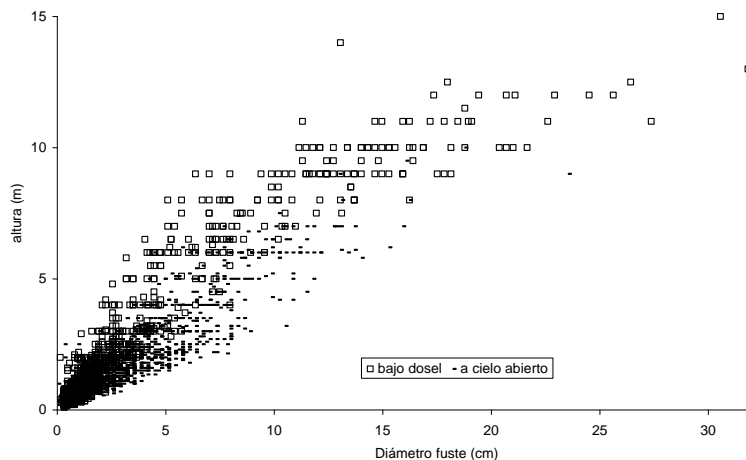


Figura 2. Diagrama altura-diámetro de cedros en plantaciones bajo dosel y a cielo abierto.

**Daños por *H. grandella* y otros daños.** Los números de cedros afectados por *H. grandella* y “otros daños” fueron más bajos en las plantaciones bajo dosel que en las plantaciones a cielo abierto (Fig. 3). “Otros daños” incluye daños por diversos organismos e impactos mecánicos.

La mayoría de las plantaciones a cielo abierto mostró una severa afectación por *H. grandella*. El número de árboles afectados por este organismo fue alto en comparación con el número de árboles con “otros daños”. En las plantaciones bajo dosel el número de cedros afectados por *H.*

*grandella* fue generalmente menor, mientras que el número de plantas con “otros daños” fue comparativamente alto. Los “otros daños” se relacionan, entre otros factores, con la caída de ramas de los árboles de la vegetación entre las brechas. Considerando los totales de árboles muestreados y afectados por *H. grandella* (Cuadro 1), la diferencia entre ambos tipos de plantaciones fue altamente significativa (prueba de chi-cuadrado de Pearson,  $p < 0.001$ )

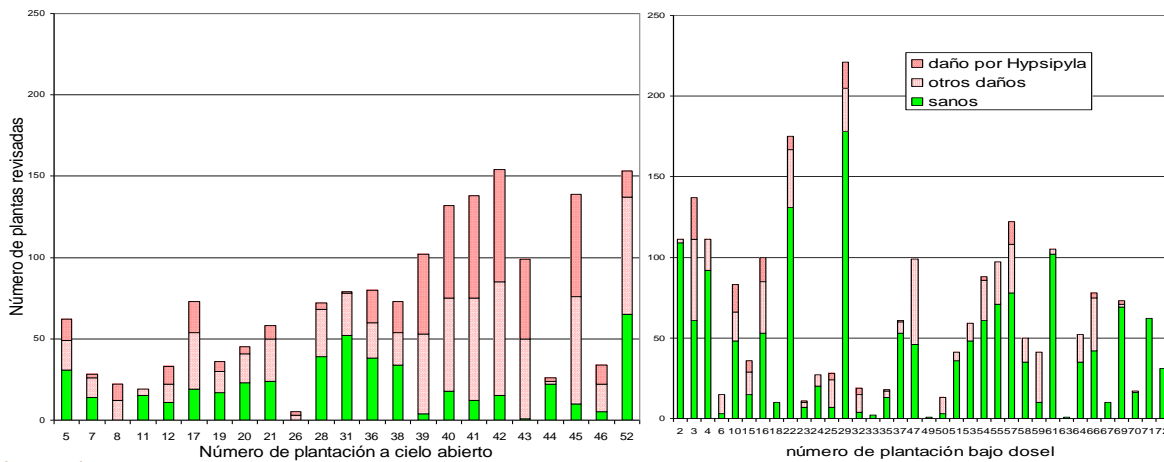


Figura 3. Afectación de plantas de cedro por *H. grandella* y otros daños en plantaciones a cielo abierto y bajo dosel. La proporción de plantas afectadas por el barrenador y por otros daños es menor en las plantaciones bajo dosel (derecha) que en las plantaciones a cielo abierto (izquierda).

Cuadro 1. Número de árboles de cedro afectados y no afectados por *H. grandella* en el muestreo en plantaciones a cielo abierto y bajo dosel en Campeche.

	Plantaciones a cielo abierto	Plantaciones bajo dosel	suma
Número de no afectados	1165	3041	4206
Número de afectados	545	153	698
Total	1710	3194	4904

### Conclusiones

El crecimiento anual de cedros era mayor en plantaciones a cielo abierto que en plantaciones bajo dosel. Sin embargo, a diámetros iguales se observó una mayor altura de los árboles en plantaciones bajo dosel. La mejor calidad de los árboles en plantaciones bajo dosel es acentuada por una menor afectación por *H. grandella*.

Desde los puntos de vista de la calidad de los árboles y afectación por *H. grandella*, parece

adecuado revalorar las plantaciones bajo dosel como una alternativa viable, que contribuye a conservar la vegetación secundaria y las selvas, y a mantener las múltiples funciones que estas brindan.

### Literatura Citada

Díaz-Maldonado, Eric; Refugio R. Rivera Leyva; Omar Gutiérrez Alonso; Jorge L. López Torres; Manuel Marín Quintero; Arquímedes Gómez

- Domínguez; Bartolo Rodríguez Santiago; Genovevo Ramírez Jaramillo. 2003. Diagnóstico de las condiciones fitosanitarias de las reforestaciones forestales de la Península de Yucatán. CONAFOR.
- Rodríguez-Gallegos, F. 1981. Biología, ecología y notas de control “del barrenador de las meliaceas” *Hypsipyla grandella* (Zéller) (Lepidoptera: Pyralidae) en el sureste de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Univ. Aut. Nvo. León, Monterrey, Nuevo León. México.
- Van der Wal, Hans; Cristina Chatanasig; Benito Dzib; Rafael Espinoza. 2006. Diagnóstico general de salud y manejo de plantaciones y reforestaciones bajo dosel en el Estado de Campeche en 3500 ha. CONAFOR-ECOSUR.



# EFFECT OF LEAF DISK FROM GRAFTED MELIACEAE ON SURVIVAL AND DEVELOPMENT OF *Hypsipyla grandella* (ZELLER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

Pérez-Flores, J<sup>1</sup>; S. D. Eigenbrode<sup>2</sup>, L. Hilje<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Area de Ciencia Vegetal. Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados. Km. 3.5, Periférico Carlos A. Molina, Cárdenas Tabasco, México, 86500. julianflores@colpos.mx

<sup>2</sup>Department of Plant Soil and Entomological Science, University of Idaho. Moscow, Idaho USA 83843. sanforde@uidaho.edu

<sup>3</sup>Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba Costa Rica, 7170. luko@catie.ac.cr

## Resumen

Para determinar el efecto de la injertación sobre el crecimiento y mortalidad de *Hypsipyla grandella*, se expusieron larvas de instar II en discos foliares de *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* (especies susceptibles) injertadas en *Khaya senegalensis* y *Toona ciliata* (especies resistentes), de sus injertos recíprocos, y de plantas autoinjertadas e intactas (no injertadas). La mortalidad se evaluó a los 2, 5, 21 y 45 días. El área foliar consumida y la ganancia de peso por larva se midieron 2 días después de iniciar el bioensayo. El tiempo al estado de pupa, y su peso y longitud se midieron un día después de su formación. El tiempo al estado adulto y la aparición de alas se determinaron al final del bioensayo. Las especies de Meliaceae afectaron ( $P \leq 0.04$ ) la mortalidad durante el bioensayo. Ochenta a 100% de las larvas expuestas a discos foliares de *T. ciliata* y su autoinjerto, o de *C. odorata* injertada en *T. ciliata* y su injerto recíproco murieron en los primeros 2 días de evaluación. Todas las otras variables medidas, excepto el peso y la longitud de pupa, también fueron afectadas ( $P \leq 0.01$ ). Los discos foliares de plantas intactas resistentes y de injertos recíprocos disminuyeron el consumo foliar y causaron pérdida de peso en las larvas. Las larvas expuestas en discos foliares de *K. senegalensis* injertada en *S. macrophylla*, extendieron en 8 días el tiempo a pupa y al estado adulto, y formaron alas anormales en 40% de adultos, en comparación con larvas expuestas en discos foliares de plantas intactas de *C. odorata*.

**Palabras clave:** Meliaceae, injertación, discos foliares, *Hypsipyla*, mortalidad, desarrollo.

## Introduction

Spanish cedar *Cedrela odorata* L. and mahogany *Swietenia macrophylla* King trees are valuable trees commonly attacked by *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), with cedar and mahogany plantations frequently 100% affected (Cornelius & Watt 2003). A single *H. grandella* female can oviposit over 1000 eggs under laboratory conditions, although field observations have shown that over 50% of the trees in a young *C. odorata* plantation contained only 1 to 3 eggs per plant (Grijpma & Roberts 1975). Nonetheless, a single borer larva can destroy the apical bud, deforming trees and making them useless for timber (Schabel *et al.* 1999), since its damage threshold corresponds to one larva per tree (Hilje & Cornelius 2001).

*Hypsipyla grandella*-resistant genotypes could be a key component for developing an integrated management program for this pest (Newton *et al.* 1993; Speight & Wylie 2001). Unfortunately, genotypes resistant to *H. grandella* for native Meliaceae are unknown (Newton *et al.* 1999; Cornelius & Watt 2003; Navarro & Hernández 2004), although seedlings from some specific regions, for example *C. odorata* from the Caribbean watershed of Costa Rica, somehow tolerate damage by producing a single secondary shoot that achieves apical dominance after attack (Newton *et al.* 1999; Navarro & Hernández 2004).

On the other hand, some exotic Meliaceae species do have resistance against *H. grandella* maybe due to the absence of coevolution between these species (Grijpma 1976; Agostinho *et al.* 1994). For instance, in Costa Rica, introduced Australian red cedar (*Toona ciliata* M. Roem.) trees were able to attract *H. grandella* and even permit oviposition, but larvae died when attempting penetration of its shoots (Grijpma & Roberts, 1975). Also, in Cuba, introduced African mahogany *Khaya senegalensis* Desr. A. Juss, has been reported resistant to *H. grandella* attack (Manso 1974).

Fortunately, such resistance can be transferred to native Meliaceae trees by grafting their susceptible scions onto resistant rootstocks (Da Silva *et al.* 1999), as was shown by Grijpma (1976) for *C. odorata* on *T. ciliata* in Costa Rica. This approach was not pursued again until recently, when Pérez-Flores (2006) conducted more in-depth studies, including a wider range of species and experimental methods.

He tested whole intact and grafted Meliaceae small trees artificially infested with *H. grandella* eggs or larvae inside a greenhouse. In both cases, plant damage differed significantly among the species, whether intact or grafted. Larvae died when inoculated on resistant species, whereas pupal weight and length of surviving larvae were similar. Resistance was conferred from resistant rootstocks to susceptible scions and autografted susceptible and susceptible species grafted on resistant species were similar in terms of plant damage. Damage on autografted *C. odorata* was intermediate between that on both intact (non-grafted) *C. odorata* and *C. odorata* grafted onto *T. ciliata* plants. Also, regardless of the rootstock and scion combination, grafting by itself reduced damage caused by *H. grandella*.

Although bioassays with intact plants as performed by Pérez-Flores (2006) closely mimic field conditions, they are complicated by differences in leaf age, damage, disease, or water content which all may cause differential feeding by insects (Hare 1998). These sources of variation can hamper attempts to determine resistance mechanisms.

Therefore, results of a bioassay using leaf disks are presented here and compared to previously reported results with whole plants. Although excision of leaf tissue may cause changes in physiology substantial enough to alter the outcome of the bioassay (Hare 1998), leaf disks are uniform in size and shape, easy to manipulate, require little space and, since they can be kept inside environmental chambers, external conditions can be easily controlled, to obtain more reliable measurements of insect response than on greenhouse or on field by using whole plants.

The objective of this research was to use a leaf disk bioassay to determine effects of both intact and grafted Meliaceae species on the mortality and performance of *H. grandella* larvae. Hypotheses tested were: 1) leaf disks from exotic species *K. senegalensis* and *T. ciliata* cause greater mortality and impair performance of *H. grandella* as compared to disks from native species *C. odorata* and *S. macrophylla*; 2) feeding and survival of *H. grandella* larvae are reduced on leaf disks from autografted susceptible species as compared with disks from autografted resistant species; 3) resistant rootstocks confer resistance to susceptible scions, as measured by *H. grandella* feeding and survival on leaf disks; and 4) susceptible rootstocks do not affect the resistance of exotic scions as measured by *H. grandella* feeding and survival on leaf disks.

## Materials and Methods

The bioassay was completed in an environmental chamber Percival I35-L (Boone, Iowa) at 25 °C, 80-90% RH, and 12:12 L:D, at the Entomology Laboratory at the Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE) in Turrialba, Costa Rica, from March 3 through April 20, 2005.

**Plant material preparation:** Seeds of the susceptible species *C. odorata*, *S. macrophylla*, from Costa Rica, as well as the resistant *K. senegalensis* from Burkina Faso, and *T. ciliata* from Australia, were provided by the Forest Seed Bank at CATIE. Seeds were grown in a nursery at the Cabiria Experiment Station, within the premises of CATIE.

Six- to 12-month-old potted plants were used for grafting. The susceptible species were grafted onto resistant ones. Also, reciprocal combinations (i.e., resistant scions onto susceptible rootstocks) and autografted (scion and rootstock from the same species) plants were made. Intact and autografted plants were used as controls, grafted plants to test whether resistant species used as rootstock conferred resistance to scions susceptible ones, and reciprocal grafted plants to test whether susceptible species used as rootstocks influenced *H. grandella* responses to scions of resistant species. The aim was to have a full set of combinations, but grafts of *K. senegalensis* onto *C. odorata* and *T. ciliata* onto *S. macrophylla* were unsuccessful due to incompatibility. The grafting technique used was the wedge graft (Bygrave & Bygrave 1998). The graft union was made 20 to 30 cm above of the soil. The rootstocks were less than 1 cm in diameter at the graft point, and the diameters of the scions were slightly less. Grafted plants were maintained in a greenhouse during eight months until the scions grew. The first new and fully developed leaf on each plant was excised early in the morning, placed individually in a plastic bag, and taken to the laboratory. There, two disks per leaf were cut with a cork borer (2.3 cm diameter) from the two central leaflets; the cork borer was cleaned after cutting disks from each species.

**Experimental procedure:** Larvae for bioassays were taken from a colony kept at the Entomology Laboratory at CATIE, and established in 1998 from field-collected larvae feeding on *C. odorata*. Larvae in the colony are normally fed with tender *C. odorata* leaves from instars I to III, and then placed onto an artificial diet (Vargas *et al.* 2001) until pupation. Pupae were then moved to a metal framed cage covered with fine mesh, kept at a greenhouse, where adults emerge, mate and oviposit. Eggs were collected and taken to the laboratory to sustain the colony.

Instar II larvae were selected for bioassay because they are less sensitive to handling than instar I but approximate what would occur in nature

regarding initial plant attack by *H. grandella* larvae. Instar II bores into the apical bud only after feeding on tender petioles and foliage (Grijpma 1971). To initiate a test, a leaf disk was placed, with the abaxial side up, inside a 30-ml glass vial. Then an instar II *H. grandella* larva (4 to 8 mm length) was placed onto the leaf disk, after being deprived of food for 3 h. A wet piece of paper towel was fastened with the lid of each vial to avoid excessive desiccation of leaf disks. The vial was then turned over so the larva was below the leaf disk. The vials were arranged in a completely randomized design for 16 combinations of susceptible and resistant species, i.e., 16 sources of leaf disks (four grafts, four reciprocal grafts, as well as four autografts and four intact plants as controls). Larvae without leaf disks served as relative controls. Each treatment was replicated ten times, each one consisting of two leaf disks per plant with one larva per vial.

**Measurements:** All the larvae used per treatment were weighed before and two days after starting the bioassay, then an average weight gain per larva per plant species was calculated by subtracting initial from final weight. Also at two days, larval mortality was assessed and leaf consumption estimated. To estimate leaf consumption, the disk was glued to a transparent film and then overlaid onto graph paper (1 mm<sup>2</sup> grid size) to count the leaf area eaten. Living larvae were individually transferred by means of a thin paintbrush into a vial containing ca. 6 ml of artificial diet (Vargas *et al.* 2001), and then reared until adult emergence. Mortality at 5, 21 and 45 days after starting bioassay, time (days) to achieve the pupa and adult stages; pupal weight (mg), and length (mm), and wing shape were all measured for these larvae.

Larval and pupal mortality were recorded as 0 and 1 for dead and live larvae, respectively, since just one larva was used per leaf disk. Larvae were classified as dead if they were immobile or blackened. Pupae were classified as dead if they failed to emerge after 45 days or if they appeared blackened or shriveled (Mancebo *et al.* 2002). Pupal weight and length were determined one day after

pupation. On the day of adult emergence, wing shape was recorded once their expansion and drying were completed. Normal and abnormal wings were recorded as 0 and 1, respectively. Wings were considered normal when both forewings were similar in length and covered the whole abdomen longitudinally (Sliwa & Becker 1973). Abnormalities were absence of or rudimentary forewings and shortened forewings exposing the abdomen. To exclude possible effects of the artificial diet alone on these characteristics, 100 pupas were selected at random from the colony and reared to adults. None of these insects had abnormal wings.

**Statistical analysis:** Data were examined for conformity to assumptions required for analysis of variance. If necessary, data were transformed by  $Y = \sqrt{Y + 0.5}$  to meet these assumptions. Analysis of variance was completed using the GLM procedure in SAS (SAS 2001). Orthogonal contrasts were used to test the species and graft combination effects on larval performance and mortality. The contrasts were as follows: 1) intact susceptible vs. intact resistant species; 2) autografted susceptible vs. autografted resistant species; 3) autografted *C. odorata* vs. *C. odorata* grafted onto resistant species rootstocks; 4) autografted *S. macrophylla* vs. *S. macrophylla* grafted onto resistant species 5) autografted resistant species vs. resistant grafted onto susceptible rootstock.

Larval and pupal mortality and the proportion of insects with normal wings were analyzed by the Chi-square test to examine plant species effects on larval performance. Also, Pearson's correlation coefficients (Proc Corr, SAS 2001) were completed for consumed leaf area and weight gain with the other variables of performance (larval and pupal mortality, time to pupa and adult stages, pupal weight and length, and proportion of normal wings) by using the mean from each treatment.

## Results

**Larval performance:** Leaf area consumption, time to reach pupation, and time to adult stage by *H. grandella* differed among the species tested ( $P <$

0.0001, 0.005, and 0.01, respectively), whereas pupal weight and length were similar ( $P = 0.5$ , and 0.3, respectively) (Table 1). All the orthogonal comparisons for leaf area consumption were significant, but comparisons of developmental parameters were precluded because of high larval mortality on the majority of plant species or grafted combinations (Table 1). **Leaf area consumed.** Leaf area consumed by *H. grandella* larvae differed on leaf disks from intact and autografted susceptible and intact and autografted resistant plants. Consumption also differed on leaf disks from susceptible species grafted onto resistant ones as compared with disks from autografted *C. odorata* or *S. macrophylla* plants (i.e., resistant species conferred resistance to susceptible scions). Feeding by *H. grandella* on leaf disks from autografted resistant *K. senegalensis* or *T. ciliata* was similar to that on leaf disks from resistant scions grafted onto susceptible rootstocks (i.e. susceptible species failed to confer susceptibility) (Table 1, Figure 1).

Intact and autografted species produced the same trend regarding leaf area consumed. In decreasing order, leaf disk area consumed followed the trend *C. odorata* > *S. macrophylla* > *K. senegalensis* > *T. ciliata*. Leaf disk consumption was significantly less for *T. ciliata* intact and autografted plants and any other plant combinations with *T. ciliata* involved as scion or rootstock as compared with all the other graft combination plants using *K. senegalensis* (Figure 1). *Hypsipyla grandella* larvae almost barely fed on leaf disks from some graft combinations such as *S. macrophylla* on *T. ciliata*, *K. senegalensis* on *S. macrophylla* or *T. ciliata* on *C. odorata* and lost weight or died after two days of exposure.

**Weight gain:** Larval weight gain on the leaf disks from intact plants, in decreasing order followed the trend *C. odorata* > *S. macrophylla* > *K. senegalensis* > *T. ciliata* (Figure 2) and the trend was similar for autografted plants of these species.

Weight gain by larvae feeding on leaf disks from *C. odorata* grafted either onto *K. senegalensis* or *T. ciliata* was lower than on intact or autografted *C. odorata* plants. The same trend held for grafted

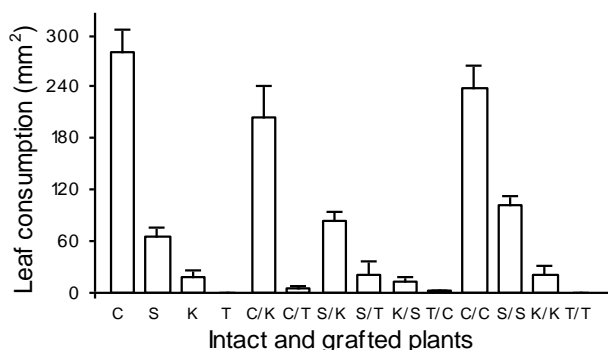
and intact *S. macrophylla*, and larvae exposed to leaf disks from *S. macrophylla* grafted on *T. ciliata* lost rather than gained weight (Figure 2). Larvae also lost weight when exposed to intact *T. ciliata* as

well as for the reciprocal grafts *K. senegalensis* onto *S. macrophylla* and *T. ciliata* onto *C. odorata*. Larvae deprived of leaf disks to feed upon also lost weight.

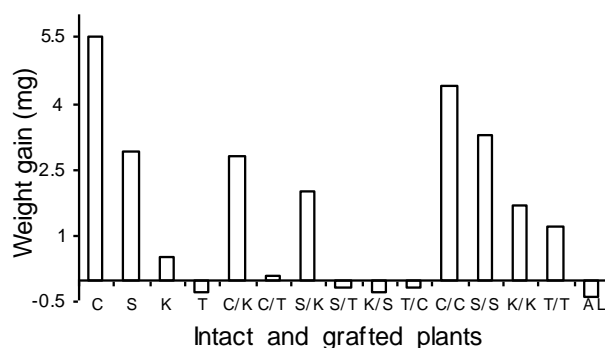
**Table 1.** Probability values for orthogonal contrasts and ANOVA for several variables assessed in a bioassay with *H. grandella* larvae on foliar disks from intact and grafted Meliaceae species.

Contrast and ANOVA	Consumed leaf area	Days to		Pupa	
		Pupa	Adult	Weight	Length
Probabilities					
Intact susceptible vs. intact resistant species	<0.0001	0.7280	0.7380	0.8587	0.9138
Autografted susceptible vs. autografted resistant species	<0.0001	-	-	-	-
Autografted <i>Cedrela</i> vs. <i>Cedrela</i> grafted on resistant	<0.0001	0.1829	0.5181	0.9811	0.8450
Autografted <i>Swietenia</i> vs. <i>Swietenia</i> grafted on resistant	0.0062	-	-	-	-
Autografted resistant vs. resistant grafted on susceptible	0.8315	-	-	-	-
ANOVA <i>P</i>	<0.0001	0.005	0.01	0.5	0.3
<i>F</i>	23.35	2.92	2.65	0.89	1.08
<i>d.f.</i>	13, 100	10, 52	10, 46	10, 52	10, 52

(Treatments: intact susceptible species: *Cedrela odorata* (C), *Swietenia macrophylla* (S); intact resistant species: *Khaya senegalensis* (K), *Toona ciliata* (T). Autografted susceptible species: C/C, S/S; Autografted resistant species K/K, T/T. Susceptible species grafted onto resistant species: C/K, C/T, S/K, S/T. Resistant species grafted onto susceptible species: K/S, T/C.)



**Figure 1.** Consumed leaf area ( $\text{mm}^2$ ) per instar II *H. grandella* larvae after two days exposed on leaf disks from four intact and grafted Meliaceae species. Intact plants: C = *Cedrela odorata*, S = *Swietenia macrophylla*, K = *Khaya senegalensis*, T = *Toona ciliata*. Grafted plants: C/K, C/T, S/K, S/T, K/S, T/C, C/C, S/S, K/K, T/T. Data are means  $\pm$  SE, n = 20.



**Figure 2.** Weight gain of instar II *H. grandella* larvae after two days exposed on leaf disks from four intact and grafted Meliaceae species. Data are means from 20 larvae. Intact plants: C = *Cedrela odorata*, S = *Swietenia macrophylla*, K = *Khaya senegalensis*, T = *Toona ciliata*. Grafted plants: C/K, C/T, S/K, S/T, K/S, T/C, C/C, S/S, K/K, T/T. AL = Larva without leaf disk.

#### Time to reach the pupal and adult stages.

Some comparisons of development times were not completed, because of insufficient data due to mortality after feeding on leaves from some species

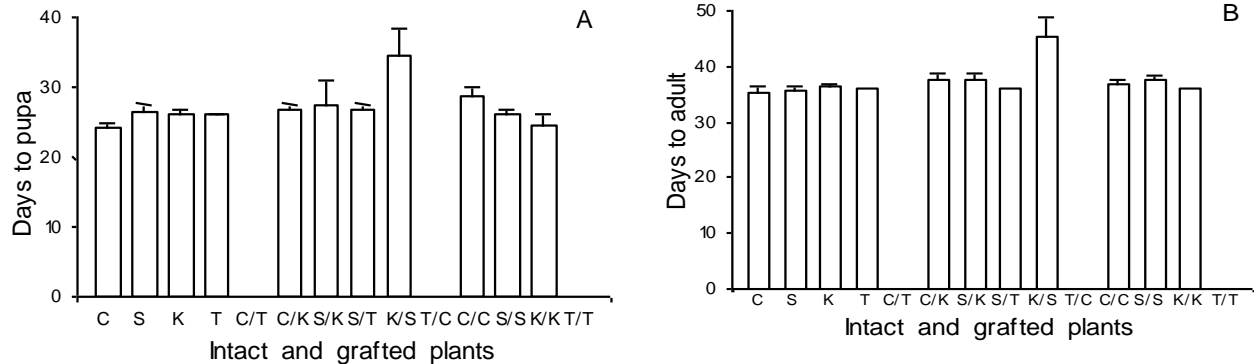
or graft combination plants (Table 1). Nevertheless, the effects of leaf disks from resistant plants were similar to those from susceptible ones regarding time to reach pupal and adult stages, and

autografted *C. odorata* was similar to *C. odorata* grafted onto resistant *K. senegalensis* plants.

Among the other graft combinations, larvae fed leaf disks from reciprocal graft *K. senegalensis* onto *S. macrophylla* extended by 10 days the time to pupation in comparison with larvae fed intact *C. odorata* ( $34.3 \pm 3.8$  days vs.  $24.3 \pm 0.5$  days).

All larvae fed leaf disks from *C. odorata* grafted onto *T. ciliata*, *T. ciliata* onto *C. odorata*, or

autografted *T. ciliata*, and starved larvae (larvae without leaf disk) died before pupating (Figure 3A). Larvae fed leaf disks from *K. senegalensis* grafted onto *S. macrophylla* also extended by 10 days the time to adult compared with larvae fed on intact *C. odorata* leaf disks ( $45.2 \pm 2.8$  days vs.  $35.2 \pm 1.3$  days) (Figure 3B).



**Figure 3.** Time to pupa (A) and to adult (B) stages for instar II *H. grandella* larvae rear along two days on leaf disks from four intact and grafted Meliaceae species. Intact plants: C = *Cedrela odorata*, S = *Swietenia macrophylla*, K = *Khaya senegalensis*, T = *Toona ciliata*. Grafted plants: C/K, C/T, S/K, S/T, K/S, T/C, C/C, S/S, K/K, T/T. Values are means  $\pm$  SE, n = 20.

**Pupal length and weight.** Larvae fed leaf disks from any of the four plant species or their tested combinations that permitted development to pupation had similar pupal length and weight (Table 1).

**Wing development.** The proportion of *H. grandella* with normal wing development differed significantly among the leaf disks from plant species ( $X^2 = 18.85$ ,  $P = 0.04$ , d.f. = 10). Abnormal wings formed only on larvae fed leaf disks from four treatments, all involving *K. senegalensis*: intact plants of this species (3 out of 5 moths), *K. senegalensis* grafted onto *S. macrophylla* (3 out of 5 moths), and *K. senegalensis* as a rootstock for either *C. odorata* (2 out of 7 moths) or *S. macrophylla* (1 out of 13 moths). Abnormalities included slightly short forewings (Figure 4A), which leave the abdomen exposed, or rudimentary forewings (Figures 4B, 4C).

**Larval mortality:** Plant species significantly affected the mortality of *H. grandella* on the four evaluation dates ( $P < 0.0001$ ). Most larvae died if they were fed leaves from *T. ciliata* (intact,

autografted, or *C. odorata* on *T. ciliata* and its reciprocal graft *T. ciliata* on *C. odorata*). Almost all larvae, near 100%, died after just two days of exposure (Figure 5). Mortality on *K. senegalensis* leaf disks was lower, ranging from 70% on intact plants to nearly 90% on autografted ones.

Mortality on *C. odorata* and *S. macrophylla* leaf disks was lower than on leaf disks from resistant species both for intact and autografted plants; by the end of the test, mortality reached about 50% for larvae fed disks from intact plants, and only 10% and 40% of larvae on autografted *S. macrophylla* and *C. odorata*, respectively, died. Grafting *C. odorata* or *S. macrophylla* each one to *K. senegalensis* rootstocks decreased mortality of *H. grandella* larvae mainly for *Swietenia* scions compared to intact plants.

Larval mortality was negatively correlated to consume leaf area and weight gain. In both cases, correlation decreased with the age. For consumed leaf area, the coefficients corresponded to -0.78, -0.75, -0.66 and -0.63, (n = 14,  $P \leq 0.01$ ) at 2, 5, 21 and 45 days after starting the bioassay, respectively;

whereas for weight gain coefficients corresponded to -0.80, -0.78, -0.70 and -0.68 (n = 14, P ≤ 0.005), respectively.

Consumed leaf area and weight gain were not correlated to time to pupa and adult stages,

pupal weight and length, and to proportions with normal wings (data not shown).



Figure 4. A) *Hysipyla grandella* female adult with normal forewings (left) and male adult with abnormal forewings (right); B and C) 43 day-old *H. grandella* moths with abnormal wings.

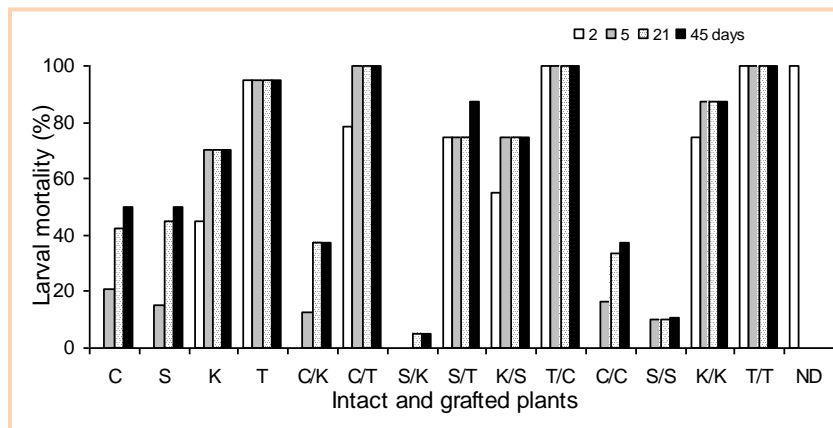


Figure 5. Cumulative mortality of instar II *H. grandella* larvae rear along two days on leaf disks from four intact and grafted Meliaceae species. Mortality was determined 2, 5, 21 and 45 days after starting the bioassay. Data are means from 20 larvae. Intact plants: C = *Cedrela odorata*, S = *Swietenia macrophylla*, K = *Khaya senegalensis*, T = *Toona ciliata*. Grafted plants: C/K, C/T, S/K, S/T, K/S, T/C, C/C, S/S, K/K, T/T. ND = No disk.

## Discussion

Performance and survival of *H. grandella* differed on leaf disks from the Meliaceae species and grafting combinations tested. Toxic and deterrent effects of exotic resistant species on *H. grandella* larvae were confirmed (Da Silva *et al.* 1999). Moreover, leaf consumption and weight gain was larger and larval mortality reduced for larvae exposed to leaf disks from susceptible autografted species than in those exposed to resistant ones. Larval mortality was approximately 50% on

susceptible intact *C. odorata* and *S. macrophylla* but was 80% to 100% on resistant *K. senegalensis*, *T. ciliata* and grafted plants with *K. senegalensis* or *T. ciliata* as rootstocks or scions.

Based on the mortality rates, leaves from *C. odorata* grafted onto *T. ciliata* was as resistant against *H. grandella* as were leaves from intact *T. ciliata*. Grijpma & Roberts (1975) reported that *C. odorata* grafted onto *T. ciliata* was less resistant than 4-month-old *T. ciliata* plants. The difference in my results and those of Grijpma & Roberts (1975) could be caused by the nature of the bioassay, since

they used whole leaflets to feed groups of 10 instar I larvae, whereas in this study individual leaf disks and one instar II larvae for each disk were used. In addition they used 4-month-old plants, whose foliage is tenderer than that from 8-month-old plants used in this study.

*Khaya senegalensis* and *T. ciliata* had different effects on the insects. Larval mortality of *H. grandella* was higher on leaf disks from plants of intact *T. ciliata* or plants with *T. ciliata* as rootstock or scion than on comparable plants from *K. senegalensis*. The resistance could be due to differences in specific substances or concentrations of the same or different substances (Da Silva *et al.* 1999). *Khaya senegalensis* used as rootstock or scion or autografted allowed some larvae to develop to adult, but all treatments involving *K. senegalensis* caused some incidence of abnormal wing development. The toxicity of *T. ciliata* prevented 95% of the larvae from developing into adults, limiting an assessment of the effect of this host plant species on wing development.

The transmissibility of resistance across grafts suggested translocated chemical defenses are involved. In a prior test, Pérez-Flores (2006), showed that resistance could be independent of rootstock or scion identity and partly inducible by autografting since whole plants of autografted *C. odorata* and *S. macrophylla* exhibited some resistance to *H. grandella* larvae. In contrast, in the present study autograft-induced resistance was absent for the susceptible species. Pérez-Flores (2006) used plants from the same cohort as that used for the present study, but the plants were four months younger, indicating that autografting-based resistance is transient. In the present study, resistance only occurred in plants including scions or rootstocks from the resistant species. Such resistance could be due to combinations of toxic, antifeedant or growth-inhibitory substances.

Antifeedant and growth-inhibitory activities of *K. senegalensis* have been reported against instar II larvae of *Spodoptera littoralis* (El-Aswad *et al.* 2003). Moreover, antifeedant activity of *T. ciliata* against *Epilachna varivestis* (Veitch *et al.* 1999) and

*Spodoptera litura* (Gopalakrishnan *et al.* 2000) has been reported.

*Toona ciliata* leaf consumption by larvae was less than that for *K. senegalensis*, either because of differences in the amount or in the composition of substances translocated between both plants. Leaf disks from *K. senegalensis* grafted onto *S. macrophylla* delayed pupation, maybe due to food stress caused by the starvation of larvae during the two days of exposure to these leaves. Starvation for 24 h significantly delayed pupation of the tropical butterfly *Bicichus anynana* (Bauerfeind & Fischer 2005). However, the duration of the pupal stage for larvae fed *C. odorata* or *K. senegalensis* leaf disks were similar (10.9 days and 10.7 days, respectively). The mean time to reach adulthood agreed with that reported by Grijpma (1971) rearing *H. grandella* on artificial diet ( $37.2 \pm 0.4$  days vs. 37 days, respectively). Also, the time required to reach adulthood of larvae reared on *C. odorata*, in the present bioassay, ( $35.2 \pm 1.3$  days) was similar to that reported by Grijpma (1971) (35 days).

Delayed pupation is important since if grafted trees with *T. ciliata* or *K. senegalensis* rootstocks are deployed to prevent *H. grandella* damage, the net effects could be enhanced due to the combined effects of resistance and biological control, by providing more time for action by larval predators. Such effects, however, would be limited in the case of *H. grandella* to those natural enemies that attack the early instars before they enter the stem.

Similar larval response to leaf disks from autografted resistant species and those from grafted on susceptible ones could be attributed to substances synthesized by resistant species (scions) (Da Silva *et al.* 1999), masking any substance from susceptible species (rootstocks). Another reason could be that susceptibility to insect pests also depends on physical characteristics of plant tissues (Cunningham & Floyd 2004), such as trichomes or leaf toughness and hardness (Lucas *et al.* 2000), and resistant scions could have maintained their physical characteristics after grafting.



The results of the leaf disk bioassays agreed with the hypothesis that exotic species increased the mortality and decreased larval growth of *H. grandella*. Larvae consumed less leaf tissue or none at all, and fewer survived on leaf disks from *K. senegalensis* and *T. ciliata* than on *C. odorata* and *S. macrophylla*. Pupal weight and length from larvae fed leaf disks from resistant and susceptible species were similar, possibly because the 48 h exposure of larvae to the resistant species was too short to upset growth characteristics.

The leaf disk bioassay in this study confirmed that resistant species transfer resistance to susceptible species via grafting and that resistant species used as scions of susceptible ones maintained their resistance, as had been demonstrated by inoculating shoots of intact plants from these treatments with eggs or instar III larvae (Pérez-Flores 2006).

The utility of leaf disk bioassays was also confirmed by Mancebo *et al.* (2000). They tested plant extracts on *C. odorata* against *H. grandella* and found similar results from greenhouse tests on whole plants and laboratory leaf disk bioassays. However, their extracts were from plant species different to Meliaceae and they did not test grafted plants.

In conclusion, the use of grafted resistant plants could be the best way to prevent *H. grandella* attack since the resistance should be constitutive instead of induced as Hannover (1980) suggested would be preferable for control of insect pests. Also, Newton *et al.* (1993) and Speight & Wylie (2001) suggested the use of resistant Meliaceae plants to prevent *H. grandella* attack. Nevertheless, grafted resistant plants should be tested in the field to confirm their resistance and to determine their commercial suitability before establishing commercial plantations.

## Acknowledgement

Arturo Ramírez is thanked for his help in the logistic, and Gustavo López for his assistance in the statistical analysis. The author gratefully acknowledges the partial financial support from

CONACYT and Colegio de Postgraduados, both from México, as well as from the Plant, Soil, and Entomological Sciences Department of the University of Idaho (USA).

## References

- Agostinho SMM, Fatima das GF, Da Silva MFGF, Fernandes JB, Vieira PC, Pinheiro AL, Vilela A (1994) Limonoids from *Toona ciliata* and speculations on their chemosystematic and ecological significance. *Biochemical Systematics and Ecology* 22: 323-328.
- Bauerfeind S, Fischer K (2005) Effects of food stress and density in different life stages on reproduction in a butterfly. *OIKOS* 111: 514-524.
- Bygrave FL, Bygrave PL (1998) *Cedrela* species are attacked by the tipmoth *Hypsipyla robusta* when grafted on to red cedar *Toona ciliata*. *Australian Forestry*, 61: 45-47.
- Cornelius JP, Watt AD (2003) Genetic variation in a *Hypsipyla*-attacked clonal trial of *Cedrela odorata* under two pruning regimes. *Forest Ecology and Management* 183: 341-349.
- Cunningham SA, Floyd RB (2004) Leaf compositional differences predict variation in *Hypsipyla robusta* damage to *Toona ciliata* in field trials. *Canadian Journal of Forest Research* 34: 642-648.
- Da Silva MFGF, Agostinho SMM, Paula JR, Neto JO, Castro-Gamboa I, Filho ER, Fernandes JB, Vieira PC (1999) Chemistry of *Toona ciliata* and *Cedrela odorata* graft (Meliaceae): chemosystematic and ecological significance. *Pure and Applied Chemistry* 71: 1083-1087.
- El-Aswad A, Abdelgaleil SA, Nakatani M (2003) Feeding deterrent and growth inhibitory properties of limonoids from *Khaya senegalensis* against the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. *Pest Management Science* 60: 199-203.
- Gopalakrishnan G, Singh NDP, Kashinath V, Malathi R, Rajan SS (2000) Photo oxidation of cedrelone, a tetranortriterpenoid from *Toona*

- ciliata*. Photochemistry and Photobiology 72: 464-466.
- Grijpma P (1971) Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae). V Observations on rearing technique and on host selection behavior of adults in captivity. Turrialba 21: 202-213.
- Grijpma P (1976) Resistance of Meliaceae against the shoot borer *Hypsipyla grandella* with particular reference to *Toona ciliata* M.J. Roem var. Australis (F. & M.) C.D.C. Tropical trees: variation, breeding and conservation. In Burley J, Styles BT (ed) Academic Press, London, pp. 69-78.
- Grijpma P, Roberts SC (1975) Biological and chemical screening for the basis of resistance of *Toona ciliata* M.J. Roem. var. Australis (F. & M.) C.D.C. Turrialba 25: 152-159.
- Hanover JW (1980) Breeding forest trees resistant to insects. Breeding plants resistant to insects. In: Maxwell JD, Jennings PR (eds) John Wiley & Sons, New York, pp. 487-512.
- Hare JD (1998) Bioassay methods with terrestrial invertebrates. Methods in chemical ecology. In: Haynes KF, Millar JG (eds) Kluwer Academic Publishers, Boston, MA. pp. 212-263.
- Hilje L, Cornelius J (2001) ¿Es inmanejable *Hypsipyla grandella* como plaga forestal? Hoja Técnica No. 38, Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica).
- Lucas PW, Turner IM, Dominy NJ, Yamashita N (2000) Mechanical defenses to herbivory. Annals of Botany 86: 913-920.
- Mancebo F, Hilje L, Mora GA, Salazar R (2000) Efecto de extractos vegetales sobre larvas de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica), 55: 112-23.
- Mancebo F, Hilje L, Mora GA, Salazar R (2002) Biological activity of two neem (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae) products on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Crop Protection 21: 107-112.
- Manso DM (1974) Observaciones sobre el comportamiento y control de *Hypsipyla grandella* (Zeller) en Cuba. Baracoa 4: 3-4.
- Navarro C, Hernández G (2004) Progeny analysis and population differentiation of Mesoamerican mahogany (*Swietenia macrophylla* King). Agronomía Costarricense 28: 37-51.
- Newton AC, Baker P, Ramnarine S, Mesén JF, Leakey RRB (1993) The mahogany shoot borer: prospects for control. Forest Ecology and Management 57: 301-328.
- Newton AC, Watt AD, Lopez F, Cornelius JF, Mesén JF, Corea EA (1999) Genetic variation in host susceptibility to attack by the mahogany shoot borer, *Hypsipyla grandella* (Zeller). Agricultural and Forest Entomology 1: 11-18.
- Pérez-Flores J (2006) Inducing resistance of Spanish cedar *Cedrela odorata* L. and Mahogany *Swietenia macrophylla* King against *Hypsipyla grandella* (Zeller) by grafting. Ph. D. Dissertation. Tropical Agricultural Research and Higher Education Center, Turrialba, Costa Rica. 163 p.
- SAS (2001) SAS Institute Inc. V.8.2
- Schabel HG, Hilje L, Nair KSS, Varma RV (1999) Economic entomology in tropical forest plantations: an update. Journal of Tropical Forest Science 11: 303-315.
- Sliwa D, Becker VO (1973) Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lep., Pyralidae). XXI. Observations on emergence and mating of adults in captivity. Turrialba 23: 351-356.
- Speight MR, Wylie FR (2001) Insect pests in tropical forestry. CABI Publishing, New York, pp. 75-138, 261-265.
- Vargas C, Shannon PJ, Taveras R, Soto F, Hilje L (2001) Un nuevo método para la cría masiva de *Hypsipyla grandella*. Hoja Técnica no. 39. Manejo Integrado de Plagas, Costa Rica.
- Veitch NC, Wright GA, Stevenson PC (1999) Four new tetranotriterpenoids from *Cedrela odorata* associated with leaf rejection by *Exophthalmus jekelianus*. Journal of Natural Products 62: 1260-1263.

# MODIFICACIONES A LA DIETA DE *Hypsipyla grandella*: HACIA EL DESARROLLO DE UNA TÉCNICA PARA SU CRÍA MASIVA.

Francisco Díaz-Fleischer<sup>1</sup>, Diana Pérez-Staples<sup>1</sup>, Nancy E. Barradas-Juaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INBIOTECA, Universidad Veracruzana, Apartado Postal 250, Xalapa, Ver. México fradiatz@uv.mx

<sup>2</sup>Unidad de Fitoprotección, CATIE, Turrialba, Costa Rica lhilje@catie.ac.cr

## Resumen

La palomilla *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) es la plaga principal de las caobas y cedros. Su control representa uno de los mayores retos para el establecimiento de plantaciones comerciales de estas especies maderables; sin embargo, para minimizar el uso de plaguicidas sintéticos dañinos al ambiente y tóxicos para los productores, es necesario para desarrollar métodos de control menos contaminantes. Uno de los métodos de control que se han utilizado con éxito en otros lepidópteros es la Técnica del Insecto estéril (TIE). En la TIE se producen millones de insectos, se esterilizan por medio de irradiación y se liberan como adultos en áreas afectadas. Empero, para que se pueda utilizar esta técnica con *H. grandella* es necesario primero establecer un protocolo para producir una colonia de manera masiva. La dieta que se utiliza actualmente tiene severas limitaciones desde un punto de vista de cría masiva. Por lo tanto en este proyecto se están probando distintas dietas larvales y es parte de los proyectos de investigación coordinados (CRP) financiados por la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA).

**Palabras clave:** *Hypsipyla grandella*, dieta larval, Técnica del Insecto Estéril

## Introducción

*Hypsipyla grandella* Zeller es la principal plaga de los cedros (*Cedrela* spp.) y las caobas (*Swietenia* spp.). El daño fundamental lo ocasiona durante los primeros tres años de establecimiento de una plantación. Durante este periodo, la proporción de plantas atacadas por el insecto puede alcanzar más del 90% (Newton *et al.* 1998).

Aunque el daño más importante lo ocasiona al atacar el meristemo primario de la planta, lo que resulta en múltiples ramificaciones del tallo y una reducción de la calidad del fuste, las larvas de *H. grandella* pueden encontrarse bajo la corteza de los árboles o alimentándose de las semillas (Howard y GIBLIN-DAVIS 1997) (Fig. 1, a, b, c, d) afectando en estos casos el potencial reproductivo de las plantas e incluso matando algunos de ellos al cortar el flujo del nutrientes por los daños al floema (Fig. 2).

Dado que las larvas se encuentran alimentándose dentro del tejido de las plantas, el combate en estos estadios es difícil además de tardío, pues los daños a las células meristemáticas se realizan una vez que la larva penetra en el tejido de la planta. El combate del insecto debe realizarse entonces durante las etapas de huevo y/o adulto. Se han probado varios extractos vegetales con la intención de disuadir a las larvas a alimentarse en las plantas (Mancebo *et al.* 2000 a, b, c, 2001, 2002). La identificación y síntesis de las feromonas sexuales también representa una herramienta con gran potencial para el desarrollo de trampas específicas (Carde y Minks 1995, Welter *et al.* 2005, Witzgall *et al.* 2008).

Una herramienta de combate basada en el comportamiento sexual de las palomillas lo representa la Técnica del Insecto Estéril (TIE). Esta herramienta consiste en la liberación masiva de insectos estériles (principalmente machos) que al copular con las hembras de campo provocan que los huevos de estas hembras sean infértiles. Su eficacia ha sido demostrada en el combate de varias especies de dípteros como *Clochliomyia hominivorax* (Meigen) y *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Graham 1985; Koyama *et al.* 2004) y de algunos lepidópteros como la palomilla de la manzana (*Cydia pomonella*) y el gusano rosa

algodonero (*Pectinophora gossypiella*) (Vreysen *et al.* 2006). *Hypsipyla grandella* es un candidato ideal para aplicar la TIE ya que presenta características de historia de vida que, de acuerdo con Knipling (1970), son altamente favorables para aplicarla. Por ejemplo, las hembras se aparean una sola vez en su vida y los adultos tienen periodos de vida cortos. El primer obstáculo a superar para poder utilizar la TIE lo representa la producción masiva de insectos. La cría del insecto debe realizarse utilizando una dieta artificial fácil de producir y de manejar. En el caso de *H. grandella*, existe una dieta artificial y métodos

para producir el insecto bajo condiciones de laboratorio (Vargas *et al.* 2001). Sin embargo, esta dieta contiene varios elementos que son sustancias químicas puras de alto costo y difícil acceso. En este trabajo presentamos una dieta para *H. grandella* reemplazando algunas sustancias puras por elementos más económicos que permitirían pasar de una cría de pequeña escala a una cría de escala media. Así mismo, presentamos unas modificaciones a la jaula de cría que facilita la cría de dichos insectos.

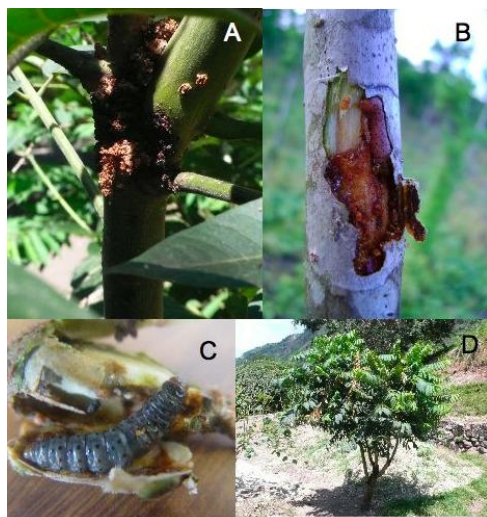


Figura 1. Daños ocasionados por las larvas de *H. grandella* en: A) ramas, B) tallos, C) frutos y D) planta con múltiples ataques.



Figura 2. Arbol de cedro de más de 10 años de edad muerto por el daño en la corteza ocasionado por las larvas de *H. grandella*.

## Materiales y Método

**Material biológico:** Se colectaron larvas de plantaciones de cedro infestadas en las localidades de Actopan y Acayucan, Veracruz y Tapachula, Chiapas, México. Las larvas fueron transportadas al Laboratorio de Invertebrados del Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz donde se colocaron en dieta artificial para que finalizarán sus desarrollo hasta la etapa de pupa. Una vez que las pupas emergieron se colocaron en jaulas de cría en un espacio techado y aireado, siguiendo las indicaciones de Vargas *et al.* (2001).

**Jaula de cría modificada:** La jaula consistió en un cubo de 50 x 50 x 55 cm de malla de tul

blanca. Cada esquina se sujetó a una armazón de tubos de PVC unida por coples y suspendida por medio de cuerdas plásticas. En una de las caras de la jaula se colocó un aro de bordado con una media de nylon cortada para poder manipular fácilmente a los insectos adultos (Fig 3).

**Dieta modificada:** Los huevos fértiles se colectaron siguiendo la metodología de Vargas *et al.* (2001). Los huevos se colocaron en cajas de Petri y se alimentaron con hojas frescas de cedro hasta el 3er estadio larval (Vargas *et al.* 2001). Veinticinco larvas obtenidas de las hojas se pasaron a la dieta artificial modificada (Cuadro 1). Otras 10 larvas se colocaron en hojas frescas. En promedio las larvas en la dieta modificada puparon en 30 días mientras

que las larvas en hojas frescas puparon en promedio en 60 días (Fig. 3). Esta dieta representa modificaciones importantes económicas y prácticas como es la sustitución de caseína por leche en polvo descremada, sales de Wesson por sales minerales de uso veterinario, semilla de cedro por hojas secas de cedro y la eliminación del colesterol. En especial, el uso de hojas de cedro, secas y molidas es importante ya que permitiría el establecimiento de una cría con un recurso abundante y sin las limitantes que ofrece el material fresco o las semillas que solamente están disponibles en una temporada corta del año. El polvo de hojas secas se puede almacenar y utilizar independientemente de que los árboles de la región ya no produzcan hojas, ya que los cedros son caducifolios. Desde la perspectiva económica, la dieta que proponemos representa un ahorro de 26 dólares por Kg de dieta

comparado con el costo de los ingredientes actualmente utilizados para la cría (Vargas *et al.* 2001).

En un segundo experimento, se probó la eficacia de germen de trigo contra soya. Se colocaron 14 larvas de 3er estadio en la dieta modificada con germen de trigo y otras 14 con soya (60 gr). En promedio las larvas en germen de trigo pesaron  $0.17 \pm 0.11$  mg (desviación estándar) y las de soya  $0.16 \pm 0.06$  mg. No se apreció una diferencia significativa en los pesos de las larvas, sin embargo, las larvas en dieta modificada con germen de trigo tuvieron mejor sobrevivencia que las larvas en soya (8% de mortalidad vs. 65% de mortalidad). Sin embargo, es necesario hacer más investigaciones con soya para determinar si es un ingrediente viable para complementar al germen de trigo.

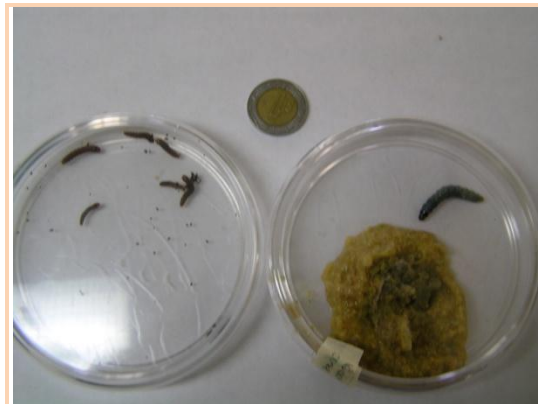


Figura 3. Tamaño de las larvas de *H. grandella* alimentadas con hojas frescas de cedro y con dieta artificial.

Cuadro 1. Dieta artificial modificada de *H. grandella*. Ingredientes y cantidades.

INGREDIENTE	CANTIDAD
Germen de trigo	120 gr
Azúcar	15 gr
Polvo de leche	10 gr
Agar	10 gr
Levadura	7.5 gr
Benzoato	0.5 gr
Sales para ganado	5 gr
Acido Sórbico	1 gr
Hoja seca de cedro	1 gr
Agua	400 ml
Cloro tetraciclina	0.15 gr
Multi vitaminas	7.5 gr

**Aplicaciones y necesidades de investigación:** Es necesario eliminar el agar de la dieta o encontrar un sustituto más económico. También es necesario encontrar una dieta iniciadora para reemplazar el uso de hojas frescas en los primeros tres estadios larvales. Dado que las hojas frescas son un recurso limitado y difícil de manejar, su sustitución por una dieta artificial es crucial. Otro cambio importante es establecer un sistema que permita tener a la cría, en todas las etapas (huevo, larva, pupa y adulto), bajo condiciones de laboratorio ya que el manejo de los adultos en jaulas en espacios abiertos impide controlar las condiciones ambientales. El desarrollo de sustratos alternativos de oviposición es otro factor de gran relevancia que permitirá una colecta de huevos más uniforme y con menor manejo. Contamos con avances en todos estos aspectos pero es necesario incrementar el conocimiento de la ecología y el comportamiento de estos insectos para poder mejorar la técnica de cría y así llegar a implementar técnicas de control biorracionales como es el caso de la TIE.

## Agradecimientos

Un especial agradecimiento para Luko Hilje por su asesoría y consejos del manejo de la cría. Este proyecto fue financiado por la Agencia Internacional de Energía Atómica a través del "CRP Increasing the Efficiency of Lepidoptera SIT Through Enhanced Quality Control".

## Literatura citada

- CARDÉ, R.T. & MINKS, A.K. 1995 Control of Moth Pests by Mating Disruption: Successes and Constraints. *Annual Review of Entomology* 40: 559-585.
- GRAHAM, O.H. 1985. Symposium on eradication of the screw worm from the United States and Mexico. *Miscellaneous Publications, Entomological Society of America*. No. 62.
- HOWARD, F.W. & GIBLIN-DAVIS, R.M. 1997. The seasonal abundance and feeding damage of *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) in seed capsules of *Swietenia mahagoni* in Florida. *Florida Entomologist* 80: 34-41.
- KOYAMA, J., KAKINOHANA, H. & MIYATAKE, T. 2004. Eradication of the melon fly, *Bactrocera curcubitae*, in Japan: importance of behavior, ecology, genetics, and evolution. *Annual Review of Entomology* 49: 331-349.
- MANCEBO, F.; HILJE, L.; MORA, G.A.; SALAZAR, R. 2000a. Efecto de extractos vegetales sobre larvas de *Hypsipyla grandella*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 55: 12-23.
- MANCEBO, F., HILJE, L., MORA, G.A., & SALAZAR, R. 2000b. Antifeedant activity of *Quassia amara* (Simaroubaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Crop Protection* 19(5): 301-305.
- MANCEBO, F., HILJE, L., MORA, G.A., & SALAZAR, R. 2000c. Fagodisuasión de extractos vegetales en larvas de *Hypsipyla grandella*. *Revista Forestal Centroamericana (Costa Rica)* 31: 11-15.
- MANCEBO, F., HILJE, L., MORA, G.A., CASTRO, V.H., & SALAZAR, R. 2001. Biological activity of *Ruta chalepensis* (Rutaceae) and *Sechium pittieri* (Cucurbitaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Revista de Biología Tropical* 49(2): 501-508.
- MANCEBO, F., HILJE, L., MORA, G.A., & SALAZAR, R. 2002. Biological activity of two neem (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae) products on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Crop Protection* 21: 107-112.
- NEWTON, A.C., CORNELIUS, J.P., MESÉN, J.F., COREA, E.A. & WATT, A.D. 1998. Variation in attack by the mahogany shoot borer, *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae), in relation to host growth and phenology. *Bulletin of Entomological Research* 88: 319-326.
- VARGAS, C., SHANNON, P.J., TAVERAS, R., SOTO, F. & HILJE, L. 2001. Un nuevo método para la cría masiva de *Hypsipyla grandella*. *Manejo Integrado de Plagas. CATIE (Costa Rica)*. 62: i-iv.
- VREYSEN, M.J.B., HENDRICHS, J. & ENKERLIN, W. (2006) The sterile insect technique as a component of sustainable area-wide integrated pest management of selected horticultural insect pests. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14: 107-131.
- WELTER, S.C., PICKEL, C., MILLAR, J., CAVE, F., STEENWYK, R.A.V., & DUNLEY, J. 2005 Pheromone mating disruption offers selective management options for key pests. *California Agriculture* 59: 16-22.
- WITZGALL, P., STELINSKI, L., GUT, L., & THOMSON, D. 2008. Codling Moth Management and Chemical Ecology. *Ann. Rev. of Entomol.* 53: 25.1-25.20.

# ESTUDIO SOBRE LA DISTRIBUCIÓN E INCIDENCIA DEL *Hypsipyla grandella* Y USO DE TÉCNICAS DE CRIAS PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CEDRO ROJO

Elizabeth Hernández-Domínguez<sup>1</sup>, Sugey Guillén-Vergara<sup>1</sup>, José Antonio González-Rodríguez<sup>1</sup> Alejandro Nila-Mendez<sup>1</sup>, Yuri Jorge Peña-Ramírez<sup>1</sup> y Celene Espadas Manriquez<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Acayucan. Carretera Costera del Golfo, Km 216.4. Agrícola Michapa. Acayucan Veracruz. Tel/Fax 924 245 7410, email: inibve@itsacayucan.edu.mx; elihed@gmail.com.

<sup>2</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY). Calle 43 No. 130. Col. Chuburná de Hidalgo. C. P. 97200, Mérida, Yucatán. México. Tel (999) 942 83 30. email: uhkin@cicy.mx

## Resumen

El cedro rojo (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*) son árboles maderables de importancia comercial que tiene alta demanda por la calidad de la madera y por la resistencia a plagas como las termitas. Sin embargo, estas especies se ven afectadas por el ataque de *Hypsipyla grandella* (Zeller), barrenador de las Meliáceas, el cual es un lepidóptero cuyo estadio larval se alimenta del meristemo apical provocando la bifurcación de los fustes perdiendo así las características deseables para la industria forestal. Se ha intentado un control integral de esta plaga, sin tener éxito. Para enfrentar esta situación, se plantea conocer el ciclo de vida del insecto, una vez caracterizado, se podrán identificar los patrones de distribución modelando esta distribución potencial así como la distribución de cedro y caoba. Posteriormente, cotejar la distribución de barrenador con estas especies para identificar zonas de incidencia de ataque. Este trabajo aborda, los primeros pasos en el control mediante el establecimiento de un pie de cría a partir de un insectario, el cual involucra la formulación de dietas artificiales, basadas en los nutrientes requeridos para el desarrollo y crecimiento del insecto. De esta información generada, se efectuarán los bioensayos de toxicidad con proteínas Cry, identificando aquéllas letales y diseñando los vectores de expresión para la transformación de cedro rojo.

**Palabras clave:** Dietas artificiales, plaga, bioensayos, proteínas Cry.

## Introducción

El cedro rojo (*C. odorata*) y la caoba (*S. macrophylla*) son especies forestales tropicales que pertenecen a la familia de las Meliáceas y son consideradas maderables preciosas para la industria forestal debido a sus características de dureza, color, durabilidad y aroma, además de tener un valor comercial que llega a ser hasta 5 veces superior al de las maderas de coníferas (ITTO, 2009). Sin embargo, los miembros de la familia de meliáceas son atacados por una plaga severa denominada *H. grandella* el cual es un lepidóptero perteneciente a la familia Pyralidae (Horak, 2001). Cuando se encuentra en su estadio larval, ataca a las poblaciones de meliáceas, principalmente a los árboles jóvenes, alimentándose de sus meristemos apicales por lo que se elimina esta dominancia y produce bifurcaciones que deforman el fuste y reducen crecimiento, perdiendo las características deseables para la industria forestal y eliminando su valor comercial (Fig. 1).

Se han encaminado diversas investigaciones para controlar esta plaga sin que a la fecha esto se haya logrado (Goulet *et al.*, 2005). Como alternativa, los procedimientos biotecnológicos podrían tener la facultad de impactar a las especies forestales, debido a que pueden subsanar algunos de los principales problemas que aquejan a estas especies. La ingeniería genética ofrece la oportunidad de generar variedades forestales transgénicas enfocadas a la mejora de características agronómicas y maderables, así como conferir resistencia a plagas que reporten beneficios a la industria forestal (Kellison *et al.*, 2004). En China se

han establecido plantaciones de *Populus negra* transformados con el gen cry2Ac de *B. thuringiensis*, resistentes al ataque de los insectos *Apocheima*

*cinerius* y *Lymastria dispar* (Hu *et al.*, 2001) lo cual ha dado resultados satisfactorios para contrarrestar los efectos de las plagas.

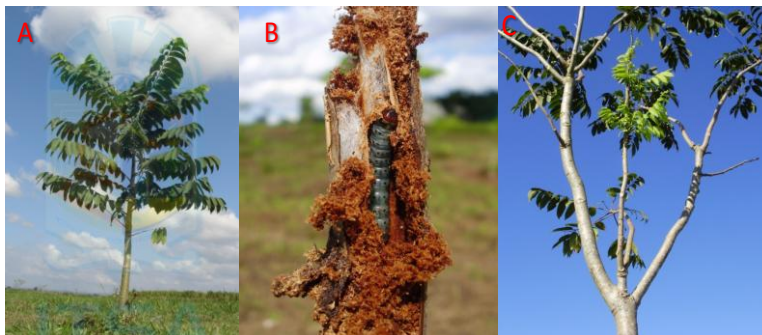


Figura 1. A). Árbol de cedro sano en la plantación del ITSA (18°02'39.10"N; 94°55'24.99"O); B). Árbol atacado severamente por la larva de *H. grandella* en el instar VI; C). Árbol de cedro rojo después de haber sufrido un ataque del barrenador.

Una alternativa a seguir es la enfocada al establecimiento de técnicas de cría que permitan la oviposición, coleta de huevos, dietas artificiales y condiciones ambientales controladas de acuerdo a los requerimientos nutrimentales de cada fase biológica para la producción masiva del insecto de interés (Rivera *et al.*, 2007).

Esto nos generará el material para las pruebas o bioensayos de una o más proteínas de la familia Cry mediante determinación de su actividad entomotóxica sobre las larvas de *H. grandella*. Con esta selección, emplearemos los genes que las codifican para su integración a vectores de transformación genética de plantas con el objeto de evaluar su expresión y actividad. Un prerrequisito indispensable para la transformación de plantas es contar con un sistema de regeneración eficiente que garantice la factibilidad técnica de la producción de árboles transgénicos.

Nuestro grupo cuenta con los sistemas de cultivo *in vitro* de regeneración por organogénesis y embriogénesis somática de cedro rojo y caoba (González-Rodríguez y Peña-Ramírez, 2007; Peña-Ramírez *et al.*, en preparación). Recientemente, se ha incursionado en los sistemas de transferencia nuclear utilizando los genes reporteros  $\beta$ -glucoronidasa (GUS) y la proteína verde fluorescente (GFP) en cedro rojo (Peña-Ramírez *et al.*, en preparación), siendo resultados importantes

y prometedores en la producción de árboles transgénicos.

## Materiales y Método

Se colectaron en campo 60 larvas de *H. grandella* en plantaciones comerciales de cedro rojo y caoba en el sur del estado de Veracruz. Estos insectos fueron mantenidos en jaulas entomológicas siguiendo las condiciones reportadas por Howard y Merida (2004). Con el fin de controlar de manera más eficiente las condiciones experimentales, se diseñaron dos formulaciones de dietas artificiales *ad hoc*, suplementadas con hojas jóvenes de cedro rojo (Vargas *et al.*, 2001 y Woods y Chamberlin, 1999) y una dieta natural, basada en varetas jóvenes de este árbol. Se evaluó el crecimiento neto a través del peso fresco de las larvas, realizado cada tercer día; así mismo, se determinó la sobrevivencia. Por otro lado, se realizaron estudios sobre el impacto de la plaga en la plantación de cedro rojo y caoba ubicada el Instituto Tecnológico Superior de Acayucan (ITSA; 18°02'39.10"N; 94°55'24.99"O) mediante dos muestreos realizados durante el 2008 y el 2009 en árboles de cedro rojo y caoba.

## Resultados y Discusión

*H. grandella* es la plaga más agresiva tanto para cedro rojo como caoba, los daños son sumamente importantes al grado que han impedido el establecimiento de plantaciones de especies de la



familia de meliáceas. Con base en los muestreos efectuados durante el 2008 y 2009 (Fig. 2), la incidencia de ataques de este barrenador, muestra que durante el 2008 se registraron ataques sobre el 42% de la población (Fig. 2A), porcentaje superior a los ataques registrados durante el 2009 (30%). No obstante, durante el 2009 incrementó la frecuencia de ataques, pero sólo sobre un 30% de la población total (Fig. 2B). El comportamiento de los ataques de *H. grandella* del 2008 parece estar relacionado con la cantidad de precipitación pluvial, la cual se intensificó durante la época de lluvias del 2008, en contraste con el aporte de lluvia registrado durante el 2009, donde se presentó una sequía prolongada. Esta observación es consistente con reportes previos que indican la existencia de una baja

frecuencia del ataque de *H. grandella* durante años con baja precipitación pluvial (Newton *et al.*, 1999). Asimismo, durante el 2008 se presentó una reducción marcada del 50% en la población del cedro rojo, debido a los ataques repetitivos de la plaga.

La siguiente etapa fue conocer la biología de *H. grandella* mediante la tipificación de su ciclo de vida, debido a la ambigüedad de los reportes con que se cuenta, y que son para *H. robusta*, otra especie cercana. Cada insecto se desarrolla a partir del huevo, pasando por diferentes instares larvales (I-VI), estadio de pupa, y finalmente, adulto. Este ciclo dura aproximadamente de 1 a 2 meses, corroborando estos resultados con los reportados por Howard y Merida, 2004 (Fig. 3).

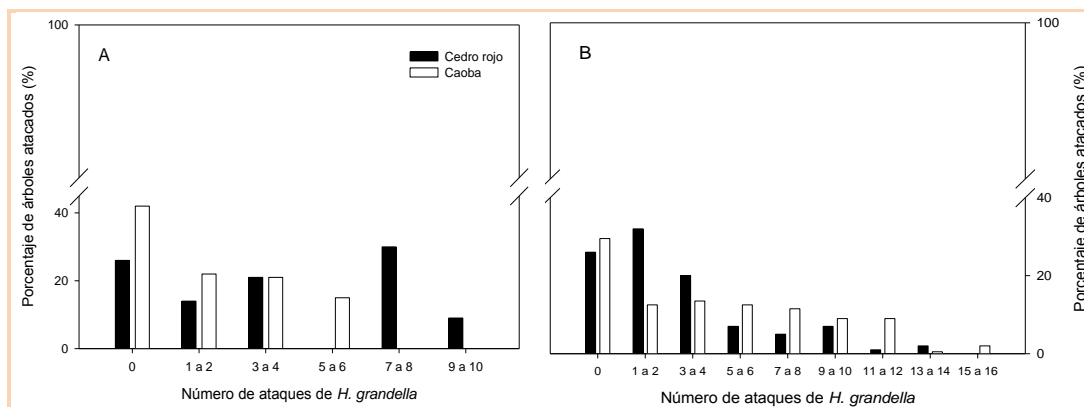


Figura. 2. Frecuencia en la distribución por ataques de *H. grandella*; A) Número de ataques por árboles durante 2008 (cedro rojo n=144 y caoba n= 96); B) Número de ataques por árboles durante 2009 (cedro rojo n=77 y caoba n=96).

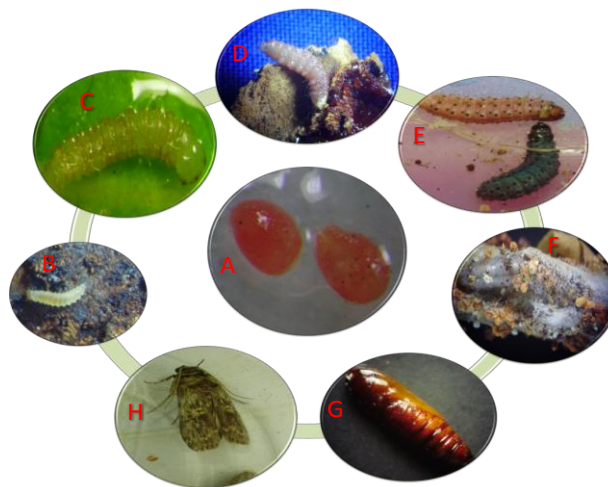


Figura. 3. Ciclo de vida de *H. grandella*: A) Huevos de 0.7 mm de largo con forma ovalada y color rojizo; B) Instar I, larva recién eclosionada de color habano pálido; C) Instar II color blanca; D) E) Instar III y VI donde la larva va de color rosado, azul claro hasta azul fuerte; F) Pre pupa envuelta en un capullo de seda, G) Pupa marrón-negro, H). Adulto; mariposa pequeña y nocturna.

Debido a que *H. grandella* permanece la mayor parte de su ciclo en el interior de las plantas de cedro rojo y caoba en túneles que hace, ha surgido la necesidad de aislar el ciclo de vida bajo condiciones controladas. Para ello, se diseñaron diferentes dietas artificiales que cubrieran sus necesidades primordiales (Genç, 2006) resultando en el diseño de tres dietas: Dieta natural A, Dieta B (Vargas *et al.*, 2003) y Dieta C (Woods y Chamberlin, 1999). Los resultados muestran un mayor incremento en peso fresco neto de las larvas alimentadas con la dieta natural, que terminó rápidamente cuando entraron al estadio de pupa, en comparación con las dietas artificiales. Las larvas

alimentadas con la dieta B, presentaron un aumento intermedio en la ganancia en peso fresco, pero paulatino (Fig. 4). La menos aceptada fue la dieta C (Fig. 4A y B); debido posiblemente a dos causas; la primera por la presencia del formaldehído y kappa carragenina que pudieron alterar la palatabilidad de la formulación y la segunda por el uso de kappa carragenina como agente gelificante, el cual pudo evitar la disponibilidad de los nutrientes y obstaculizó el desplazamiento de larvas (Rivera *et al.*, 2007). Como consecuencia, se presentó más del 50% de mortalidad cuando se alimentaron a las larvas con esta dieta.

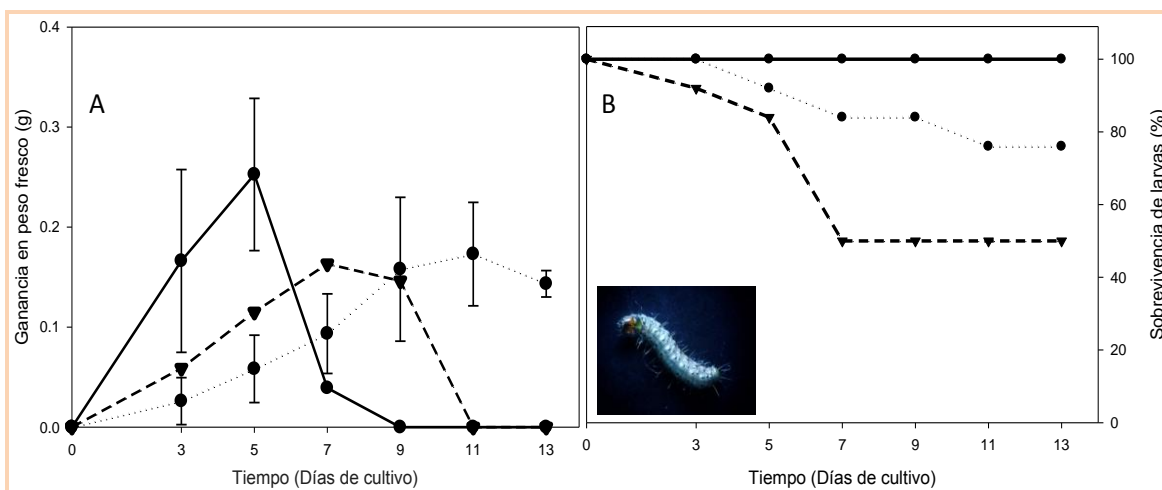


Figura. 4. A). Efecto diferentes dietas artificiales sobre el crecimiento de *H. grandella*. A) Ganancia neta de peso fresco de larvas alimentadas con tres dietas: ● Dieta A (Natural), ● Dieta B (de agar), ▼ Dieta C (de kappa carragenina) durante un ciclo de 13 días bajo condiciones de laboratorio. B). Sobrevivencia de larvas alimentadas con estas tres dietas artificiales.

Por estos resultados, se concluye que las mejores dietas son la dieta A y la dieta B para realizar los bioensayos de toxicidad con las proteínas Cry. Sin embargo, la dieta A, que corresponde a la dieta basada en varetas de cedro rojo, presenta la dificultad técnica de la aplicación de esta toxinas, por ello se optó por seleccionar la dieta A, en donde esta dieta texturizada con agar nos proporciona la facilidad de aplicación de dichas toxinas en solución y posterior evaluación.

### Agradecimientos

El presente trabajo está siendo financiado por Instituto Tecnológico Superior de Acayucan

(ITSA); SEP-CONACYT 53851-2006-C01; CONACYT 825730 y los Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz 2008-01, proyecto 96183. Agradecimiento por la colaboración con la Dra. Alejandra Bravo del IBT-UNAM, por la donación de las proteínas Cry. Y al M. en C. Guadalupe Peña por su apoyo en el establecimiento de los bioensayos proteínas Cry.

### Literatura Citada

Genç H. (2006). General principles of insect nutritional ecology. *Trakya Univ. J. Sci.* 7: 53-57.  
 González-Rodríguez J.A. and Peña-Ramírez Y.J. (2007). Establishment of Efficient Protocols for

- Massive Propagation of Tropical Trees from Mesoamerica through Somatic Embryogenesis: *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Cybistax donnell-smithii*, *Crescentia cujete* and *Cordia dodecandra*. *Acta Horticulturae* 748:229-232.
- Gouleta E.R. and Shelton A. (2005). Management of the mahogany shoot borer, *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera; Pyralidae), through weed management and insecticidal sprays in 1-and-2 year-old *Swietenia humulis* Zucc. Plantations. *Crop Protection* 24: 821-828.
- Horak M. (2001). Current status of the taxonomy of *Hypsipyla* Ragonot (Pyralidae: Phycitinae). pp. 151-163. In Floyd RB, Hauxwell C (eds.), International Workshop on *Hypsipyla* shoot borers in Meliaceae, 20-23 August 1996. ACIAR Proceedings No. 97.
- Howard F.M. and Merida M.A. (2004). El taladrador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller) Insecta: Lepidoptera (Pyralidae: Phycitinae). Entomology and Nematology Departament, Florida. Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Science, University of Florida, Website: <http://creatures.ifas.ufl.edu>.
- Hu J.J., Tian Y.C., Han Y.F., Li L. and Zhang B.E. (2001). Field evaluation of insect-resistant transgenic *Populus nigra* trees. *Euphytica* 121: 123-127.
- ITTO (2009). Tropical Timber Market Report. International Tropical Timber Organization. 14; Yokohama, Japan; 1-17.
- Kellison R., McCord S. and Gartland K. M. A. (2004). Forest Biotechnology in Latin America. Proceedings from the workshop Biotechnology Forest. Institute of Forest Biotechnology-Universidad de Concepcion. Global Biotechnology Forum, Concepción, Chile. 126 pp.
- Vargas C., Shannon P.J., Taveras R., Soto F. and Hilje L. (2001). Un nuevo método para la cría masiva de *Hypsipyla grandella*. *Manejo Integral de Plagas* 62: 1-4.
- Rivera J.P., Hernández E., Toledo J., Salvador M., and Silva R (2007). Dieta texturizada con agar para el desarrollo larvario de tres especies de la mosca de la fruta (Diptera: Tephritidae). *Folia Entomol. Mex.* 46: 37-52.
- Woods A. and Chamberlin M.E (1999). Effects of dietary protein concentration on L-proline transport by *Manduca sexta* midgut. *Journal of Insect Physiology* 45:735-741.

# PERSPECTIVA EN EL MANEJO DE LA SOMBRA ARTIFICIAL PARA EL CONTROL DE *Hypsipyla grandella* Z. EN PLANTACIONES DE *Cedrela odorata* L

Teresa Quijano-Medina, Arturo J. Caamal-Maldonado, José B. Castillo-Caamal, Luis Ramírez Avilés

Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xamatkuil Km 12.5. email: esateresa@gmail.com

## Resumen

En la Península de Yucatán la tasa de sobrevivencia de *Cedrela odorata* L, (Cedro) y *Swietenia macrophylla* King (Caoba) oscila de 47% a 90%; causada por los periodos secos además de las infestaciones de plagas como *Hypsipyla grandella*. Este proyecto evaluo el manejo de la sombra artificial como una estrategia para aclarar la elongación de las plantas de *C. odorata*, con el fin de desfasar el encuentro de las larvas de *H. grandella* con los brotes terminales de la planta y así reducir el impacto causado. Para esto, se determino la incidencia (% de plantas infestadas) de *H. grandella* bajo diferentes tratamientos de sombra artificial: sin sombra (control), sombra lateral y sombra cilindro; se evaluo el efecto de sombra sobre la elongación del tallo del cedro y sin con este crecimiento es posible que la planta escape del daño causado por el insecto.

**Palabras clave:** *Cedrela odorata*, sombra artificial, *Hypsipyla grandella*

## Introducción

De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), existen 272 millones de has de plantaciones forestales en el mundo, y se estima un incremento del 30% para el año 2030 (FRA, 2005). En México, de 1997 a 2005 se registraron un total de 1,749 proyectos de plantaciones comerciales, representando cerca de 330,000 hectáreas (CONAFOR, 2008).

De igual forma la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), reporta para el año 2007 más de 140,000 has de plantaciones forestales comerciales para el país, de las cuales 75% (105,000 has.), se han establecido en áreas de clima cálido-húmedo y

aproximadamente en la mitad de éstas 105,000 has se establecieron con las especies de *Cedrela odorata* L (Cedro) y *Swietenia macrophylla* King (Caoba) (Díaz *et al*, 2008 citado por Díaz, 2009). Tan sólo en la Península de Yucatán, en 2007 el INEGI reportó una superficie aproximada de 4,000 has plantadas con Cedro en monocultivo.

La mayor parte de las plantaciones en la Península de Yucatán se realizan con cedro y caoba en condiciones de temporal. La tasa de sobrevivencia oscila de 47 a 90 % debido a los efectos de los periodos secos que ocurren aun dentro de la estación lluviosa. Además, de una baja sobrevivencia estas dos meliáceas suelen ser infestadas por *Hypsipyla grandella* Zeller y *Chrysobothris yucatanenses*. La *hypsipyla* causa daños de magnitudes enormes debido a que al barrenar el brote joven de la planta se generan ramas que reducen el valor comercial de la madera (Pérez-Salicrup y Esquivel, 2008). En el estado de Quintana Roo, además de estas se encontró también el minador de la hoja y hormiga arriera afectando las plantaciones. La incidencia de *H. grandella*, en las plantaciones forestales de la Península de Yucatán fue mayor (29.63%) que el de *C. yucatanenses* (14.99%) (Díaz, 2009).

Las plantaciones forestales de la PY se caracterizan por un escaso manejo fitosanitario, pues solo 11.7 % de estas reciben algún control, se basan en el uso de insecticidas químicos sistémicos y de forma errática (Díaz, 2009). En muchas circunstancias con escaso impacto en el control de la *H. grandella*, pues los daños alcanzan desde 43 hasta 74 % de incidencia en 45 plantaciones en seis de ocho localidades monitoreadas en el sur de la Península de Yucatán (Pérez-Salicrup y Esquivel, 2008).

En condiciones favorables el cedro es de crecimiento rápido, ya que alcanza hasta 1.50 metros de altura a los 12 meses. Posteriormente puede continuar creciendo al mismo ritmo, hasta alcanzar entre los 35 y 40 metros de altura y hasta 1.7 metros de diámetro, lo que permite aclareos comerciales desde los 7 a 10 años de edad y el corte final a los 20-25 años. (CONAFOR 2005).

Se señala que el ataque de *H. grandella* es mayor en plantaciones de cedro puras, en comparación con las mixtas. La sombra de los árboles puede reducir la densidad de plagas en cultivos de cedro (Whitmore, 1976; Altieri; Inoue 1973; Nichols 2007) y caoba (Lamb 1966, Mayhew and Newton 1998, Mahroof *et al*, 2000, Hauxwell *et al* 2001, Grogan *et al*, 2002 citados por Howard y Merida 2008) intercalados en el sotobosque. Esta tendencia se debe a una diferencia fisiológica entre los árboles que crecen en sombra o a pleno sol (Mahroof *et al.*, 2000 citado por Howard y Merida 2008). Aunque, en el sur de la PY la infestación de *H. grandella*, ocurre invariablemente en plantaciones de caoba y cedro en la misma magnitud; tampoco existe variación por el efecto de las plantaciones mixtas o monocultivo de esta meliáceas; o por la densidad de la plantación (Pérez-Salicrup y Esquivel, 2008).

La sombra puede intervenir en la densidad de plagas, ya que modifica casi todas las variantes microclimáticas, como entrada de calor, velocidad del viento, desecación del suelo y temperatura (Lin *et al*, 2001). Tanto en insectos adultos como en los estados inmaduros, la velocidad del crecimiento, las tasas de alimentación y la supervivencia pueden ser afectadas drásticamente por los cambios de humedad y temperatura (Perrin, 1977 citado por Altieri y Nichols, 2007).

Desde hace varias décadas ha reportado que la presencia de la sombra minimiza los ataques y permite un crecimiento aceptable del cedro (Beeson, 1961; Grijpma 1974); aunque también se ha reportado (Chablé, 1967; Roberts, 1968) que el daño de *H. grandella* se presenta de igual forma en árboles establecidos en áreas abiertas o bajo sombra.

Adicionalmente el efecto de la sombra puede enfocarse también en el papel que puede tener para favorecer el crecimiento rápido de los árboles, estimulando su elongación en búsqueda de luz, para que escapen a los ataques repetidos del insecto (Romero, 2004). Aunque recientemente, se determinó que la intensidad de la sombra a pesar de reducir hasta al nivel de cero el ataque de la *Hypsipyla robusta* en las meliáceas tiene el inconveniente de disminuir el crecimiento de las plantas en el orden de 413.8, 126.2 y 54.5 cm a 55 % (abierto), 26 % (media sombra) y 11 % (sombra profunda), respectivamente (Opuni-Frumpomg, Karnosky, Storer y Cobbinah, 2008). Por lo tanto, la reducción del crecimiento de las plantas bajo el dosel puede limitar esta estrategia en el control del ataque de la *Hypsipyla* (Opuni-Frumpomg, Karnosky, Storer y Cobbinah, 2008).

Por tanto, en este trabajo se plantea evaluar el manejo de la sombra artificial como una estrategia para acelerar la elongación de las plantas de *C. odorata*, con el fin de desfasar el encuentro de las larvas de *H. grandella* con los brotes terminales de la planta y así reducir el impacto causado. Para esto, se determinará la incidencia (% de plantas infestadas) de *H. grandella* bajo diferentes tratamientos de sombra, se evaluará el efecto de sombra sobre la elongación del tallo del cedro y si con este crecimiento es posible que la planta escape del daño del insecto. La primera fase de esta investigación tendrá una duración de siete meses, es decir, durante el establecimiento (Agosto 2009-Febrero 2010).

## **Materiales y Método**

El estudio se realiza en la comisaría de Xmatkuil, Yucatán, en una parcela de 40 m x 80m. El suelo es heterogéneo, con predominio de Leptosol (Bautista *et al.*, 2005), muy pedregoso. El establecimiento del experimento se inició desde abril de 2009, con la selección del terreno y la ubicación de las unidades experimentales, en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, de acuerdo con los niveles de pedregosidad de los suelos (Fig. 1).

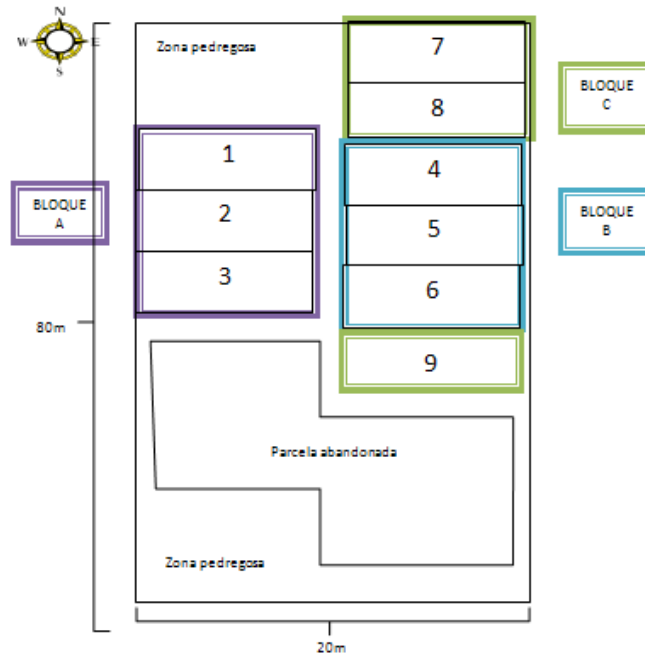


Figura 1. Parcela experimental. 3 Bloques, 3 tratamientos cada uno.

Se ubicaron tres tratamientos: sin sombra (control), sombra lateral y sombra en cilindro.

Cada unidad experimental mide 9m x 18m (Fig. 2), con tres hileras de cedros. Los árboles fueron plantados a 3m de distancia entre hileras y entre plantas, con lo que se tuvo un total de 18 árboles (en tres hileras de 6 árboles por unidad). (Fig. 3). La parcela útil es la hila central del cultivo, considerando los efectos de borde

Para el tratamiento “sombra lateral” se colocaron ‘mamparas’ en el lado este del árbol, de manera que son barrera para la luz por las mañanas,

hasta poco antes del medio día. La malla es de 2 m de altura por 0.7 m ancho, es sostenida en una estructura en forma de T hecha de alambrcn de ¼ de pulgada. Para el tratamiento “sombra en cilindro”, se formaron cilindros con malla cuyas dimensiones son similares que para el tratamiento anterior, sujetadas a una estaca de aproximadamente 2 m de altura, el cilindro se ajustó considerando el doble de la altura de la planta, permitiendo el paso de la luz sólo por la parte superior.

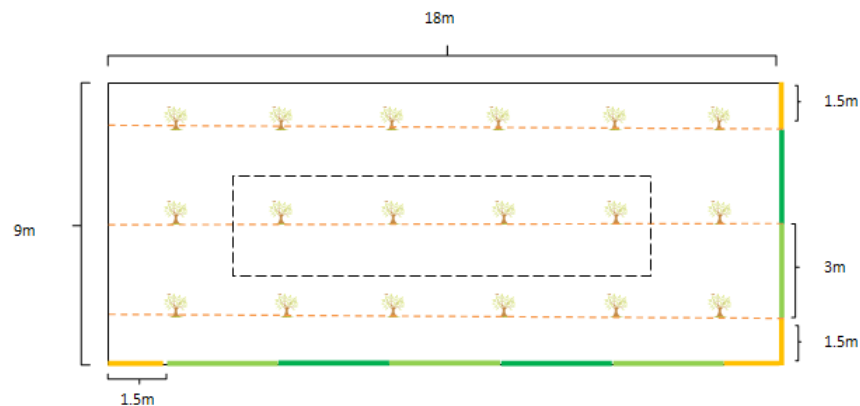


Figura 3. Unidades experimentales. Con 18 árboles, en 3 hileras de 6 árboles, a 3m de distancia. La marca indica los individuos a medir (parcela útil).

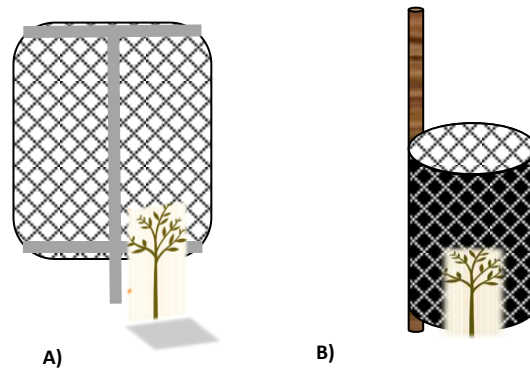


Figura 3. Diferentes tratamientos. A) sombra en mampara B) sombra en cilindro.

**Variables.** Se hicieron mediciones de la altura de la planta al inicio del experimento, las cuales se continuarán cada 30 días hasta febrero de 2010. El Monitoreo de la larva se realiza individualmente en cada planta de cedro cada 15 días en el área útil de la parcela. Los resultados serán sometidos a un análisis de varianza con un diseño de bloques al azar, así como un análisis de regresión.

**Manejo del cultivo.** Se han aplicado riegos de auxilio debido a lo errático de las lluvias, la aplicación del riego de auxilio es después de 4 (durante la época seca) o hasta un máximo de 7 días sin lluvia (en el periodo lluvioso). El control de hierbas es manual y se ha aplicado uno desde el establecimiento del experimento. El experimento se estableció en un área con cultivo de maíz, pero debido a un periodo prolongado de sequía durante el temporal lluvioso, se perdió la cosecha, por lo tanto el crecimiento de las plantas de maíz fue desuniforme y alcanzaron una talla pequeña. No se aplica fertilizante.

### Agradecimientos

Por la amistad e invaluable ayuda en el cuidado de la parcela: Don Pool, Gilberto Quijano E, Oscar, Juan Carlos Zapata, Eder Polanco, Cristina Dzib, Gilberto Quijano M, Gabo Paredes, Manuel Moreno, Alicia Rivero, Daniel Poot, Fabiola Echeverría, Daniel Güemez, Gaby Cortez, Didier Echavarría, Luis Archundia, Don Narciso Castillo, Teresa Medina, Cecilia Quijano.

### Literatura Citada

- Aliteri M. A., Nicholls C. I. 2007. Biodiversidad y manejo de plagas en agrosistemas. Icaria Editorial.
- Argüelles A. 1999. Diagnóstico de la caoba en Mesoamérica. PROARCA/CAPAS. México.
- Bautista F. Palma-López D. y Huchin-Malta W. 2005. Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán. En Bautista F. y G. Palacio (eds). Caracterización y Manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. 282 p.
- Chan Basto F. 2006. Parasitismo de *Hypsipyla grandella* Zeller (lepidóptera: pyralidae), barrenador de las meliáceas en plantaciones de cedro (*Cedrela odorata* L.) en Yucatán. Tesis para el grado de Maestro en Ciencias en Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México.
- CONAFOR. 2008 Avances forestales en 5 años de gobierno. Revista México Forestal 75. México.
- Cintrón B C. 1990. Cedrela Odorata L. Cedro hembra, Spanish cedar. 250-257. In Burns, Rusell M.; Honkala, Barbbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washngton, DC: US. Department of Agricultura, Forest Service:

- Díaz Maldonado Eric R.A. 2009. Memorias del curso: Control de *Hypsipyla grandella* Zeller en plantaciones de Cedro y Caoba. CONAFOR, CONACYT, INIFAP. México.
- Fernandez C. y Muschler R. 1999 "Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de cultivos de café en América Central". In Benoît Bertrand, Bruno Rapidez. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. Agroamerica.
- Forest Resources Assessment (FRA). 2005. Global Forest Resources Assessment 2005. Food and Agriculture Organization (FAO), Forestry Paper 147. Rome, Italy.
- Griffiths M.W. 1996. The biology and ecology of *Hypsipyla* Shoot Borers. 74-78. In Floyd R.B., Hauxwell C. 2001. *Hypsipyla* Shoot Borers in Meliaceae: Proceedings of an international workshop held at Kandy, Sri Lanka 20-23 August 1996. Australian Centre for International Agricultural Research. Australia.
- Hauxwell C, Mayhew J y Neston A. 1996?. Silvicultural Management of *Hypsipyla* Species. In *Hypsipyla* Shoot Borers in Meliaceae. Australian Centre for International Agricultural Research Canberra 2001. Australia
- Howard FW, Merida MA. 2004. El taladrador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zellar) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae). IFAS Extension. University of Florida. Florida, EUA.
- Lin C.H., McGraw R.L., George M.F., Garret H.E. 2001. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. *Agroforestry Systems*. 53: 269-281.
- Opuni-Frimpong E., Karnosky D. F. Storer A. J. y Cobbinah J. R. 2008 Silvicultural systems for plantation mahogany in Africa: Influences of canopy shade on tree growth and pest damage. *Forestry Ecology and Management*. 255: 328-333
- Pérez-Salicrup D. y Esquivel R. 2008. Tree infection by *Hypsipyla grandella* in *Swietenia macrophylla* and *Cedrella odorata* (Meliaceae) in Mexico's southern Yucatan Peninsula. *Forest Ecology and Management*. 255: 324-327.
- Ministerio de Ganadería y Agricultura (MGA). Guía técnica para el cedro. El Salvador. En [http://www.mag.gob.sv/administrador/archivos/1/file\\_1163.pdf](http://www.mag.gob.sv/administrador/archivos/1/file_1163.pdf)
- CONAFOR. 2005. Cedro rojo, madera valiosa de olor exquisito. Revista electrónica de la Comisión Nacional Forestal. Número 6 Fecha de Publicación: Del 15 al 28 de febrero de 2005 en [http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros\\_arboles.php?id=7](http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=7)
- Romero L. 2004. Prevención de plagas en plantaciones forestales con prácticas silviculturales. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua
- Schiappacasse F, Carrasco G, Carrasco F. 2005. Efecto de cuatro niveles de sombreado sobre la calidad de vara Floral y Cormo de *Liatris* (*Liatris spicata*). *Agricultura Técnica (chile)*. 97 (1):100-104. Enero-Marzo 2007



PLANTAS PARÁSITAS  
Y  
ÁRBOLES URBANOS

# MUÉRDAGOS ENANOS (*Arceuthobium* spp.) EN EL SUR DE MÉXICO: DISTRIBUCIÓN, HOSPEDEROS Y CAMBIOS EN LA NOMENCLATURA

Robert L. Mathiasen<sup>1</sup>, Carolyn M. Daugherty<sup>2</sup>, Vidal Guerra De la Cruz<sup>3</sup>.

School of Forestry, Northern Arizona University, Flagstaff, AZ 86011 USA

Department of Geography, Planning and Recreation, Northern Arizona University, Flagstaff, AZ 86011 USA

INIFAP, Tlaxcala, Tlaxcala, México

## Resumen

Ninguna nueva especie de muérdago enano (*Arceuthobium* spp., Viscaceae) ha sido descrita para el sur de México desde que Hawksworth y Wiens publicaran su extensa monografía para el género en 1996. Sin embargo, ha habido varios cambios en la distribución conocida de varias especies, así como algunos cambios menores en la nomenclatura. Dado que varios de los muérdagos enanos en el sur de México son muy similares morfológicamente, su identificación así como su distribución y rango de hospederos han permanecido confusos. Por ejemplo, *Arceuthobium hondurense* ha sido mal clasificado como *A. nigrum* y *A. vaginatum* tanto en Oaxaca como en Chiapas. Los cambios recientes en la nomenclatura de los muérdagos enanos encontrados en Oaxaca and Chiapas son discutidos así como la distribución y rangos de hospederos de los muérdagos enanos que ahora se piensa que ocurren en esos estados.

## Introducción

Los muérdagos enanos (*Arceuthobium* spp., Viscaceae) son parásitos comunes y de amplia distribución de las coníferas (Pinaceae) en el centro y norte de México (Caballero 1968, 1970, Hawksworth 1980, Vásquez 1994, Hawksworth y Wiens 1996). Los muérdagos enanos están considerados entre los grupos de agentes causales de enfermedades forestales más dañinos y económicamente importantes en el norte de México, ya que provocan pérdidas de crecimiento estimadas en casi 2 millones de metros cúbicos anuales (Vásquez 1994). Sin embargo, muy poco se conoce sobre la distribución, hospederos e impactos de los muérdagos enanos en el sur de México porque esta región no ha tenido investigaciones

exhaustivas sobre los muérdagos enanos que en ella se encuentran. Por lo anterior, hemos concentrado muchas de nuestras recientes investigaciones en México sobre la distribución y rango de hospederos de los muérdagos enanos en Chiapas y Oaxaca (Mathiasen et al. 2006, Mathiasen 2008, Mathiasen et al. 2009).

Ninguna nueva especie de *Arceuthobium* ha sido descrita para el sur de México desde que Hawksworth y Wiens publicaron su extensa monografía para el género en 1996. Sin embargo, ha habido varios cambios en la distribución conocida de varias especies así como algunos cambios menores en la nomenclatura. Dado que varios de los muérdagos enanos en el sur de México son muy similares morfológicamente, su identificación así como su distribución y rango de hospederos han permanecido confusos. Actualmente, solo consideramos que hay cuatro especies de *Arceuthobium* en el sur de México: *A. globosum*, *A. guatemalense*, *A. hondurense*, y *A. rubrum*. Sin embargo, *A. globosum* consiste de cuatro subespecies, tres de los cuales se encuentran en el sur de México: *A. globosum* subesp. *aureum*, *A. globosum* subesp. *grandicaule*, y *A. globosum* subesp. *petersonii* (Mathiasen 2008). La otra subespecie (subesp. *globosum*) se distribuye en el norte de México (principalmente Chihuahua y Durango). Once especies de pino son parasitados en algún grado por los muérdagos enanos que ocurren en el sur de México; siendo el hospedero más común *Pinus pseudostrobus* (Cuadro 1). Abajo resumimos la distribución y rango de hospederos de estas cuatro especies de *Arceuthobium* y también discutimos brevemente sobre algunas recomendaciones para futuras investigaciones en el sur de México.

**Arceuthobium guatemalense**

Este muérdago enano es una especie muy distintiva que solo parasita *Pinus ayacahuite* en Oaxaca, Chiapas, y Guatemala (Cuadro 1 y Fig. 1). Aunque alguna vez fue considerado uno de los muérdagos enanos más raros en América Central y

sur de México, hemos localizado varias poblaciones adicionales de esta especie en el oeste de Guatemala y sur de Chiapas (Mathiasen *et al.* 2003). Sin embargo, su distribución en Oaxaca es aun incipientemente conocida y parece ser muy raro en el estado de México (Fig. 1).

Cuadro 1. Hospederos de muérdagos enanos por especies en el sur de México.

PINO HOSPEDERO	MUÉRDAGO ENANO REPORTADO COMO PARASITO
<i>Pinus ayacahuite</i>	<i>Arceuthobium guatemalense</i>
<i>P. devoniana</i>	<i>A. petersonii</i> ; <i>A. rubrum</i>
<i>P. hartwegii</i>	<i>A. globosum</i> subesp. <i>grandicaule</i>
<i>P. lawsonii</i>	<i>A. hondurense</i> ; <i>A. rubrum</i>
<i>P. montezumae</i>	<i>A. globosum</i> subesp. <i>petersonii</i>
<i>P. maximinoi</i>	<i>A. globosum</i> subesp. <i>aureum</i>
<i>P. oaxacana</i>	<i>A. hondurense</i> ; <i>A. globosum</i> subesp. <i>petersonii</i> ; <i>A. rubrum</i>
<i>P. patula</i>	<i>A. globosum</i> subesp. <i>grandicaule</i> ; <i>A. globosum</i> subesp. <i>petersonii</i> ; <i>A. hondurense</i>
<i>P. pseudostrobus</i>	<i>A. globosum</i> subesp. <i>aureum</i> ; <i>A. globosum</i> subesp. <i>grandicaule</i> ; <i>A. globosum</i> subesp. <i>petersonii</i> ; <i>A. hondurense</i> ; <i>A. rubrum</i>
<i>P. tecunumanii</i>	<i>A. hondurense</i>
<i>P. teocote</i>	<i>A. hondurense</i>

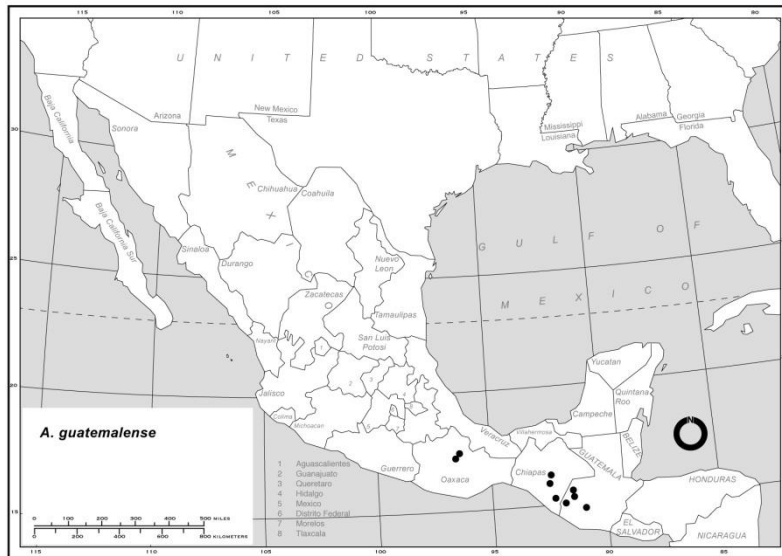


Figura 1. Distribución de *A. guatemalense* en México y Centro América.

**Arceuthobium rubrum**

Aunque Hawksworth y Wiens (1989) clasificaron dos poblaciones de un muérdago enano café-rojizo del oeste de Oaxaca como *Arceuthobium oaxacanum*, nuestros datos morfológicos (Cuadro 2) para estas poblaciones y aquellos de *A. rubrum* de Durango, México apoyan la clasificación de estas

ampliamente separadas poblaciones como una especie: *A. rubrum*. Esta también fue una conclusión inicial de Hawksworth y Wiens (1977) y fue posteriormente apoyada por análisis molecular (Nickrent *et al.* 2004). Por lo tanto, recomendamos que hasta que datos moleculares adicionales y/o de susceptibilidad de hospederos puedan demostrar

que las poblaciones de muérdago enanos con plantas café-rojizo en Oaxaca están suficientemente diferenciadas, para garantizar un reconocimiento taxonómico separado de las poblaciones de Durango, quizás a nivel de subespecies, las poblaciones en Oaxaca deben ser tratadas como poblaciones extremadamente disjuntas de *A. rubrum*. Por la similitud entre plantas hembra y macho, flores y frutos de las poblaciones de *A. rubrum* de Oaxaca y Durango (Cuadro 2) la

clasificación de estas poblaciones como diferentes especies definitivamente no es garantizada.

Cuadro 2. Comparación de características morfológicas de *Arceuthobium rubrum* y *A. oaxacanum* expresadas como media (rango) (Mathiasen *et al.* 2009). Ninguna media fue significativamente diferente (ANDEVA,  $P \leq 0.05$ ).

Cuadro 2. Comparación de características morfológicas de *Arceuthobium rubrum* y *A. oaxacanum* expresadas como media (rango) (Mathiasen *et al.* 2009). Ninguna media fue significativamente diferente (ANDEVA,  $P \leq 0.05$ ).

CARACTERÍSTICA	MUÉRDAGO ENANO	
	<i>Arceuthobium rubrum</i>	<i>A. oaxacanum</i>
Altura de planta (cm)	12.3 (6.2 - 23.7)	11.9 (5.3 - 22.5)
Diámetro basal (mm)	3.8 (2.3 - 7.2)	3.7 (2.1 - 6.8)
Diámetro de flor (mm)	1.6 (1.2 - 1.9)	1.7 (1.3 - 2.1)
Long. de fruto (mm)	4.3 (3.6 - 5.0)	4.4 (2.3 - 5.2)
Ancho de fruto (mm)	2.8 (2.2 - 3.2)	3.0 (2.3 - 3.4)
Color de planta	Rojo a café	Rojo a café

***Arceuthobium hondurense*.** Alguna vez se pensó que este muérdago enano se distribuía solamente en Honduras, pero ha sido reportado tanto en Chiapas como en Oaxaca (Mathiasen *et al.* 2001, 2002). Ahora se ha encontrado en varias localidades en ambos estados (Figura 2). Por ser un muérdago enano relativamente grandes y por su color café oscuro a verde, ha sido frecuentemente confundido con *Arceuthobium nigrum* y *A. vaginatum* subesp. *vaginatum*. Estos tres muérdagos enanos producen plantas grandes, café oscuro a negro, y solamente pueden ser distinguidas por las diferencias en las dimensiones de sus picos estaminados, flores estaminadas, frutos, y sus periodos de floración (Tablas 3-5). Actualmente, no hay poblaciones confirmadas de *A. vaginatum* o *A. nigrum* en el sur de México ya que todas las poblaciones que hemos examinado y que fueron clasificadas como esas especies en Oaxaca y Chiapas representan poblaciones de *A. hondurense* (Figs. 3 y 4). Otra diferencia entre estas especies es su rango de hospederos, siendo el único hospedero común a los tres muérdagos *Pinus teocote* (Cuadro

5). La distribución de estos tres muérdagos enanos en el centro de México es todavía confusa y *A. hondurense* puede ocurrir tan lejos al norte como al centro de Veracruz en el cofre de Perote como lo hacen *A. nigrum* y *A. vaginatum*. Adicionalmente, la población de un muérdago enano oscuro colectado en 1921 en el norte de Oaxaca cerca de Huautla de Jiménez (Figura 2) necesita ser reexaminada para determinar cual especie representa. Ha sido tentativamente clasificada como *A. nigrum* (Hawksworth y Wiens 1996), pero es probablemente otra población de *A. hondurense*.

***Arceuthobium globosum*.** Originalmente se pensaba que *Arceuthobium globosum* era una especie altamente variable que se distribuía desde el norte de México hasta Guatemala (Hawksworth y Wiens 1965, 1972). Sin embargo, Hawksworth y Wiens (1977) más tarde lo segregaron en cuatro taxas basados en diferencias morfológicas, de rango de hospederos, y geográficas; estos fueron *A. globosum* subesp. *globosum*; *A. globosum* subesp. *grandicaule*; *A. aureum* subesp. *aureum*; y *A. aureum* subesp. *Petersonii*.

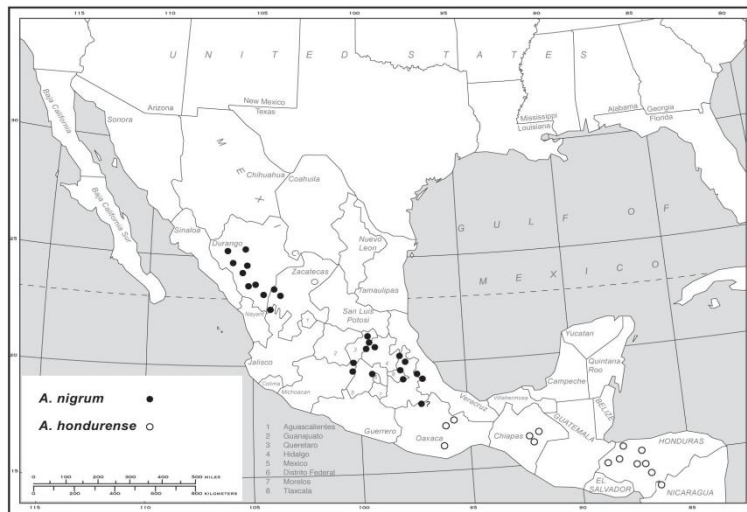


Figura 2. Distribución de *Arceuthobium nigrum* y *A. hondurensis* en México y Centro América. La población de *A. nigrum* en el norte de Oaxaca tiene un signo de interrogación porque necesita ser reexaminada para determinar si es *A. nigrum* o *A. hondurensis*. Ha sido tentativamente clasificada como *A. nigrum* por Hawksworth y Wiens (1996).

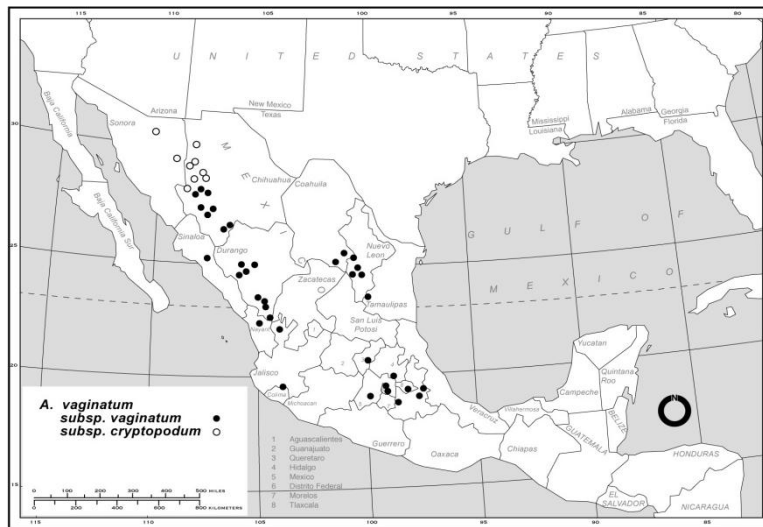


Figura 3. Distribución de *Arceuthobium vaginatum* en México.

Después de haber estudiado varias poblaciones de este muérdago enano, realizado cientos de mediciones morfológicas, y observado la fenología de estos taxos en Honduras, Guatemala y a través de México, Mathiasen (2008) recombino *A. aureum* y sus subespecies bajo *A. globosum*: *A. globosum* subsp. *aureum*, y *A. globosum* subsp. *petersonii*. Esta clasificación también fue apoyada por datos moleculares reportados hasta ahora para este grupo de muérdagos enanos por Nickrent et al. (2004). Las subespecies de *A. globosum* difieren en sus alturas promedio, diámetros basales y dimensiones de fruto (Cuadros 6 y 7). Además, las

subsp. *aureum* y *petersonii* pueden ser distinguidas de la subsp. *globosum* y *grandicaule* por sus dimensiones de flor y picos estaminados de menor tamaño (Cuadro 8). Otra distinción entre estas subespecies es que la subsp. *petersonii* florea en el otoño (Septiembre-Octubre), mientras que las otras subespecies florean en invierno y primavera (Enero-Junio), y las subespecies *globosum* dispersan sus semillas durante el verano (Junio-Julio), en tanto que las otras subespecies lo hacen a finales de verano hasta otoño (Agosto-Octubre) (Tabla 9). Aunque Hawksworth y Wiens (1977, 1996) clasificaron poblaciones de *A. globosum* cerca de

San Miguel Suchixtepec en la parte oeste de Oaxaca como *A. aureum* subesp. *petersonii*, la morfología y fenología de estas poblaciones indica que representan *A. globosum* subesp. *grandicaule*, que también ha sido colectada en la parte centro-norte de Oaxaca (Fig. 4). Por lo tanto, ahora consideramos

que la subesp. *petersonii* solamente se distribuye en Chiapas cerca de San Cristóbal de las Casas y cerca de Jitotol (Fig. 4). Aunque Hawksworth y Wiens (1996) únicamente reportaron subesp. *aureum* de Guatemala, ahora ya ha sido reportada en la parte sur de Chiapas (Mathiasen et al. 2003) (Fig. 4).

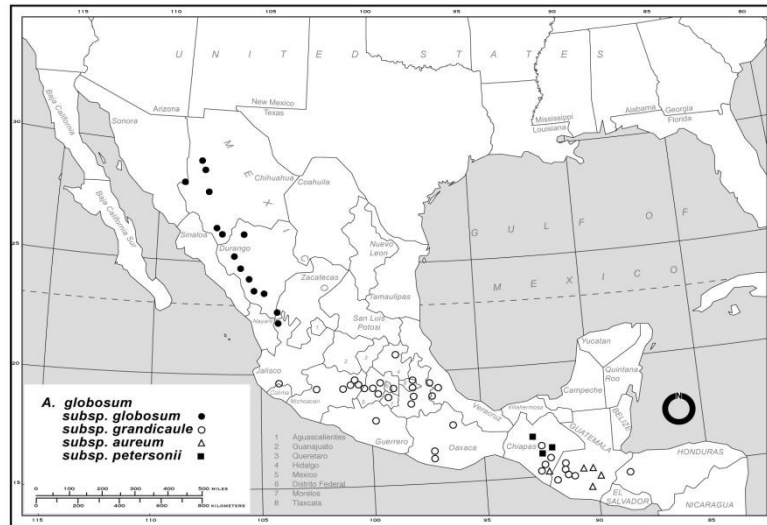


Figura 4. Distribución de *Arceuthobium globosum* en México y Centro América.

Cuadro 3. Comparación de características morfológicas de *Arceuthobium hondurense*, *A. nigrum*, y *A. vaginatum*. Números en negritas representan valores de caracteres que distinguen *A. hondurense* de *A. nigrum* y *A. vaginatum*.

CARACTERÍSTICA	MUÉRDAGO ENANO		
	<i>Arceuthobium hondurense</i>	<i>A. nigrum</i>	<i>A. vaginatum</i>
Altura de planta (cm)	22 (9–64)	24 (9–53)	20 (9–55)
Diámetro basal (mm)	<b>5 (3–11)</b>	8 (4–16)	7 (4–20)
Long. del pico estimado (mm)	<b>14 (6–18)</b>	20 (8–33)	21 (11–37)
Ancho de pico estimado (mm)	<b>1.7 (1.3–2.4)</b>	2.8 (2.4–3.3)	2.7 (2.2–3.2)

Cuadro 4. Comparación de flores masculinas y frutos de *Arceuthobium hondurense*, *A. nigrum*, y *A. vaginatum*. Números en negritas representan valores de características que distinguen *A. hondurense* de *A. nigrum* y *A. vaginatum*. Números subrayados representan valores de características que distinguen *A. nigrum* de *A. hondurense* y *A. vaginatum*.

CARACTERÍSTICA	MUÉRDAGO ENANO		
	<i>Arceuthobium hondurense</i>	<i>A. nigrum</i>	<i>A. vaginatum</i>
Diámetro de flor	<b>2.5 mm</b>	3.2	3.5
Perianto			
Longitud	<b>1.2 mm</b>	1.8	1.6
Ancho	1.1 mm	1.4	1.1
Ancho de fruto (mm)	5.4	<b>6.8</b>	5.5
Color de planta	3.5	<u>4.1</u>	3.5

Cuadro 5. Características fenológicas y principales hospederos de *Arceuthobium hondurense*, *A. nigrum* y *A. vaginatum*. Período de antesis en negritas distinguen *A. vaginatum* (antesis en primavera) de *A. hondurense* y *A. nigrum* (antesis en otoño). *Pinus teocote* es la única especie de pino hospedero comúnmente parasitado por las tres especies de muérdago

CARACTERÍSTICA	MUÉRDAGO ENANO		
	<i>Arceuthobium hondurense</i>	<i>A. nigrum</i>	<i>A. vaginatum</i>
<b>Antesis</b>	Ago-Nov	Sep-Nov	<b>Mar-Abr</b>
<b>Dispersión de semilla</b>	Sep-Oct	Otc-Nov	Ago-Sep
<b>Principal Pino Hospedero</b>	<i>Pinus oocarpa</i> <i>P. tecunumanii</i> <b><i>P. teocote</i></b>	<i>P. chihuahuana</i> <i>P. leiophylla</i> <i>P. lumholtzii</i> <b><i>P. teocote</i></b>	<i>P. arizonica</i> <i>P. cooperi</i> <i>P. duranguensis</i> <i>P. montezumae</i> <b><i>P. teocote</i></b>

\* *Pinus teocote* es un hospedero secundario de *A. vaginatum* (Hawksworth and Wiens 1996).

Cuadro 6. Alturas de planta y diámetro basal de las subespecies de *Arceuthobium globosum*. Características expresadas como media (rango) (Mathiasen 2008).

SUBESPECIES	ALTURA DE PLANTA (CM)	DIÁMETRO BASAL (CM)
<i>aureum</i>	14 (8–31)	5 (3–13)
<i>globosum</i>	20 (8–45)	12 (4–32)
<i>petersonii</i>	30 (18–46)	12 (4–23)
<i>grandicaule</i>	42 (1–93)	17 (6–40)

Tabla 7. Dimensiones de frutos de las subespecies de *Arceuthobium globosum*. Los frutos de la subesp. *aureum* son los más pequeños de las cuatro subespecies (Mathiasen 2008).

SUBESPECIES	LONGITUD DE FRUTO (CM)	ANCHO DE FRUTO (CM)
<i>aureum</i>	7.0	4.1
<i>globosum</i>	6.7	4.1
<i>petersonii</i>	5.1	3.4
<i>grandicaule</i>	4.1	2.7

Cuadro 8. Ancho de picos estaminados y diámetro de flores para las subespecies de *Arceuthobium globosum*. Ancho de picos y dimensiones de las flores distinguen las subesp. *globosum* y *grandicaule* de las subesp. *aureum* y *petersonii* (Mathiasen 2008).

SUBESPECIES	ANCHO DE PICO ESTAMINADO (CM)	DIÁMETRO DE LA FLOR (CM)	
		3-LOBULADO	4-LOBULADO
<i>globosum</i>	1.9	3.1	4.2
<i>grandicaule</i>	2.0	3.1	4.2
<i>aureum</i>	<b>1.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.9</b>
<i>petersonii</i>	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>	<b>3.0</b>

Cuadro 9. Fenología de las subespecies de *Arceuthobium globosum*. El periodo de floración (antesis) puede ser usado para distinguir la subesp. *petersonii* y el periodo de dispersión de semilla puede ser usado para distinguir la subesp. *globosum* (Mathiasen 2008).

SUBESPECIES	ANTESIS	DISPERSION DE SEMILLA
<i>globosum</i>	Mar-Abr	Jun-Jul
<i>grandicaule</i>	Ene-Abr	Ago-Sep
<i>aureum</i>	Feb-Jun	Ago-Oct
<i>petersonii</i>	Sep	Sep

### Sugerencias para investigaciones adicionales:

Aunque un gran número de reconocimientos a orillas de caminos se han realizado en el sur de México y muchos especímenes de muérdagos enanos han sido colectados en esta región en los últimos 50 años, aun hay una gran cantidad de estas plantas parasitas que no conocemos su distribución, hospederos e impactos. No se han realizado investigaciones sobre los efectos que los muérdagos enanos tienen sobre el crecimiento y mortalidad de sus hospederos en el sur de México. Además, no hay lineamientos de manejo para muérdagos

enanos en esta región de México, aunque algunos lineamientos generales podrían ser aplicados (Hawksworth 1980, Hawksworth y Wiens 1996). Cabe notar, sin embargo, que los reconocimientos e inventarios a orillas de caminos realizados en el sur de México hasta ahora indican que los muérdagos enanos son mucho menos comunes y distribuidos que en otras regiones de México. Inventarios e investigaciones adicionales sobre los muérdagos enanos en el sur de México son claramente necesarios.

### Literatura Citada

- Caballero, D. M. 1968. Los principales enemigos del bosque en los estados de Baja California, Chihuahua, Durango, Nayarit, y Sonora, Bosques de clima templado y frío. Publ. 5. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. México, D.F. 20 p.
- Caballero, D. M. 1970. La frecuencia de los daños al bosque (área de coníferas en Zacatecas, Sinaloa, y Jalisco). Publ. 14. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. México, D.F. 28 p.
- Hawksworth, F. G. 1980. Los muérdagos enanos (*Arceuthobium*) y su importancia en la silvicultura de México. In: Primer Simposio Nacional Sobre Parasitología Forestal. 1980 Febrero 18-19. Sociedad Mexicana de Entomología: 207-208. Uruapan, Michoacán.
- Hawksworth, F. G., and D. Wiens. 1965. *Arceuthobium* in Mexico. Brittonia 17: 213-238.
- Hawksworth, F. G., and D. Wiens. 1972. Biology and classification of dwarf mistletoes (*Arceuthobium*). USDA Forest Service Agriculture Handbook 401. 234 p.
- Hawksworth, F. G., and D. Wiens. 1977. *Arceuthobium* in Mexico: additions and range extensions. Brittonia 29: 411-418.
- Hawksworth, F. G., and D. Wiens. 1989. Two new species, nomenclatural changes, and range extensions in Mexican *Arceuthobium* (Viscaceae). Phytologia 66: 3-11.
- Hawksworth, F. G., and D. Wiens. 1996. Dwarf mistletoes: Biology, pathology, and systematics. USDA Forest Service Agriculture Handbook 709. 410 p.
- Mathiasen, R., D. Nickrent, C. Parks, J. Beatty, and S. Sesnie. 2001. First report of *Arceuthobium hondurensis* in México. Plant Disease 85: 444.
- Mathiasen, R., D. Nickrent, and C. Daugherty. 2002. First report of *Arceuthobium hondurensis* in Oaxaca, México. Plant Disease 86: 72.
- Mathiasen, R. L., J. Melgar, J. Beatty, C. Parks, D. L. Nickrent, S. Sesnie, C. Daugherty, B. Howell, and



- G. Garnett. 2003. New distributions and hosts for mistletoes parasitizing pines in southern México and Central America. *Madroño* 50: 115-121.
- Mathiasen, R. L. 2008. New combinations for *Arceuthobium aureum* (Viscaceae) in México and Central America. *Novon* 18: 501-507.
- Mathiasen, R. L., C. M. Daugherty, and B. P. Reif. 2009. *Arceuthobium rubrum* (Viscaceae) in México. *Madroño* 56: 105-108.
- Nickrent, D. L., M. A. García, M. P. Martín, and R. L. Mathiasen. 2004. A phylogeny of all species of *Arceuthobium* (Viscaceae) using nuclear and chloroplast DNA sequences. *American Journal of Botany* 91: 125-138.
- Vásquez, I. 1994. Intensidad del muestreo para evaluar rodales infestados por muérdago enano (*Arceuthobium globosum* Hawksworth & Wiens). Foll. Tec. 17. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Investigaciones del Pacifico Centro. Uruapan, Michoacán. 23 p.

# DIAGNOSTICO FITOSANITARIO DEL ARBOLADO DE LA ALAMEDA ZARAGOZA DE SALTILLO, COAHUILA.

**Jorge David Flores Flores, José Armando Nájera Castro**

Profesores-Investigadores del Departamento Forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tel/Fax 01844-4110396. email:jdfloflo@uaaan.mx

## Resumen

En el presente estudio se dieron a conocer las condiciones fitosanitarias que guardan los árboles urbanos localizados dentro del recinto universitario de la UAAAN y de la Alameda de Zaragoza de la Ciudad de Saltillo, Coahuila. Para tal fin el estudio se realizó en forma de censo valorando el árbol existente en ambas áreas verdes. Las variables medidas fueron: Composición botánica, edad fisiológica, condición fitosanitaria y estado de vigorosidad. El 73% del arbolado existente en la Alameda de Zaragoza, se encuentra en la condición de maduros y sobremaduros y con una condición de salud en extremo deterioro, mientras que en la UAAAN el 48% del arbolado estudiado se encontraba en malas condiciones; se recomienda un tratamiento fitosanitario completo que va desde la poda, sustitución de arbolado viejo por nuevo y aplicación de plaguicidas que ayuden a controlar los insectos que atacan los árboles.

## Introducción

La "Alameda Zaragoza" de Saltillo, Coahuila, es el paseo recreativo más importante y tradicional para los habitantes de esta ciudad, y para todos aquellos turistas que la visitan. Esta área verde data desde 1835 originada con un crecimiento lento pero siempre apoyada por las autoridades y ciudadanos que en aquellos años tuvieron la visión de crear esta bella obra arquitectónica. (Cuellar, 1982). En la alameda Zaragoza además de contar con un denso arbolado, existen bellos monumentos históricos, estatuas, jardines, biblioteca pública y su famoso lago que tiene forma de la república mexicana. En su entorno, la alameda Zaragoza esta custodiada por edificios históricos como el de la Normal Superior, La Escuela de Música, la casa que era asignada a los gobernadores, y muchas otras

escuelas de todos los niveles escolares, desde primaria hasta profesional, por lo que el ambiente diario en esta alameda es juvenil, de gran alegría, pero también académico y de paseo familiar (Fig. 1, 2).

Lamentablemente y como es de suponer, una gran parte del arbolado que conforma la composición florística de esta alameda, es de edad avanzada y su condición de salud y vigorosidad se encuentra en grave deterioro, a pesar de los grandes esfuerzos de mantenimiento que realizan las autoridades que administran esta área.

Ante tal situación y con el objeto de apoyar los planes de manejo para tener una mejor salud del arbolado de la alameda Zaragoza, se planteó el presente trabajo con los siguientes objetivos: Conocer la diversidad y abundancia de las especies arbóreas que existen en la alameda Zaragoza, determinar los factores que deterioran a esta vegetación y Estimar la vigorosidad y estado de salud del arbolado

## Antecedentes

Los parques urbanos indudablemente que fueron creados para mitigar las condiciones agobiantes de contaminación del ambiente, ruido, altas temperaturas, y el implacable estrés provocado por los bloqueos, manifestaciones, desempleo, asaltos, robos, suicidios, asesinatos, etc. Por tal razón, a nivel mundial los bosques urbanos han adquirido gran importancia en el diseño de las ciudades, dados los múltiples beneficios que proporcionan a sus habitantes, ofreciéndole salud y bienestar en sus estados psicológicos, esto es, relajamiento, paz, armonía y tranquilidad emocional. (Granados y Mendoza 1992; Barradas y Seres 1988).

A pesar de lo anterior son pocas las investigaciones que se han realizado en relación a las áreas verdes urbanas, motivo por el cual se carece de experiencia y de una tecnología propia que permita establecer y mantener en óptimas condiciones los árboles urbanos. Los trabajos de Rapoport (1983), Barradas y Seres (1988), Macias (1987), Hitchings (1984), Mottet (1980), López (2000), Granados y Mendoza (1992), entre otros, son de los pioneros en este campo de la Dasonomía Urbana.

## Materiales y Método

El estudio se realizó en forma de censo estudiando cada uno de los árboles existentes en la alameda Zaragoza, para facilitar el estudio la alameda se dividió en sectores tomándose las siguientes variables:

1. Composición botánica. En este renglón se estudio la diversidad de especies, la abundancia de individuos por especie y la distribución espacial de cada especie. 2. Edad Fenológica del arbolado. En este renglón se establecieron tres edades fenológicas; la de árbol joven, (de 1 a 3 metros de altura, con poco follaje y sin reproducción), árbol maduro (mayor a 3 metros de altura en plena actividad de crecimiento vegetativo y reproductivo), y el árbol sobremaduro, estos están representados por árboles viejos, seniles, caducos, con gran cantidad de ramas muertas. 3. Condición de salud o vigorosidad, para estimar esta variable se utilizó la clasificación propuesta por Hitchings (1984), que se explica en el Cuadro 1.



Figura 1.- Vista general de la Alameda de Zaragoza en Saltillo Coahuila

Cuadro 1.- Clasificación para evaluar la condición de salud o vigorosidad propuesta por Hitchings (1984),

Categoría de salud o vigorosidad	Descripción del arbolado	Porcentaje de partes vegetativas afectadas
Excelente	Sin daños visibles	0
Buena	Poco visible los daños	1-25
Media	Medianamente visible los daños	26-50
Pobre	Muy visibles los daños	51-75
Pésima	Árbol muerto o casi muerto	76-100

Para facilitar la cuantificación y clasificación del estado de salud se dividió el árbol en cuatro cuartos dándole un valor de 1 a 25 % a cada uno, siendo que en cada cuarto se observó la presencia

de los diversos elementos dañinos, entre los que destacan: plagas, enfermedades, daños físicos hechos por el hombre, grietas, rayados y ramas quebradas por elementos naturales.

## Resultados y Discusión

**Diversidad y abundancia de árboles:** En el estudio se detectó que en la alameda Zaragoza existen 31 especies arbóreas diferentes, 18 de las cuáles son bien conocidas y 13 consideradas como raras para la región. De igual forma se establece que 24 de ellas son de uso urbano y siete de ellas no es recomendable su uso para este fin. Se registra un total de 1776 árboles, de los cuales 737, o sea el 41.5 % corresponden exclusivamente al trueno (*Ligustrum japonicum*).

Un segundo grupo de árboles dominantes está integrado por la acacia (*Acacia farneciana*) con 170 individuos; fresno (*fraxinus americana*) con 136; el olmo (*Ulmus sp*) con 122; el arce (*Acer negundo*) con 113; el nogal (*Carya illinoensis*) con 84, y el ciprés (*Cupressus sempervirens*) con 73 individuos. Los árboles de estas especies representan en su conjunto el 39.3% de las existencias observadas. La palma (*Yucca cafrnerosana*) con 67 individuos; el árbol del cielo (*Ailanthus altísima*) con 55; el chopo (*Populus deltoides*) con 53; Cedro (*Juniperus spp*), con 34 y la lila (*Melia azadarach*) con 20, integran el tercer grupo que representan el 14.3 % de los árboles existentes. El resto de las especies representan solo el 4.22%. Entre ellas están la tuya (*Thuja occidentales*) con 15; la mora (*Morus alba*)

con 11; tabachín (*Caesalpinia pulcherrima*) con 6; manzanita (*Arctostaphykos pungens*) y Pirul (*Schinus molle*) con 5; Catalpa (*Catalpa sp.*) y algarrobo (*Seratonia silicua*) con 4; sabino (*Taxodium mucronatum*), granado (*Punica granatum*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y álamo (*Platanus mexicana*) con 2. Finalmente con un solo individuo están el mezquite (*Prosopis glandulosa*), el capulín (*Prunas serotina*) el durazno (*Prunus persica*) el encino (*Quercus spp.*) y el framboyan (*Delonix regia*) (Cuadro 2, Fig. 1). La diversidad de especies vegetales arbóreas observadas en la Alameda, no se considera funcional o que permita su autorregulación, dada la gran dominancia que presenta unas especies para con otras.

Se destacó una gran irregularidad en la distribución espacial de los árboles por triangulo, lo que repercute necesariamente en la disminución de su valor estético, en el cabal cumplimiento de sus funciones ecológicas y dificulta en manejo técnico de los mismo. Así, en el cuadro 3, se observan triángulos que tienen de 90 hasta 194 árboles, y en cambio hay otros tienen de cero a 14 árboles, esto revela la gran desuniformidad que existe en la distribución de éstos en el interior del parque.

Cuadro 2. Diversidad y abundancia de árboles en la alameda Zaragoza.

ESPECIE	INDIVIDUOS	PORCENTAJE
Trueno	737	41.47
Acacia	170	9.57
Fresno	136	7.65
Olmo	122	6.87
Arce	113	6.36
Nogal	84	4.73
Ciprés	73	4.11
P. Ixtlera	67	3.77
Á. cielo	55	3.10
Chopo	53	2.98
Cedro	38	2.14
Pino alepo	34	1.91
Lila	20	1.13
Otros	75	4.22
<b>TOTAL</b>	<b>1777</b>	<b>100.00</b>

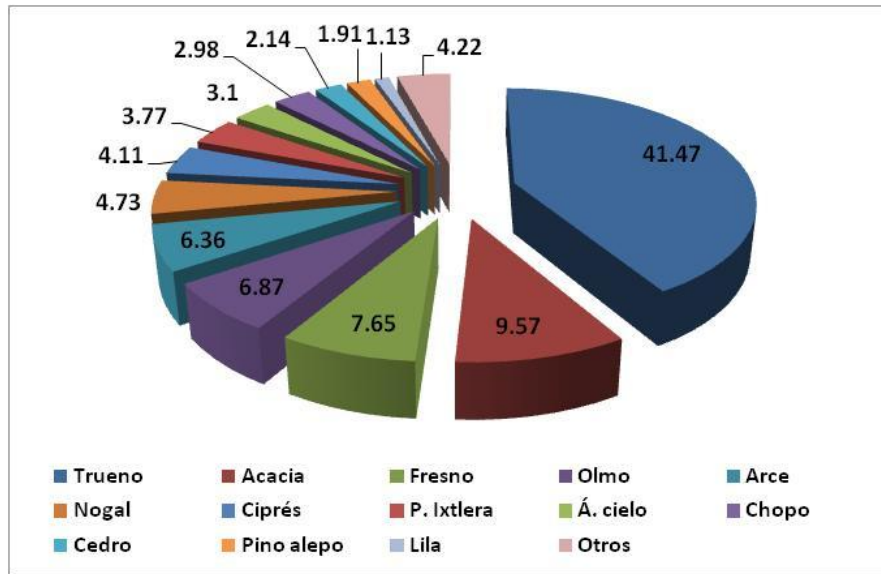


Figura 1. Diversidad y abundancia de árboles en la alameda Zaragoza.

Del total del arbolado existente en la Alameda se encontrarán que el 73.23% son árboles maduros y sobremaduros, correspondiendo 41.88% a los primeros y 26.255 a los segundos. El troeno y el nogal son las especies que presentan más árboles en está condición. Sin embargo, uniéndolos a los

árboles de otras especies que presentan esta condición, se estima que existen por lo menos 458 árboles que deben ser extraídos por encontrarse en completo estado de vejez o sobremaduro (Cuadro 2).

Cuadro2. Por ciento de árboles en condición de árboles jóvenes, maduros y sobremaduros, en la alameda Zaragoza.

Edad Fenológica	
Edad	% de árboles con esta edad
Maduros	48.88
Sobre maduros	26.35
Jóvenes	24.77

Los principales factores de deterioro que se encontraron en el arbolado de la Alameda son, en orden de importancia: 1) árboles dominados con 729 individuos; 2) árboles afectados por elementos naturales con 284 individuos; 3) árboles dañados por el hombre con 203 individuos; 4) árboles enfermos con 136 individuos; y , 5) árboles mal conformados con 43 individuos. En total se detectan 1535 árboles que están afectados en algún grado por cualquiera de los factores anteriormente

señalados y sólo 81 árboles completamente sanos. Por lo tanto, de acuerdo a los criterios establecidos para estimar la vigorosidad del arbolado en la Alameda, se encontró que más de 62% de éste se encuentra en condiciones de pobre a pésima, lo que se sugiere urgentemente la intervención del hombre para su mejoramiento (Cuadro 3, Fig. 2).

Cuadro 3.- Condición de salud del Arbolado de la Alameda Zaragoza

Calificación	% de árboles
Pésima	41.27
Pobre	21.4
Media	13.12
Buena	19.65
Excelente	4.56
	100.00

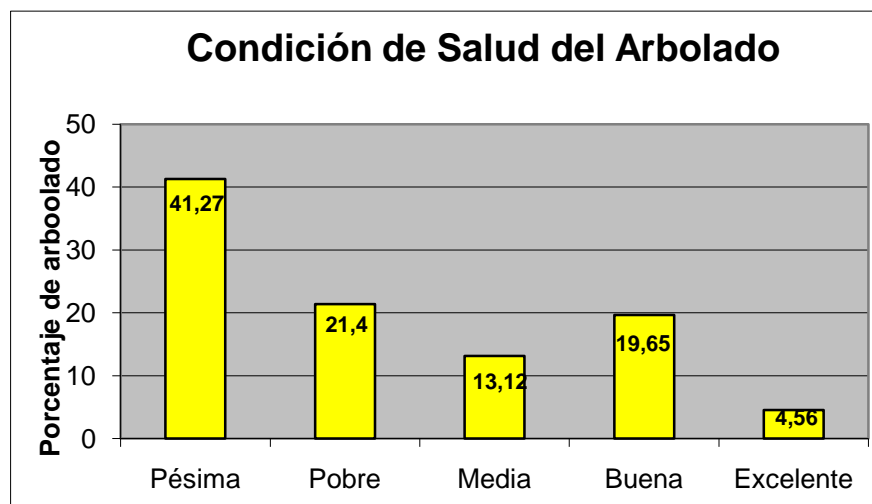


Figura 2.- Condición de salud del Arbolado de la Alameda Zaragoza

## Conclusiones y recomendaciones

Las recomendaciones técnicas para el mejoramiento del arbolado de la Alameda Zaragoza, son las siguientes:

- 1) Para los árboles dominados, de vigorosidad pésima, se deben de realizar las siguientes prácticas:
  - a) Extracción de liberación, para ser trasplantado en otra área.
  - b) Extracción del árbol sin recuperación.
- 2) Para árboles afectados por elementos naturales, con condiciones de vigorosidad pésima, se recomienda:
  - a) Extracción y sustitución por especies mas recomendables y resientes.
- 3) Para árboles afectados por elementos naturales, de vigorosidad pobre, se recomienda:
  - a) Podas de saneamiento.
- 4) Para evitar daños por el hombre se recomienda:
  - a) establecer un programa permanente de educación medio-ambientetal y hacer ver la importancia de los parques urbanos.
  - b) No incrementar el establecimiento de árboles frutales en áreas verdes.
  - c) Establecer un programa de vigilancia permanente.
  - d) Establecer anuncios para el cuidado y respeto de las áreas verdes y quien no los atienda, consignarle a las autoridades correspondientes para que se le sancione.
- 5) Para árboles afectados por plagas y enfermedades, se pueden aplicar las siguientes medidas:
  - a) productos químicos selectivos, de baja residualidad y en forma dirigida.
  - b) Podas de saneamientos.

- c) Eliminación de árboles altamente susceptibles y sustituirlos por especies más resistentes.
- 6) Para los árboles mal conformados se recomienda aplicar las siguientes prácticas:
  - a) Podas de formación.
  - b) Podas de liberación
  - c) Ayudar a su formación con el auxilio de estacas, cuerdas y amarres.
  - d) Extracción de los árboles ya no recuperables.
- 7) Finalmente se recomienda la continuación de este tipo de trabajo para tener un mejor conocimiento del parque en general y de la condición de vigorosidad del arbolado en particular; a través de los años y que permita manejar con más facilidad y eficiencia esta vegetación.

### Literatura Citada

- Barradas, V. y R. Seres. 1988. Pulmones Urbanos. Ciencia y Desarrollo. No. 78, Año XIII, CONACYT, México, D.F.
- Caballero, D.M. y Zerecero, M.G. 1978. Necesidades de investigación sobre plantaciones forestales, con especial interés en su evaluación. Memorias. Primeras Reuniones Nacional sobre Plantaciones Forestales. Publicación especial, No. 12 SARH. Querétaro, Qro.
- Cuéllar, V., P. 1982. Historia de la Ciudad de Saltillo, Coah., Biblioteca de la Universidad Autónoma de Coahuila. Vol. 13, Saltillo, Coah.
- Granados S. D. y D. Mendoza A. A. (1992). Los árboles y el ecosistema urbano. UACH, Chapingo, México.
- Hitchings, R.D. 1984. Prontuario de Dasonomía Urbana. Landscape Resource Division. Universidad de Arizona. Tucson, Arizona.
- Mottet, S. 1980 Árboles Ornamentales. Ed. Mundi-Presa. Madrid, España.
- Macías, S., J.E. 1987. Plagas de los árboles de las áreas urbanas de la ciudad de México. Tesis profesional. Instituto Politécnico Nacional de México. México, D.F.
- Repoport, E.H y Col. 1983. Aspecto de la Ecología Urbana en Ciudad de México. Ed. LIMUSA. México, D.F.
- UNASYLVA. 1987. Agrosilvicultura Urbana. Vol. 39 No. 155. FAO.

# SITUACIÓN DEL HENO DE MOTITA *Tillandsia recurvata*, EN EL ESTADO DE COAHUILA.

Jorge David Flores Flores<sup>1</sup>, Mario Torres Espinoza<sup>2</sup>, y José A. Nájera Castro<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Departamento Forestal, UAAAN; Buenavista, Saltillo, Coahuila. 2INIFAP, Campo Experimental Saltillo. Tel. (01 844) 4 11 03 96, Correo: jdfloflo@uaaan.mx

## Resumen

En este trabajo se narra la biología y la condiciones ecológicas que prefiere *Tillandsia recurvata* para su desarrollo, así como las teorías que se han establecido por diferentes investigadores del continente americano, para explicar el por que esta planta, a pesar de ser una epífita llega a matar a los árboles. Se describe la forma en como la planta se dispersa y comienza su colonización. La infestación del heno de motita es estimada de acuerdo a seis categorías propuestas por Hawksworth (1980) que es utilizada para evaluar los muérdagos enanos; por otra parte se probó el efecto de las podas mecánicas para eliminar las infestaciones mostrando que en las latifoliadas es muy efectiva. Se han implementado otras pruebas con control químico como productos a base de cobre y cal viva. Hasta el momento y con bioensayos controlados, los productos han mostrado tener mucha efectividad para deshidratar el heno y se muestra un rápido desprendimiento con ayuda del viento; sin embargo la recuperación de la planta es notoria después de varios meses de la aplicación de los tratamientos. Finalmente se tiene en proceso la evaluación del uso de los desechos de las podas para darles un aprovechamiento en aspectos de compostaje y obras de protección al suelo.

## Introducción

En el estado de Coahuila, al igual que en otros entidades del centro y norte del país, el heno de motita *Tillandsia recurvata*, se ha convertido en uno de los principales problemas de salud para los recursos forestales de esta región. Las estimaciones de su infestación realizadas hace cuatro años, donde se reportan más de 60,000 hectáreas

arboladas por esta planta epífita, (Sánchez y Col. 2005), quedan muy por debajo de la situación que guardan hoy día. Su población se ha incrementado alarmantemente afectando una serie de recursos maderables y no maderables de la región. Ante tal situación se han estado realizando una serie de trabajos de investigación y de prácticas mecánicas y silvícolas tendientes a frenar este grave problema. El objetivo de esta presentación es dar a conocer las metodologías y avances de resultados de dichos trabajos.

**Características generales de *Tillandsia recurvata*.** *Tillandsia recurvata* pertenece a la familia de las Bromeliáceas, con mas de 500 especies distribuidas en todo el Continente Americano y presente en múltiples ecosistemas. Ciertas especies de bromeliáceas son de gran valor económico y ecológico incluso algunas de ellas se encuentran bajo algún estatus de protección. El nombre común con que se le conoce en México a *Tillandsia recurvata* es heno, motita, gallito, paxtle, paistle, roseta, entre otros nombres (Fig. 1).

Baigorria (1997), señala que *Tillandsia recurvata* es una planta epífita, que como tal, no debería considerarse como una planta parásita ya que las epifitas no toman del hospedero agua ni nutrientes, solo lo utilizan como soporte. Su sistema radicular es externo y muy primitivo llamado rizoides, que no está adaptado para alimentar a la planta, solo para anclarse o sostenerse. La planta se alimenta a través de las hojas que están cubiertas de tricomas o pelos especializados para coleccionar agua y nutrientes del ambiente, por lo que pueden vivir sobre hospederos vivos o inertes, orgánicos o inorgánicos.





Figura 1.-Características generales de *Tillandsia recurvata* como planta epifita.

**Características adaptativas de *Tillandsia recurvata*.** Esta especie tiene fotosíntesis nocturna, de día cierra sus estomas para no perder humedad. Esta adaptación le permite conservar humedad por largos períodos, aún tirada en el suelo. Por ejemplo al desprenderla del árbol dura en el suelo hasta 6 meses sin morir, conservando su humedad y su capacidad reproductiva. Por otra parte su reproducción es en forma sexual y asexual, extendiendo sus rosetas a todo lo largo y ancho del fuste y ramas del árbol. Su pequeña semilla es fácilmente diseminada por el viento y las aves. Toda la planta es muy resistente al fuego por la alta humedad que contiene. Prefiere lugares húmedos y sombreados, con arbolado denso, pero ya colonizado el sitio se observa en cualquier lugar. Se hospeda en arbolado grande, mediano o chico, causando la muerte de ramas o todo el árbol. Prefiere plantas leñosas como pinos, encinos, fresnos, mezquites, huisaches, etc. Habita sobre hospederos orgánicos vivos y muertos, también sobre objetos inorgánicos. Hospederos del matorral desértico

**Funciones ecológicas y usos de *T. recurvata*.** Esta planta epifita tiene importantes funciones ecológicas en el medio en que se llega a desarrollar, siempre y cuando no sea tan densa su población porque entonces ya se convierte en un problema de salud. Entre otras funciones podemos destacar que

*T. recurvata* es el hábitat y alimento de muchos insectos, aves, roedores y otros artrópodos. Fija nitrógeno atmosférico y que al morir el heno lo aporta al suelo. Funciona perfectamente bien como forraje para ganado caprino al ser procesado junto con otros forrajes. Es usado como empaque en transporte de objetos delicados. Es utilizado como adorno en períodos navideños y eventos religiosos. Como planta de ornato es bien aceptada y, tiene propiedades medicinales para combatir problemas respiratorios. Actualmente se le han encontrado buenas propiedades para curar tumores cancerígenos. (El Dr. Henry Lowe en el 2008 patentó en United States Patent Application, un extracto a base de *T. recurvata*). Para tal efecto La NOM-011SEMARNAT 1996, regula el aprovechamiento del heno y del musgo.

**El heno motita como problema de salud forestal.** La literatura reporta que algunas Bromeliáceas sobre todo las del género *Tillandsia*, bajo determinadas condiciones de ambientes modificados, es decir con equilibrio biológico alterado, se disparan ciertos mecanismos que las convierten de inofensivas epifitas a serios problemas fitosanitarios aéreos. (Neumann, 2004). Por su parte Cabrera (1995), reporta que los rizoides de *Tillandsia recurvata* segregan una sustancia llamada hidroperoxicloartanes, que actúa como un inhibidor o antibiótico alelopático que provoca la

muerte de yemas y la abscisión del follaje, lo cual explica la muerte de las ramas del hospedero. Montana y Dirzo (1997), señalan que una severa colonización de heno sobre un árbol es capaz de bloquear el intercambio de gases, afectando la respiración, la transpiración y la fotosíntesis, provocando la asfixia de las ramas. Hoy día *T. recurvata* ya se le ubica como un serio problema de salud forestal que está afectando a miles de hectáreas arboladas en México y en otros países del Continente Americano.

En Coahuila se estima que en los últimos 10 años se han infestado severamente más de 60,000 has. por el heno de motita. Ante tal situación saltan a la vista muchas interrogantes como las siguientes: ¿Como se puede explicar que hasta hace poco tiempo esta planta no era un problema para nada y ahora sí lo es?, ¿Que está pasando en el ambiente ecológico forestal? ¿A que se le puede atribuir este fenómeno de la severa colonización del heno motita? ¿Será acaso a consecuencia del llamado cambio climático? ¿Que evidencias locales se pueden mostrar para pensar en esto? ¿Tal vez los árboles se han debilitado por falta de agua? ¿o será que algún factor que mantenía limitado al heno ha desaparecido, y ahora existen mejores condiciones ambientales para su desarrollo?. Al menos podemos inferir algunas de las respuestas. Por ejemplo los mantos acuíferos de la región se han abatido significativamente. La evidencia son el área llamada Los Chorros de la Sierra de Zapalinamé se han

secado totalmente. La temperatura media mensual también se ha modificado notoriamente, registrándose temperaturas record hasta de 40º C bajo sombra en la serranía del sur del estado, cuando a lo más que había llegado era a 37º C. La ausencia de heladas invernales en los últimos cinco años prácticamente no se han presentado, lo que ha provocado el desplazamiento del período de floración de los árboles frutales. Finalmente se ha tenido la muerte repentina de un sinnúmero de árboles forestales de diferentes especies de *Pinus*, tanto en plantaciones forestales como en el bosque natural, sin poder evidenciar en muchos casos la causa de la mortalidad (Fig 2).

**Forma de colonización y evaluación de la infestación del heno motita.** En árboles jóvenes el heno motita se instala primero en la parte externa del follaje y a medida que van muriendo las ramas la infestación avanza al interior del árbol. En árboles seniles o con poco follaje puede atacar cualquier parte del árbol.

Como la distribución espacial del heno motita es en todo el árbol, para la evaluación de su infestación se aplica la escala propuesta por Hawksworth (1980), con 6 categorías como se hace para la evaluación de muérdago enano del género *Arceuthobium* (Fig. 3).



Figura 2.- El heno de motita como problema de salud. Plantas totalmente cubiertas por esta epifita.



Figura 3.-Forma en la que se evalúa la infestación del el heno de motita; según los propuesto por Hawksworth (1980), con 6 categorías como se hace para la evaluación de muérdago enano del género *Arceuthobium*

**Líneas de investigación que se están abordando en la UAAAN, para contribuir a manejar el problema del heno *T. recurvata*.** El diagnóstico fitosanitario se ha extendido a otras zonas de la región. En este proyecto se ha encontrado que *T. recurvata* se está estableciendo en una gran diversidad de hospederos propios de las zonas áridas y evidentemente está poniendo en riesgo la estabilidad de estos ecosistemas poco atendidos. Se está investigando el control químico con diversos productos para evaluar su eficacia para el control del heno. Los productos a base de Sulfato de Cobre asociados con Cal, han demostrado que deshidratan rápida y eficientemente las motitas de *Tillandsia*, solo que estas no se desprenden de las ramas, por lo que aparentemente el problema sigue presente.

En este sentido es necesario aclarar que para desprender las motitas del hospedero, aún deshidratadas, se requiere hacer el desprendimiento en forma mecánica con algún gancho de fabricación casera. De igual forma el producto llamado Muérdago Killer fabricado a base de algas marinas, se está probando para ver si tiene la misma efectividad que ha demostrado para el control de los muérdagos en otras partes de la república. Por otra parte la evaluación de medidas silvícolas a base intensidades de aclareo del monte, asociado con la poda de ramas infestadas con *Tillandsia* y el desprendimiento manual de las mismas motitas, al parecer es el método mas

prometedor que se pueda dar para el manejo de este problema, ya que en algunos predios de la región se han hecho trabajos de saneamiento con este método y las áreas quedan bastante limpias y se recupera la condición de salud del monte, sin embargo habrá que evaluar con precisión todo lo que implica este manejo, incluyendo el aprovechamiento que se le pudiera dar a los residuos de los aclareos y de las podas (Fig. 4).

## Conclusiones

1. El problema que representa *Tillandsia recurvata* para los diferentes ecosistemas forestales de Coahuila y estados aledaños es muy serio y complejo y, cada día se extiende más el problema a otras áreas y a otros hospederos.

2. A este momento no se cuenta con una metodología fitosanitaria contundente que asegure el control del heno de motita. Evidentemente se requiere obtener mayor información sobre la bioecología de *Tillandsia recurvata*, para entender con mayor precisión su relación con el ambiente y sus hospederos y, de esta manera poder establecer medidas para su manejo.

3. De igual forma, se requiere de manera urgente, detectar usos potenciales de *Tillandsia recurvata*, con el objeto de hacerla más atractiva para su aprovechamiento legal y de esta forma reducir su población.



Figura 4.- Manejo fitosanitario del heno de motita, mediante desprendimiento manual y podas

### Literatura citada

- Baigorria, G. (1997). El Clavel del aire *Tillandsia* spp. y su control. XIII Congreso Latinoamericano de Malezas. Acintacnia, Argentina.
- Bensing, D.H., J. Seemann. (1997). Nutritional Piracy and hos decline: A new perspective on the epiphyte-host relationship. The Journal of the Marie Sel by Botanical Gardens. V.2.
- Cabrera, G.M. Hydroperoxycycloartanes from *Tillandsia recurvata*, Journal of Natural Products. V. 58 (12) Pag: 1920-1924. 1995.
- Hawksworth, F. G. (1980). Taxonomía y distribución de *Arceuthobium* en México y Centroamérica. Memorias del I Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. Uruapan, Michoacán.
- Neumann, R. (2004). Clavel del aire: un parásito estructural y su control, Boletín Técnico Desideratum, Año II, Nº 17, Buenos Aires, Argentina.
- Montana Carlos, R. Dirzo y A. Flores. Structural parasitism of an epiphytic bromeliad upon *cercidium praecox* in an intertropical semiarid ecosystem. Revista BioTropical. 29(4): 517-521. 1997. Instituto de Ecología. México.
- Sánchez M. G. y Zárate L. A (2005). Diagnóstico fitosanitario de los recursos forestales en Coahuila. Informe Técnico. CONAFOR/COAH.

# UTILIZACIÓN DE ALGAS (DIATOMEAS) EN LA SUPRESIÓN DEL MUÉRDAGO ENANO *Arceuthobium globosum* EN *Pinus pseudoestrobis* Y MUÉRDAGO VERDADERO *Psittacanthus calyculatus* EN *Quercus* sp. ”

Victor Manuel Coria-Avalos<sup>1\*</sup>, Ignacio Vazquez-Collazo<sup>1</sup>, H. Jesús Muñoz-Flores<sup>1</sup> y Jaime Villa-Castillo<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Campo Experimental Uruapan. CIRPAC. INIFAP. Av. Latinoamericana No. 1101. Col. Revolución. Uruapan, Michoacán, México, CP 60150. Tel.: (452) 523 73 92 Fax: (452) 524 40 95. coria.victormanuel@inifap.gob.mx.

<sup>2</sup>CONAFOR. Periférico Poniente No. 5360. Col. San Juan de Ocotlán. C.P. 45019. Zapopan, Jalisco. México. jvilla@conafor.gob.mx

## Resumen

Los muérdagos, con su gran diversidad de especies constituyen el segundo agente biológico de destrucción en los bosques de México, solo superados por el daño inducido por insectos descortezadores. El objetivo fue el de evaluar la bondad de las algas diatomeas (Muérdago Killer®) para manejo del muérdago enano *Arceuthobium globosum* en bosques de *Pinus pseudoestrobis* y del muérdago verdadero *Psittacanthus calyculatus* en *Quercus* spp. Los parámetros de evaluación fueron los descritos por Hawksworth, (1977) y Vázquez (1993). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones; se tomaron datos previos a la prueba para realizar la comparación y se utilizó una ANOVA y prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). La fitotoxicidad se evaluó mediante la escala de EWRS. A 30 DDA se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $Pr>F<.0008$ ). En el testigo absoluto se evaluó un grado de infestación 2.08, con plantas de *A. globosum* sanas, que difieren del resto de tratamientos con plantas parásitas impactadas severamente en su parte aérea con valores de infestación 0.42, 0.5, 0.6 para Etephón® 2500ppm y Muérdago Killer® 10, 7.5, 15% respectivamente. En todos los tratamientos el síntoma fue el mismo. Para 45 DDA el testigo absoluto preservó un grado de infección 2.08, con plantas de *A. globosum* sanas, que difiere significativamente ( $Pr>F<.0001$ ) del resto de los tratamientos que indujeron igual supresión con valores 0.0, 0.08, 0.17 y 0.17 para Etephón® 2500ppm y Muérdago Killer® 15, 7.5 y 10% respectivamente. En *P. calyculatus* sobre

*Quercus* spp., se observó impacto significativo de supresión ( $Pr>F<.0001$ ), a partir de de 15 DDA, Muérdago Killer® 10 y 15% indujeron muerte del área foliar en la planta parásita y a 45 DDA se desprendieron la hojas. Con Esteron® 4000 ppm en 15 DDA, los bordes y hasta la mitad de la hoja estaban quemados, para 45 DDA, llegó a cubrir un poco menos de tres cuartas partes de la hoja, jamás se observó muerte de la hojas completas. Para los síntomas de fitotoxicidad *Quercus* spp., a 30 DDA con Muérdago Killer® 10% hubo amarillamiento en las puntas de la hojas. Muérdago Killer® 15% indujo síntomas ligeros con quemaduras en las puntas de la hojas. Etephón® ocasionó daño severo por muerte de ramas asperjadas.

**Palabras clave:** Control biológico, diatomeas, muérdago, *Pinus*, *Quercus*.

## Introducción

Los muérdagos, con su gran diversidad de especies constituyen el segundo agente biológico de destrucción en los bosques de México, solo superados por el daño inducido por insectos descortezadores. Como impacto del daño que ocasionan, se considera un volumen perdido de 1.04 m<sup>3</sup>/ha por año, lo que equivale a una pérdida mínima anual nacional de 1.7 millones de m<sup>3</sup> de madera en rollo, sin considerar el volumen perdido por muerte del arbolado (Vázquez, 1993). En México se reporta la presencia de 10 géneros de muérdago y 151 especies, Cházaro *et al.* (1992). A pesar del problema que representan estas plantas parásitas en áreas con regeneración natural, no

existe un método de control rápido y económico para mitigar este problema. El objetivo del trabajo fue evaluar la bondad de tres tratamientos herbicidas a base de algas (Diatomeas), formulada comercialmente como Muérdago Killer®, para el manejo del muérdago enano *Arceuthobium globosum* en bosques de pino *Pinus pseudostrobus* de la Comunidad de San Juan Nuevo, Michoacán y de muérdago verdadero *Psittacanthus calyculatus* en encino *Quercus sp* del municipio de Quiroga, Michoacán.

**Materiales y Método**

La prueba se realizó el día 26 de noviembre del 2007. En el caso de *P. pseudostrobus*, en un bosque de la Comunidad Indígena de San Juan Nuevo, Michoacán, localizada a 19°27'06" LN y 102°13'05" LO y 2580 msnm. Para *Quercus sp*, en el

paraje "Puerto del tigre", mpio. de Quiroga, ubicado a 19°44'26" LN y 100°42'14" LO, y 2350 msnm.

Para *P. pseudostrobus*, el parámetro de evaluación fue el grado de infestación por *A. globosum*, estimado mediante el sistema de 6 clases (Hawksworth, 1977), el cual divide visualmente la altura de la copa del árbol en tres tercios. Cada uno de los tercios se evalúa por separado, utilizando la escala: 0 (infección no visible de muérdago), 1 (infección ligera, menos del 50% de ramas infestadas) y 2 (infestación severa, más del 50% de ramas infestadas). Una vez que han sido evaluados los tres tercios, se suman los valores de cada uno y la sumatoria equivale al grado de infestación en la planta. Para *Quercus sp*, se tomó un bosque natural altamente infestado por *P. calyculatus*. En este caso se utilizó el método generado por Vázquez (1993), descrito en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Escala de para evaluación del daño foliar por efecto del Esterón® en plantas de muérdago verdadero *P. calyculatus*. Tomado de Vázquez (1993)

VALOR	DAÑO FOLIAR (%)	SÍNTOMAS
0	0	Sano
1	1 - 20	Márgenes foliares dañados
2	21 - 40	Un cuarto de la lámina foliar con daño
3	41 – 60	La mitad de la lámina foliar con daño
4	61 – 80	Tres cuartos de la lámina foliar con daño
5	81 - 100	Defoliación total de la planta

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con 5 tratamientos y 6 repeticiones. En el caso de *P. pseudostrobus*, cada una de las repeticiones estuvo constituida por dos árboles, esto debido a que se tomaron plantas de la regeneración del bosque, con una edad inferior a 8 años que presentan un diámetro menor de 15 cm. Para *Quercus sp*, cada una de las repeticiones estuvo conformada por un solo árbol. Los tratamientos evaluados fueron: 1. Muérdago Killer® al 7.5%, 2. Muérdago Killer® al 10%, 3. Muérdago Killer® al 15%, 4. Etephón® 2500 ppm, 5. Esterón® 4000 ppm (utilizado solo en encino), y 6. Agua. Se realizó una aplicación de los tratamientos. En ambos

casos, el muérdago se encontraba en floración plena y fructificación inicial.

Se realizaron cuatro muestreos, el primero se efectuó previo al suministro de tratamientos, a 15, 30 y 45 días después de la aplicación. Se cuantificó el grado de infestación, síntomas en la planta parásita y síntomas de fitotoxicidad en el hospedero. Se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey (α=0.05). La fitotoxicidad en las especies de árboles de interés (pino y encino), se evaluó con base a la escala de la European Weed Research Society (EWRS).

## Resultados y Discusión

*Muérdago enano A. globosum en P. pseudoastrobus.* A los 15 días después de la aplicación, se obtuvieron diferencias no significativas entre los tratamientos ( $Pr > F = < .0286$ ), debido a que Hawksworth (1977) ignora los síntomas en la planta parásita, tan solo considera la incidencia sobre el hospedero. Para la primera evaluación, en todos los tratamientos existía la misma incidencia de la planta parásita cuantificada en el muestreo previo (Fig. 1). A excepción del testigo absoluto, en todos los casos se observó marchitez y amarillamiento en la parte aérea de las plantas de *A. globosum*. A 30 días después de la aplicación, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $Pr > F = < .0008$ ). En el testigo absoluto se evaluó un grado de infestación 2.08, con plantas de *A. globosum* sanas, que difieren del resto de tratamientos, donde las plantas parásitas han sido impactadas en su parte aérea. Los valores

obtenidos fueron de 0.42, 0.5, 0.6 y 0.6 para los tratamientos Etephón® en 2500 ppm y Muérdago Killer® en dosis de 10, 7.5 y 15 % respectivamente. Se notó el mismo síntoma en todos los tratamientos, consistió en muerte de la parte aérea del muérdago, caída de la parte tierna y persistencia en el hospedero de las partes leñosas de la planta parásita. Para los 45 días después de la aplicación, en el testigo absoluto, se evaluó el mismo grado de infección 2.08, con plantas de *A. globosum* sanas, el cual difiere significativamente ( $Pr > F = < .0001$ ) del resto de tratamientos que indujeron el mismo nivel de supresión. Los valores fueron 0.0, 0.08, 0.17 y 0.17 para los tratamientos Etephón® en 2500 ppm y Muérdago Killer® al 15, 7.5 y 10 % respectivamente. El impacto sobre *A. globosum* fue similar en todos los casos, con caída de la parte aérea del muérdago y los que persisten en el árbol están muertos y a punto de desprenderse.

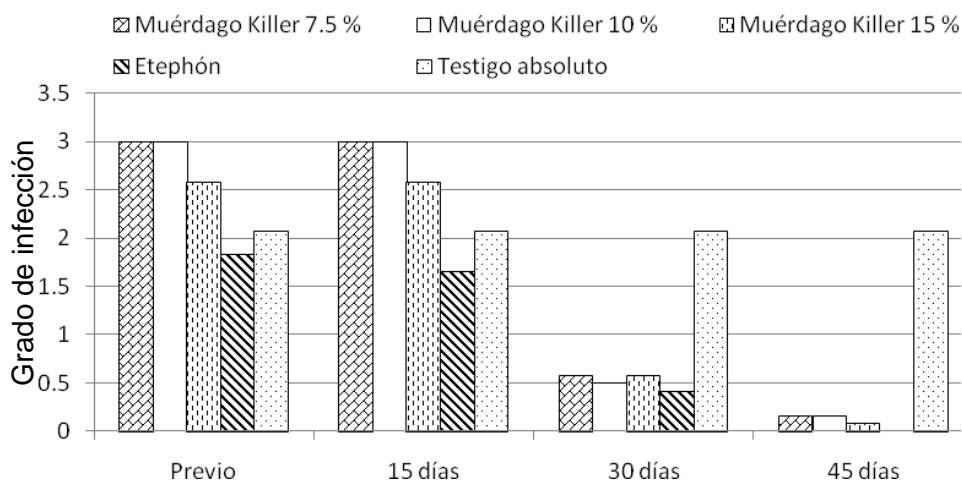


Figura 1.- Impacto de los tratamientos para control de *A. globosum*, planta parásita de *P. pseudoastrobus*. Comunidad Indígena de San Juan Nuevo, Michoacán. 2007-2008.

*Muérdago verdadero P. calyculatus en encino Quercus sp.* Se observó impacto significativo de los tratamientos ( $Pr > F = < .0001$ ), desde la primera evaluación, siendo los tratamientos a base de Muérdago Killer® en dosis de 10 y 15 % respectivamente los que suministraron el mayor impacto de supresión contra *P. calyculatus*. Para la evaluación realizada 15 días después de la prueba,

toda el área foliar de la planta parásita estaba seca y a los 45 días se le comenzaron a desprender algunas hojas, las cuales presentaron una coloración café pajizo y una consistencia quebradiza al tacto. Con Esterón® a 4000 ppm, en 15 días después del tratamiento los bordes y hasta la mitad de la hoja estaban quemados. En las observaciones subsecuentes, el impacto se incrementó muy poco,

llegando a cubrir poco menos de tres cuartas partes de la hoja. Jamás se observó muerte de hojas completas. El Muérdago Killer® 7.5 %, indujo reducido impacto de supresión sobre la planta parásita. A los 15 días apenas secó los bordes de las hojas, en tanto que a 30 y 45 días después, el síntoma cubrió una cuarta parte de la lámina foliar. Con Etephón® a 2500 ppm, el impacto fue similar al tratamiento anterior. En tanto que el testigo absoluto durante el tiempo que duró la evaluación, siempre presentó plantas sanas.

**Efecto de fitotoxicidad.** En *P. pseudostrobus* se obtuvo un valor de 1 (EWRS), el cual denota sin efecto los síntomas de fitotoxicidad. Para el caso de

*Quercus sp.*, a partir de los 30 días aparecieron síntomas de fitotoxicidad muy ligeros en el hospedero; con Muérdago Killer® al 10 %, se manifestó amarillamiento en las puntas de las hojas. Con Muérdago Killer® al 15 %, los síntomas fueron ligeros, con quemaduras en las puntas de las hojas.

El tratamiento a base de Etephón® manifestó daño medio, con impacto de quemado en los bordes y puntas de las hojas. Finalmente con el Esterón® se presentó un daño severo ya que ocasionó la muerte de las ramas donde se asperjó el producto (Fig. 2).

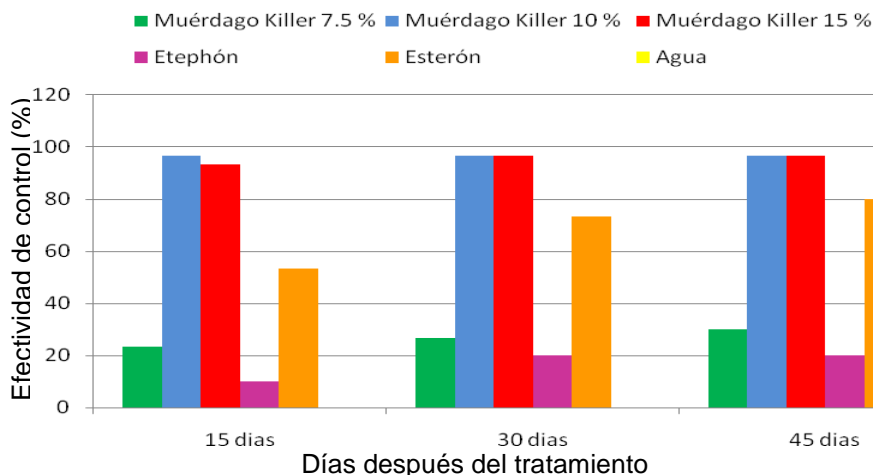


Figura 2.- Impacto de los tratamientos para control de *P. calyculatus*, planta parásita de *Quercus* spp. Paraje Puerto del Tigre, Mpio. de Quiroga, Michoacán. 2007-2008.

## Literatura citada

Cházaro B.M.A., Huerta M.F., Lomelí M.E., Patiño B.R.M., Acevedo R.R. y Negrete A.J.M. 1991. Conociendo a los muérdagos. Taller sobre detección, evaluación y manejo de muérdagos en coníferas. Notas técnicas. SARH. SFF. Metepec. Estado de México.

Hawksworth F.G. 1977. The 6- class dwarf mistletoe rating system. USDA. *Gen. Tec. Rep. RM-48*. 7 p.

Injethor de México. 2007. Muérdago-Killer. [www.injethormexico.com.mx](http://www.injethormexico.com.mx) (Consultado en octubre de 2007).

Vazquez C.I. 1993. Determinación de la dosis y época del herbicida Esterón 47M, para el control del muérdago verdadero (*Psittacanthus*

*calyculatus*) en mezquite (*Prosopis laevigata*). VII Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. Monterrey, Nuevo León, México. 29 pp.

Vazquez C.I. y S. Madrigal H. 2005. Control químico del muérdago enano (*Arceuthobium globosum*) en regeneración de *Pinus pseudostrobus*. Revista Ciencia Nicolaita. No. 41. UMSNH. Morelia, Michoacán, México. p. 69-82.

Vrabel T.E. 1988. Chemistry, mode of action, uses and registration status of Etephón for dwarf mistletoes. In: Proc. 36 Annual Western International Forestry Disease Work Conference. Utah. USA. p. 32-34.



VIVEROS

Y

PLANTACIONES

# MONITOREO POBLACIONAL DE *Bradysia* (WINNERTZ ) COMO UNA HERRAMIENTA PARA SU CONTROL, EN MORELIA, MICHOACÁN MÉXICO.

Ivón López-Pérez<sup>1</sup>, Abel Plascencia-González<sup>2</sup>, Luis Martínez-Rocha<sup>3</sup> y Ma. Silvia González-Villalobos<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> y <sup>4</sup>Comisión Forestal del Estado de Michoacán, Bosque Cuauhtémoc lote 11, Col. Centro, Morelia Mich. sanidad@cofom.michoacan.gob.mx; <sup>2</sup>Comisión Nacional Forestal, Región IV Balsas, Periférico Independencia N° 4193, Fracc. Ana Ma. Gallaga Riviera I, Morelia Mich. abelplascencia@hotmail.com.

## Resumen

En el vivero Morelos de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán, se desarrolló un método de monitoreo para evaluar la población de la mosquita fungosa *Bradysia*. (Winnertz) (Diptera: Nematocera: Sciaridae), se utilizaron trampas elaboradas con fomi de 7.5 X 12.5 cm, fueron cubiertas con bolsa de plástico, se impregnaron con un liquido pegajoso; Las trampas se colocaron verticalmente, su distribución fue cada cinco metros a lo largo de 2 módulos. El monitoreo se realizó del 23 de marzo al 21 de Julio de 2009, cada semana las trampas fueron colectadas y los insectos se contaron. En el primer módulo la presencia de la mosquita fungosa inicio en marzo, cuantificando 10 individuos, incrementando conforme el tiempo transcurrió, registrando en abril 135 insectos, esta cantidad disminuyó hasta 1 debido a la aplicación de Furadan liquido, aplicado en dosis de 2 ml/litro de agua, sin embargo el 12 de junio se registraron 42.5 adultos, aumentando hasta 439.29 en junio; en el módulo 2, el primer dato registrado fue el 2 de abril con 6 insectos, elevándose la población durante el siguiente mes, alcanzando un primer máximo en mayo con 496 insectos, en esta fecha se aplicó Furadan granulado, la población se redujo a 0.64 insectos. Los resultados del monitoreo permitieron sugerir alternativas para el manejo de *Bradysia* sp.

**Palabras clave:** Mosquita fungosa, *Bradysia* sp, monitoreo.

## Introducción

En la actualidad, la producción de planta en viveros forestales demandan cada vez más el uso de sistemas más intensivos de producción que

permitan optimizar y obtener una mejor calidad de planta, de esta manera garantizar su establecimiento en campo; sin embargo, estos procesos de producción también han favorecido el desarrollo de plagas que en muchos casos su control se dificulta, tal es el caso de la mosquita fungosa *Bradysia*.

La mosquita fungosa (*Bradysia* sp) es un díptero de la familia Sciaridae que se encuentra en todos los continentes y se caracteriza por su gran número de especies. De acuerdo al inventario de Menzel y Mohrig (2001), han sido descritas más de 1700 especies alrededor del mundo. Tan solo en Norte América se han reportado más de 150 especies (Harris et al. 1996). En Norte América, el género *Bradysia* esta representado por 65 especies, siendo este el género de mayor número dentro de la familia Sciaridae (Steffan 1966).

La mayoría de la especies de mosquita fungosa (Sciaridae) se alimentan de materia orgánica en descomposición y hongos por lo que no se les considera de importancia económica. Sin embargo, hay pocas especies que se alimentan del tejido sano de algunas plantas de importancia económica entre ellas tenemos a las plántulas de pino (Mead, F.W y Fasulo, T.R. 2008). Las dos especies que se encuentran típicamente causando daño en viveros son *Bradysia coprophila* y *Bradysia impatiens* (Lindquist 1994). Desafortunadamente la identificación a nivel de especie es complicada ya que los machos deben pasar por un proceso de aclaramiento con NaOH o KOH y ser montados en un porta objetos (Mead, F.W y Fasulo, T.R. 2008). Aunado a esto, se debe contar con las claves para su identificación.

La larva de la mosquita fungosa causa daño directo a la planta al alimentarse del tejido de la raíz lo que

reduce la capacidad de absorción de agua y nutrientes en la planta. Además de que las larvas son capaces de transmitir y diseminar enfermedades (Jarvis et al. 1993 Gardiner et al. 1990).

Aunado a esto, la larva causa daño indirecto a la planta al causarle heridas a la raíz, lo que permite la entrada de patógenos como *Pythium sp*, *Fusarium sp*, *Verticillium sp* y *Botrytis* (Jarvis et al.1993, Gardiner et al. 1990, Gillespie y Menzies 1993, Kalb y Millar 1986 y, James et al. 1995)

Debido a la importancia que ha venido teniendo esta plaga se determinó desarrollar un método de monitoreo que permita contribuir en el manejo de uno de los principales problemas fitosanitarios en la producción de planta en vivero; el objetivo del presente estudio fue probar un método de monitoreo y determinar su ciclo de vida de la mosquita fungosa

## Materiales y Método

Con el objetivo de probar un método de monitoreo y conocer el ciclo de vida de la mosquita fungosa, el estudio se dividió en dos fases, se inició con el monitoreo poblacional de la mosca fungosa en dos de los módulos de producción del vivero Morelos de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán; las especies hospedantes fueron *Pinus michoacana*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*; para el desarrollo de la primera fase se elaboraron trampas con fomi de color amarillo de 7.5 x 12.5 cm, se fijaron a una varilla de madera de 60 cm de largo y se cubrieron con bolsas de plástico transparente para posteriormente impregnarlas con líquido pegajoso especial para el monitoreo de insectos; las trampas se colocaron cada 10 m, de forma vertical y por arriba de las plantas; el cambio de trampas se realizó semanalmente y se contabilizaron y registraron los insectos adultos de mosca fungosa; el monitoreo inició el día 23 de marzo de 2009 y concluyó el 21 de julio del mismo año.

La segunda fase del estudio se orientó a determinar el ciclo de vida de *Bradysia* para ello se colectaron adultos de mosca fungosa y se colocaron en un recipiente que contenía sustrato de la mezcla

base para la producción de planta, con este procedimiento se determinó el tiempo que tarda este insecto de adulto a adulto.

1. Para conocer el tiempo que dura cada estado de desarrollo, se colectaron hembras adultas y se colocaron en cajas de petri que contenían medio de cultivo PDA o papel filtro húmedo.
2. Cuando las hembras ovopositaron, los huevecillos se observaron constantemente hasta que eclosionaron, registrando los datos.
3. El tiempo en estado larval se determinó posterior a los huevecillos eclosionados y antes de la etapa de pupación
4. Para determinar el tiempo en estado de pupa se siguieron dos procedimientos, el primero fue mediante la colecta de larvas grandes de mosca fungosa en los módulos de producción que posteriormente se colocaron en cajas de petri con papel filtro húmedo con un trozo de medio de cultivo de PDA con crecimiento de *Fusarium oxysporum*, estas larvas se mantuvieron en observación y se registró el primer y último día de la etapa de pupación. El segundo procedimiento fue esperar a que las larvas emergidas de los huevos llegaran a estado de pupa.
5. Una vez que se obtuvieron adultos de la mosquita fungosa, se colocaron en un cilindro de plástico de 1 galón, esto con el fin de que tuvieran suficiente espacio y de esta forma registrar el dato de los días que viven en cautiverio.

## Resultados

**Monitoreo de la población de *Bradysia* sp.**  
**Módulo 1.** En este módulo las especies hospedantes fueron *Pinus michoacana*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*; la presencia de la mosca fungosa se observó durante los primeros días del mes de marzo, y fue hasta el día 20 de ese mes que se colocaron las trampas para dar inicio con el monitoreo, en esa fecha aún no se apreciaba daño sobre la producción, sin embargo ya mostraban los primeros indicios de mortalidad por la asociación de la mosca fungosa con el hongo *Fusarium sp.*; la

población registrada en la primera semana de monitoreo fue de 10 insectos promedio por trampa, en ese momento se inicio con la calendarización semanal para la aplicación de tratamientos preventivos con los productos Extracto de neem (I.A Azadiractina), Decis (I.A Deltametrina) y Benlate (I.A Benomyl), bajo una dosis de 5ml/lt de agua, 2 ml/lt y 2 gr/lt respectivamente; durante el periodo del 23 de marzo al 7 de abril, la población se mantuvo en niveles bajos, sin embargo cuando la temperatura se elevó en promedio hasta 35.3 °C en el mes de abril, la población aumento de manera significativa, aún cuando se continuó con la aplicación de tratamientos preventivos; por lo que se tomo la decisión de aplicar el insecticida sistémico furadan líquido (i.a. carbofuran), los resultados de la aplicación del tratamiento se observaron a partir del 11 de mayo, reduciéndose la población de 113 a 55 adultos promedio por trampa (Fig. 1). El período de protección con el producto aplicado fue de 23 días, ya que nuevamente la población de adultos del insecto plaga aumentó de manera alarmante, alcanzando su máximo en el mes de julio con 439 insectos promedio por trampa; en esta fecha la

planta había alcanzado la talla para salir a campo, y se opto nuevamente por aplicar Carbofuran liquido, y ya no se continuó con el monitoreo debido a que la planta salio a campo; durante el período de mayor presencia de la plaga y del hongo asociado se realizaron actividades como la remoción de planta muerta y con síntoma de daño por patógenos.

**Monitoreo de la población de *Bradysia sp* Módulo 2.** Al igual que en el módulo 1, en este módulo se estuvieron aplicando los mismos tratamientos preventivos, sin tener buenos resultados, ya que el monitoreo mostró que del 13 al 18 de mayo la población plaga se elevó fuertemente, registrándose un máximo de 496 insectos promedio por trampa; con estos datos, se determinó aplicar Furadan 5G (I.A Carbofuran) observándose una disminución muy marcada en la población de adultos capturados en trampas, registrándose el 25 de mayo 3 adultos promedio por trampa (Fig. 2), el producto aplicado persistió por más tiempo (30 días) en comparación con el carbofuran liquido aplicado en el módulo 1.

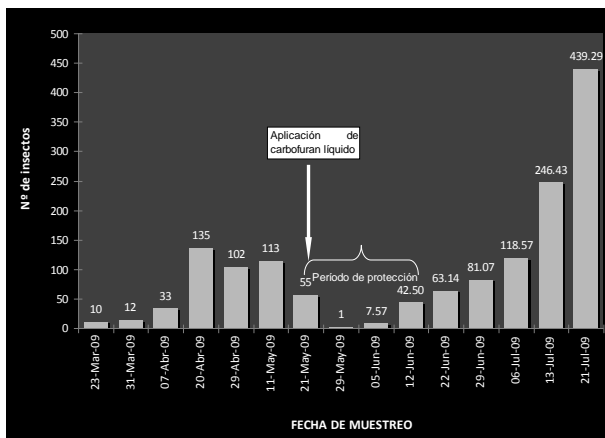


Figura 1. Fluctuación poblacional de *Bradysia sp* en el módulo 1, vivero José María Morelos, en Morelia, Michoacán. De marzo a Julio de 2009.

Una vez que el producto químico aplicado perdió su efecto, la población plaga volvió a aumentar, contabilizándose el 21 de julio 276 insectos promedio por trampa; de igual manera en este módulo la planta alcanzó la talla para salir

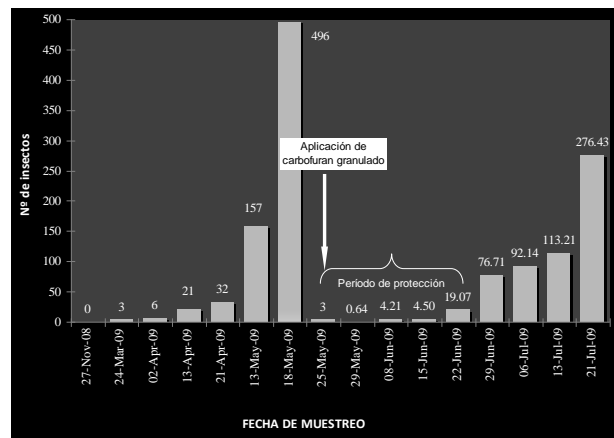


Figura 2. Fluctuación poblacional de *Bradysia sp* en el módulo 2, vivero José María Morelos, en Morelia, Michoacán. De marzo a Julio de 2009.

a campo, y con el propósito de bajar la población de larvas y adultos, nuevamente se aplicó el insecticida sistémico Furadan liquido (I.A Carbofuran), y no se continuó con el monitoreo.

**Ciclo biológico de *Bradysia* sp.** El tiempo que tarda *Bradysia* sp de adulto a adulto fue de 20 días, esto desde que se colectaron adultos y se depositaron en el recipiente con mezcla base hasta que emergió el primer adulto. A continuación se describe el desarrollo de cada etapa del ciclo.

**Huevo.** Se contaron de 130 a 150 huevecillos por hembra, generalmente

depositados en grupos, en algunas ocasiones son depositados en hileras (Fig. 3). La mejor técnica para asegurar la eclosión de los huevos fue la que se realizó en papel filtro húmedo, a diferencia de la utilizada en cajas de petri con medio de cultivo, ya que en este se desarrollaron diferentes colonias de hongos.

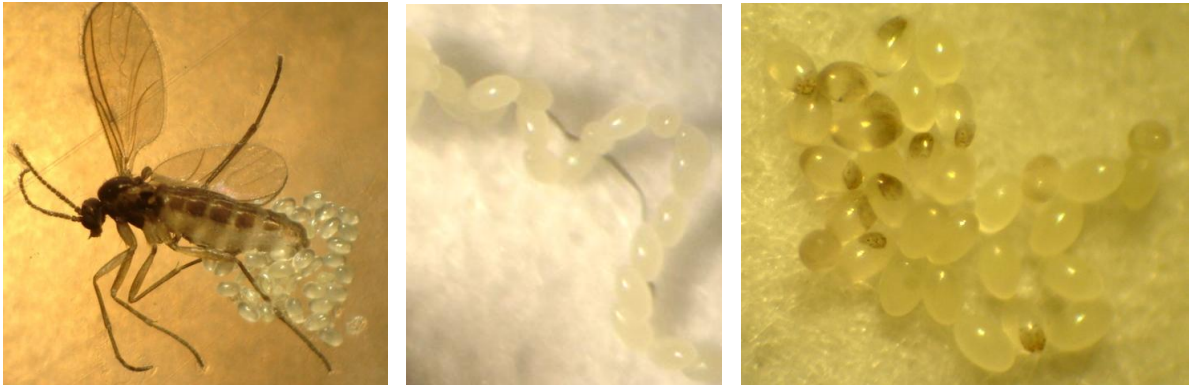


Figura 3. Oviposición y agrupación de huevecillos

La etapa de huevo duró de 2 a 3 días, en un inicio el huevo es de color blanco cremoso uniforme y antes de eclosionar se observa la cabeza de la larva moviéndose en el interior.

**Larva.** Las larvas son de color blanco transparente y se puede observar el contenido digestivo, poseen cabeza de color negro brillante, son delgadas y apodas (Fig. 4); en este etapa ocasionan el mayor daño a la planta hospedante, lo que ocasiona la muerte de las plántulas, o bien se permite la

entrada de hongos que causan pudrición del tipo Damping off. Las plantas que reciben lesiones pequeñas no mueren, pero quedan debilitadas y su follaje puede tornarse amarillento. Esta etapa duró de 13 a 15 días.

**Pupa.** Al inicio es de color blanco, antes de emerger como adulto se torna obscura (Fig. 5); esta etapa tardó de 4 a 5 días.



Figura 4. Larvas de *Bradysia* sp.



Figura 5. Estado de desarrollo de pupa.

**Adulto.** Esta etapa de desarrollo duró de 3 a 6 días, observándose que las hembras antes de morir, ovopositaron sin haber copulado con el macho, esta característica hace que su control sea aún más difícil.

Los adultos son de color café oscuro, con alas gris oscuro con la vena M1 y M2 en forma

distintiva de “Y” (Fig. 6). Tamaño promedio 3 mm, cabeza pequeña y redonda con ojos moderadamente prominentes que se juntan arriba de la base de las antenas. Las antenas son largas moniliformes (en forma de rosario) con extremidades largas por lo que se asemejan más a un mosquito común que una mosca.

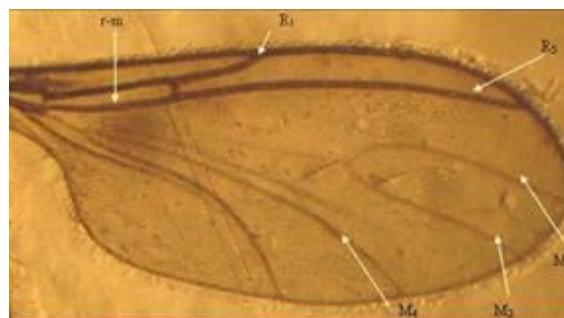


Figura 6. Emergencia de adulto y ala característica de *Bradysia* sp

## Conclusiones

1. Con el desarrollo del monitoreo se logra conocer la fluctuación poblacional de la mosquita fungosa y establecer una estrategia de control
2. Con el apoyo del monitoreo se puede evaluar la efectividad de los tratamientos aplicados.
3. El ciclo de vida de la mosquita fungosa es de 20 días, por lo que se presenta una sobreposición de poblaciones, haciendo que su control sea más difícil.
4. El monitoreo y la determinación del ciclo de vida la mosquita fungosa son elementos fundamentales para su manejo integrado.

## Agradecimientos

A todo el equipo del laboratorio de plagas y enfermedades.

## Literatura Citada

- Gardiner, R. B., W. R. Jarvis & J. L. Shipp. 1990. Ingestion of *Pythium* spp by larvae of the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Ann. Appl. Biol.* 116: 205–212.
- Gillespie, D. R., and J. G. Menzies. 1993. Fungus gnats vector *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicislycopersici*. *Ann. Appl. Biol.* 123: 539-544.
- Harris, M. A, W. A. Gardner and R. D. Oetting. 1996. A review of the scientific literature on fungus gnats (Diptera: Sciaridae) in the genus *Bradysia*. *J. Entomol. Sci.* 31: 252-276.

- James, R. L., R. K. Dumroese, and D. L. Wenny. 1995. *Botrytis cinerea* carried by adult fungus gnats (Diptera: Sciaridae) in container nurseries. *Tree Planters Notes* 46:48-53.
- Jarvis, W. R., J. L. Shipp & R. B. Gardiner. 1993. Transmission of *Pythium aphanidermatum* to greenhouse cucumber by the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Ann. Appl. Biol.* 122: 23–29.
- Kalb, D. W., and R. L. Millar. 1986. Dispersal of *Verticillium albo atrum* by the fungus gnat (*Bradysia impatiens*). *Plant Dis.* 70: 752-753.
- Lindquist, R. K. 1994. Integrated management of fungus gnats and shore flies, pp. 58-67. *In* K. Robb [ed.], *Proceedings for the 10th Conference on Insect and Disease Management on Ornamentals*, 19Ð21 February 1994, Dallas, TX. Society of American Florists. Alexandria, VA.
- Mead, F.W y Fasulo, T.R. 2008. Darkwinged fungus Gnats, *Bradysia* spp. (Insecta: Diptera: Sciaridae). UF university of Florida EENY-215 (Originally published as DPI entomology circular No. 186).
- Menzel, F., and W. Mohrig. 1991. Revision der durch Franz Lengersdorf bearbeiteten Sciaridae (Diptera, Nematocera) von Taiwan. *Beitr. Ent. Berlin* 41: 9-26.
- Steffan, W.A. 1966. A generic revision of the family Sciaridae (Diptera) of America and north of Mexico. *Univ. Calif. Publ. Ent.* 44: 1-77

# ***Phytophthora cinnamomi* Rands. Y *Fusarium oxysporum* Schldl. COMO AGENTES CAUSALES DE PUDRICIÓN DE RAÍZ EN *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (Mayr) Franco.**

**Adriana Mendoza-Campos<sup>1</sup>, David Cibrián-Tovar<sup>2</sup>, Silvia Edith García-Díaz<sup>3</sup>.**

<sup>1,2,3</sup>División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. CP 56230. E-mail: adrime04@gmail.com<sup>1</sup>, dcibrian48@gmail.com<sup>2</sup>, edith65@gmail.com<sup>3</sup>.

## **Resumen**

Se aislaron dos colonias de hongos y se identificaron como: *Fusarium oxysporum* Schldl. y *Phytophthora cinnamomi* Rands. De ambos se obtuvo inóculo para hacer pruebas de patogenicidad, las cuales se desarrollaron en plantas de *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* de tres años de edad. Estas plantas se inocularon bajo la técnica de punción; se manejaron cuatro tratamientos, los cuales fueron: tratamiento 1: Inoculación con *Fusarium oxysporum*; tratamiento 2: Inoculación con *Phytophthora cinnamomi*; tratamiento 3: Inoculación con *Fusarium oxysporum* y *Phytophthora cinnamomi*; y tratamiento 4: el testigo, donde solo se inoculo medio de cultivo, PDA. Se realizó una prueba estadística no paramétrica Kruskal – Wallis (nivel de significancia  $\alpha=0.05$ ), se determinó que la inoculación con *Phytophthora cinnamomi* presentó el mayor daño en las plantas.

**Palabras clave:** Pruebas de patogenicidad, Técnica de punción, prueba Kruskal–Wallis, PDA (Papa Dextrosa Agar).

## **Introducción**

Una de las especies endémicas de México que se utiliza en las plantaciones de árboles de navidad es *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (Mayr) Franco (= *Pseudotsuga macrolepis* Flous); ésta ha tomado gran importancia en los últimos años, ya que se le reconoce un alto potencial para este negocio.

El predio Rancho Morelos, ubicado a 2400 m.s.n.m. en el municipio de Amanalco, pertenece a la empresa Agros Navidad S. A. de C. V., cuenta con 35 ha sembradas con *Pseudotsuga menziesii* var.

*glauca*, con fines de producción de árboles de navidad. Los árboles de este predio se vieron afectados por una enfermedad fúngica en la raíz y tallo. En varias áreas de la plantación hubo severa mortandad que alcanzó hasta el 60% del conjunto de árboles; por ello fue necesario replantar en varias ocasiones, generándose un retraso en el programa de producción y la necesidad de controlar el problema.

Al desconocer a los microorganismos involucrados en el daño ocasionado y debido a la importancia económica y ecológica de la especie afectada, así como para generar futuras medidas de control, se decidió desarrollar el presente proyecto.

## **Materiales y Método**

En los aislamientos se utilizaron raíces con pudrición y partes del tronco que presentaron resinación. Las raíces y partes del tallo se cortaron en trozos pequeños, se lavaron con agua destilada estéril y con una solución de hipoclorito de sodio al 1.5%, en este último se mantuvieron durante un minuto y después se lavaron nuevamente con agua destilada estéril, se secaron en papel filtro estéril y se sembraron en cajas petri con medio de cultivo harina de maíz y Agar (HMA) y Papa Dextrosa Agar (PDA). Todo se realizó en una cámara de flujo laminar bajo condiciones de esterilidad.

Se usaron plantas de *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*. Tenían en promedio 3 años, con un rango de altura entre los 50 y 60 cm, en macetas de 2 lt., llenos de sustrato inerte y tierra. Los tratamientos fueron los siguientes:

**Tratamiento 1:** Con agujas desinfectadas con alcohol y al mechero, se realizaron de 40 a 50 punciones en la base del árbol o un par de centímetros arriba. Se limpiaron y humedecieron las



heridas con algodones esterilizados. Se tomó un disco de la colonia pura y se puso en la superficie herida. Se colocó encima del disco algodón estéril húmedo, se amarró con una gasa estéril y se selló con papel parafilm. Se mantuvo al árbol cubierto con una bolsa de plástico, la cual se humedeció con agua estéril y se retiró a los tres días. Una semana más tarde se retiró la gasa y el algodón de los árboles.

**Tratamiento 2:** Para este tratamiento se empleó la metodología anterior. La variante fue la utilización de discos de otra colonia pura.

**Tratamiento 3:** Se utilizó la metodología anterior. Para este experimento se utilizó la combinación de ambas cepas.

**Testigos:** Para los testigos se trabajó con la metodología anterior, en este experimento se utilizaron cajas únicamente con medio de cultivo de PDA.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias, con una técnica no paramétrica, con la finalidad de determinar cual tratamiento presentó el mayor daño por los hongos inoculados, la prueba de Kruskal-Wallis fue el modelo que se ajustó a los datos obtenidos de las observaciones del experimento.

A partir de un cultivo monospórico se extrajo el ADN con la técnica de AP (Sambrook y Russell, 2001), su calidad se verificó por electroforesis en gel de agarosa a 0.1%, y se cuantificó en un espectrofotómetro Nanodrop 1000 (Thermo scientific). Las regiones internas ITS1 e ITS2 (Internal Transcribed Spacer) entre los genes ribosomales (rADN) 18S-5.8S y 5.8S-28S fueron amplificadas por Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) con los iniciadores ITS4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3') e ITS5 (5'-GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G-3') (White *et al.*, 1990). El programa del termociclador MultiGene Thermal Cycler (Modelo: TC9600-G) fue : 1 ciclo 95 °C, 5 min; 30 ciclos a 95 °C, 1 min, 57 °C, 1 min, 72 °C, 1 min; 1 ciclo a 72 °C, 12 min. Los productos amplificados se analizaron por electroforesis en geles de agarosa al 1.0 %, teñidos con bromuro de etidio, y se visualizó en un sistema

de fotodocumentación (Gel Logic 200, Kodak). Los productos de PCR fueron purificados con el método de Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up System (Promega, USA), siguiendo las instrucciones del fabricante. El producto se secuenció en Macrogen (Seoul, Korea) en dos direcciones (5'→3' y 3'→5'). Las secuencias de nucleótidos obtenidos se analizaron con el paquete Bioedit (Tom Hall, 2007), usando el método de Blast.

## Resultados y Discusión

Los patógenos aislados de las raíces fueron identificados como: *Fusarium oxysporum* y *Phytophthora cinnamomi*. Estos patógenos fueron extraídos de las plantas enfermas en la plantación y posteriormente en los reaislamientos de las pruebas de patogenicidad.

La pigmentación que presentó el micelio del hongo en un principio fue de crecimiento rápido y de color blanco, con aspecto algodonoso con el tiempo se tornó de color violeta, rosa, púrpura y vináceo. Los microconidios se encontraron abundantes, de forma oval, con una sola célula y se formaron en monofialides cortas, las medidas de los microconidios fueron de (14.4 µm) 9.11 µm (4.8 µm) x (4.8 µm) 2.60 µm (1.2 µm). Los esporodoquios se formaron en Agua Agar con hoja de clavel y tenían macroconidios abundantes, con 3–5 septas, presentaron célula basal en forma de pie y la célula apical atenuada. Los macroconidios midieron (44.4 µm) 33.46 µm (26.4 µm) x (4.8 µm) 3.61 µm (2.4 µm). No se realizaron mediciones de clamidosporas, ya que se logró identificar la especie sin ayuda de estas. El color y forma de las cepas aisladas de las raíces coincidieron con las descritas en los diferentes trabajos utilizados para la identificación de *Fusarium oxysporum* (Booth, 1977; Martínez, 2000; Nelson *et al.*, 1983).

En *Phytophthora cinnamomi* se tuvo un crecimiento en forma de camelia, el color del micelio fue de blanco a crema, cenocítico, turuloso, con hifas coraloides y abundantes hinchamientos. La producción de esporangios tuvo lugar en medio líquido (agua estéril). Los esporangios no fueron ramificados y con papila ausente, de forma ovoide a

elipsoide, las mediciones obtenidas fueron las siguientes: (9.6 µm) 21.59 µm (43.2 µm) x (7.2 µm) 15.23 µm (27.6 µm). Las clamidosporas se presentaron en cantidades abundantes; estas eran de forma globosa y con una pared delgada. Se obtuvieron los siguientes datos: (10.8 µm) 13.61 µm (18 µm) para el diámetro de las clamidosporas. Una de las características principales de este hongo es su crecimiento en forma de camelia (Ho y Zentmyer, 1977; Stamps y Waterhouse, 1991). El desarrollo de esporangios también coincide con las características descritas por Gerrettson-Cornell (1989) y Ho y Zentmyer (1977), estas estructuras se midieron y se pudo observar que existió variación en diferentes

reportes para las mediciones de los esporangios. Se presentó una situación similar con las clamidosporas, las cuales también se midieron se compararon con diferentes autores y se observó que las mediciones obtenidas para este caso se encontraron dentro del rango obtenido por Rands (1922).

El producto de PCR: rADN-ITS fue de 620 pb (pares de bases) para *Fusarium oxysporum* y 907 pb para *Phytophthora cinnamomi*. Las dos direcciones secuenciadas por aislamiento tuvieron 99% de similitud entre nucleótidos.

Cuadro 1. Caracterización molecular por alineamiento de las secuencias reportadas en el banco de genes.

No. DE ACCESO	HA	NN	ESPECIE ALINEADA	IS (%)	MVA
S/N	<i>F. oxysporum</i>	620	<i>F. oxysporum</i>	99	963
EU83978.1	<i>F. oxysporum</i>	620	<i>F. oxysporum</i>	99	959
EU718666.1	<i>F. oxysporum</i>	620	Hongo cultivado	99	959
EU750682.1	<i>F. oxysporum</i>	620	<i>Fusarium</i> sp.	99	959
S/N	<i>P. cinnamomi</i>	907	<i>P. cinnamomi</i>	99	1589
AY302182.1	<i>P. cinnamomi</i>	907	<i>P. cinnamomi</i>	99	1589
AY302181.1	<i>P. cinnamomi</i>	907	<i>P. cinnamomi</i>	99	1589
AY302180.1	<i>P. cinnamomi</i>	907	<i>P. cinnamomi</i>	99	1589

No. De acceso. Clave dada por el National Center for Biotechnology Information (NCBI). (S/N: sin número de acceso).

HA. Hongo aislado e identificado morfológicamente.

NN. Número de nucleótidos (pares de bases).

Especie alineada. Especie alineada en el NCBI.

IS (%). Índice de similaridad entre la secuencia del hongo aislado y la especie comparada, expresado en porcentaje.

MVA. Máximo valor de alineamiento.

Los síntomas del tratamiento con *Fusarium oxysporum* comenzaron a manifestarse con el cambio de color en el follaje en las ramas bajas de la planta, éstas se tornaron verde pálido; con el paso del tiempo el follaje cambió de color verde pálido a verde amarillento y más adelante tomó un color café rojizo o cobrizo. Los síntomas fueron avanzando en forma ascendente y del centro hacia afuera, es decir, fueron avanzando del tronco principal y se extendieron hacia la periferia. El tallo se encontró dañado pero no presentó resinación. Las raíces se encontraron en estado de pudrición, presentaron colores negros o café oscuro. En los reaislamientos se obtuvieron colonias de *Fusarium*

*oxysporum*. En este tratamiento se presentó el menor número de plantas infectadas, y el mayor tiempo para manifestar los síntomas. De acuerdo con Martínez (2000) y Gonsalves (1993), los síntomas que presenta una infección con *Fusarium oxysporum* son el marchitamiento de las acículas y ramas del tronco principal comenzando por las ramas cercanas al suelo, así como la pudrición de la raíz. En este trabajo se pudo constatar que el follaje de *Pseudotsuga mensiezii* var. *glauca*, sufre un cambio de color gradual y la raíz se pudre.

El primer síntoma visible en el tratamiento con *Phytophthora cinnamomi* fue el marchitamiento de los brotes nuevos, se notaron caídos y sin vigor,

se apreció un color verde pálido, después las acículas externas se tornaron de color amarillo verdoso y por último presentaron un color café rojizo o cobrizo. En el tallo no se encontró resinación, presentó un color café rojizo, pudrición, y agrietamiento. Las raíces fueron escasas, se encontraron débiles y quebradizas. El avance de la enfermedad se manifestó de la periferia hacia el centro. Los síntomas anteriormente descritos, coincidieron con los presentados en algunos trabajos para diferentes especies (Wilcox, 1992; Jordan y Tainter, 1996; Chastagner, 1997; Hüberli, et. al., 2002; Díaz, 2005). Los hospederos mencionados en estos trabajos son: eucaliptos, encinos, pinos y otras especies utilizadas como árboles de navidad, así también para cultivos frutales y ornamentales.

Los síntomas que se observaron en el tratamiento con *Fusarium oxysporum* y *Phytophthora cinnamomi* fueron asociados principalmente con los que ocasionó *Phytophthora cinnamomi*, los cuales fueron la marchitez de los brotes nuevos tomando una coloración verde pálido, posteriormente se tornaron amarillentos y por último rojizos o café cobrizo. Las acículas que tomaron esta coloración se desprendieron fácilmente del tallo. Las raíces fueron escasas, presentaron pudrición y se quebraron fácilmente, el tallo no presentó resinación y pero si pudrición. Anteriormente no se habían realizado trabajos con la combinación entre *Phytophthora cinnamomi* y *Fusarium oxysporum* para un mismo hospedero.

#### Literatura citada

Booth, C. 1977. *Fusarium Laboratory Guide to the Identification of the Major Species*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 58 p.

Chastagner, G. A., Byther, R. and Antonelli, A., et. al. ASSOCIATE (Eds). 1997. *Christmas Tree Diseases, Insects, & Disorders in the Pacific Northwest: Identification and Management*. Washington State University. USA. 27-30 pp. 156 p.

Díaz, L. L., 2005. *Phytophthora cinnamomi* Rands como agente causal de la pudrición de la raíz en

*Pseudotsuga macrolepis* Flous en plantaciones de árboles de navidad. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 89 p.

Gerrettson-Cornell, L. 1989. A compendium and classification of the genus *Phytophthora* de Bary by the canons of the traditional taxonomy. For Conn. N. S. W. Tech. 45-103 pp.

Gonsalves, K. A., Ferreira, A. S. 1993. *Fusarium oxysporum*. Department of Plant Pathology, CTAHR. University of Hawaii at Manoa. [http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/f\\_oxys.htm](http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/f_oxys.htm)

Hall, T.A, 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucle. Acids. Symp. Ser.* 41:95-96.

Ho, H. H., Zentmyer, G. A., and Erwin, D. C., 1977. Morphology of sex organs of *Phytophthora cambivora*. *Mycology*. 69: 641 - 646 pp.

Hüberli, D., Tommerup, I. C., Colquhoun, I. J. and Hardy†, G. E. ST J., 2002. Evaluation of resistance to *Phytophthora cinnamomi* in seed-grown trees and clonal lines of *Eucalyptus marginata* inoculated in lateral branches and roots. *Plant pathology* (2002) 51, 435 – 442 pp.

Jordan, A. P. and Tainter, F. H., 1996. The susceptibility of Southern Appalachian Oaks to *Phytophthora cinnamomi*. Department of Forest Resources, Clemson University, USA. *CASTANEA* 61 (4): 348-355 pp.

Martínez, R. A. 2000. *Fusarium oxysporum* Schl. Como agente causal del estrangulamiento de tallo de *Pseudotsuga macrolepis* Flous y *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw. en plantas de vivero. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 89 p.

Nelson, P. E., T. A. Toussoun, and W. F. O. Marasas. 1983. *Fusarium species and Illustrated Manual for Identification*. The Pensilvania State. University Press. University Park and London. Washington D. C., U.S.A

Sambrook, J., D.W. Russell, 2001. *Molecular Cloning. A Laboratory Manual*, Third edition. 1:1.32-

- 1.34. Cold Spring Harbour Laboratory Press, New York.
- Stamps, D. J., G. M. Waterhouse, F. J. Newhook, and G. S. Hall. 1991. Revised tabular key to the species of *Phytophthora*. Mycelia. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 162p. 28 pp
- White, J. T., T. Bruns, S. Lee, and J. Taylor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: M.A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, T. J. White (eds), PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. Academic Press, San Diego. pp 315-322.
- Wilcox, W. F. 1992. *Phytophthora* root and Crown rots. Department of Plant Pathology, NYS Agricultural Experiment Station, Cornell University. Integrated Pest Management. Disease Identification. Sheet No. 7.

# CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DEL TIZÓN SUIZO (*Phaeocryptopus gaumannii*) EN *Pseudotsuga menziesii* var *glauca* EN MÉXICO.

David Cibrián-Tovar, Omar Alejandro Pérez-Vera, Silvia Edith García-Díaz, Juan Cruz-Juárez

División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. CP 56230. E-mail: dcibrian48@gmail.com, hgaby12@hotmail.com, vicillan@yahoo.com.mx

## Resumen

El objetivo de este estudio fue identificar y caracterizar molecularmente el hongo causante de la defoliación en *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*. En acículas con pseudotecios maduros se identificó a *Phaeocryptopus gaumannii* causante del tizón suizo e *In vitro*, la colonia del hongo en PDA con un crecimiento radial, micelio verde olivo a gris oscuro sin llegar a formar la fase sexual o asexual del hongo. El análisis molecular de las 27 secuencias de nucleótidos de la región ITS1-ITS2 corroboró la identificación morfológica con una homología de 99 a 100% respectivamente.

**Palabras clave:** PCR, *Phaeocryptopus gaumannii*, *Pseudotsuga menziesii*.

## Introducción

En México se cultivan alrededor de 1200 ha de árboles de navidad, sin embargo el principal problema fitosanitario es el hongo del género *Phaeocryptopus* sp. que causa una defoliación prematura del follaje (SEMARNAT-CONAFOR, 2006). El hongo fue reportado por primera vez en Suiza en 1925, aunque es nativo del Noreste de los Estados Unidos de América donde se reportó en 1938 en los estados de Washington y Oregón donde ha llegado a constituirse un problema en plantaciones jóvenes de pino de oregón para árboles de navidad (Osorio, 2007) Originalmente, esta enfermedad fue nombrada como "Shweiser Douglasienschütte" (Defoliación suiza del pino de oregón) en Alemán o defoliación carbonosa del pino de oregón (Russige Douglasienschütte) por el aspecto negruzco o de hollín sobre el envés de las acículas. Actualmente se conoce como en inglés como Swiss Needle Cast o denominado por sus siglas "SNC" (Winton *et al.*, 2007a). En Valdivia, Chile se reporta a este hongo en

plantaciones de *Pseudotsuga* en diferentes etapas de desarrollo del árbol causando clorosis y defoliación severa (Osorio, 2007). Para el caso de México se reporta desde altitudes menores de 2600 m a altitudes más arriba (Cibrián 2007), no se tiene una evidencia clara del agente causal que causa defoliaciones en plantaciones comerciales y bosque natural. Por lo tanto se planteó el siguiente objetivo que fue identificar y caracterizar molecularmente el hongo *Phaeocryptopus* causante de la defoliación en *Pseudotsuga menziesii*.

## Materiales y Método

**Colecta de follaje.** Se colectaron muestras de follaje con pseudotecios maduros de tizón suizo en bosque natural y en plantaciones de *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* en ocho estados de México. En los meses de Junio a Diciembre del 2007 se colectó en Coahuila, Durango, Estado de México y Quéretaro; en el 2008, Enero a Diciembre la colecta fue en Chihuahua, Nuevo León, Oaxaca y Puebla. Además, se procesó follaje con pseudotecios de un árbol de *Pseudotsuga* importado de los Estados Unidos en el 2008.

**Aislamiento del hongo.** De cada una de las muestras de follaje se seleccionaron cuatro a seis acículas con pseudotecios maduros, se lavaron dos veces con agua destilada esteril durante cinco minutos con agitación constante, se secaron en papel esteril, cada una de las acículas por el haz fueron adheridas a las tapas de las cajas de Petri quedando expuesto los pseudotecios al medio de cultivo agar-agua (AA al 2%) e incubados a 24±2 °C con luz blanca constante durante dos días. A las 24 a 48 hr se aislaron ascoporas germinadas, algunas fueron transferidas individualmente a papa-dextrosa-agar (BD Bioxon®) e incubadas en las condiciones antes mencionadas durante 60 días. Se

observó el tipo de crecimiento, coloración de la colonia, formación de estructuras sexuales o asexuales, tipo de micelio. Los montajes permanentes se hicieron con lactofenol y se midieron 100 pseudotecios, ascas y ascosporas con el objetivo de 40X respectivamente. La literatura utilizada para la identificación fueron las de Stone y Carroll (1985); Stone *et al.* (2008a) y Osorio (2007). Cada aislamiento se preservó en tubos inclinados de PDA y se cubrieron con aceite mineral esteril

**Aislamiento del ADN, amplificación y secuenciación.** A partir de 27 cultivos monoascosporicos se extrajo el ADN con el método AP (Sambrook y Russell, 2001); su calidad se evaluó en un gel de agarosa del 1% (Promega) y se cuantificó en un espectrofotómetro Nanodrop 1000 (Thermo scientific). La amplificación de las regiones internas ITS1 e ITS2 de los genes ribosomales (ARNr) fue con los iniciadores ITS4 (TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC) e ITS5 (GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G) (White *et al.*, 1990). Se utilizó un termociclador Multigene Gradient (Mod. TC9600-9) con el siguiente programa: desnaturalización inicial 95 °C por 3 min; 35 ciclos a 94 °C, 1 min, alineamiento 57 °C por 1 min, extensión 72 °C por 1 min; y extensión final 72 °C por 5 min. El producto de PCR se analizó por electroforesis en gel de agarosa al 1% y se tiñó con bromuro de etidio, y la banda se visualizó en un sistema de fotodocumentación (Gel Logic 200, Kodak). El producto se secuenció en ambas direcciones (5'→3' y 3'→5') en Macrogen (Seoul, Korea). Las secuencias se compararon con las secuencias reportadas en la base de datos del banco de genes del NCBI (National Center for Biotechnology Information; www.ncbi.nih.gov).

## Resultados y Discusión

**Aislamiento del hongo.** Se obtuvieron 27 aislamientos de *Phaeocryptopus gaumannii* de *Pseudotsuga menziesii* var *glauca*, 26 aislamientos de México (Cuadro 1) y uno de los Estados Unidos de *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* (Oregon).

**Caracterización morfológica.** En follaje verde amarillento, verde violáceo y café claro a marrón estuvieron presentes pequeñas estructuras globosas de color negro, ordenadas en línea a lo largo del

envés de las acículas (Fig. 1a). El hongo se desarrolla a los tres a cuatro meses en la cámara subestomatica y emerge al exterior formando un pseudotecio sobre los estomas que impiden el intercambio de gases y la transpiración, provoca la disminución de la fotosíntesis (Stone *et al.* 2008b). Los pseudotecios son negros de (44-)65(-96)µm de diámetro (Fig. 1b) y en la base hay micelio de color café claro que se distribuye sobre la superficie del envés e interconecta con otros pseudotecios esto concuerda con Stone *et al.* (2008a) quienes observaron anastomosis sobre la superficie del envés del follaje. Ascas hialinas, ovoides a piriforme con 8 ascosporas (Fig. 1c). Ascosporas hialinas, bicelular de (9-)10.5(-12) x (3-)4(-5) con extremos obtusos en los ápices de la ascospora, y con una ligera contricción por un septo (Figura 1d). Además una de sus células es ligeramente más ancha y disminuye en tamaño hacia la base (Osorio 2007).

El hongo *Phaeocryptopus gaumannii* creció en PDA al 2% a una temperatura de 24 ±2 °C con luz blanca constante (Fig. 1e). La colonia fue de color verde olivo oscuro a gris claro con un halo verde olivo a los 30 días con 15 mm de diámetro y a los 60 días con un diámetro de 35 mm con la superficie corrugada y al reverso de la caja de color negro oscuro, sin llegar a formar estructuras reproductivas (sexual o asexual). Kirk *et al.* (2001) no reporta ningún anamorfo para *P. gaumannii*. Sin embargo, Stone y Carroll (1985) observaron células elongadas similares a fialides con conidios, estos emergiendo de los estomas y lo consideran un tipo de anamorfo para este hongo.

**Aislamiento del ADN, amplificación y secuenciación.** La banda de producto de PCR fue de 550 pb. La porción total de nucleótidos fue de 520 a 539 pb y correspondió a una secuencia completa de ambas regiones ITS1 e ITS2. Las dos direcciones secuenciadas por aislamiento tuvieron un 99 a 100% de homología con las secuencias reportadas en el banco de genes del NCBI y esto corrobora la identificación morfológica para considerar que los 27 aislamientos son la misma especie de *Phaeocryptopus gaumannii*.

Cuadro 1. Aislamientos de tizon suizo (*Phaeocryptopus gaumannii*) crecidos en medio de cultivo PDA y ubicación geográfica de los sitios de colecta en ocho estados de México.

CLAVE <sup>†</sup>	LOCALIDAD Y MUNICIPIO	ESTADO	°N/°W
ICHCC	Cerro Capellina, Ocampo	Chihuahua	25°14'02.83"/100°26'21.03'
2CHEO	Ejido Ojuelos, Balleza	Chihuahua	26°00'47.10"/106°13'04.10"
3CHEP	Ejido Pilares, Balleza	Chihuahua	26°16'08.85"/106°23'42.39'
4CHB	Basaseachi	Chihuahua	28°20'41.78"/107°59'54.52'
5CL	Los lirios, Arteaga	Coahuila	25°22'43.70"/100°30'54.20'
6CSR	San Rafael, Arteaga	Coahuila	25°21'35.50"/100°28'39.30'
7CSAA	San Antonio de las Alazanas	Coahuila	25°14'02.83"/100°26'21.03'
8DPP	Predio particular, Guanaceví	Durango	25°58'18.20"/106°07'18.20'
9DAC	Ejido Chiqueros, Guanaceví	Durango	26°12'42.20"/106°22'48.50'
10DCIC	Ejido Catedral, Guadalupe y Calvo	Durango	26°12'38.27"/106°33'25.49'
11DCV	Ejido Cienega de la Vaca, Guanaceví	Durango	25°58'44.60"/106°08'23.70'
12DC1C	Ejido Catedral, Guadalupe y Calvo	Durango	*
13DEC	Ejido Chiqueros, Guanaceví	Durango	*
14EMAB	Agua Bendita, Valle de Bravo	Estado de México	19°16'10.80"/99°56'32.68"
15EMLAJ	Antelma Jiménez, Amanalco	Estado de México	*
16EMLEZ	Edmundo Zarza, Amanalco	Estado de México	19°15'37.84"/99°56'14.92"
17NLP	El potosí, Galena	Nuevo León	24°53'38.30"/100°12'55.90"
18NLP	Cerro el Potosí, Galeana	Nuevo León	*
19NLP	La encantada	Nuevo León	23°54'02.30"/99°47'53.70"
20NLEZ	Ejido Zaragoza	Nuevo León	*
21NLEZ	Ejido Zaragoza	Nuevo León	*
23OLC1	Cumbre Ixtexepi	Oaxaca	*
24OC	La cumbre	Oaxaca	*
25OP	La peña	Oaxaca	*
26PCH	León Jorge Castaños, Chignahuapan	Puebla	19°43'50.78"/97°59'17.80"
27ORE	Oregon, USA	Estados Unidos	
30QRP	La pinguica	Querétaro	21°09'31.50"/99°41'28.14"

<sup>†</sup>Clave asignada para el manejo de los aislamientos del tizon suizo (*Phaeocryptopus gaumannii*) en el laboratorio en base al estado y localidad de colecta del material vegetal. \*Sin datos.

Todas las secuencias se alinearon en primer y segundo lugar con *P. gaumannii* con número de acceso EU700364 y AY826766 respectivamente. En tercer lugar se alineó con *Mycosphaerella crystallina* con número de acceso EU167579 con una identidad de 97% y en cuarto lugar con *Mycosphaerella heimii* con número de acceso EU301089. Kirk *et al.* (2001) ubicada a la especie en Venturiaceae con *Rhizosphaera* como anamorfo. En estudios recientes

con la comparación de secuencias de ADN con la aplicación de la región SSU, LSU e ITS ubican a *Phaeocryptopus gaumannii* en Mycosphaerellaceae: Capnodiales relacionadas muy cercanas a especies de *Mycosphaerella* y *Rasutoria*. *Phaeocryptopus nudus* lo ubican con Dothioraceae (Dothideales) con *Rhizosphaera* como anamorfo y anteriormente ubicado a *P. gaumannii* en la familia Venturiaceae (Winton *et al.*, 2007a).

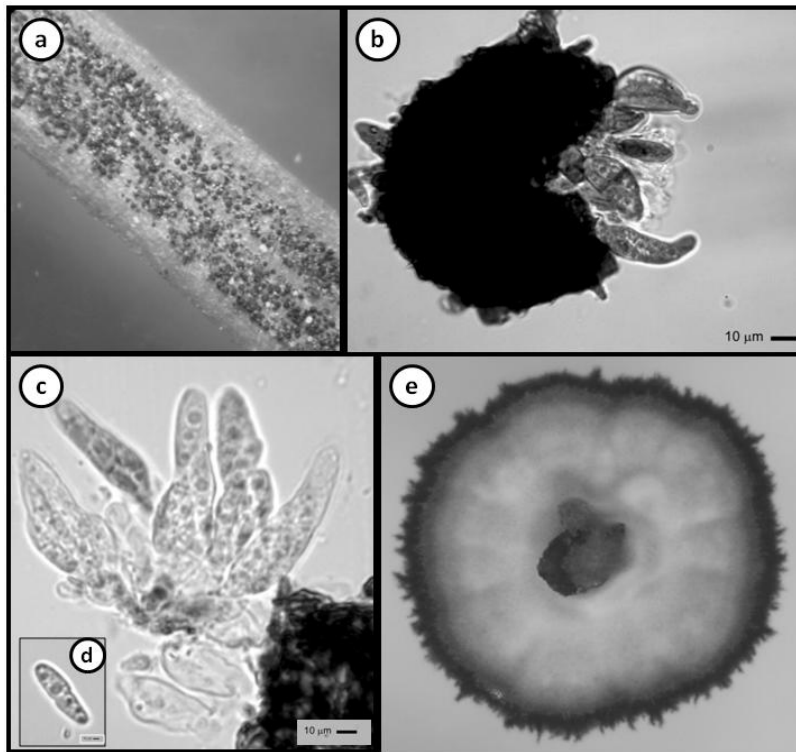


Figura 1. *Phaeocryptoptopus gaumannii* a) Pseudotecios creciendo en el envés de las acículas de *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*, b) Pseudotecios con ascas maduras, c) Ascas con ascosporas, d) Ascosporas septadas, e) Colonia de color negra, gris a verde olivo creciendo en medio de cultivo PDA a los 60 días bajo luz blanca constante.

Cada secuencia de nucleótidos será depositada en el GenBank para obtener su número de acceso. Para determinar la diversidad de poblaciones de *Phaeocryptoptopus gaumannii* en México se podría utilizar marcadores moleculares

como microsatelites que presentan un alto polimorfismo encontrado en sus loci, permitiendo analizar individuos o especies relacionadas que se han introducido al país por el movimiento de material vegetal (Winton *et al.*, 2007b).

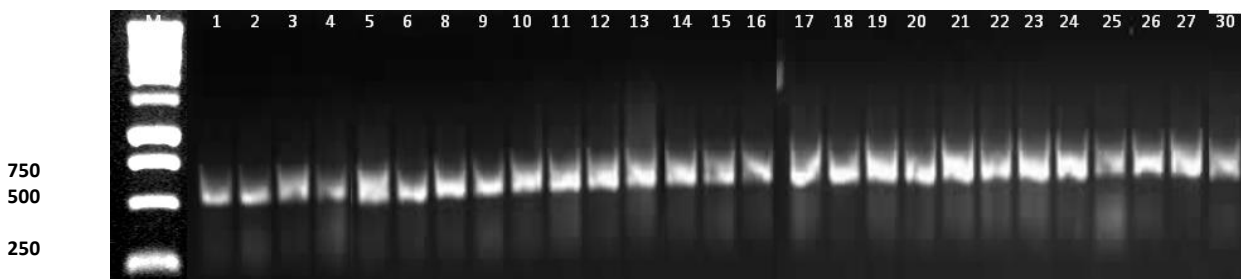


Figura 2: Electroforesis en gel de agarosa (1%) que muestra la banda de 550 pb del producto amplificado por PCR con los iniciadores ITS4 y ITS5 de los aislamientos de *Phaeocryptoptopus gaumannii*. M: 1Kb, 1:1CHCC, 2: 2CHEO, 3: 3CHEP, 4: 4CHB, 5: 5CL, 6: 6CSR, 8: 7CSAA, 8: 8DPP, 9: 9DAC, 10: 10DCIC, 11: 11DCV, 12: 12DC1C, 13: 13DEC, 14: 14EMAB, 15: 15EMLAJ, 16: 16EMLEZ, 17: 17NLP, 18: 18NLP, 19: 19NLP, 20: 20NLEZ, 21: 21NLEZ, 23: 23OLC1, 24: 24OC, 25: 25OP, 26: 26PCH, 27: 27ORE; 30: 30QRP.

## Conclusión

En base a las características morfológicas y molecular se concluye que el hongo causante de tizón suizo en *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* es *Phaeocryptoptopus gaumannii*

## Literatura Citada

Cibrián T. D., D. A. Rosales, S.E.G. Díaz, 2007. Enfermedades forestales en México/Forest diseases in Mexico. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest



- Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, J. C. David, and J.A. Stalpers. 2001. Dictionary of the fungi. Ninth Edition. CAB Bioscience. 655p.
- Osorio, M. O. 2007. Detección del hongo defoliador *Phaeocryptopus gaeumannii* en plantaciones de *Pseudotsuga menziesii* de Valdivia, Chile. Bosque 28: 69-74.
- Sambrook, J., D.W. Russell, 2001. Molecular Cloning. A Laboratory Manual, Third edition. 1:1.32-1.34. Cold Spring Harbour Laboratory Press, New York.
- SEMARNAT-CONAFOR. 2006. Plantaciones Forestales Comerciales: Árboles de navidad. [www.conafor.gob.mx/portal/index](http://www.conafor.gob.mx/portal/index).
- Stone, J. K., and G. Carroll. 1985. Observations of the development of ascocarps in *Phaeocryptopus gaeumannii* and on the possible existence of an anamorphic state. Sydowia, Annales Mycologici Ser. II. 38: 317-323.
- Stone, J. K., B. R. Capitano, and J. L. Kerrigan, 2008a. The histopathology of *Phaeocryptopus gaeumannii* on Douglas-fir needles. Mycologia 100: 431-444.
- Stone, J. K., L. B. Coop, and D. K. Manter. 2008b. Predicting effects of climate change on Swiss needle cast disease severity in Pacific Northwest forests. Canadian Journal Plant Pathology 30: 169-176.
- Winton, L. M., E.M. Hansen, and J. K. Stone. 2007a. The systematic position of *Phaeocryptopus gaeumannii*. Mycologia 98: 781-791.
- Winton, L. M., J. K. Stone, and E. M. Hansen. 2007b. Polimorphic microsatellite markers for the Douglas-fir pathogen *Phaeocryptopus gaeumannii* causal agent of Swiss Needle Cast disease. Molecular Ecology Notes 7: 1125-1128.

# DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE LIBERACIÓN DE ASCOSPORAS DE *Phaeocryptopus gaeumannii* (RHODE) PETRAK EN ARBOLES DE NAVIDAD

Gabriela Hernández-Acevedo, David Cibrián-Tovar, Víctor David Cibrián-Llenderal.

1División de Ciencias Forestales Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. C. P. 56230. Email: hgaby12@hotmail.com, dcibriam48@gmail.com, vicillan@yahoo.com.mx.

## Resumen

Se determinó el periodo de liberación de ascosporas del hongo *Phaeocryptopus gaeumannii* (Rhode) durante el año 2009 en la plantación de árboles de navidad del Conjunto Predial Chichicaxtla en el Estado de Puebla, este hongo es causante de la enfermedad conocida como tizón suizo que provoca la pérdida de acículas y afecta a los árboles de la especie *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (Mirb.). La liberación de ascosporas comienza a finales del mes de mayo y alcanza su máximo en el mes de junio, las últimas capturas se registraron en el mes septiembre.

**Palabras clave:** Tizón suizo, *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*, Plantaciones de árboles de navidad.

## Introducción

En nuestro país las plantaciones de árboles de navidad significan una buena alternativa tanto económica como ecológica y social (Cruz-Juárez, 2007), la especie *P. menziesii* var. *glauca* es el principal árbol de navidad que se produce en el país. *P. gaeumannii* es una de las enfermedades foliares más importantes en *P. menziesii*, ocasiona la pérdida de follaje y causa daños de tipo estético y reducción en el crecimiento de los árboles atacados, eliminando del mercado a los árboles severamente infestados. Esta enfermedad es común en bosque natural y en la mayoría de las plantaciones que cultivan a *P. menziesii* var. *glauca* en el país. Una de las características de este hongo es la formación de pseudotecios de color negro que se forman en los estomas, los pseudotecios iniciales se hacen evidentes emergiendo de las hojas desde septiembre hasta los primeros meses del año siguiente, después del invierno. Las acículas enfermas pueden producir pseudotecios de una a tres estaciones antes de caer (Cibrián 2007).

La infección por este hongo utiliza los productos de la fotosíntesis en las acículas hasta el punto de formar una clorosis y después producir una pérdida prematura del follaje (Hansen y Lewis 2003). La presencia de este patógeno obliga a realizar actividades de control (con productos formulados a base de clorotalonil) y aumenta los costos de producción, conocer el periodo de liberación de ascosporas permite calendarizar en tiempo las actividades de manejo y reducir los daños en los años subsecuentes.

## Materiales y Método

El estudio se realizó en el Conjunto Predial y Fracción del Rancho Chichicaxtla, perteneciente a los municipios de Aquixtla e Ixtacamaxtitlán del estado de Puebla. Para la determinación de la dispersión de ascosporas se utilizaron 22 “trampas para esporas fungales aéreas” en igual número de árboles; este tipo de trampa consistió en un portaobjetos cubierto en una de sus caras con vaselina; cada trampa se colocó entre el follaje inferior con la cara con vaselina hacia arriba y con exposición al norte, los 22 árboles en los que se colocaron estuvieron repartidos en ocho lotes dentro del predio. El primer lote está formado por las trampas de la 1 a la 7, el segundo de la 8 a la 9, el tercero de la 10 a la 11, el cuarto de la 12 a la 14, el quinto de la 15 y 16, el sexto de la 17 y 18, el séptimo de la 19 a la 20 y el octavo de la 21 a la 22. El periodo de muestreo fue del 07 de abril al 13 de octubre de 2009, cada 20 días se realizó el cambio de las trampas para su lectura. En laboratorio, con la ayuda de un microscopio compuesto y utilizando el objetivo de 40x, se realizó el conteo de ascosporas, eligiendo tres líneas verticales en cada una de las trampas para estimar el nivel de la población de ascosporas que cae en cada una de estas. La superficie de cada banda es de 130 mm<sup>2</sup>, por lo que

las tres líneas muestreadas suman un total de 390 mm<sup>2</sup>. La superficie con vaselina de cada portaobjetos fue de 1560 mm<sup>2</sup>.

Se sumó el número de ascosporas de las tres líneas y con este resultado, se calculó la media muestral para estimar la población total por trampa y con ello realizar las gráficas correspondientes y establecer el comportamiento de la liberación de ascosporas. También se midió la humedad relativa mediante una estación meteorológica.

## Resultados y Discusión

De acuerdo a los datos obtenidos la esporulación comienza a finales del mes de mayo y alcanza el máximo en el mes de julio, el termino de la etapa de liberación de ascosporas es en el mes de septiembre (Fig. 1), existen diferencias entre el número de esporas capturadas en las diferentes trampas, en algunas no se presenta un número significativo de captura de ascosporas debido a que el grado de infección es menor que en otros sitios (Fig. 1).

En el mes de mayo que es cuando inicia la liberación de ascosporas, la humedad relativa es de

70 a 75%, cifra que consideramos el umbral para que los pseudotecios se abran y liberen las ascosporas. El mayor número de ascosporas capturadas se registra cuando la humedad relativa es mayor del 90%, situación que se dio entre el 12 de junio y el 01 de julio, esta etapa se considera la de mayor poder infectivo por parte de las ascosporas ya que se diseminan con el viento y el agua y es el periodo crítico para realizar el control por medio de aplicaciones de productos formulados a base de clorotalonil con la finalidad de matar el mayor número de ascosporas. El proceso infectivo comienza cuando las ascosporas germinan y penetran los estomas, el micelio se desarrolla intercelularmente y no penetra en las células, por lo que la infección permanece latente y asintomática (Cibrián 2007).

La importancia de establecer el periodo de liberación de ascosporas es identificar los tiempos de control adecuados para el manejo de la enfermedad, ya que el fungicida utilizado no es efectivo si el pseudotecio se encuentra cerrado.

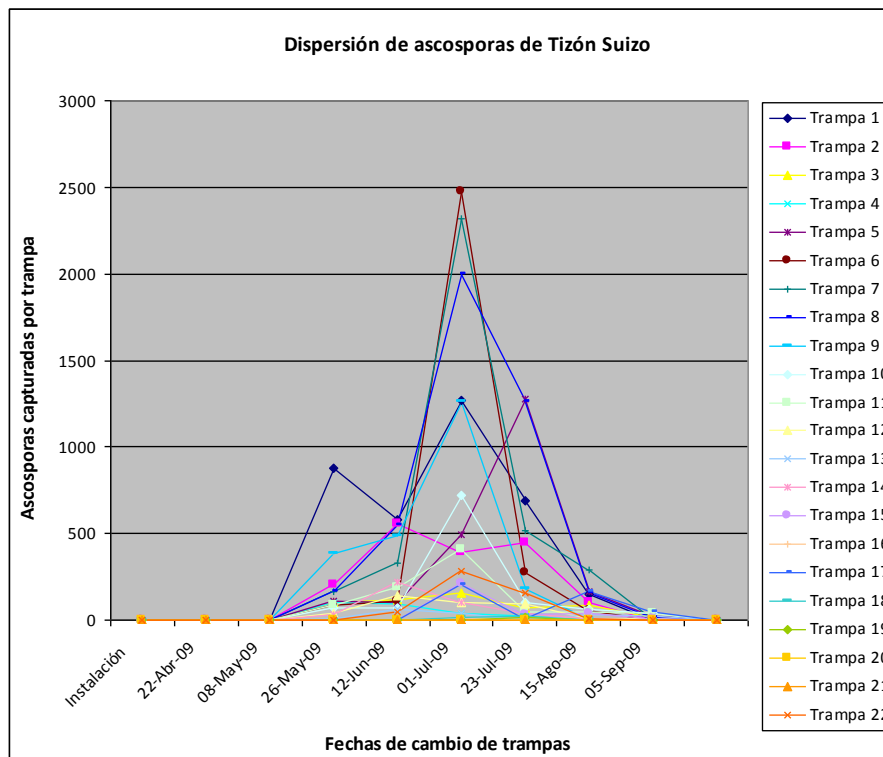


Figura 1. Dispersión de ascosporas de *P. gaeumannii* en plantaciones de *P. menziesii* del conjunto predial Chichicaxtla.

## Agradecimientos

Este estudio es parte del proyecto denominado "Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Predios Particulares de Fracción Rancho Chichicaxtla y Conjunto Predial Forestal"

## Literatura Citada

Cibrián, T., D. Alvarado R. y S. E. García D. (Eds.). 2007. Enfermedades Forestales En México/ Forest Diseases in México. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR- SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Cánada y Comisión Forestal de

América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México. 587 p.

Cruz, J. J. 2007. Etiología del Tizón suizo (*Phaeocryptopus gaeumannii*) en *Pseudotsuga macrolepis* Flous, como árbol de navidad. Tesis de Maestría DiCiFo. UCh. Chapingo, México. 106 p.

Hansen, E. M. y K, J. Lewis. 2003. Plagas y Enfermedades de Las Coníferas. The American Phytopathological Society. Ed. Mundi-Prensa. España. 10 p.

# PUDRICIÓN DE RAÍZ CAUSADA POR *Fusarium oxysporum* SCHLTDL EN CONÍFERAS.

Silvia Edith García-Díaz y David Cibrián-Tovar

Laboratorio de Parasitología Forestal. División de Ciencias Forestales (DICIFO). Universidad Autónoma Chapingo.

## Resumen

En este estudio se identificó morfológicamente al hongo causante de pudrición de raíz en varias especies de pino. En viveros de los estados de Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Veracruz y Zacatecas que producen las especies *Pinus greggii*, *P. devoniana*, *P. pseudostrobus*, *P. cembroides*, *P. patula*, *P. douglasiana*, *P. montezumae*, *P. tenuifolia*, *P. ayacahuite*, *P. engelmannii*, *P. maximartinezii*, se obtuvieron 32 aislamientos de *Fusarium oxysporum*. Las cepas de *F. oxysporum*, mostraron un desarrollo de la colonia del hongo de color púrpura a violáceo, clamidosporas presentes, microconidios en falsas cabezas y macroconidios en forma de hoz, lo cual son características distintivas para identificar al agente causal como *Fusarium oxysporum* Schltdl. Aunque hubo otras especies de *Fusarium* involucradas con plantas enfermas *F. oxysporum* fue el más común en los viveros inspeccionados.

**Palabras clave:** hongo, *Fusarium oxysporum*, *Pinus* spp.

## Introducción

El principal problema que se presenta en los viveros forestales donde se produce pinos, es el hongo pudridor de la raíz *Fusarium oxysporum* Schltdl que causa Damping-off preemergente y postemergente. Llega a causar la muerte hasta en un 40 % de toda la producción (García *et al*, 2007). Es un patógeno que puede ser transmitido por semilla, por agua de riego o en suelo infectado; llega a causar la muerte de planta en platabandas completas y se manifiesta desde la germinación de la semilla hasta cuando la planta tiene un desarrollo avanzado; causa la pudrición de la radícula y el endospermo (Cibrián, 2001). Los síntomas en la

plántula se manifiestan con un cambio de color de verde a amarillento, clorótico; con frecuencia, la base de las acículas presenta una coloración violácea (Fig. 1C) y el sistema radicular una coloración café, con raíces quebradizas (Fig. 1 A); las plantas afectadas tienen el tallo basal endurecido y solo el brote esta tierno, susceptible para que el patógeno penetre; el tejido interno infectado es de color café (García *et al*, 2007). En ocasiones la infección es tan severa que se produce micelio de color blanco en el tallo de la planta y bajo condiciones especiales se forman esporodoquios de color blanco a crema.

## Materiales y Método

**Colecta de material enfermo.** Se colectaron muestras de plantas enfermas recolectadas en viveros de los estados de Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Veracruz y Zacatecas. Las muestras fueron tomadas de las especies *Pinus greggii*, *P. devoniana*, *P. pseudostrobus*, *P. cembroides*, *P. patula*, *P. douglasiana*, *P. montezumae*, *P. tenuifolia*, *P. ayacahuite*, *P. engelmannii*, *P. maximartinezii*, se registraron en una bitácora, asignándoles un número consecutivo de muestra y anotando los siguientes datos: Vivero, Localidad, Especie vegetal, Fecha de colecta y síntomas. Durante la colecta del material enfermo de los diferentes viveros se registraron los síntomas evidentes de las plantas dañadas en campo y en el laboratorio.

**Aislamientos.** En las muestras que presentaron pudrición de raíz en las especies de coníferas, se procedió a cortar trozos de 0.5 cm del material vegetal enfermo y se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 1.5% (cloro), durante minuto y medio, posteriormente se lavó en agua destilada estéril para quitar residuos del cloro,

este procedimiento se hizo dos veces por un periodo de minuto y medio cada uno; al termino de este proceso se realizó el secado de las mismas en un papel filtro para quitar el exceso de humedad y una vez secos fueron metidos a siembra en medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA), todo este procedimiento se realizó en condiciones de asepsia total utilizando para ello un mechero de bunsen, una campana de flujo laminar y alcohol al 96%.

Se está en proceso de realizar las pruebas de patogenicidad en los diferentes hospedantes obtenidos, las cepas se mantienen en tubo con aceite mineral estéril para su preservación y se encuentran en el cepario del laboratorio de Patología Forestal de la División de Ciencias

Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Dichas cepas se reactivarán para realizar su identificación por caracterización molecular.

**Identificación del agente causal.** Para la identificación de *Fusarium oxysporum*. Se observó el tipo de crecimiento, aspecto del micelio, coloración de la colonia, formación de estructuras asexuales y formación de esporodoquios. Los montajes permanentes se hicieron con glicerina deshidratada y azul de metileno, se midieron 100 polifialides, 100 microconidios, 100 macroconidios, formación y medición de 100 clamidosporas, con el objetivo de 40X. La literatura utilizada para la identificación fueron las de Paul E. Nelson *et al.* (1983).

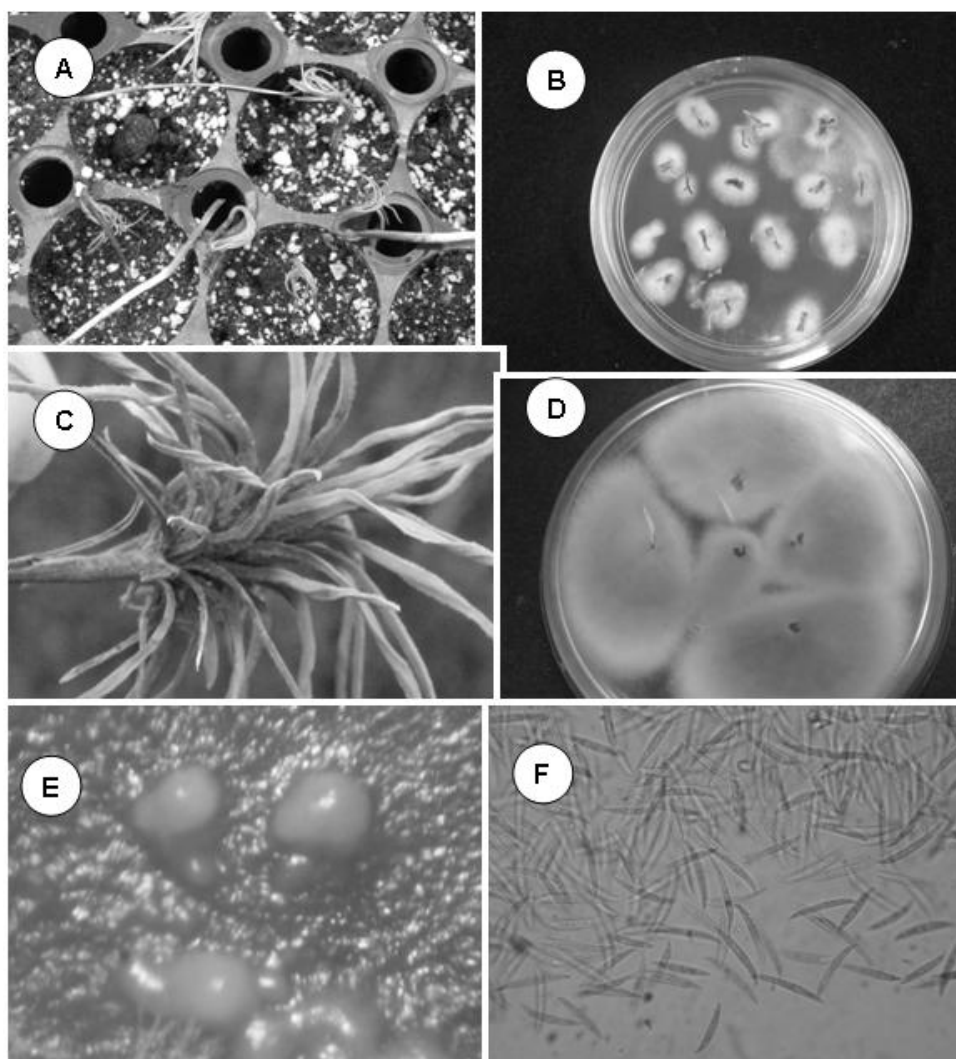


Figura 1: Pudrición de raíz por *Fusarium oxysporum* Schldt. A) Plántulas con pudrición de raíz con infección severa. B) Aislamiento de raíz (note las colonias desarrolladas uniformemente). C) Planta con acículas de color violáceo D) Cepa de color violáceo. E) Esporodoquios en medio de cultivo y F) Macroconidios.

## Resultados y Discusión

**Aislamiento del hongo.** Las colonias se obtuvieron a las 24 hrs en medio de cultivo de PDA y HMA, las colonias desarrolladas de los hongos se transfirieron a cajas petri con medio de cultivo PDA. Los hongos se desarrollaron en una semana y formaron en el micelio microconidios, macroconidios y abundantes clamidosporas. La formación de esporodoquios se dio en Agua Agar con hojas de clavel a las 3 semanas.

**Registro de síntomas.** Los síntomas van desde una coloración clorótica, verde oscuro, follaje con acículas de color violeta y la base del tallo constreñida.

Roldan 2008, cita que los síntomas de la enfermedad tiene una variación en coloración de las hojas desde un verde limón hasta un café oscuro, para el caso de *Pinus michoacana* y *P. pseudostrobus*. También señala la falta de germinación y pudrición en semilla a causa de *Fusarium oxysporum*.

**Identificación del agente causal.** Con ayuda de las claves de (Paul E. Nelson *et al.* 1983), las características morfológicas que presentaron son: el crecimiento de la colonia al inicio es de color blanco (Fig. 1 B), de aspecto algodonoso, posteriormente se torna de color púrpura a violáceo (Fig. 1 D).

Roldan 2008, encontró que la colonia en un principio es de color blanco y se torna a color violeta claro y finalmente toma la coloración púrpura violácea; pertenece a la sección Elegans, los microconidios son abundantes, de cero septas, ovales y se producen en falsas cabezas.

Miden (25-)20(-15) x (5-)4(-2) macroconidios abundantes (1 F), ligeramente en forma de hoz, de pared delgada y delicada, con una célula apical atenuada y la célula basal en forma de pie. Miden (35-)30(-20) x (5-)4(-3). Clamidosporas presentes y producidas solas o en pares, en los aislamientos ellas se forman rápidamente.

Estas características coinciden con las que reporta Don Juan, 2006. Presenta monofialides cortas, esporodoquios de color crema (Fig. 1E) con todas estas características las cepas se identificaron por morfología como *Fusarium oxysporum* Schltdl.

## Conclusión

En base a las características morfológicas se concluye que el hongo causante de la pudrición de raíz en coníferas principalmente en las especies de *Pinus greggii*, *P. devoniana*, *P. pseudostrobus*, *P. cembroides*, *P. patula*, *P. douglasiana*, *P. montezumae*, *P. tenuifolia*, *P. ayacahuite*, *P. engelmannii*, *P. maximartinezii* en los viveros forestales de la República Mexicana, es el hongo *Fusarium oxysporum* Schltdl. Se encontró presente en los estados de Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Veracruz y Zacatecas. Por ello podemos considerar que es un patógeno de gran importancia económica al presentar una alta mortandad y severidad en Damping-off preemergente, postemergente y en plántulas grandes.

## Reconocimientos

Este trabajo fue apoyado por la Comisión Nacional Forestal, en convenio con la Universidad Autónoma Chapingo.

## Literatura Citada

- Alva M. R. 2000. *Fusarium oxysporum* Schl. Como agente causal del estrangulamiento de tallo de *Pseudotsuga macrolepis* Flous y *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw. En plantas de vivero. Tesis Profesional para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 89 p.
- Cibrián T. D. 2001. Manual para la identificación de plagas y enfermedades forestales en el estado de Jalisco. FIPRODEFO. Publicación especial 140 p.
- Cibrián T. D. *et al.* 2008. Diagnóstico Nacional de los Viveros Forestales y de la Condición Fitosanitaria y Calidad de Planta.
- Don Juan M.B. 2006. Efectividad de *Trichoderma* spp. Contra hongos causantes de Damping-off en viveros forestales. Tesis de Maestro en Ciencias, en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias

- Forestales. Chapingo, México. 67 p.
- García D. S. E. Damping-off y Pudrición de raíz por Fusarium/Damping-off and root rot by Fusarium. *Fusarium oxysporum* Schldl. (Moniliales, Moniliaceae) 502-505 p. In: Cibrián T. D., D. Alvarado R. y S.E. García D. (Eds.). 2007. Enfermedades forestales en México/ Forest diseases in Mexico. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- Paul E. Nelson, T.A. Toussoun and W.F.O. Marasas. 1983. *Fusarium species an illustrated Manual for identification*. The Pennsylvania State University Park and London. 193 p.
- Roldan C. Ma. A. 2008. Control biológico de *Fusarium oxysporum* en dos especies de pino. Tesis de Maestro en Ciencias, en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 115 p.



# DIAGNOSTICO SOBRE PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN LOS VIVEROS FORESTALES DE MEXICO

Salvador Alejandro Ayala-Ortega, David Cabrían Tovar, Bonifacio Don Juan Macias

División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. CP 56230. E-mail: alex\_001\_03@hotmail.com<sup>1</sup>, dcibrian48@gmail.com<sup>2</sup>, bonidonjuan@hotmail.com<sup>3</sup>.

## Resumen

En el presente trabajo se realizó un diagnóstico sobre plaguicidas utilizados en 155 Viveros Forestales de México, esto con el objetivo de determinar el grado de conocimiento en el uso y manejo de estos productos. Para esto se realizaron preguntas a los viveristas sobre los siguientes temas: equipos de aplicación utilizados, calibración, equipos de protección, almacén para resguardo de agroquímicos y manejo de residuos caducados.

Se generó una tabla con las principales características de los productos usados y almacenados en cada uno de los viveros visitados, estas características incluyen nombre comercial del producto, ingrediente activo, grupo químico, tipo de producto, formulación, grado toxicológico, modo de acción, volumen total del producto y número de viveros en los que se encuentra.

Por último, se propone un “maletín básico” para el viverista con plaguicidas que tengan el menor impacto ecológico posible, este maletín incluye insecticidas y fungicidas que previenen o controlan las principales plagas y enfermedades que comúnmente atacan a las plantas producidas en los Viveros Forestales del país.

## Introducción

Las plagas ocasionan pérdidas que oscilan entre el 30 y 50% en la producción potencial, alcanzando algunas veces el 100%. Por ello, diversas estrategias y varios métodos se emplean para controlar las plagas.

Las tácticas de control son varias y se pueden organizar de acuerdo a su naturaleza; principalmente se identifican tácticas basadas en: control químico, control biológico y control cultural.

El presente trabajo se enfoca al control químico el cual se refiere al uso de plaguicidas, los cuales se pueden definir como cualquier sustancia o

mezclas de sustancias de origen natural o sintético, que se destina a prevenir, controlar o destruir cualquier plaga que interfiera con la producción agropecuaria y forestal. Entre ellos, se encuentran los insecticidas, fungicidas, herbicidas, rodenticidas, nematocidas, bactericidas, viricidas y molusquicidas.

El problema de la contaminación por plaguicidas es cada vez más grave tanto por la cantidad y diversidad como por la resistencia a ellos que adquieren algunas especies, lo que ocasiona que se requiera cada vez mayor cantidad del plaguicida para obtener el efecto deseado en las plagas. Sin embargo, la flora y fauna nativa es afectada cada vez más, destruyendo la diversidad natural de las regiones en que se usan. Además pueden ser consumidos por el hombre a través de plantas y animales que consume como alimento. En la actualidad se sugiere utilizar productos de baja persistencia en el ambiente, con mínima toxicidad a vertebrados y otros organismos no objetivo, con alta especificidad hacia la plaga y de mínimo impacto a enemigos naturales

## Materiales y Método

Para la inspección a los viveros forestales se formaron tres brigadas de trabajo con cuatro integrantes cada una.

El primer paso en la ejecución de este proyecto fue la revisión y planeación de las rutas a seguir para la optimización de tiempos y movimientos, así como minimización de costos, esto en base a una lista de viveros que fue proporcionada por la Comisión Nacional Forestal.

Una vez seleccionadas y distribuidas las rutas se realizó la visita a los viveros forestales en donde se aplicó una encuesta fitosanitaria con la cual se pretende saber los principales problemas y métodos de control de plagas y enfermedades.

Las encuestas tuvieron preguntas con la finalidad de demostrar el grado de conocimiento que tienen los viveristas para el uso y manejo de los plaguicidas, las cuales son las siguientes:

- Equipo de aplicación de plaguicidas con la que cuenta el vivero
- ¿Calibra frecuentemente el equipo de aplicación?
- ¿Cuenta con equipo de protección para la aplicación de plaguicidas?
- ¿Cuenta con almacén para el resguardo de plaguicidas?
- ¿Cuenta con productos vencidos?
- ¿Sabe qué hacer con los productos vencidos o caducados?

Asimismo en la encuesta se obtuvo información sobre el producto que se aplica para el control y combate de plagas y enfermedades por fase de desarrollo de la producción (sustrato, semilla, planta en desarrollo, vegetación colindante, control de maleza en el área del vivero.)

De igual forma se realizó una revisión visual de plaguicidas almacenados en los viveros, de la cual se obtuvo información relacionada con el nombre comercial del producto, ingrediente activo, formulación, fecha de fabricación y caducidad, organismo que controla, grado de toxicidad y cantidad almacenada (anexo 4).

Se visitaron 155 viveros en los que se aplicó la misma metodología, con esto se concluyó la fase de campo. En gabinete toda la información obtenida de las encuestas fue analizada, con el propósito de determinar el grado de conocimiento en el uso y manejo de plaguicidas por parte de los técnicos responsables de los viveros.

Se generó una serie de tablas de los plaguicidas que se emplean en los viveros forestales por etapa de desarrollo con el organismo que controla. Posteriormente se realizó una tabla con todos los plaguicidas encontrados en los viveros forestales visitados en donde se muestran los productos que se utilizan y los que se tienen almacenados. Esta tabla incluye las siguientes características: Nombre comercial del producto, ingrediente activo, grupo químico, grupo de origen, tipo de producto, formulación, grado toxicológico,

modo de acción, volumen del producto, número de viveros en los que se encuentra el producto. Con la información obtenida se elaboraron graficas con la finalidad de ilustrar la información arrojada en base a las características principales de los plaguicidas

Por último se propuso un “maletín básico” como recomendación para el viverista con productos que tengan el menor impacto ecológico posible y efectivos en el control y prevención de plagas y enfermedades.

## Resultados y Discusión

El uso de plaguicidas en los viveros forestales es indispensable para el éxito en la producción, es por ello, que resulta interesante conocer el manejo que se les da a estos productos dentro del vivero ya que estamos hablando de productos tóxicos que pueden llegar a dañar la salud de los humanos y del medio ambiente en general.

Durante la revisión de los viveros forestales encontramos que los equipos para la aplicación de plaguicidas varían de acuerdo al grado de tecnificación del vivero, podemos encontrar desde equipos de aplicación manual como lo son las aspersoras manuales, aspersoras motorizadas hasta robots de riego. La aspersora manual fue el equipo de aplicación de plaguicidas que más frecuentemente se encontró, siendo utilizada en el 75% de los viveros. Otro aspecto de gran relevancia en los equipos de aplicación es la calibración ya que de esto depende la cantidad de producto aplicado y por consecuencia la eficacia de las aplicaciones. En la mayoría de los viveros se calibra frecuentemente el equipo de aplicación de plaguicidas, en el caso de las mochilas de aspersión, por lo regular se calibran en cada aplicación, sin embargo, el hecho que se calibren con frecuencia no es garantía de una buena calibración, ya que en muchas ocasiones, el trabajador encargado de esta labor no tiene los conocimientos adecuados, debido a que carece de capacitación.

La mayoría de los viveros forestales visitados cuentan con equipo de protección como son botas, overol, guantes, mascarilla, etc., aunque, en algunos viveros no se utiliza debido a que los trabajadores no están familiarizados con estos materiales y

prefieren hacerlo sin equipo de protección o con equipo incompleto a pesar de tenerlo.

Los plaguicidas deben ser almacenados en cuartos bien ventilados, clósets con candado, o cuartos que puedan ser mantenidos a temperaturas de entre 4 a 32°C (39 a 90°F). La puerta debe ser claramente marcada con una señal indicando que la habitación contiene plaguicidas peligrosos, y es una buena idea mantener una lista actualizada del contenido también (Nelson, 1978). Un extinguidor de fuego y un teléfono con una lista de números telefónicos de emergencia, debe estar fácilmente disponible (CONAFOR 2003).

En este recorrido por los viveros forestales de México observamos que son pocos los viveros que no cuentan con un área que sirva como almacén, no obstante en muchos de los viveros que tienen almacenes no se siguen las medidas necesarias para mantener un orden y un buen almacenaje de los productos. Es muy común observar almacenes en malas condiciones, sin restricción de acceso, con grandes cantidades de productos caducados, envases con etiqueta muy dañada o sin etiqueta y envases que no están debidamente cerrados, sin duda alguna, esto nos demuestra la necesidad por capacitar al personal en este aspecto.

En cuestión de los productos vencidos, poco menos de la tercera parte de los viveros poseen plaguicidas que ya pasan de su fecha de caducidad, en algunos casos son productos tan pasados que no se puede observar su etiqueta, además algunos se encuentran en grandes cantidades. Durante este diagnóstico hemos identificado que el manejo de los productos caducados es uno de los temas que con más frecuencia se desconoce, ya que la mayoría de los viveristas desconocen la metodología que se debe realizar para el manejo de estos residuos. Cabe mencionar que en muchos de los viveros que respondieron que sí saben qué hacer con los productos caducados el procedimiento que utilizan no es el adecuado.

En general se contabilizaron 311 plaguicidas y 115 ingredientes activos distintos utilizados y almacenados en los viveros forestales. Con base en esto se realizó una clasificación en base a sus

principales características. El 86% de los viveristas emplean productos químicos para el control de plagas y enfermedades, sin embargo, en los últimos años los productos biológicos han tomado un auge importante, esto gracias a que se ha demostrado que son muy efectivos y tienen un impacto menor en el medio ambiente. El 59% de los plaguicidas encontrados en los viveros forestales de México son formulaciones líquidas donde sobresalen los productos elaborados como concentrados emulsionables, seguidos de las formulaciones sólidas con el 40% donde destacan los polvos humectables.

La mayoría de los productos encontrados son para el control y el combate de insectos con un 44%, seguido de hongos con 35% y malas hierbas con 14%. Los grados toxicológicos van desde el nivel 4 que es ligeramente tóxico, 3 moderadamente tóxico, 2 altamente tóxico y 1 extremadamente tóxico. Actualmente los productos químicos utilizados para el control y el combate de plagas y enfermedades en los viveros forestales del país son ligeramente tóxicos en un 63%, esto para reducir el impacto al medio ambiente, sin embargo, hoy en día se siguen utilizando algunos productos muy tóxicos que pueden perjudicar al personal que labora en el vivero si no se toman las precauciones necesarias, además del impacto ecológico negativo que provocan.

Una gran cantidad de productos almacenados en los viveros no son utilizados en las actividades de control y combate de plagas y enfermedades, muchos de los viveristas desconocen su uso y modo de aplicación, son productos que llevan años guardados y no se tiene el conocimiento de que hacer con ellos, lo cual representa un peligro para el personal que labora en el vivero como al medio ambiente. Se registraron 4114 Kg. de residuos sólidos y 4259 litros de residuos líquidos almacenados en los viveros forestales visitados. Además es significativo el porcentaje de productos caducados en los viveros forestales del país representando un 27.3%, en algunos casos estos productos se siguen aplicando pero en dosis mayores. El 25.4% del total de productos no se pudo verificar su fecha de caducidad debido a que la

etiqueta del plaguicida no estaba en buenas condiciones y era imposible su lectura o no se tuvo acceso al almacén.

En relación a los productos biológicos y químicos básicos con los que deben contar los viveros forestales serán aquellos que cumplan con las siguientes funciones; protectores (semillas), preventivos y curativos a continuación se sugieren algunos productos que cumplen con alguna de las funciones antes mencionadas. Es de hacer énfasis que la decisión sobre el o los productos a utilizar, dosis y medidas de seguridad que debe seguir deberán estar supervisadas por un profesional especializado.

Los insecticidas recomendados son: Carbaril para control de chapulines; Deltametrina y *Bacillus thuringiensis* para control de gusanos cortadores; Permetrina y *Bacillus thuringiensis* para el control de gusanos defoliadores; Clorpirifos-etil y *Bacillus thuringiensis* para controlar gusanos telarañeros y enrolladores; Imidacloprid y Abamectina para el control de gusanos minadores; Permetrina, Aceite parafínico de petróleo y Pimetrozina para el control de chupadores de savia; Pyriproxifen, Azadiractina y *Metarrizium anisopliae* para el control de la mosquita blanca; Naled y Sulfuramida para controlar hormigas; Bifentrina, Abamectina y Spiromesifen para el control de araña roja; *Beauveria Bassiana*, *Metarrizium anisopliae* y Tebupirimfos para el control de gallina ciega.

Los fungicidas recomendados son: Thiram, Tolclofos-metil, Azoxistrobin, Iprodiona, Captan, *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* para el control de *Fusarium* sp, *Rhizoctonia* sp, *Pythium* sp, *Phytophthora* sp; *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, Fosetil-al, Propamocarb para el control de Damping off (*Fusarium* sp, *Pythium* sp, *Phytophthora* sp); Propiconazol y Azoxistrobin para controlar cenicilla; Anilazina y Triforine para el control de *Alternaria*; Ciprodinil+Fudioxonil y *Bacillus subtilis* para el control de *Botrytis cinnerea*; Folpet y Zineb para el control de *Cercospora*; Tiofanato metilico y Procloraz para el control de *Septoria*; Triforine y Captafol para el control de *Colletotrichum*.

## Conclusiones

El grado de conocimiento en el uso y manejo de plaguicidas es bajo ya que de acuerdo a las encuestas realizadas nos demuestra evidentemente el poco grado de noción en cuestiones de plaguicidas. En muchos de los viveros no se aplica de manera exacta la cantidad recomendada a aplicar de cada producto por lo que las dosis son al tanteo. Existe una gran cantidad de plaguicidas que se encuentran almacenados y no tienen ningún uso, muchos de estos productos han rebasado su fecha de caducidad y no se tiene el conocimiento por parte de los encargados de los viveros forestales y en muchas ocasiones de las autoridades de cada zona sobre el manejo de estos residuos.

De acuerdo a los plaguicidas utilizados el 86% de los viveros utilizan productos químicos para el control de plagas y enfermedades y el 14% restante utiliza productos biológicos. Este último porcentaje ha ido en aumento en los últimos años debido a la creciente preocupación de la protección al medio ambiente.

La mayoría de los plaguicidas encontrados en los viveros son de grado toxicológico bajo, sin embargo, se manejan algunos productos con un grado toxicológico muy alto sin tomar medidas preventivas ni de protección. Del maletín básico con el que deben de contar los Viveros Forestales del país se propusieron aquellos que tuvieran un grado toxicológico bajo tanto para humanos como para aves y peces.

## Agradecimientos

A la Comisión Nacional Forestal, por el apoyo brindado en la realización de este trabajo, así como a las gerencias regionales y estatales de esta misma institución por las facilidades y atenciones.

## Literatura Citada

Comisión Nacional Forestal. 2003. Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. Volumen 5. Capítulo 1. [http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Manual\\_ViverosVol5/Capitulo\\_1.pdf](http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Manual_ViverosVol5/Capitulo_1.pdf)

**TRABAJOS**

**PRESENTADOS EN**

**CARTEL**

# AFIDOFAUNA DE LAS PLANTAS SILVESTRES DE CAHUACAN, NICOLAS ROMERO, EDO. DE MEXICO (HEMIPTERA: APHIDOIDEA).

Marina Jossabeth Hernández-Cruz, Ana Lilia Muñoz-Viveros.

Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Av. De los Barrios No. 1. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla. C. P. 54090, Estado de México. Méx., ranmarina@hotmail.com, munozal@servidor.unam.mx

## Resumen

Los áfidos son insectos fitófagos que causan daños directos e indirectos a las plantas, han sido poco abordados en el ámbito forestal y los ecosistemas naturales; el presente trabajo tuvo como objetivos contribuir al conocimiento de las especies de áfidos asociadas a plantas silvestres, sus ciclos de vida y principales enemigos naturales. En una localidad de Bosque de Pino-encino, en Cahuacán, Nicolás Romero Edo. de México, de septiembre del 2007 a septiembre del 2008 se realizaron colectas directas sobre plantas silvestres, e indirectas, mediante trampas amarillas tipo Moerick y la extracción de áfidos mediante embudo de Berlesse; así como el registro de sus formas biológicas sus principales enemigos naturales. El material fue preservado y montado (preparaciones permanentes) e identificado en el laboratorio. De un total de 150 muestras, se identificaron 31 especies, y subespecies, correspondientes a 2 familias, 6 subfamilias y 25 géneros, siendo la Subfamilia Aphidinae la mejor representada con 15 géneros. Mediante colecta directa el género *Quercus* presentó el mayor número de especies monófagas. Entre los enemigos naturales se registraron especies correspondientes a las Familias Coccinellidae (Coleoptera); Syrphidae y *Chamaemyiidae* (Diptera) y avispa parasitoides de la Familia Aphidiidae (Hymenoptera). Se obtuvieron nuevos registros de hospederas en México.

**Palabras clave:** afidofauna, enemigos naturales, Cahuacán.

## Introducción

México se ubica en el lugar número 12 en cuanto a superficie forestal mundial, de los cuales se estima que el país cuenta con 33.5 millones de

hectáreas de bosques (FAO, 2005). Tiene primer lugar en diversidad de especies de los géneros *Pinus* y *Quercus* (Granados, 2004). Sin embargo, estos ecosistemas tienen entre sus problemas principales aquellos causados por plagas que afectan y amenazan severamente su existencia. Entre estos se señalan a los áfidos que constituyen un grupo muy extenso de insectos del orden Hemiptera, cuya importancia económica deriva de sus capacidades para causar daños. Están distribuidos principalmente en zonas templadas, a nivel mundial se reconocen unas 4500-5000 especies (Blackman & Eastop, 1994; Remaudière & Remaudière, 1997). Algunas especies hospedan una sola especie (monófagas), y otras lo hacen sobre un gran número de ellas (polífagas) (Peña-Martínez, 1999). Se han realizado algunos estudios en México de gran utilidad en el ámbito forestal y agrícola. Entre los estudios se mencionan Domínguez *et al.*, (2001) señalaron 11 nuevos registros en el Valle de Iguala Guerrero, determinaron que las especies que presentaron mayor época de vuelo son de importancia agrícola y a Peña Martínez *et al.*, (2002) quienes realizaron el estudio taxonómico de la afidofauna en Valle del Yaqui, Sonora, México, encontrando 26 especies, de las cuales se presentan ocho nuevos registros para el estado. El conocimiento taxonómico y bioecológico de los áfidos existente en una localidad o región particular tiene gran relevancia; por una parte contribuye al conocimiento de la diversidad del grupo taxonómico; por otra, desde el punto de vista práctico es de utilidad para la implementación óptima de un manejo integrado de plagas; de ésta manera se pueden conocer las hospederas obligadas o alternantes en la vegetación silvestre importantes en su ciclo biológico, así como un conocimiento de los posibles enemigos naturales

que regulan sus poblaciones y que tengan la potencialidad de ser utilizados como agentes de control biológico.

El objetivo de este trabajo fue contribuir al conocimiento taxonómico y biológico de los áfidos asociados a las plantas silvestres en Cahuacán, Nicolás Romero, Edo. México así como de sus enemigos naturales. La localidad se ubica en la porción Noroeste del Estado de México, en el Municipio de Nicolás Romero, Edo. de México; en las inmediaciones de las coordenadas 19°38'48" Latitud Norte y 99°24'38.9" Longitud Oeste, a una altitud que oscila entre los 2500-2900 m. Pertenece a la subprovincia de los Lagos Volcanes de Anáhuac (S.P.P., 1981). El clima dominante, según García (1988) es el de tipo C (w<sup>2</sup>) (w) b (i) g, corresponde a un clima templado subhúmedo, con régimen de lluvias en verano; la precipitación media anual es mayor de 800 mm, siendo el mes más lluvioso el de julio con valores entre 150 y 160 mm, y el mes de menos lluvia corresponde a marzo con menos de 5mm. La temperatura media anual varía entre 18 y 20 ° C, siendo el mes más caliente mayo, con temperaturas de 15 a 20°C, y el mes más frío enero, con temperaturas que van de 5 a 10°C.

## Materiales y Método

El trabajo se llevó a cabo durante septiembre del 2007 a agosto del 2008. En dos fases:

**Trabajo de campo: Colecta directa.** -Se estableció un transecto de aproximadamente 1000m en una zona de bosque de Pino-Encino; se realizaron colectas mensuales; la selección de las plantas hospederas para la búsqueda de los áfidos y sus enemigos naturales, fue con base en la detección preliminar de algunos síntomas y signos relacionados con la presencia de pulgones. Se colectaron en campo colonias de pulgones vivos y sus enemigos naturales; en laboratorio, se transfirieron en cámaras de cría con una porción o fragmento de la planta hospedera para la obtención de las formas adultas, anotando los datos de colecta y observaciones particulares (Peña-Martínez, 1992).

**Colecta indirecta:** Se colocaron dos trampas amarillas de agua tipo Moericke modificadas, que

contienen agua y una solución de jabón líquido, distribuidas en sitios despejados de la zona de estudio durante el ciclo anual, con el propósito de incrementar los registros de pulgones, en particular de las formas biológicas sexuadas (Peña-Martínez, *op cit*). Para la colecta de áfidos de musgo se realizó su extracción mediante embudo de Berlesse (Muñoz, 1985). El material vegetal se herborizó de acuerdo con lo propuesto por Lot y Chiang (1986) para su posterior determinación taxonómica. Por otro lado se efectuaron observaciones periódicas a las plantas hospederas registradas, para identificar cambios fenológicos a lo largo de un ciclo anual y su relación con la presencia de las diferentes formas biológicas de los áfidos.

**Trabajo de laboratorio:** Se revisaron cada una de las muestras colectadas, realizando una ficha diagnóstica con las principales características de los áfidos en vivo, su morfología general, y la existencia de enemigos naturales (parasitoides, depredadores y patógenos). Los áfidos, sus depredadores y parasitoides se mantuvieron en cámaras (cajas) de cría en condiciones de laboratorio hasta la obtención de formas adultas; mantenidos con una porción de planta. Cada dos a tres días se efectuaron, revisiones sobre las condiciones y de los especímenes en estudio. Se realizó el montaje en seco para algunos enemigos naturales; los áfidos fueron preservados en alcohol al 70%; se montaron en laminilla de vidrio de acuerdo con la técnica (Remaudière, 1992). La determinación taxonómica de los áfidos y sus enemigos naturales se realizó mediante la utilización de claves analíticas: Quednau, (1999,2003); Remaudière (1985); Blackman y Eastop (1994, 2006); Holman (1974); Remaudière y Stary (1988) y la revisión de algunas descripciones específicas. La organización de resultados se efectuó mediante un listado de los áfidos registrados de acuerdo con la clasificación, propuesta por Nieto y Mier, (1997) y *Remaudière y Remaudière*, (1997). Se elaboraron esquemas de los ciclos biológicos generalizados describiendo sus diferentes formas de vida, sus hospederas y los enemigos naturales registrados. Finalmente se

realizaron e indicaron tablas de frecuencia de las especies de áfidos registrados.

## Resultados y Discusión

De las 31 especies identificadas en este estudio 19 han sido asociadas a plantas silvestres

propias de la zona de estudio, las registradas en trampas amarillas son en su mayoría referidas en cultivos o malezas, por lo que su presencia es de esperarse en este estudio.

Cuadro 1. Especies registradas por colecta directa sobre hospederas

HOSPEDERA	ESPECIE
<i>Stevia serrata</i> Cav.	<i>Aphis solitaria</i> Mc Vicar Baker <i>Hyperomyzus niger</i> (Mc Vicar Baker)
<i>Crataegus pubescens</i> H.B.K. Steud	<i>Utamphorophora crataegi</i> (Monell) <i>Muscaphis mexicana</i> Remaud & Muñoz-Viveros.
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	<i>Aphis solitaria</i>
<i>Eupatorium deltoides</i> Braun	<i>Aphis solitaria</i> <i>Uroleucon</i> sp.
<i>Musgo</i>	<i>Muscaphis mexicana</i>
<i>Rosa</i> sp.	<i>Myzaphis rosarum</i> (Kaltenbach)
<i>Quercus crassipes</i> Humb & Bonpl	<i>Phylloxera stellata</i> Duncan
<i>Prunus capuli</i> Cav.	<i>Macrosiphum</i> sp.
<i>Quercus obtusata</i> Humb & Bonpl	<i>Mexicallis (Mexicallis) analiliae</i> Remaudière <i>Mexicallis (M.) analiliae</i> subsp. <i>caulifer</i> . Quednau & Remaud. <i>Mexicallis (Anacallis) areolatus</i> Remaudière <i>Mexicallis (A.) brevituberculatus</i> Quednau & Remaud. <i>Myzocallis</i> sp. <i>Tuberculatus (Toltecallis) mexicanus</i> Remaud. & Quednau <i>Tuberculatus (Toltecallis) spiculatus</i> Richards
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	<i>Wahlgreniella nervata</i> Guillette
<i>Quercus laurina</i> Humb & Bonpl	<i>Stegophyla quercifoliae</i> Guillette <i>Phylloxera stellata</i>
<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham	<i>Essigella californica</i> Essig <i>Cinara</i> sp.

Mediante colecta directa el género *Quercus* presentó el mayor número de especies monófagas. Se realizó una tabla de frecuencia, señalando a *A. solitaria* como una especie registrada en todos los meses de estudio. Entre los enemigos naturales se registraron depredadores correspondientes a la Familia Coccinellidae (Coleoptera), que se alimenta de *U. crataegi*, Syrphidae, de *A. solitaria*, *Chamaemyiidae* (Diptera) de *M. (M.) analiliae* y *Ph. Stellata*; así como avispitas parasitoides de Aphidiidae (Hymenoptera) parasitando a *A. solitaria*. Por trampas amarillas se obtuvieron 15 registros de

áfidos: *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Therioaphis trifolii* (Monell), *Brachycaudus rumexicolens* (Patch), *Tetraneura nigriabdominalis* (Sasaki), *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach), *Hahurstia atriplicis* (Linnaeus), *Acyrtosiphon pisum* (Harris), *Rhopalosiphum rufiabdominale* (Sasaki), *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus), *Greenidea ficicola* Takahashi, *Capitophorus* sp. y *W. nervata* son especies muy comunes a cultivos diversos y/o malezas, y, *A. solitaria* e *H. niger* también fueron registrados en hospederas silvestres.



## Conclusiones

De un total de 150 muestras, se identificaron 31 especies, y/o subespecies, correspondientes a 2 familias, seis subfamilias y 25 géneros, siendo la Subfamilia Aphidinae mejor representada con 15 géneros. Es importante señalar que de las 13 hospederas mediante colecta directa el género *Quercus* registro el mayor número de especies en donde la mayoría de los áfidos son monófagos. Entre los enemigos naturales se registraron especies correspondientes a la Familia Coccinellidae (Coleoptera); Syrphidae y *Chamaemyiidae* (Diptera) y avispas parasitoides de la Familia Aphidiidae (Hymenoptera). Se obtuvieron nuevos registros de hospederas en México, y se contribuyo con el conocimiento de los ciclos biológicos de las especies de áfidos.

## Literatura citada

- Blackman.R.L, y Eastop, V.F. 1994. Aphids on the world's trees. An identification and information guide. The natural History Museum. CAB International. Cambridge.897 pp.
- Blackman.R.L, y Eastop, V.F. 2006.Aphids on the world's herbaceous. Plants and Shrubs. Host list and keys. The natural History Museum. Wiley. Vol. 1 1025 pp.
- Domínguez-Silva., M. *et al.* 2001. Afidos (Hemiptera: Aphididae) de Iguala Guerrero, México. Entomología mexicana. Editores (Alberto Morales Moreno, Marcela Ibarra González, Andrea del Pilar Rivera González, Sergio Stanford Camargo). Vol. 3. 784 pp
- García, E.R., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Adaptación a las condiciones de la República Mexicana. 4ª. ed. Instituto de Geografía. Universidad Nal. Autónoma de México.246pp.
- FAO (2005), Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales, Roma, FAO
- Granados, S. D., López, G. F., Hernández, M. A., Sánchez, A. 2004. Ecología de la Fauna Silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco. Revista Chapingo. Serie Ciencias del Ambiente. Vol.10, número 002. Chapingo, México.
- Holman, 1974. Los áfidos de Cuba. Instituto Cubano del Libro, La habana, Academia. 304 pp.
- INEGI. 1998. Carta topográfica Villa del Carbón escala 1:50:000. E14 A28
- Lot, A. y F. Chiang C. (Comp.) 1986. Manual de herbario. Consejo Nal. de la flora de México, A.C. México.D.F.142 pp.
- Muñoz, V.A.L. 1985. Estudio sobre los áfidos (Homóptera: Aphididae) asociados al tejocote silvestre (*Crataegus pubescens*) (H.B.K) Steud) en la zona norte de la Sierra Nevada Puebla. Tesis de licenciatura. Biólogo. ENEPI. UNAM. México
- Nieto, N.J., M.P.,Mier, D. 1997. Les noms des taxa du groupe-famille chez les Aphididae (Hemiptera).Revue.Ent.(N: S), 19 (3-4):77-92 pp.
- Peña-Martínez, M. R. 1992. Biología de los áfidos y su relación con la transmisión de virus en México. 11-35 pp. In: Urias Rodríguez, M.C.,R. Rodríguez-M y T. Alejandro-A (eds.). Afidos como vectores de virus en México. Volumen I y II. Contribución a la ecología y control de áfidos en México. Centro de Fitopatología.
- Peña-Martínez, M. R. 1999. Homóptera Aphidoidea. En: Deloya L.C. y J.E. Valenzuela G. (eds.).Catálogo de insectos y ácaros plaga en cultivos agrícolas de México. Sociedad Mexicana de Entomología, Publicaciones especiales No. 1,7-26 pp.
- Peña-Martínez, M. R. *et al.* 2002., Épocas de vuelo de áfidos de cereales en el Valle del Yaqui, Sonora, México. Entomología Mexicana. Editores (Alberto Morales Moreno, Marcela Ibarra González, Andrea del Pilar Rivera González, Sergio Stanford Camargo). Vol. 3. 409-411 pp.
- Quednau, F. W. 1999. Atlas of the Drepanosiphine. Aphids of the World. Part I: Panaphidini Oestlund, 1922 – Myzocallidina Börner, 1942 (1930) (Hemiptera: Aphididae: Calaphidinae). Contributions of the American Entomological Institute, 31 (1): 1-281.
- Quednau, F. W. 2003. Atlas of the Drepanosiphine Aphids of the World. Part II: Panaphidini Destlund, 1923. Panaphidina Oestlund, 1923

- (Hemiptera: Aphididae: Calaphidinae). *Memoirs of the American Entomological Institute*, 72: 1-301.
- Rzedowski, J. 1981. *Vegetación de México*. Editorial Limusa W. México. 432 pp.
- Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981. *Síntesis Geográfica del Edo. De México*. Pubs. S.P.P.
- Remaudière, G. 1985. *Contribution a la ecologie des aphides africains*. FAO. 204 pp.
- Remaudière, G. 1992. *Un méthode simplifiée de montage des aphids et autres petits insects dans le baume de Canada*. *Revue Fr.Ent. (N.S.)* 14(4) :185-186 pp.
- Remaudière, G. y Stary. P, 1988. *Los parásitos de los pulgones en Mejico (Hym. Aphidiidae, Hom.Aphididae)*. *Stydia Ecologica* V, Salamanca.287-302 pp.
- Remaudière, G. et M., Remaudière. 1997. *Catalogue des Aphididae du Monde/Catalogue of the World's Aphididae*. Homoptera Aphidoidea. INRA Editions (Collection Techniques et Pratiques). Paris. 475 pp.

# PRESENCIA DE INSECTOS BARRENADORES (Coleóptera: Cerambycidae, subfamilia Lamiinae) en tallos de *Neobuxbaumia tetetzo* (F.A.C. Weber ex J. M. Coulter) Backeberg.

**Fernando Medina-Sandoval, Edgar Rodríguez-Ibarra.**

Comisión Nacional Forestal. Puebla. Calle 5 Sur No. 5118. Col. Residencial Boulevares. C. P. 72440, Puebla, Puebla. Tel. 01(222)2400724. fmedina@conafor.gon.mx, estigmata01@yahoo.com.mx

## Resumen

El insecto resalta como un problema de importancia económica, ecológica y ornamental de la especie *Neobuxbaumia tetetzo* que conforma la flora de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, la cual se ha venido observando desde hace varios años afectando *N. tetetzo*. El insecto se conoce comúnmente como barrenador, se introduce en su hospedante a través de hendiduras o grietas. El objetivo de este trabajo es conocer la distribución del insecto que parasita y causa daños a *N. tetetzo*, esta especie distribuida en la localidad de Zapotitlan de las Salinas Puebla, que forma parte de la R.B.T.C., En áreas cercanas a las instalaciones del Jardín Botánico Helia Bravo Hollis, se realizó muestreo aleatorio en parcelas de 100 M<sup>2</sup>, revisando individuos con coloraciones, exudaciones y putrefacciones no presentes en individuos sanos, colectándose larvas de los primeros estadios, en brazos de *N. tetetzo* que presentan marchitamiento y una secreción gomosa de color ámbar, producto de la acción de las larvas. La secreción es producto del corte de los tejidos que las larvas realizan al moverse y alimentarse en el interior del hospedante.

La presencia de las larvas del insecto en la R.B.T.C., en la especie *N. tetetzo* es abundante en cada organismo, en algunos individuos ya les ha causado la muerte provocando con esto un alto deterioro en la flora, de ahí el interés de este estudio que ayude a determinar un método de control.

**Palabras clave:** Insecto, Coleóptera, Cerambycidae, *Neobuxbaumia tetetzo*, Tallos

## Introducción

El estudio de las zonas áridas y semiáridas a nivel mundial, nos ayuda a contribuir en el conocimiento de sus componentes naturales, sociales y el manejo adecuado de sus recursos. En México aproximadamente el 50% corresponde a este tipo de vegetación, dentro de estas zonas áridas y semiáridas se encuentra la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, cuenta con una vegetación variada y endémica de la familia Cactáceae entre las cuales destacan las cactáceas columnares como *Neobuxbaumia tetetzo* (tetecho) la cual está siendo atacada por un insecto de tipo barrenador, resalta como una problemática de carácter ecológico y estético tanto para *N. tetetzo* como para la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán y para áreas naturales que están fuera de la reserva en donde hay ejemplares de tetecho.

## Materiales y Método

La Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, se encuentra en 26 municipios del estado de Puebla y 31 del estado de Oaxaca, el área de estudio se localiza en la localidad de Zapotitlán de las Salinas, Zapotitlán, Puebla entre 18° 12' y 18° 25' Latitud Norte y 97° 24' y 97° 39' Longitud Oeste, en altitudes que van de 1400 a 2650 msnm., con una temperatura media anual de 21°, para la extracción de las larvas se cortaron brazos o ramas de *Neobuxbaumia tetetzo* con machete y navaja de campo, las larvas se encuentran entre 20-40 cm del entrenudo hacia el ápice de la rama, las ramas presentan un diámetro de 10-15 cm. Las larvas se fijaron en alcohol al 70% para su posterior identificación.



Figura.-1 Brazo o Rama de *Neobuxbaumia tetetzo*



Figura.-2 Larva del insecto cerambicido que está afectando a *N. tetetzo*

### Discusión y Resultados

La presencia de las larvas del insecto en la especie de *Neobuxbaumia tetetzo* es abundante, Las larvas de estos insectos son grandes, miden hasta 3 cm de longitud, de color blanco, con patas poco desarrolladas, de las larvas colectadas se han obtenido en el laboratorio de Parasitología Forestal de la Universidad Autónoma Chapingo insectos en estado adulto los cuales son grises, con un patrón

variegado en pronoto y élitros, El ciclo de estos insectos es largo, con frecuencia es anual, los adultos emergen en los meses de febrero a abril. En la zona de la Reserva, estos ejemplares están en proceso de identificación, de ahí el interés de este estudio que ayude a determinar un método de control que cumpla expectativas con funciones de conservación (Figs. 1-3).



Figura. 3.-Insecto adulto de la familia Cerambycidae, subfamilia Lamiinae

### Agradecimientos.

Al personal de la Reserva de la Biosfera Tehuacán Cuicatlán por permitirnos hacer el muestreo correspondiente sobre esta plaga que afecta a *Neobuxbaumia tetetzo* (tetecho).

Al personal administrativo y captura de la CONAFOR-PUEBLA.

Al Dr. David Cibrián Tovar, profesor investigador de la Universidad Autónoma Chapingo.

### Literatura Citada

Cibrián T., D., J. T. Méndez M., R. Campos B., H. O. Yates III y J. Flores L. 1995. Insectos Forestales de México. UACH. México. 453 p.

# EFECTO DE LA ESTRUCTURA GENÉTICA DE *Quercus crassipes* SOBRE LA COMUNIDAD DE INSECTOS FORMADORES DE AGALLAS

Efraín Tovar-Sánchez<sup>1</sup>, Víctor Toledo-Hernández, Angélica Corona-López, Enrique Ruiz-Cancino

Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Hautla. UAEM. Av. Universidad 1001. Cuernavaca, Morelos, México., efrain\_tovar@uaem.mx; vitor.toledo@uaem.mx; acorona@uaem.mx.

## Resumen

México es considerado el principal centro de diversidad de especies del género *Quercus*, ya que contiene 90% de las 150 especies que existen en el continente americano, de las cuales 109 son consideradas endémicas. Particularmente, el Eje Neovolcánico Transmexicano (ENT) es reconocido como la región con mayor riqueza de encinos, y *Q. crassipes* H&B. es un elemento abundante de estos bosques. Asimismo, se ha documentado que el dosel de encinos soporta la mayor diversidad de insectos endófagos, entre los que destacan las avispas de la familia Cynipidae. En este estudio, se utilizaron microsátélites de cloroplasto para caracterizar la diversidad y estructura genética de *Q. crassipes*, además se exploró si la diversidad genética de las plantas hospederas a través del ENT, determina la diversidad de avispas formadoras de agallas (Hymenoptera: Cynipidae). El estudio, se desarrolló en siete poblaciones de *Q. crassipes*. La estructura genética se caracterizó en 140 árboles (20 por población) y la comunidad de insectos agalleros en 70 árboles (10 por población). En general, se encontraron 30 especies de insectos formadores de agallas, así como una relación positiva y significativa entre la diversidad genética de la planta hospedera y la diversidad de insectos formadores de agallas.

**Palabras clave:** Estructura genética, insectos formadores de agallas, *Quercus crassipes*.

## Introducción

Dentro de la familia Fagaceae, el género *Quercus* (encinos, robles) es el que presenta la más amplia distribución geográfica, la cual comprende las regiones templadas del hemisferio norte, agrupando aproximadamente 531 especies a escala

mundial (Govaerts y Frodin, 1998). México es considerado como el principal centro de biodiversidad de encinos, ya que contiene 161 especies de las cuales 109 son consideradas endémicas (Valencia, 2004).

El dosel de los bosques contiene la mayor biomasa fotosintéticamente activa (Lowman y Wittman, 1996), y puede definirse como la capa más alta de un bosque, el cual está constituido por hojas y ramas entrecruzadas de los árboles (Lowman y Wittman, 1996). En particular, para el estudio de las comunidades de artrópodos epífitos del dosel, los árboles conforman un sistema ideal, ya que puede definirse y delimitarse fácilmente (Moran y Southwood, 1982).

Asimismo, los artrópodos constituyen un elemento muy importante de los ecosistemas boscosos, no sólo por ser el grupo más diverso, sino también por el papel ecológico que juegan, pudiendo actuar como depredadores, polinizadores, parásitos y recicladores de nutrientes y materia orgánica (Samways, 1994). Sin embargo, las comunidades de artrópodos conforman un sistema complejo de estudio debido principalmente a su alta riqueza específica, su gran abundancia, su pequeño tamaño corporal y la falta de taxónomos especialistas para determinarlos.

En general, los principales factores que determinan la estructura de la comunidad de artrópodos epífitos son: (i) la variación temporal (Tovar-Sánchez *et al.*, 2003), (ii) el origen de la especie vegetal (nativa, introducida o híbrida) (Tovar-Sánchez y Oyama, 2006a,b), (iii) el tamaño del dosel de los árboles (Moran y Southwood, 1982), (iv) la variación en gradientes ambientales (López-González, 2003), (v) la composición de especies vegetales (Barbosa y Wagner, 1989), (vii) los disturbios (Tovar-Sánchez *et al.*, 2003), (viii) la

amplitud de la distribución geográfica de los árboles (Tovar-Sánchez y Oyama, 2006a), y (ix) diversidad genética de la especie hospedera (Tovar-Sánchez y Oyama, 2006b).

En este último punto, Wimp *et al.* (2007) y Hughes *et al.* (2008) sugieren que existe un efecto significativo de la diversidad genética de la planta hospedera sobre la estructura de la comunidad asociada. Y la fragmentación es considerada como un mecanismo que puede alterar la diversidad y estructura genética de las poblaciones, principalmente por cambios que provocan: a) la reducción del flujo génico entre poblaciones, b) el aumento en la deriva génica y c) el aumento en endogamia dentro de las poblaciones.

Para este estudio se eligió a *Q. crassipes*, la cual se puede diferenciar fácilmente por presentar hojas con envés que posee pelos estrellados con sus ramas enredados entre sí, de manera que a simple vista se observan como puntuaciones. Esta especie florece en mayo y fructifica de septiembre a enero, se distribuye entre de los 1,900-3,500 m snm. Se distribuye en 9 estados de la República Mexicana, principalmente en todo el Eje Neovolcánico Transmexicano. Se le encuentra en bosques de *Quercus-Pinus*, *Quercus-Cupressus*, *Quercus*, *Pinus*, matorral xerófilo, en vegetación de transición entre pastizal y bosque mixto, en bosque mesófilo de montaña y en sitios con diferentes grados de disturbio y fragmentación.

En este estudio se caracterizó la comunidad de avispas formadoras de agallas asociados a *Q. crassipes* en siete poblaciones distribuidas en el ENT, para determinar cómo la diversidad genética de la planta hospedera modifica los patrones de riqueza y diversidad de especies de insectos formadores de agallas.

## **Materiales y Métodos**

Se evaluaron siete poblaciones de *Q. crassipes* en ENT (Cantera, Acajete, Canalejas, Parque Ecológico Ciudad de México, Parque Nacional El Chico, Tlaxco y Acajete). Un total de 140 árboles fueron muestreados (20 árboles por población).

Para caracterizar la estructura genética de siete poblaciones de *Q. crassipes*, se muestrearon 20 individuos de forma aleatoria en cada población. Se realizó la extracción de ADN usando DNAeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Valencia, Calif.) para remover proteínas y otros compuestos secundarios. El ADN se cuantificó por un análisis de fluorometría y se diluyó hasta alcanzar una concentración final de 10 ng/μl. Posteriormente se probaron tres primers de cloroplasto de microsátélites obtenidos de Weising y Gardner (1999) (ccmp3, ccmp4, y ccmp41). La amplificación para cada muestra contenía 20 mmol/L Tris-HCl, 50 mmol/L KCl, 2 mmol/L MgCl<sub>2</sub>, 0.13 mmol/L para cada dNTP, 25 mmol/L de primer, 15 ng de ADN total, y 0.8 unidades de *Taq* polimerasa, en un volumen final de 25 μl.

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) fue corrida en un PTC-100 Programmable Thermal Controller (MJ Research Inc.) mediante el siguiente programa: 5 min a 95°C, seguido por 30 ciclos de 1 min a 94°C, 1 min a 50°C, 30 s a 72°C, y finalmente una extensión de 8 min a 72°C. La temperatura de alineación fue modificada en los diferentes primers de microsátélites: 50°C para ccmp3, 48°C para ccmp4, y 55°C para ccmp4. Los productos fueron corridos en un gel de Poli(acrilamida al 6% (7 mol/L urea) a 60 W constantes por 3 h.

Los fragmentos polimórficos fueron secuenciados y analizados en un secuenciador automático ALF (Pharmacia) a 35 W constantes por 80–90 min. Un marcador de peso molecular (50, 100, 150, y 250 bp) fue empleado junto con el fragmento (version 1.1) utilizando el software (Pharmacia) para amplificar fragmentos de tamaño. La alineación inicial se realizó en el Secuenciador (GeneCodes, Ann Arbor, Mich.) y todos los cambios de pares de bases fueron verificadas por el examen visual de cromatografía. Para determinar la estructura de la comunidad de artrópodos asociados al dosel de *Q. crassipes*, un total de 70 árboles fueron muestreados (diez árboles por población), con una altura entre 8 y 10 m cuyo dosel no se traslape con el de otro. Las avispas formadoras de agallas (Hymenoptera: Cynipidae) fueron muestreadas y separadas a nivel de

morfoespecie, colocadas en cajas de plástico previamente etiquetadas (e.g., localidad, estación, individuos, etc.) y transportadas al laboratorio, donde los insectos emergieron. Los insectos fueron determinados al nivel taxonómico más próximo. El número total de individuos que emergieron por agalla varió dependiendo de la localidad. Los índices de infestación de insectos agalleros asociados a *Q. crassipes* fueron estimados de la siguiente manera: En cada árbol se seleccionarán de forma aleatoria cuatro ramas y de cada rama se evaluarán 50 hojas (200 hojas por individuo). Para cada insecto el porcentaje de infestación fue estimado (número de insectos agalleros)/200 hojas  $\times$  100) sobre las cuatro ramas.

**Análisis.** Se estimó la variación genética de *Q. crassipes* usando la frecuencia de alelos por locus en cada población. Además, se registró en cada población la variación de haplotipos, la cual se estima a través de la diversidad genética imparcial siguiendo los métodos de Nei (1987). También, la diversidad genética para el total de individuos (GT), de los haplotipos (NH), y el índice de diversidad Shannon (H) fue estimada. Theta ( $\Theta$ ) se estimó indirectamente sobre la base de heterocigosidad usando ambos modelos mutacionales (alelo paso a paso y alelo infinito). Los análisis se realizaron con el ARLEQUIN versión 2000 (Schneider *et al.*, 2000).

La estructura de la población de *Q. crassipes* se calculó utilizando un análisis de varianza molecular (AMOVA; Excoffier *et al.*, 1992), para probar la variación de la secuencia dentro y entre las poblaciones. Por su parte, la distancia genética entre las poblaciones se determinó mediante el uso de *Da*, para ambos modelos de mutación (paso a paso y alelos infinitos) (Nei *et al.*, 1983). La significancia estadística de la correlación entre *Da* y la distancia geográfica se probó con una prueba de Mantel (Mantel, 1967).

Por otro lado, se utilizó un análisis de Varianza fue empleado para determinar el efecto de la población y árbol (individual) sobre los porcentajes de infestación de avispa formadoras de agallas. Un ANOVA de una vía se realizó por separado para cada población para determinar el

efecto de la temporada en los porcentajes de infestación de avispa formadoras de agallas. Los datos en porcentaje fueron transformados como:  $X = \arcsen(\%)^{1/2}$  (Zar, 1999). Por último, un análisis de regresión fue empleado para probar la relación entre diversidad de insectos agalleros ( $H'$ ) y diversidad genética de las poblaciones de *Q. crassipes* (H).

## Resultados

**Variación genética:** Los tres loci (ccmp3, ccmp4, y ccmp41) de cpSSR fueron polimórficos en 140 individuos. Un total de 16 alelos (teniendo entre cinco o seis alelos por locus) y 18 haplotipos fueron encontrados.

**Diferenciación genética entre las poblaciones:** El análisis de varianza molecular con el modelo de alelos infinitos mostró que el índice de fijación fue estadísticamente significativo (0.41), y la mayor variación se registró dentro de las poblaciones (53,94%) y el restante entre ellas.

Por otro lado, el análisis de varianza molecular con el modelo de mutación paso a paso mostró un índice de fijación estadísticamente significativo (0.33), y la mayor variación se registró dentro de las poblaciones (68,72).

**Aislamiento por distancia:** En ambos modelos de mutación (paso a paso (SMM) y alelos infinitos (IAM)), se encontró una asociación significativa entre las distancias genéticas y las distancias geográficas (Mantel, 1967; SMM con  $r = 0,63$ ,  $P = 0,02$  y IAM  $r = 0,50$ ;  $P = 0,004$ ).

**Avispa formadoras de agallas:** La comunidad de avispa agalleras está conformada por 30 especies pertenecientes a tres familias (Cynipidae, Tischeridae y Citheroniidae) y diez géneros: *Adleria*, *Amphibolips*, *Andricus*, *Atrusca*, *Biorhiza*, *Callirhytis*, *Conobius*, *Disholcaspis*, *Thischeria*, *Anisota*. El más importante género por su riqueza fue: *Andricus* (35%), *Disholcaspis* (21%), *Conobius* (12%), *Amphibolips* (9%), y *Thischeria* (5%).

**Relación entre diversidad genética de la planta hospedera y diversidad de avispa formadoras de agallas:** Se registró una relación

positiva y significativa entre la diversidad de avispas formadoras de gallas (índice de diversidad de Shannon-Wiener) y la diversidad genética ( $H$ ) de poblaciones de *Q. crassipes* a través del ENT ( $r^2 = 0.80$ ,  $n = 7$  poblaciones de *Q. crassipes*,  $P = 0.002$ ).

## Agradecimientos

Queremos agradecer a Rocío Esteban, Mauricio Mora y Maribel Paniagua por su asistencia técnica. Asimismo, agradecemos a PROMEP por el apoyo otorgado en el Programa de Redes al Cuerpo Académico Biología del Dosel (UAEMOR-CA-115).

## Literatura Citada

- Barbosa, P. y M. R. Wagner. 1989. Introduction of forest and shade tree insects. Academic Press. Philadelphia.
- Excoffier, L., Smouse, P., y Quattro, J. 1992. Analysis of molecular variance inferred from metric distance among DNA haplotypes: applications to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, 131: 479–491.
- Govaerts, R.T. y D.G. Frodin. 1998. *World checklist and bibliography of Fagales* (Betulaceae, Corylaceae, Fagaceae, and Ticodendraceae). Royal Botanic Gardens. Kew, Reino Unido.
- Hughes, A.R., Inouye, B.D., Johnson, M.T.J., Underwood, N. y Vellend, M. 2008. Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters*. 11: 609–623.
- López- González, V. 2003. Estructura de la comunidad de invertebrados asociada a *Tillandsia violaceae* (Bromeliaceae) en un gradiente altitudinal de un bosque de oyamel en El Chico, Hgo. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, D. F. 52 pp.
- Lowman, M.D. y P.K. Wittman. 1996. Forests Canopies: methods, hypotheses, and future directions. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 27: 55-81.
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Res*. 27: 209–220.
- Moran, V.C. y T.R.E. Southwood. 1982. The guild composition of Arthropod Communities in Trees. *The Journal of Animal Ecology*. 51: 289-306.
- Nei, M. 1987. *Molecular evolutionary genetics*. Columbia University Press, New York.
- Nei, M., Tajima, F., and Tateto, Y. 1983. Accuracy of estimated phylogenetic tree from molecular data. II. Gene frequencies data. *J. Mol. Evol.* 19: 153–170.
- Samways, M. J. 1994. *Insect conservation Biology*. Chapman & Hall, Londres. 310 pp.
- Schneider, S., Roessli, L., and Excoffier, L. 2000. Arlequin version 2.000: a software for population genetics data analysis.
- Tovar-Sánchez, E. Z. Cano-Santana y K. Oyama. 2003. Canopy arthropod communities on Mexican oaks at sites with different disturbance regimes. *Biological Conservation*, 115: 79–87.
- Tovar-Sánchez E. y K. Oyama. 2006a. Community structure of canopy arthropods associated to *Quercus crassifolia* x *Quercus crassipes* complex. *Oikos*, 112: 370–381.
- Tovar-Sánchez E. y K. Oyama. 2006b. Effect of hybridization of the *Quercus crassifolia* x *Quercus crassipes* complex on the community structure of endophagous insects. *Oecologia*, 147: 702–713.
- Valencia-Ávalos, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 75: 33-53.
- Wimp, S. Wooley, R.K. Bangert, W. P. Young, G.D. Martinsen, P. Keim, B. Rehill, R. L. Lindroth, y T. G. Whitham. 2007. Plant genetics predicts intra-annual variation in phytochemistry and arthropod community structure. *Molecular Ecology*. 16: 5057–5069
- Zar JH (1999) *Biostatistical analysis*, 4th edn. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.



# INTRODUCCIÓN DE MATERIAL VEGETAL INFESTADO POR UN ESCOLÍTILO ESPERMATÓFAGO A MÉXICO

Armando Burgos-Dueñas<sup>2</sup>, Armando Burgos-Solorio<sup>1</sup>, Oscar Burgos-Dueñas<sup>2</sup>, Villeda Pérez B<sup>3</sup>

Laboratorio de Parasitología Vegetal<sup>1</sup>, Centro de Investigaciones Biológicas<sup>2</sup>, Facultad De Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, CP. 62209 burgos@uaem.mx; Mác's de México, SA. de C.V.

## Resumen.

Se proporciona información y se pone en advertencia la introducción de material vegetal infestado para la manufactura de botones, en cuyo interior se encontraban más de 16 especímenes de escarabajos pertenecientes al género *Coccotripes* cerca *distinctus*. En la región de Pachuca, Hidalgo. La propagación de la especie invasora representa un riesgo ecológico al infestar plantas nativas en la región lo cual constituiría una pérdida irrecuperable al incidir sobre las poblaciones de estos vegetales. Es importante establecer estrategias preventivas más estrictas al momento de introducir este tipo de material, asimismo establecer medidas preventivas, mediante la habilitación, adiestramiento y el monitorear en la zona, con el propósito de impedir el establecimiento de estos agentes invasores al país. Derivado de la actividad económica y el consumo mundial en la que nos encontramos ha tendido sus beneficios pero a un costo elevado y con graves consecuencias esto y a pesar de que existen normas en materia fitosanitarias, mismas que se ponen en duda la eficiencia de las mismas al momento de aplicarlas.

**Palabras clave.** Corozo, infestación, *Coccotripes*, México

## Introducción

El crecimiento exponencial del intercambio de mercancías a nivel mundial, vemos hoy en día es parte de una tendencia histórica duradera. A lo largo de este proceso, el deseo de mejorar nuestra calidad de vida, lo cual nos motiva a extender nuestras mercancías por todo el mundo sin menoscabo. Los procesos de globalización obedecen a intereses particulares, entre los que destacan el

político y el económico. Al final del siglo XX, y en el umbral del tercer milenio, el proceso de globalización ha acelerado el intercambio comercial, sus benéficos han traído como consecuencia un alto costo entre los que destacan la riqueza biológica de un país por efectos del consumismo, tal es el caso del marfil vegetal producto de una semilla de palma llamada "Corozo" cuya especie es perteneciente a la familia *Arecacea*, para la manufactura de "botones" entre otras manualidades.

Un punto importante que debe tomarse en cuenta, son los efectos que está teniendo la globalización, en el ámbito ambiental, la riqueza de un país no estriba en el poder económico, sino en la riqueza de su diversidad biológica y humana, cuando ésta tiene conciencia de su poder, en las buena conducción de los actos, la responsabilidad en el cuidado del entorno y en el manejo, y la conservación de los recursos naturales, con fines conservacionistas.

En México, tenemos poca cultura en el cumplimiento de la ley, menos aún lo es en el ámbito ambiental. El papel de esta leyes es el de regular los recursos naturales en beneficio humano, sin embargo en ocasiones esta situación "legal" es minimizada al enfrentarnos a una gran cantidad de procesos biológicos y ecológicos, ejemplo de ello es la especie *Coccotripes* sp, escarabajo espermatófago, es decir que se alimenta de semillas, caso particular de esta especie (Wood, 1982) En un recuento general sobre escolítidos del género *Coccotripes* a nivel mundial son de 126 especies de las cuales cinco se registran para México. Un ejemplo es la palma *Phoenix canariensis* especie nativa de las Islas Canarias distribuida en algunas regiones del mundo cuyas semillas son infestadas por la *Coccotripes dactyliperda* especie

distribuida en México; por fortuna las poblaciones de este escarabajo no han perjudicado a estas palmeras en nuestro país, sin embargo la introducción de especies exóticas traería como consecuencia graves consecuencias ecológicas (Wood, 1982; Atkinson, 1985; Atkinson y Equihua, 1986; Wood y Bright, 1992 a y b; Equihua y Burgos,

Ante estas evidencias el objetivo de este estudio es evidenciar el riesgo potencial de esta especie, al no tomarse las medidas fitosanitarias adecuadas al ser introducidas al país; así como poner en alerta sanitaria a las autoridades competentes de la región con el propósito de establecer medidas preventivas adecuadas para su control.

### Materiales y Método

Se analizó material infestado de semillas de “Corozo”, procedentes del almacén de la Compañía dedicada a este ramo comercial en la manufactura de botones, ubicado en Tizayuca, Estado de Hidalgo, procedente de Quito, Ecuador. Estos botones están hechos a base de un material vegetal conocido como “Marfil vegetal” manufacturada de una palmera llamada “Corozo” originaria de este país sudamericano. Se revisó el material, poniendo especial atención a las evidencias, es decir el sistema de galería y el debris, producto de la

construcción de la galería, así como adultos que emergen de este material.

Asimismo se puso a contra luz el material, observando puntos oscuros clara evidencia de que en su interior existía la presencia de este escarabajo. Se extrajeron y se preservaron para su identificación.

### Resultados

Se determinó la especie la cual pertenece al género *Coccotripes* cerca *distinctus* (Motschulsky) especie espermatófaga especializada en semillas de plantas silvestres entre las que destacan la Arecáceas. Se revisaron un total de 39 botones con más del 38.4 % del material infestados los cuales presentaban perforaciones y galería en el interior del material.

Al disectar un botón, se obtuvieron un total de 16 ejemplares entre adultos y adultos teneales, en una proporción de seis a diez respectivamente, claro indicio de estado avanzado de desarrollo de estos escarabajos.

Todos los insectos fueron colectados en un espacio de no más de 1 cm<sup>3</sup>. En algunos casos los botones estaban completamente destruidos debido a la construcción de la galería y al alimentarse estos escarabajos de la semilla (Fig. 1).

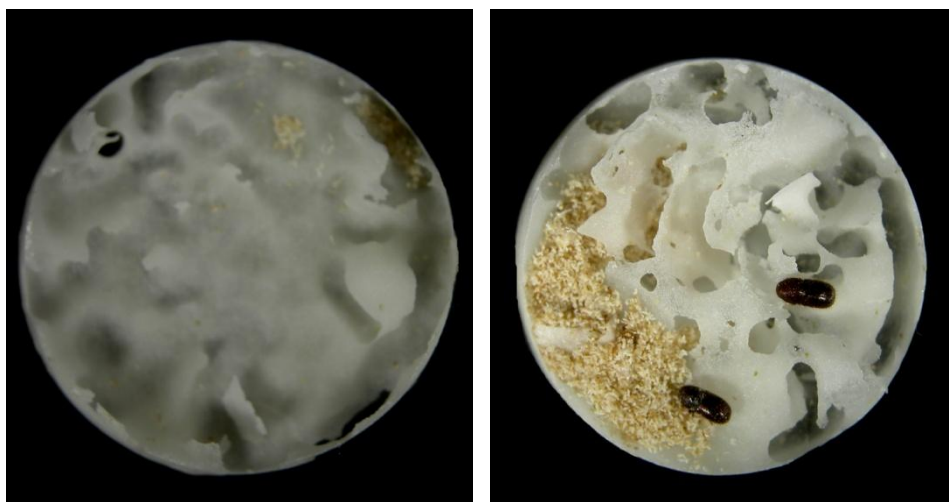


Figura 1. Botón dañado por la construcción de la galería de insecto barrenador *Coccotripes* cerca *distinctus* (Coleoptera: Scolytidae) en muestra procedentes de Colombia. Fotos A. Burgos, 2008.

## Conclusiones.

El manejo y la exportación de material de origen vegetal al ser exportado e introducido al país, para ellos se deben tomar estrictas medidas fitosanitarias necesarias para la detección de cualquier organismo ejemplo de ellos es la evidencia de particular finas o debris, localizadas sobre el producto o en el embalaje; así como las orificios en la superficie de los botones, así como puntos oscuros clara evidencia de la presencia de estos escarabajos. Se recomienda inspeccionar meticulosamente y ante la mínima presencia de estos escarabajos incinerar el material, así como el aplicar insecticidas en el sitio con el propósito de eliminar todo insecto, paralelamente se deben realizar inspecciones sanitarias en la zona con el propósito de evitar brotes de infestación. No es recomendable almacenar al hacerlo los insectos terminan su ciclo de vida y con ellos el riesgo a la exportación y el establecimiento de esta especie. El material infestado al ser introducido en otro país, pone en riesgo a especies vegetales nativas.

Finalmente es importante la consulta profesional de los especialistas para la asesoría en la identificación y la implementación de medidas sanitarias, así como proporcionar apoyo técnico para la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre, con el objeto de eliminar el riesgo en la propagación de la especie en cuestión, como lo es en este caso.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Compañía Mac's por permitir la publicación de esta información, asimismo al Dr. Thomas H. Atkinson en proporcionar

las imágenes relacionadas con la especie en cuestión. Esta contribución forma parte de las actividades, que se desarrollan en el Cuerpo Académico de Entomología y Fitopatología y DES de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

## Literatura Citada

- Atkinson, T. H. 1985. Los géneros de la Familia Scolytidae (Coleoptera) en México. Resumen de su taxonomía y Biología. Memoria de los Simposia Nacional de Parasitología Forestal II y III. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación especial 106-136.
- 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(2): 303-310.
- Equihua M., A y A. Burgos S. 2002. Scolytidae [539-557]. **En:** Llorente B., J. y J.J. Morrone (eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. CONABIO/IBUNAM., Vol. III, México, D. F., 539-557.
- Wood, S. L. 1982. The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a Taxonomic Monograph. Great Basin Naturalist Memoirs, (6): 1359.
- Wood, S. L. and D. E. Bright 1992a. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index Vol. A 1-833.
- Wood, S. L. and D. E. Bright 1992b. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index Vol. B 835-1553.

# ASOCIACIÓN DE *Phytophthora* sp. CON *Baccharis* sp. EN CULTIVO DE PINO AFECTADO CON BARRENADORES

**Leopold Fucikovsky Zak**

Profesor Titular del Colegio de Postgraduados. Programa de Fitopatología. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C. P. 56230. Correo electrónico: fucikovs@colpos.mx.

## Resumen

Se ha encontrado en la base del tallo y raíces del arbustos muertos de *Baccharis* sp., una especie de *Phytophthora* dentro de la siembra de pino, *Pinus patula* de cinco años o menos de edad, cerca de la ciudad de Chignahuapan, Puebla. Los pinos en este mismo predio fueron muertos en 36%. En la base de los tallos se encontraron barrenadores *Ips mexicanus* y en la parte superior, en las ramas jóvenes barrenando internamente el insecto *Eucosma sonomana*. Se quemaron los árboles afectados.

**Palabras clave:** *Phytophthora* sp., arbusto *Baccharis* sp., pino, barrenadores.

## Introducción

Los árboles, *Pinus patula* de un año hasta cinco años de edad y arbustos de *Baccharis* sp., de diferentes edades se encontraron muertos en un predio de aproximadamente seis hectáreas, cerca de la ciudad de Chignahuapan, Puebla. Los pinos jóvenes se venían amarillando, después todo el follaje se enrojeció y secó. Se presentaron dos síntomas en el pino.

El primero y más abundante fue el enrojecimiento de las hojas con puntas de las ramas rectas. Este abarcó hasta 36%. El segundo síntoma fue el enrojecimiento y las puntas de las ramas jóvenes dobladas o marchitas en forma del cuello del ganso. Internamente las ramitas fueron barrenadas y oscuras.

El arbusto silvestre, solo tenía hojas secas. Todo el terreno sembrado tiene un ligero declive y rodeado con bosque de pino de mucho mayor edad y con algunos árboles grandes muertos o muriéndose

## Materiales y Método

Se trajeron muestras de los arbustos y de los pinos muertos y todas las muestras se procesaron en el laboratorio de fitobacteriología del Instituto de fitosanidad del Colegio de Postgraduados.

## Resultados y Discusión

En cinco de los árboles de pino con el primer síntoma se encontraron perforaciones y galerías en la base del tronco con hasta quince entradas de insectos por árbol. En varias muestras estaban adultos muy jóvenes y larvas. Los insectos fueron del Coleóptero de la familia Scolytidae e identificado como *Ips mexicanus* (Hopkins) gracias a la identificación del maestro B. R. Campos-Bolaños. Muchas de las raíces finas de los árboles ya no existían.

Con esta observación se sospechaba un hongo y por eso se aisló posteriormente un hongo de las pocas raíces y bases de tallos del arbusto *Baccharis*. El hongo *Phytophthora* posiblemente *cryptogea* fue crecido en medio PDA e identificado en base a los esporangios abundantes, ovalados, no-papilados, micelio coraloide, ningún crecimiento en medios B de King y PDA a temperatura de 35°C, característica que la separa del hongo *P. dreschleri* con el que se podía confundir.

Este hongo es por primera vez que se reporta en México en esta planta. Este hongo se ha reportado en los Estados Unidos en California en ese arbusto y en el pino también en Estados Unidos y Australia, causando síntomas similares. No sería difícil que el hongo debilitara la planta del pino y después puede ser atacada por los barrenadores. El otro síntoma, con los brotes de forma de cuello de ganso se debe a un ataque de una palomilla, su larva barrena hacia abajo a los brotes finos aéreos.

Este insecto es *Eucosma sonomana*, un lepidóptero de la familia Tortricidae, la misma que se describe en el libro de Cibrián *et al.* (1995). Tan pronto que se sabía de estos hallazgos, se sugería la extracción de estas plantas y su quema para bajar las poblaciones de los insectos barrenadores.

### **Literatura Citada**

Cibrián; D. T., J. T. Méndez M., Campos B., H. Yates III, O., J. Flores, E. L. 1995. Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México, México, Subset. Forestal y de fauna Silvestre de la Secr. De Agricultura y Recursos Hidráulicos, USDA Forest Service, USA., Natural Resources Canada, Canada, Comisión Forestal de América del Norte, North American Forestry Comisión, FAO. 453p.

# PROBLEMA DE ARMILLARIA EN DURAZNO

## Leopold Fucikovsky Zak

Profesor Titular del Colegio de Postgraduados. Programa de Fitopatología. Km. 36.5 Carr. México- Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C. P. 56230. Correo electrónico: fucikovs@colpos.mx.

## RESUMEN

Se ha detectado en toda la región de Tetela del Volcán, Morelos, que los duraznos y ciruelos se estaban muriendo. La causa de esta muerte se desconocía. En un predio de 3,000 árboles injertados con una variedad local, después de seis años existe únicamente un árbol vivo. Los árboles jóvenes de un año en otro predio se están muriendo y en las raíces gruesas se les han detectado rizomorfos del hongo *Armillaria* sp. Este predio tiene 15% de los arbolitos con síntomas de enrojecimiento de las hojas, falta de brotes jóvenes y muerte.

**Palabras clave:** Durazno, hongo, *Armillaria*

## Introducción

En toda la región de Tetela del Volcán, Edo. de Morelos, ha existido por mucho tiempo la muerte de durazno y ciruelo. Hasta ahora no se ha hecho ningún estudio profundo para saber de que patógeno se puede tratar como el causante de esta muerte. La región ha sido y sigue siendo boscosa con árboles de encino, pino y otros. Hace seis años se plantaron en un predio 3,000 árboles de durazno criollo, fueron injertados con una variedad local de buena aceptación comercial en la región. De estos árboles plantados, hoy existen solamente tres, dos de ellos se están muriendo y otro vive todavía. En otro predio de la región, árboles de un año de edad de plantados, empezaron a ponerse tristes, con algunas ramas muertas, con follaje un poco enrojecido y enrollándose hacia dentro y desprendiéndose y sin nuevos brotes. Estos árboles se piensan injertar en corto tiempo este otoño. Existen actualmente en este predio unos 15% de estos árboles tristes. Se está estudiando este caso y tratar de solucionarlo.

## Materiales y Método

En este último predio se tomaron muestras de 10 árboles de durazno con los síntomas descritos y se procesaron las muestras en el laboratorio de

fitobacteriología en el Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados. Se tomaron también varias muestras de durazno con síntomas de enrojecimiento y enrollamiento de las hojas en dos viveros de la región, donde se han comprado anteriormente arbolitos en bolsas para transplantar, esto con el propósito para poder observar las raíces de estos árboles.

## Resultados y Discusión

En los diez árboles procesados se encontró en todas las raíces gruesas los rizomorfos del hongo *Armillaria* sp. Esto puede indicar que este hongo es el probable causante de este problema en el durazno. En ciruelo se identificó el hongo *Armillaria gallica* Cibrian *et al.* (2008). Todas las muestras de los arbolitos de los dos viveros tenían en sus raíces gruesas los rizomorfos. Esto indica que estos viveros y posiblemente otros que surten árboles a la región, son los que distribuyen el hongo sin darse cuenta. Aislado el hongo se harían pruebas de patogenicidad y se trataría de ver su control en todos los viveros de la zona para que el suelo esté libre de este hongo. Se tomaría en consideración la publicación por Shaw III y Kile(1991) para poder avanzar con el control.

## Literatura Citada

- Cibrián, D. T., D.Alvarado, R. y S. E. García, D. (Eds) 2007. Enfermedades Forestales en México/ Forest Diseases in Mexico. Universidad Autónoma Chapingo: CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest service, Canadá y Comisión Forestal América del Norte, COFAN, FAO. Capingo, México, 587 p.
- Shaw III, C. G. y Kile, G,A.1991. Armillaria Root Disease. Agriculture Handbook No. 691, Forest Service, United States Department of Agriculture., Washington D.C., 233 p.

# INFESTACIÓN POR *Toumeyella erythrinae* KONDO & WILLIAMS (HEMIPTERA: COCCIDAE), ESCAMA DEL COLORÍN, EN DOS SITIOS DEL DISTRITO FEDERAL

Citlali Coyolicatzin Chacón-Pacheco, Ana Lilia Muñoz-Viveros

Laboratorio de Control de Plagas, U.M.F. Facultad de Estudios Superiores Iztacala; Ave. De los Barrios No. 1. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla. C. P. 54090, Estado de México, México., email: bioiztacaltek@live.com, nunozal@servidor.unam.mx

## Resumen

*Toumeyella erythrinae* es una especie, monófaga, univoltina descrita de México en 2003 que ha causado la muerte del colorín (*Erythrina coralloides*), una de las especies predominantes en el arbolado urbano. Se evaluó el estado actual por la infestación de *T. erythrinae* en dos Unidades Habitacionales del Distrito Federal, Vallejo y Tlatelolco, comparando con infestaciones pasadas (1995 y 1997).

Se establecieron 4 niveles de infestación de acuerdo al número de ramas infestadas, así como la presencia de sus enemigos naturales. En 2008, se registraron un total de 571 árboles, 380 en Vallejo y 191 en Tlatelolco, presentando 41% y 72% de infestación respectivamente, siendo más severa en árboles maduros.

La comparación con evaluaciones previas muestran una notoria disminución en el número de colorines (asociado a la presencia de la escama); asimismo el porcentaje de infestación se ha reducido: de 1049 árboles con 84.18% de infestación (1995) a 810 colorines con 91.2% (1997) para Vallejo; en Tlatelolco existían 478 colorines con 78.87% de infestación (1995).

Los enemigos naturales registrados son: *Ocyptamus* sp. (Diptera: Syrphidae), *Chilocorus cacti* (Coleoptera: Coccinellidae), *Copidosoma* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) y *Coccophagus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae). La presencia de otros organismos fitófagos, demeritan aún más la condición fitosanitaria del colorín.

**Palabras clave:** escama, colorín, infestación.

## Introducción

Los árboles tienen una amplia gama de funciones en las áreas urbanas; una de las labores más importantes en el manejo del arbolado urbano es el control de plagas y enfermedades (Martínez, 1994).

*Erythrina coralloides* D.C. (colorín) es una de las especies arbóreas más abundantes en la Ciudad de México, referida en la NOM- 059- ECOL- 2001 como especie amenaza en su hábitat natural y muy probablemente en los ámbitos urbanos representen un refugio génico (Muñoz, 2005). Una de las plagas más importantes que afectan actualmente al colorín es la escama *Toumeyella erythrinae*.

En 1994 Reyes y Muñoz reportan por primera vez la presencia de una escama como una plaga en los colorines en la Cd. De México, con elevados porcentajes de infestación, provocando severos daños e incluso la muerte a su hospedera, fue determinada como *Toumeyella* sp., y posteriormente referida por Cibrián y colaboradores (1995) como *Kermes grandis*; también estudiada por Arriola (2003), quien estudia aspectos biológicos de la escama, identificando el dimorfismo sexual entre machos y hembras, además de describir cada uno de los instares de la escama.

Durante 1996, Reyes elabora un estudio sobre la bioecología de la escama, evalúa el grado de infestación en dos zonas del Distrito Federal, reportando los daños ocasionados, así como el registro de los enemigos naturales.

Finalmente en 2003, Kondo & Williams la describen como una nueva especie para la ciencia, *Toumeyella erythrinae*. Debido a la importancia de mantener en buen estado el arbolado urbano, el presente estudio tiene como propósito evaluar la

situación actual del grado de infestación por *T. erythrinae* en el colorín, y comparar con respecto a estudios previos realizados en dos sitios del Distrito Federal.

El estudio se llevó a cabo en la Unidad Habitacional Vallejo-Lindavista y la Unidad Habitacional Nonoalco-Tlatelolco, ambas ubicadas en la zona industrial de la Ciudad de México; las cuales comparten estructuras similares, la altitud promedio es de 2 240 m y un clima del grupo C(w), templado subhúmedo con lluvias en verano según la clasificación de Köppen, modificada por García (1985).

## Materiales y Método

Durante el periodo de octubre a diciembre de 2008 se realizó un censo en la población de colorines en los sitios referidos, registrando la presencia o ausencia de *T. erythrinae* en las ramas, el nivel de infestación, la presencia de sus enemigos naturales y otras observaciones, mediante el llenado de un formato establecido.

El grado de infestación se evaluó de acuerdo con lo establecido por Reyes (1996) y Reyes & Muñoz (1997), donde se manejan cuatro niveles de infestación con base al número de ramas terminales con presencia de escamas, se consideraron por separado árboles pequeños y grandes (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Niveles de infestación para árboles maduros y jóvenes**

NIVEL	CARACTERÍSTICAS	NÚMERO DE RAMAS INFESTADAS	
		ÁRBOL MADUROS	ÁRBOL JÓVENES
0	No infestado	0	0
1	Poco infestado	1-5	1-10
2	Medianamente infestado	6-10	11-15
3	Muy infestado	Más de 10	Más de 15

Las muestras entomológicas se colocaron en viales con alcohol al 70% para su preservación. El análisis del material se llevó a cabo en el laboratorio de Control de Plagas de la UMF de la FES-I, la determinación de los organismos (escamas y sus enemigos naturales) se efectuó con el apoyo de claves especializadas. Se contabilizó también la ninfoviposición por las hembras maduras a finales del mes de abril. Se aplicó una prueba conocida como Kruskal-Wallis (ANOVA no-paramétrico), para comparar estadísticamente los sitios y observar si existen diferencias entre ellos.

## Resultados

Se registraron un total de 591 árboles, 380 ubicados en la Unidad Habitacional Vallejo-Lindavista y 191 en la Unidad Habitacional Nonoalco-Tlatelolco. Para los árboles de Vallejo, 82 se consideraron jóvenes y 298 maduros, el porcentaje de árboles muertos fue de 16.09% (61

árboles), y porcentaje de infestación fue de 41% (155 árboles) (Fig. 1). En el caso Tlatelolco, se considerados 22 jóvenes y 169 maduros; el 72% de los árboles está infestado (Fig. 2), mientras que el porcentaje de árboles muertos en el sitio fue de 12.04% (23 árboles). Los árboles maduros fueron los más abundantes en ambas unidades, así mismo representan el mayor porcentaje de infestación por la escama. Comparando con estudios pasados, es evidente la disminución en la cantidad de árboles, pues en el caso de la Unidad Habitacional Vallejo-Lindavista se reportaron 1049 árboles durante 1994 y 1995, mientras que en el año de 1997 la población disminuyó a 810 árboles. Por otro lado, en 1994 y 1995 se reportaban 478 árboles para la Unidad Habitacional Nonoalco-Tlatelolco. Los porcentajes de infestación en el caso de la Unidad Habitacional Vallejo Lindavista han variado, ya que durante 1994 presentaba una infestación de 88.17%, disminuyendo a 84.18% en 1995, sin embargo para



1997 esta aumentó a 91.2%, pero en la actualidad se ha visto disminuido a 41%. Para la Unidad Habitacional Nonoalco-Tlatelolco presentó los siguientes cambios en el porcentaje de infestación, durante 1994 era de 57.4%, aumentando durante 1995 a 78.87%, comparando con este último

registro, puede decirse que el porcentaje se mantiene similar, ya que sólo ha disminuido 6.87%, pues en la actualidad es de 72% (Fig. 3).

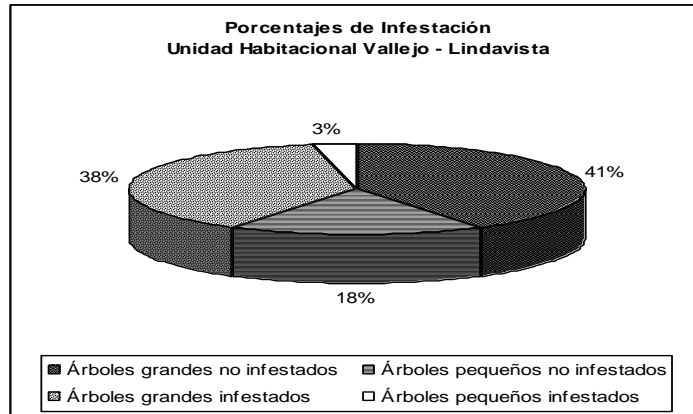


Figura 1.- Porcentaje de infestación en los árboles de Unidad Habitacional Vallejo–Lindavista.

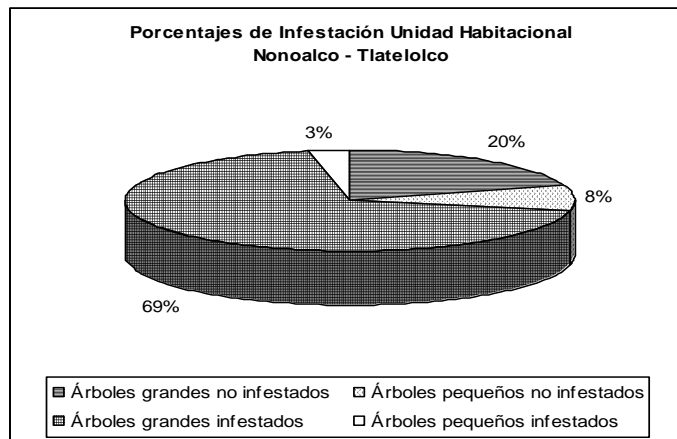


Figura 2.- Porcentaje de infestación en los árboles de Unidad Habitacional Nonoalco–Tlatelolco.

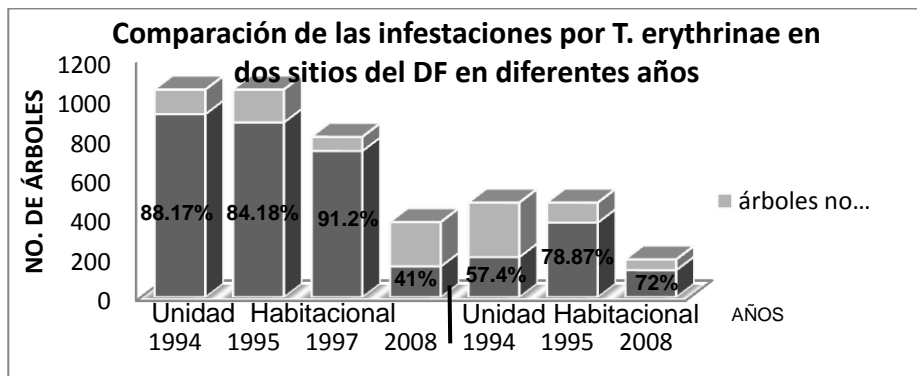


Figura 3.- Gráfico comparativo de la población de colorines y su nivel de infestación con estudios pasados en ambas Unidades Habitacionales.

La disminución en el número de árboles en ambas unidades puede asociarse principalmente a la muerte de gran parte de la población debido a los severos daños provocados por la infestación de la escama; Reyes y Muñoz (1995) refieren que infestaciones severas por *T. erythrinae* durante dos años seguidos causan la muerte de los árboles; aunado a esto, hubo remoción de árboles por prácticas de saneamiento.

En ambas zonas de estudio, los niveles de infestación en orden decreciente fueron los siguientes: Niveles 1, 3, 2 (categorías de poco infestado, muy infestado y medianamente infestado respectivamente).

Las infestaciones por escamas son de gran significancia, no sólo porque afectan de manera directa el crecimiento de este, sino que también tiene consecuencias secundarias, afectando entre otros, el aspecto estético.

Todos los árboles registrados presentan algún tipo de poda, principalmente extrema; las podas recientes, aunque no debidamente planeadas, probablemente han disminuido la población de la escama, y tomando en cuenta que la escama sólo presenta una generación al año, los organismos presentes pueden corresponder sólo a una parte de la generación del año evaluado, los cuales escaparon de la poda, puesto que las ninfas de primer estadio se presentan en la época de primavera y este periodo no corresponde a los meses de muestreo, por lo que las escamas observadas fueron principalmente hembras maduras, con cubierta rígida.

Las escamas macho ya habían emergido, por lo que sólo se observaron los restos de su establecimiento, observándose que se desarrollan regularmente en el envés de las hojas.

La cría en laboratorio de cinco hembras maduras permitió registrar la ninfoviposición con un promedio de 2550 ninfas; en registros adicionales (2008) se reporta un promedio de 2781 ninfas por escama; sin embargo estos datos comparados con estudios pasados es muy reducido, ya que Reyes (1996), reportó para esta misma especie un promedio de 6000 ninfas.

Entre los enemigos naturales encontrados en este estudio destacaron los depredadores *Ocyptamus* sp (DIP: Syrphidae), *Chilocorus cacti* (el más abundante) (referidos con anterioridad por Reyes, 1996) y *Scymnus* sp (COL: Coccinellidae), como nuevo registro. Se obtuvieron dos avispietas parasitoides para *Ocyptamus* sp, ambos pertenecientes a la familia Pteromalidae (Hymenoptera), uno determinado previamente como *Pachyneuron* sp, el segundo aún no identificado.

Se observaron otros insectos fitófagos como periquitos, *Strictocephala bubalus* (HEM: Membracidae), así como *Stenomacra marginella* (HEM: Largidae); plantas parásitas como el muérdago; la cenicilla en las hojas fue detectada en el total de los árboles en ambas zonas; por otro lado, la pudrición en las áreas de poda hacen al árbol susceptible al refugio y establecimiento de organismos como caracoles.

## Conclusiones

El número de árboles ha disminuido notablemente a través de los años en ambas zonas, siendo los más abundantes los maduros. Actualmente, la Unidad Habitacional Nonoalco-Tlatelolco presenta mayor porcentaje de infestación que la Unidad Vallejo- Lindavista, en contraste con evaluaciones previas.

Los porcentajes de infestación han disminuido 50.2% en Vallejo y 6.86% en Tlatelolco, comparado con los años 1997 y 1995; siendo la Unidad Tlatelolco la que presenta mayor grado de infestación actualmente.

En ambas zonas de estudio, los niveles de infestación más abundantes fueron los siguientes: Niveles 1, 3, 2 (categorías de poco infestado, muy infestado y medianamente infestado respectivamente), afectando principalmente a los árboles maduros. Entre los enemigos naturales de la escama destacan los depredadores *Chilocorus cacti*, así como *Ocyptamus* sp.

De acuerdo con las pruebas estadísticas no existen diferencias significativas entre el grado de infestación con respecto a las zonas de estudio.

Las infestaciones por *T. erythrinae* sobre las población de colorines en ambas unidades habitacionales requieren un manejo apropiado, con base en el conocimiento de la biología y ecología de la escama y de las condiciones particulares del arbolado urbano. Los daños directos e indirectos provocados por la escama, el impacto por podas continuas e inadecuadas, aunado a otras interacciones bióticas o abióticas, afectan tanto el aspecto estético y fitosanitario del colorín.

### Literatura Citada

- Arriola, P. V. 2003. Biología de la escama (*Toumeyella erythrinae*) Kondo & Williams del colorín (*Erythrina americana*), en la Ciudad de México, D.F. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Tesis de Maestría.
- Cibrián, T. D.; J. T. Méndez, M.; R. Campos, R.; O. Yates, H. III; J. E. Flores, L. 1995. Insectos Forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México.
- García, E. 1985. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. Tercera Edición. México, D.F. 217 p.
- Kondo, T.; L. and M., Williams. 2003. A new species of *Toumeyella* (HEMIPTERA: COCCOIDEA: COCCIDAE) on *Erythrina* in Mexico. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológica, 6(1):11-15.
- Martínez, G. L. y A., Chacalo H. 1994. Los árboles de la Ciudad de México. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. México. 351 p.
- Muñoz-Viveros, A. L. 2005. Importancia de la entomofauna asociada al arbolado urbano. Simposio de Biología. Entomología: "La taxonomía y sus repercusión económica. Cuatro estudios de caso. XXIV Coloquio de Investigación. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies de riesgo. Segunda Sección. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Reyes, L. R. A. 1996. Contribución al conocimiento bioecológico de la escama *Toumeyella* sp. en el arbolado de colorín (*Erythrina coralloides* D. C.) una nueva plaga en el D.F. (Homóptera Coccidae). Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Reyes L. R. A. & A. L. Muñoz V. 1994. Infestación y daños por la escama *Toumeyella* sp. en el arbolado de colorín (*Erythrina* sp.) en dos sitios del D.F. (Homóptera: Coccidae). Coloquio de Investigación, Programa general y resúmenes. Universidad Nacional Autónoma de México Campus Iztacala.
- Reyes L., R.A. & A. L. Muñoz, V. 1995. Detección, Infestación y daños por *Toumeyella* sp. (Homóptera: Coccidae), en el arbolado urbano de "colorín" (*Erythrina coralloides*) en dos sitios del D.F. Sociedad Mexicana de Entomología, Memoria XXX Congreso Nacional de Entomología, Parasitología Agrícola Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México 242-244.

# INCIDENCIA Y COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE *Paraprociophilus mexicanus* REMAUDIÈRE Y MUÑOZ VIVEROS SOBRE EL AILE, EN LA CAÑADA DE CONTRERAS, D.F.

Ana Lilia Muñoz-Viveros, Pedro González-Julián

Laboratorio de Control de Plagas, U.M.F. Facultad de Estudios Superiores Iztacala; Ave. De los Barrios No. 1. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla. C. P. 54090, Estado de México, México., email: nunozal@servidor.unam.mx; gonzpel@yahoo.com.mx

## Resumen

El áfido *Paraprociophilus mexicanus*, es una especie descrita de México en 1985, de la cual se conocen tanto su comportamiento heteroécico holocíclico, *Acer negundo* L., hospedera primaria y *Alnus firmifolia* Fernald., hospedera secundaria; así como un anholociclo monoécico sobre *A. firmifolia*. El presente estudio tiene como propósito conocer la incidencia y daños asociados a una población de *A. firmifolia*, ubicada en el primer Dínamo, Cañada de Contreras, D.F. (Bosque de Encino y Ripario, 2600 m.s.n.m.), zona de mayor afluencia con fines recreativos del Área Natural Protegida; así como la relación con las formas biológicas del ciclo reproductivo anual del áfido. Observaciones y/o colectas realizadas durante dos años, con periodicidad mensual, muestran la presencia continua de *P. mexicanus*, con variaciones poblacionales dependiendo de la temporada y condición foliar. La incidencia fue valorada en un total de 136 árboles con promedios de DAP-39cm y altura-17.6m, con un 56 % de incidencia. Los daños están asociados a las formas ápteras partenogenéticas presentes durante todo el año: extracción de savia, reducción de talla y/o deformación foliar, así como el desarrollo de fumagina. En septiembre-octubre se registraron las formas sexúparas y la migración invernal de ninfas a la parte baja del tronco, y suelo.

**Palabras clave:** Incidencia, Áfidos, Aile

## Introducción

Especie descrita de México dentro del subgénero *Prociophilus* (*Paraprociophilus*) Mordvilko, 1923, *P. (P.) mexicanus* Remaudière y Muñoz-

Viveros, 1985, comprende a la subfamilia Eriosomatinae y tribu Pemphigini (Nieto-Nafría *et al.*, 1998). Bajo una nueva combinación taxonómica se integran las tres especies conocidas en el género *Paraprociophilus* Mordvilko, 1923 (Blackman & Eastop 1994) cuya propuesta ya había sido establecida por Smith 1974, en razón de las particularidades morfológicas y biológicas: *Prociophilus baicalensis* Cholodowsky, 1921, es una especie referida de Asia oriental, de los Urales a Japón, exclusivamente anholocíclica sobre *Alnus*, pero con la presencia de formas sexúparas en otoño Mordvilko (1935); *P. tessellatus* (Fitch, 1851), extensamente distribuida en USA y Canadá donde se comporta como heteroécica holocíclica con *Acer saccharinum* como hospedera primaria y *Alnus* como secundaria y, también, anholocíclica sobre *Alnus*. *P. mexicanus* se conoce de los estados de México, Puebla, Hidalgo y D.F., se reporta hasta ahora su comportamiento biológico heteroecico holocíclico, *Acer negundo* como hospedera primaria y *Alnus firmifolia* como secundaria (Remaudière y Muñoz-Viveros, 1992); así como el anholociclo sobre *A. firmifolia* con la migración invernal de ninfas y adultas partenogenéticas hacia la corteza de la parte basal del tronco de dicha hospedera así como en el suelo (Muñoz-Viveros *et al.*, 2009); comportamiento compartido con *P. tessellatus*, Patch, 1910, 1912 (citado por Remaudière y Muñoz-Viveros, 1992).

El presente trabajo tuvo como objetivo conocer la incidencia por *P. mexicanus*, sobre el arbolado de *A. firmifolia* presente en el Dinamo 1 de la Cañada de Contreras y las formas biológicas asociadas, especialmente en la zona de mayor afluencia por los visitantes a dicha ANP.

## Materiales y Método

La Cañada de Contreras, ó Parque de los Dinamos, es un Área Natural Protegida (ANP) en la categoría de Zona Protectora Forestal (Vargas y Escobar, 2000), pertenece a la Delegación Magdalena Contreras, ubicada al Suroeste del D.F., a una altitud promedio de 2 800 m; el tipo de clima es C(w<sup>2</sup>); del grupo templado (García, 1988).

Durante dos años consecutivos (septiembre de 2007 a septiembre de 2009), se realizaron prospecciones y/o recolectas directas mensuales sobre *A. firmifolia*, especie arbórea característica del Bosque Ripario de dicha cañada. El muestreo se realizó en el Dinamo 1; se consideró una área total de 8.9 ha en un polígono irregular de forma

subrectangular tomando como puntos de referencia los vértices (19° 17' 59" lat. N y 99° 15' 03" long W; 19° 17' 50" lat. N y 99° 15' 17" long W; 19° 17' 46" lat. N y 99° 15' 16" long W; 19° 17' 56" lat. N y 99° 15' 01" long W) (Fig. 1).

La incidencia (Presencia-Ausencia) fue valorada durante el mes de septiembre de 2009, considerando el total de los individuos (136), con sus respectivos datos dasométricos DAP y Altura; se efectuaron las observaciones de campo y registro fotográfico relacionados con la presencia de las formas biológicas asociadas con la fenología de la hospedera.

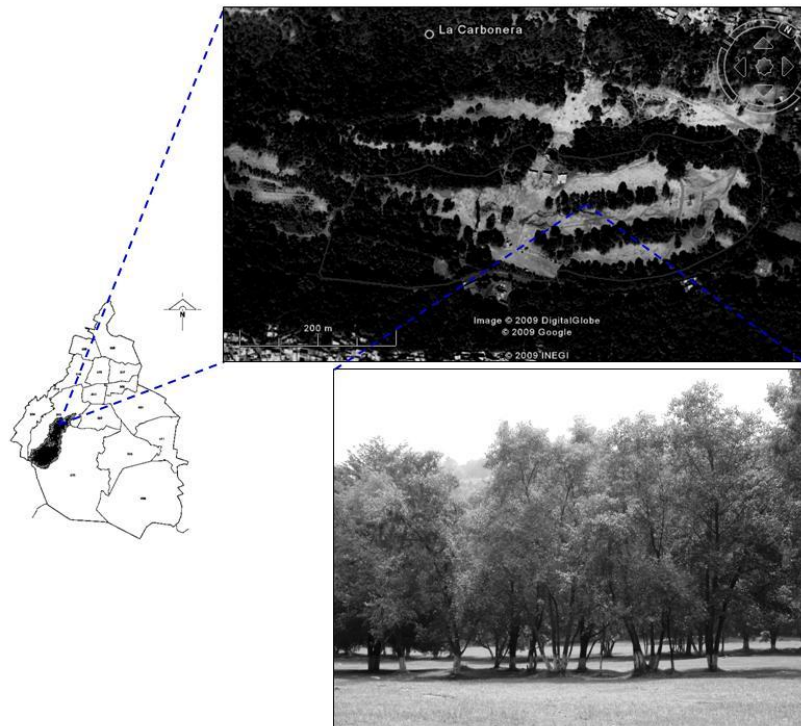


Figura 1.- Ubicación y vista panorámica del área de estudio

## Resultados y Discusión

La incidencia de *P. mexicanus* es de 57%, la media del DAP fue de 39 cm y la altura promedio de 17.6 m. con una dominancia de arbolado maduro y sobremaduro (Figura 2).

Un total de 42 muestras de áfidos han sido recolectadas sobre *A. firmifolia* en la localidad de estudio y depositadas en la Colección de Hemiptera:

Aphididae de México, con Clave: MEX.APH.080.0499.FESI. UNAM.

Las formas biológicas desarrolladas sobre la hospedera estudiada son: Virginóparas ápteras y Sexúparas, aún cuando se presume la corta presencia de las Fundatrigenie aladas en abril y mayo, provenientes de la hospedera primaria *A. negundo* (recolectadas en la misma zona de

estudio), se elaboró un fenograma que muestra la relación con *A. firmifolia* (Fig. 3).  
 formas biológicas conocidas de dicha especie y su

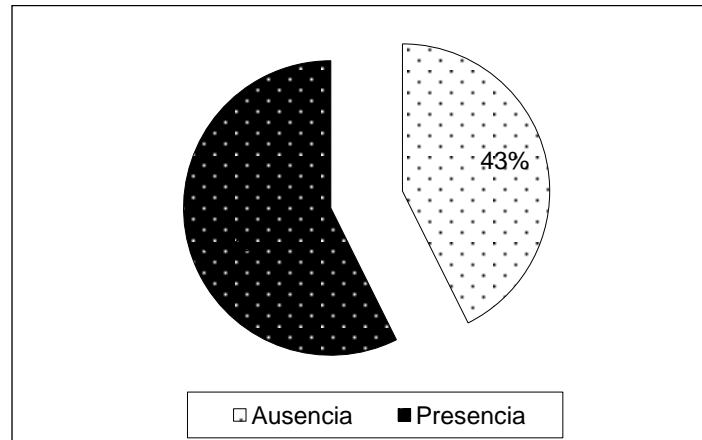


Figura 2.- Porcentaje de incidencia de *P. mexicanus* sobre *A. firmifolia*.

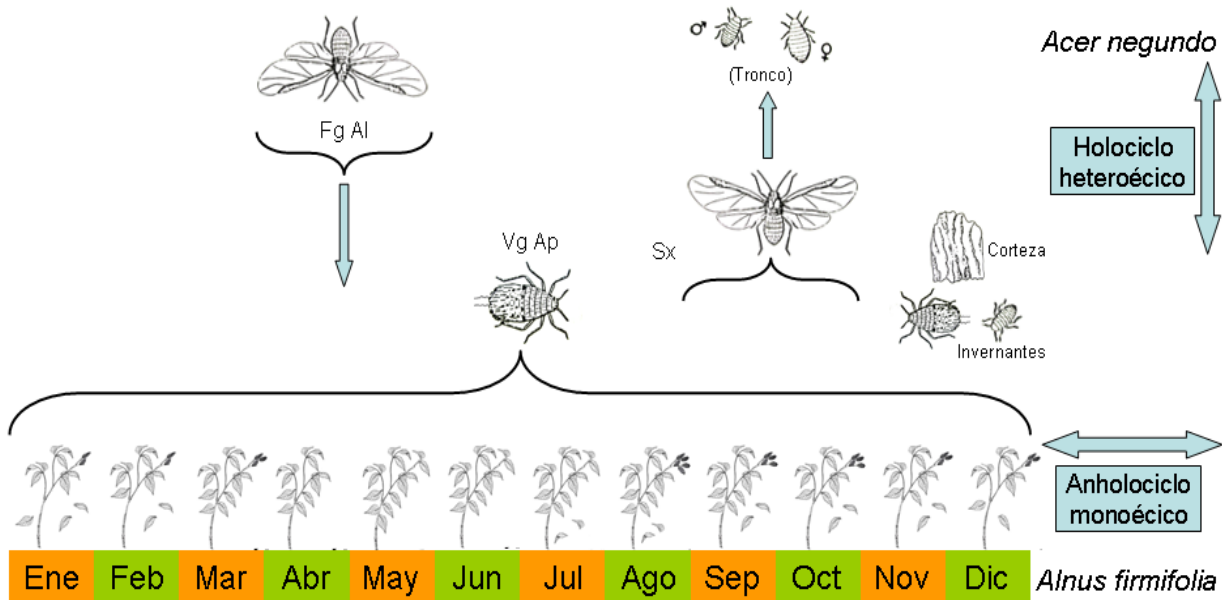


Figura. 3 Fenograma donde se representa el comportamiento de las formas biológicas de *P. mexicanus* durante el desarrollo foliar. Fg Al= Fundatrigenie alada; Vg Ap= Virginópara áptera; Sx= Sexúpara; ♀ ovípara; ♂ macho

Los daños están asociados básicamente por la presencia de densas colonias de las formas ápteras partenogenéticas presentes en el envés de las hojas con permanencia durante todo el año; con la continua extracción de savia, reducción de talla y/o deformación foliar, así como el desarrollo de fumagina (Fig. 4). El ciclo fonológico foliar anual de la hospedera permite que los áfidos colonicen el follaje de renuevo al menos en dos temporadas: septiembre-noviembre cuando ocurre la fenescencia foliar de otoño, (al mismo tiempo que

el notorio renuevo foliar) y, otra época de desarrollo foliar que ocurre entre los meses de mayo-junio; así que las variaciones poblacionales dependen de la temporada y condición foliar.

### Conclusiones

- El ciclo biológico generacional de *P. mexicanus* en la localidad de estudio desarrolla dos variantes: 1) un holociclo heteroécico, *Acer negundo* como hospedera primaria y *Alnus firmifolia* como secundaria y 2) un anholociclo monoécico sobre *A.*

*firmifolia* con la subvariante del descenso masivo e hibernación de ninfas y adultas ápteras hacia la parte baja de la corteza y hojarasca.

■ La incidencia por *P. mexicanus* fue registrada en el 57 % de un total de 136 ailes presentes en la zona de estudio.

■ Los daños sobre el follaje están asociados con las formas virginóparas ápteras, que permanecen durante todo el año y es la condición dominante.

■ Las formas sexúparas se desarrollan sobre los *Alnus* de septiembre-octubre; sin embargo los alados emigrantes provenientes de los *Acer* probablemente inciden en abril-mayo.



Figura 4. *Paraprociophilus mexicanus* en el envés de las hojas de *A. firmifolia*, se observa la reducción de talla foliar y la presencia de fumagina.

## Literatura Citada

- Blackman R. L. & V. F. Eastop. 1994. Aphids on the World's Trees. An Identification and Information Guide. CAB International. The Natural History Museum, UK, 987 pp.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Larios, México. 216 pp.
- Mordvilko, A. K. 1935. Die Blattläuse mit unvollständigem generatioszyklus und ihre Entstehung. *Ergeb. Fortschr. Zool.*, 8: 36-328.
- Muñoz-Viveros A. L., P., González-Julián y A. M., Rodríguez-Castrejón 2009. Dos variantes del ciclo biológico generacional de *Paraprociophilus mexicanus* Remaudière y Muñoz Viveros, 1985, (Homoptera: Aphididae) en la Cañada de Contreras, D. F.: Holociclo heteroécico y Anholocíclico. pp. 716-720. *In: Estrada-Venegas E. G., Equihua-Martínez A., Chaires-Grijalva M. P., Acuña-Soto J. A., Padilla-Ramírez J. R. y Mendoza-Estrada A. (eds.) Entomología mexicana Vol. VIII. Sociedad Mexicana de Entomología. México.*
- Nieto-Nafría, J. M., M. P. Mier-Durante, and G. Remaudière. 1998. Les noms des taxa du groupe-famille chez les Aphididae (Homoptera). *Revue Française d'Entomologie (N.S.)* [1997] 19:77-92.
- Remaudière, G. y A. L. Muñoz-Viveros. 1985, (1986). Pucerons nouveaux et peu connus du Mexique. 9<sup>e</sup> note: un nouveau *Prociphilus* (*Paraprociophilus*) des *Alnus* (*HOM. APHIDIDAE*). *Parasitica* 41 (2) : 67-78.
- Remaudière, G. y A. L. Muñoz-Viveros. 1992. Pucerons nouveaux et peu connus du Mexique. 11<sup>e</sup> note: les générations de *Prociphilus* (*Paraprociophilus*) *mexicanus* sur son hôte primaire *Acer negundo* (*Homoptera: Aphididae*). *Parasitica* 48 (2) :51-63.
- Smith, C. F. 1974. Keys to and descriptions of the genera of *Pemphigini* in North America (*Homoptera: Aphididae. Pemphiginae*). North Carolina agr. exp. Sta. Tech. Bull. 226: 1-61
- Vargas, M. y S., Escobar. 2000. Áreas naturales protegidas de México con decretos federales. México. SEMARNAP, PNUD. RDS. 828p.

# INSECTOS QUE AFECTAN LOS CONOS Y SEMILLAS DE *Pinus engelmannii*, EN RODALES SEMILLEROS DEL ESTADO DE DURANGO.

Bustamante-García Verónica<sup>1</sup>, Prieto-Ruiz José Ángel<sup>2</sup>, Merlín-Bermudes Enrique<sup>2</sup>, Carrillo-Parra Artemio<sup>3</sup>, Álvarez-Zagoya Rebeca<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>FCF-UJED, Río Papaloapan y Blvd. Durango S/N. Col. Valle del Sur, Durango, Dgo. C.P. 34120 e-mail: veronica\_bg80@hotmail.com

<sup>2</sup>INIFAP-Durango, km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, Durango, Dgo. C. P. 34170.

<sup>3</sup>FCF-UANL, Carr. Nac. Km. 145 A.P. 144 C.P. 67700 Linares, N. L., México.

<sup>4</sup>CIIDIR-IPN Unidad Durango, calle Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo.

## Resumen

La productividad y la calidad de las áreas utilizadas como fuentes productoras de semilla para los programas de producción de planta forestal dependen de la presencia de plagas y enfermedades, la adecuada polinización, y la incidencia del aborto de embriones. El objetivo del presente estudio es determinar el porcentaje de insectos que afectan la calidad de las semillas en rodales semilleros *P. engelmannii*, analizado mediante la metodología de “Análisis de Conos y semillas” propuesta por Bramlett *et al.* (1977). Los tres sitios de colecta se encuentran en los ejidos El Encinal y Las Cumbres, municipio de Durango y La Florida, municipio de San Dimas, donde se escogieron al azar 10 árboles por sitio y de cada árbol se seleccionaron 10 conos que llegaron al término de su desarrollo que es de dos años, siendo revisados un total de 300 conos de dicha especie. Estos, fueron secados al sol, taladrando el eje para desprender las escamas y obtener las semillas desarrolladas. De estas semillas 400 de ellas fueron seleccionadas al azar para someterlas a pruebas de rayos X para cuantificar semilla llena, vana y dañada por insectos. Los datos obtenidos de las pruebas realizadas a los conos y semillas se analizaron estadísticamente a través de SAS (Statistical Analysis System). El mayor daño a la semilla por insectos se debe al ataque por *Cydia latisigna* Miller y en menor escala debido a *Megastigmus albifrons* Walker. *Cydia* tuvo mayor incidencia en El Encinal con 5%, en La Florida fue de 2.4% y en Las Cumbres fue de 0.7%. *Megastigmus* tuvo mayor incidencia en La Florida fue de 1.1%, en El Encinal con 0.7 % y en Las

Cumbres no se registró daño por éste insecto. El avanamiento de las semillas tuvo mayor incidencia en El Encinal con 42.8%, en La Florida fue de 38.5% y en Las Cumbres fue de 19.4%, donde se infiere a las chinches semilleras, como *Leptoglossus* como un factor importante de avanamiento. Es necesario realizar acciones que favorezcan un mejor manejo y así tener mejor control en la producción de semilla de buena calidad y con buena cantidad, para producción de plántulas de vivero.

**Palabras clave:** Rayos X, Análisis de conos, Sierra Madre Occidental.

## Introducción

Los análisis de conos y semillas permiten estudiar las características físicas y biológicas de un lote para asignarle un valor, además se puede determinar la cantidad y calidad de semilla producida en una área determinada y revela las posibles causas que impiden el proceso de producción de semillas destacando: fisiológicos, climáticos, edáficos, depredadores, plagas y enfermedades. La presencia de plagas y enfermedades en los bosques del estado de Durango, ha cobrado fuerza e importancia en los últimos años en la región de El Salto, Municipio de Pueblo Nuevo, Dgo. Solís *et al.* (2007) ha observado la presencia de una serie de plagas y enfermedades como muérdago, barrenadores de yemas, conos y semillas y defoliadores que afectan los bosques de pino-encino, *Pseudotsuga*, *Picea* y *Juniperus*, en árboles debilitados.



Aguirre (1985), menciona que observó a larvas del género *Dioryctria* en conos de *Pinus chihuahuana*, *P. leiophylla*, *P. engelmannii* y *Pinus strobiformis*; y al género *Leptoglossus*, los considera como de los insectos de mayor importancia en el ataque de conos y semillas, atacando conos y semillas de *Pinus engelmannii*, *Pinus cembriodes* y *P. cooperii* var. *blancoi*. Díaz (1996) reporta la presencia del insecto *Conophthorus apachecae* en los conos atacados de *Pinus engelmannii* Carr., la chinche *Tetyra bipunctata* y *Cecidomyia* en conos de *Pinus durangensis*, *P. cooperi*, *P. teocote*, en un estudio de análisis de conos realizado en la región de El Salto, P.N., Dgo. La avispa del género *Megastigmus*, se alimenta de las semillas de *Pinus engelmannii*, y *P. durangensis*; en un estudio realizado en las áreas semilleras de San Juan y El Brillante respectivamente.

Álvarez y Márquez (1998), reportan que en Durango existen insectos que causan daño a conillos, conos y semillas, como: trips (género *Frankliniella*), palomillas tortricidas (géneros *Eucosma*, *Cydia*) y pirálidas (géneros *Dioryctria* y *Apolychrosis*), así como escarabajos escolítidos (*Conophthorus*), escarabajos picudos (*Conotrachelus*) y anóbidos (*Ernobius*), chinches semilleras (*Tetyra* y *Leptoglossus*). Álvarez y Márquez (1994), realizaron un estudio de tabla de vida de conos en un área semillera de *P. cooperi*, en la región de Río de Miravalles, San Dimas, Dgo., encontrando como factores de pérdida de conos y semillas de *P. cooperi* los siguientes daños: *Conophthorus ponderosae* con 21.6% de mortalidad, *Apolychrosis* prob. *synchisis* Pogue con 21%, *Haplothrips* 11%, el 8.08% por *Leptoglossus occidentalis*, el 5.64% por *Dioryctria* prob. *pinicollela* Amsel, el 2.25% por *Tetyra bipunctata*, el 1.87 por *Cecimodyia bisetosa*.

Dichos autores reportan a la especie *Conophthorus apachecae*, como un insecto particularmente importante en áreas semilleras de *P. engelmannii* establecidas en el estado de Durango.

El efecto que este insecto provoca es la destrucción parcial o total del cono debido a la

construcción de galerías en el eje central de éste; además, provoca limitaciones en el número de semillas liberadas. Es difícil observar el efecto por este insecto mediante la técnica de análisis de conos y semilla propuesta por Bramlett (1977), debido a la barrenación con taladro en el eje central, que destruye a *Conophthorus* y a las galerías helicoidales donde oviposita (Álvarez y Márquez, 1998).

## Materiales y Método

El estudio se realizó en tres rodales semilleros de *Pinus engelmannii* del estado de Durango ubicadas en los sitios Encinal y Las Cumbres, Durango, Dgo. y La Florida, San Dimas. El Encinal, se localiza geográficamente en los 24° 07' 56" de latitud Norte y 105° 42' 33" de longitud Oeste y tiene una altitud de 2570 msnm. La temperatura máxima anual es de 14.3°C y la mínima 11.4 °C, tiene una precipitación media anual de 839.5 mm. La localidad Las Cumbres se ubica en los 24° 07' 56" de latitud Norte y 105° 42' 33" de longitud Oeste y una altitud sobre el nivel de mar de 2511m. Con un promedio anual de lluvia de 672 mm, con una temperatura máxima anual es 14.3°C y la temperatura mínima anual de 11.4 °C. La ubicación del ejido La Florida es 24° 07' 56" latitud Norte y 105° 42' 33" longitud Oeste y una altura de 2620 msnm, la temperatura máxima anual de 12.5°C y la temperatura mínima anual de 11.6 °C, con un promedio anual de precipitación de 839.5 mm.

Se seleccionaron al azar 10 árboles por sitio de colecta y de cada árbol se escogieron 10 conos que hayan llegado al término de su desarrollo, en el caso de *P. engelmannii* es de dos años. Posteriormente, los conos fueron secados y se hizo el desprendimiento de las escamas para obtener la semilla desarrollada por sitio, 400 de ellas fueron tomadas al azar y fueron sometidas a pruebas de rayos X para cuantificar semilla llena, vana y dañada por insectos. La clasificación radiográfica de semilla desarrollada se indicó con lápices de cera de los siguientes colores: (A) semilla llena (color rojo); (B) semillas dañadas mecánicamente (color negro); (C) semilla dañada

por avispa semillera (color azul); (D) semilla dañada por chinche semillera (color amarillo); (E) semilla dañada por gusano semillero (color verde); (F) semilla malformada (color anaranjado); (G) semilla vana (color blanco).

**Resultados y discusión**

**Semilla llena y eficiencia de producción de semillas.** De la semilla desarrollada, parte de ésta

no tuvo la capacidad para reproducirse debido a que sus estructuras internas estaban incompletas, además de presentar daños por insectos. El mayor porcentaje de semilla llena se presentó en Las Cumbres (Cuadro 2 y Fig. 1), con 77.2% semillas por cono, mientras que el 19.4% fue semilla vana y el 2.7% correspondía a semilla dañada por insectos.

Cuadro 1. Resultados de las pruebas de rayos X, de los rodales semilleros de *Pinus engelmannii* Carr., ubicados en El Encinal y Las Cumbres, Durango y La Florida, San Dimas, Dgo.

SITIO	SEMILLA (%)				SEMILLA DAÑADA POR INSECTOS (%)					
	LLENA		VANA		<i>Leptoglossus occidentalis</i> Heidemann		<i>Cydia latisigna</i> Miller		<i>Megastigmus albifrons</i> Walker	
	Media	CV <sup>1</sup>	Media	CV <sup>1</sup>	Media	CV <sup>1</sup>	Media	CV <sup>1</sup>	Media	CV <sup>1</sup>
Las Cumbres	77.2±2.4	6.5	19.4±2.0	26.2	0.5±0.3	133.5	2.2±0.4	56.3	0.0	0.0
El Encinal	48.3±4.7	19.9	42.8±5.0	23.3	1.3±0.5	122.9	5.0±1.1	61.4	0.7±0.2	103.2
La Florida	56.4±3.1	11.3	38.5±2.8	14.7	0.5±0.4	170.5	2.4±0.7	64.1	1.1±0.6	126.0

<sup>1</sup>CV=Coficiente de variación  
Media±error estándar

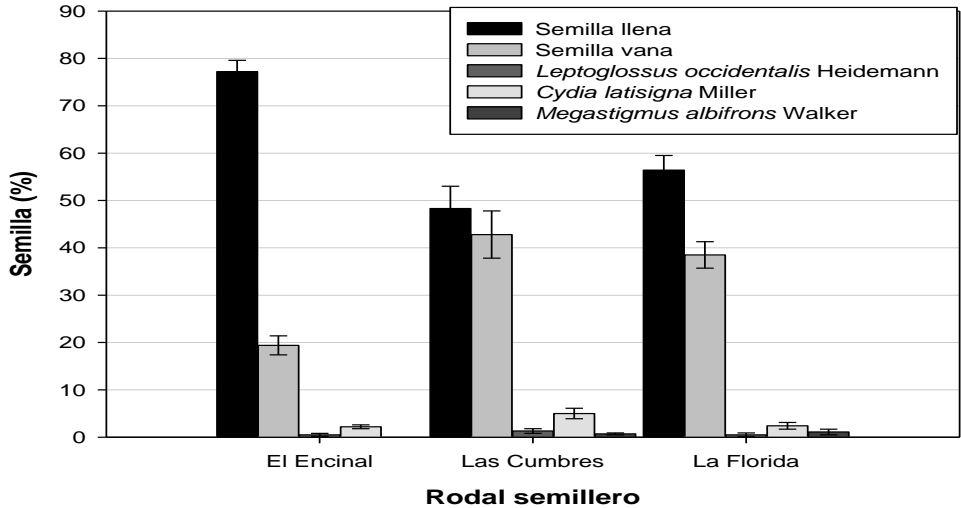


Figura 1.- Porcentaje de semilla llena, vana y dañada por insectos en rodales semilleros de *P. engelmannii* Carr. en Las Cumbres y El Encinar, Durango y La Florida, Dgo

**Semilla vana y Daño por insectos.** Respecto al daño provocado por insectos, la palomilla *Cydia latisigna* tuvo mayor incidencia en El Encinal con 5%, en La Florida fue de 2.4% y en Las Cumbres fue de 0.7%. La avispa *Megastigmus albifrons* tuvo mayor incidencia en La Florida fue de 1.1%, en El

Encinal con 0.7 % y en Las Cumbres no se registró daño por éste insecto. El porcentaje de semilla vana fue alto (Cuadro 1 y Figura 1), esto pudo ser originado por varios factores, tales como una polinización deficiente, o alta incidencia de la autopolinización, o daño provocado por la chinche

semillera *Leptoglossus occidentalis*. El avanamiento de las semillas tuvo mayor incidencia en El Encinal con 42.8%, en La Florida fue de 38.5% y en Las Cumbres fue de 19.4%, donde se infiere a *Leptoglossus*, como un factor importante de avanamiento (Cuadro 1), lo que demuestra que la calidad de la semilla es mala; además y el 4.0% presentó daños por insectos; el principal daño fue por *C. latisigna* Miller con 2.4% y en menor escala por *Leptoglossus occidentalis* Heidemann.

### Agradecimientos

Se agradece el apoyo recibido al proyecto CONAFOR-CONACYT-2005-CO2-14707: Desarrollo de una metodología rural para aprovechar el potencial productivo de germoplasma en tres unidades de manejo forestal (UMF) en el semiárido, templado y tropical, bajo la dirección del Dr. José Ángel Prieto-Ruiz, investigador del Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP.

### Literatura citada

- Aguirre B. 1985. Reconocimiento de las Principales Plagas que dañan al género. U.A.CH, S.A.R.H y R.H.M. México.
- Álvarez Z. R. y Márquez L., M. A. 1994. Factores de mortalidad de conos de *Pinus cooperi* en San Dimas, Dgo. Memorias del XXIX Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. pp. 245-246.
- Álvarez Z., R. y Márquez L., M. A. 1998. Plagas y enfermedades de las pináceas de Durango. *In:* García A., A. y S. González E. (Eds.). Pináceas de Durango. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. pp. 133-137.
- Bramlett, D. L.; Belcher, E. W.; DeBarr, G. L.; Helteer, G. D.; Karrafalt, R. P.; Lantz, C. W.; Miller, T.; Ware, K. O.; y Yates, H. O. 1977. Manual de análisis de conos. Traducido por Jaime E. Flores L. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L. México. pp: 3-21.
- Díaz V. H. X. 1996. Análisis de Conos y Semillas del Género *Pinus* en Áreas Semilleras de la Región de El Salto, P.N., Dgo. Tesis, Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción. Instituto Tecnológico Forestal No. 1. El Salto, P.N., Dgo
- Solís G., S.; Montes R., G.; Bravo A., E. 2007. Análisis de la producción de semilla en las áreas semilleras de la región de El Salto, Durango. *In:* VIII Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Morelia, Michoacán. p. 210.

TRABAJOS

PRESENTADOS

EN RESUMEN

# PROPUESTA DE EQUIPO DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA DEL SUELO COMO INDICADOR DE SALUD FORESTAL

**Armando Gómez Guerrero**

Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, agomezg@colpos.mx

## Resumen

La evaluación de la condición física del suelo, como un indicador de Salud Forestal puede realizarse con equipo moderno y sofisticado, pero existen inconvenientes para su uso en México, ya que por un lado es equipo muy costoso y por otro, representa un peso excesivo para el personal de campo que requiere desplazarse en las zonas forestales. En particular, en los trabajos del Inventario Forestal y de Suelos se requiere de equipo práctico y ligero. Por lo anterior, este trabajo tuvo como objetivo diseñar un penetrómetro cónico y un muestreador de densidad aparente, de peso ligero, fácil transporte y preciso, para ser utilizado en la evaluación de la condición del suelo forestal.

Se diseñó y elaboró un penetrómetro y muestreador de densidad aparente y se probó su uso con el protocolo de FIA (Forest Inventory Analysis) para evaluar la salud forestal. Los diseños propuestos de penetrómetro y muestreador para densidad aparente mostraron ser viables para trabajos de inventarios forestales y de suelo y se pueden usar en los protocolos de evaluación de la salud forestal. La resistencia mecánica del suelo medida con el penetrómetro diseñado mostró una correlación negativa entre el índice de compactación y la densidad aparente. Este es un resultado esperado debido a que la resistencia se incrementa con la densidad aparente. Actualmente se están realizando pruebas a diferentes contenidos de humedad.

# PLAGAS Y ENFERMEDADES DETECTADAS EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES DE *Jatropha curcas*, JAMILTEPEC, OAXACA.

Alejandra Gloria Cruz-García<sup>1</sup> y Anayeli Pérez-Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PSP Plantaciones Forestales Comerciales CONAFOR, Ing. Alejandra Gloria Cruz García, Privada de Almendros N° 106, Esquina Netzahualcoyotl. Colonia Reforma, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, C.P. 68050, Email; alexcruzvic@hotmail.com.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Anayeli Pérez Pérez, Ex – Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, C.P. 71230, Email; cenay\_4@hotmail.com.

## Resumen

ProÁrbol apoya e impulsa desde 2007 plantaciones comerciales de *Jatropha curcas*, arbusto originario de México, utilizado por los campesinos como; cercos vivos, medicina, alimento, etc. Actualmente se sabe que las semillas tienen altas concentraciones de aceites de buena calidad para procesar biodiesel. Sin embargo, por el desconocimiento del cultivo, la biología y manejo de *Jatropha* se han presentado una serie de plagas y enfermedades que afectan en el crecimiento, sobrevivencia, sanidad, vigor y productividad de la planta.

En recorridos de campo por las plantaciones se han observado daños por gusanos defoliadores, chapulines, arrieras, pulgones, mosquita blanca, enfermedades como antracnosis y *Phytophthora sp.*, que afectan hojas, tallos, frutos y raíces sin causar la muerte de la planta, en algunos casos se ha presentado mortandad de la planta por ataque de roedores y gallina ciega volviendo a replantar, no es lo más adecuado para atacar el problema de fondo, se requiere del conocimiento integral de *Jatropha* por parte de los campesinos para hacer frente a las circunstancias adversas que se presenten durante el cultivo y tomar decisiones acertadas para prevenir, controlar y combatir las plagas y enfermedades que ponen en riesgo las plantaciones de piñón de la costa Oaxaqueña.

# RESULTADOS PRELIMINARES DE LOS ESTUDIOS SOBRE DISTRIBUCION E INCIDENCIA DEL GUSANO BARRENADOR (*Hypsipyla grandella*) DE LAS MELIACEAS Y DE DIETAS ARTIFICIALES PARA EL MISMO CON FINES DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CEDRO ROJO.

Elizabeta Hernández-Domínguez<sup>1</sup>, Sughey Guillén-Vergara, José Luis Jerónimo-Pérez<sup>1</sup>, José Antonio González-Rodríguez<sup>1</sup> Alejandro Nila-Mendez<sup>1</sup>, Yuri Jorge Peña-Ramírez<sup>1</sup>, Celene Espadas-Manrique<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Acayucan. Carretera Costera del Golfo Km 216.4 Col. Agrícola Michapa. Acayucan, Veracruz. Tel/Fax 924 245 7410 Email:unibve@itsacayucan.edu.mx o elihed@gmail.com y

<sup>2</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C (CICY). Calle 43 No. 130 col. Chuburná de Hidalgo. CP. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel (999) 942 83 30, Email: uhkin@cicy.mx.

## Resumen

El cedro rojo (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*) son árboles maderables de gran importancia comercial, teniendo alta demanda por su dureza, color, durabilidad y resistencia a plagas, como las termitas. Sin embargo, estas especies se ven afectadas por el ataque de *Hypsipyla grandella* (Zeller), lepidóptero cuyo estadio larval se alimenta del meristemo apical provocando la bifurcación de los fustes (Fig. 1); en consecuencia, se pierden las características deseables para la industria forestal. Se ha tratado de contener estos estragos mediante un control integral, sin tener éxito. Para abordar esta situación,

se debe conocer el ciclo de vida del insecto, una vez caracterizado se podrá identificar los patrones de distribución de *H. grandella*, modelando su distribución potencial, así como la distribución del cedro y caoba, cotejando estos mapas para identificar zonas de incidencia y ataque. Por otra parte se plantea generar un pie de cría del barrenador a partir de un insectario que involucrará la formulación de dos dietas basadas en los principales nutrientes requeridos para su desarrollo y crecimiento. A mediano plazo, se efectuarán bioensayos de toxicidad con proteínas Cry, identificando sólo aquellas que sean letales. De esta información generada, se diseñarán los vectores de expresión para la transformación genética de árboles.

# ***Megastigmus transvaalensis* (Hussey) (HYMENOPTERA: CHALCIDOIDEA) ES LA ESPECIE DE TORYMIDAE QUE ATACA AL PIRUL EN MÉXICO**

**Enrique Ruíz-Cancino<sup>1</sup>, Juana María Coronado-Blanco<sup>1</sup> y Jesús García-Jiménez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UAM Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. 87149 Cd. Victoria, Tamaulipas, México. eruiz@uat.edu.mx; jmcoronado@uat.edu.mx.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Boulevard Emilio Portes Gil #1301 Pte. A. P. 175. CP 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. jgarjim@yahoo.com.mx

## **Resumen**

En 2007 se reportó al torímido *Megastigmus* sp. asociado al pirul *Schinus molle* L. en cuatro estados de la República Mexicana (Querétaro, San Luis Potosí, Guanajuato, Zacatecas) y se discutió su distribución y uso como planta ornamental o de sombra. También se discutió la problemática presente en Estados Unidos por conflicto de intereses entre el gobierno, que considera maleza al pirul sudamericano *Schinus terebintifolius* Raddi, una especie cercanamente relacionada, y la gente

que le gusta este árbol; en Florida se ha liberado para control biológico a *Megastigmus* porque el pirul ha invadido áreas naturales. En este trabajo se reporta a *Megastigmus transvaalensis* (Hussey), una especie africana, como la especie presente en nuestro país y se registra de los tres estados del noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas). Se anotan también algunas características externas que diferencian a la hembra y el macho adultos, basados en el material mexicano. Se mencionan otras especies de avispa africanas colectadas recientemente en México.



# ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA) EN SELVAS Y BOSQUES DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

Enrique Ruíz-Cancino<sup>1</sup>, Víctor Hugo Toledo Hernández<sup>2</sup>, Angélica María Corona López<sup>2</sup>, Juana María Coronado-Blanco<sup>1</sup>, Andrey I. Khalaim<sup>1,3</sup> y Efraín Tovar Sánchez<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>UAM Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. 87149 Cd. Victoria, Tamaulipas, México. eruiz@uat.edu.mx; jmcoronado@uat.edu.mx.

<sup>2</sup>CEAMISH, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 62209 Cuernavaca, Morelos, México. <sup>3</sup>Instituto Zoológico, Academia de Ciencias de Rusia.199304 San Petersburgo, Rusia.

## Resumen

El Estado de Morelos cuenta con una gran diversidad de ambientes naturales, incluyendo varios tipos de selvas y bosques. En un proyecto de la Red de Cuerpos Académicos “Sistemática y ecología en comunidades forestales y cultivos”, se colectaron y determinaron avispas parasíticas ichneumonidas de las colecciones de la UAEM y de la UAT, utilizando claves especializadas y la Colección de Referencia de Ichneumonidae del Museo de Insectos de la UAT. Se determinó material de 12 subfamilias, 42 géneros y 56 especies de Ichneumonidae (21 identificadas). Las subfamilias Cryptinae y Pimplinae fueron las que presentaron mayor diversidad así como las tribus Cryptini y Pimplini. El género con más especies fue *Cryptanura*

(4). Las especies identificadas son: los cryptinos *Acerastes pertinax* (Cresson), *Bicristella humerosa* (Cushman), *Cryptanura bilineata* Cushman, *C. femorator* Kasparyan & Ruíz, *C. fraternans* (Cameron), *C. sternoleuca* Kasparyan & Ruíz, *Joppidium fuscipenne* (Brullé), *Lymeon moratus* (Cresson), *L. tantillus* (Cresson), *Mesostenus eisenii* Ashmead, *M. pertenuis* Cresson, *Pachysomoides stupidus* (Cresson) y *Photocryptus pachymenae* (Cresson); los pimplinos *Dolichomitus irritator* (Fabricius), *Neotheronia lineata* (Fabricius), *N. rosai* Gauld, *Pimpla croceipes* (Cresson) y *Pimpla punicipes* (Cresson) - la especie más colectada; el campoplegino *Nonnus antennatus* Cresson; el cremastino *Pristomerus spinator* (Fabricius) y el diplazontino *Diplazon orbitalis* (Cresson).

# CONTROL DEL BARRENADOR DE MELIÁCEAS POR MEDIO DE PODAS

Ernesto Ilizaliturri-Pardo<sup>1</sup> y Claudia Cocón-Bolio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Comisión Nacional Forestal, Gerencia de Sanidad, Zapopan, Jal.

<sup>2</sup>Comisión Nacional Forestal, Región XII, Mérida, Yuc.

## Resumen

El factor limitante para el desarrollo de plantaciones de cedro y caoba con fines comerciales es ocasionado por *Hypsipyla grandella* (Zeller) la aplicación de podas es un método preventivo eficaz, para atenuar efecto y ataque del barrenador.

La Península de Yucatán, en 2008 desarrollo un programa de Cursos Taller sobre Técnicas de cortes y podas y empleo de Herramientas en arbolado afectado por el barrenador.

Asimismo, durante el 2008, se realizaron trabajos de corte y poda en 100 predios, estas actividades reportaron una superficie tratada de 1.234 has, con la participación de 100 beneficiarios

del Programa ProÁrbol, donde se ejerció un monto de \$ 778.753 pesos.

Los trabajos de poda aplicados así como la herramienta utilizada se sustentaron de acuerdo al Manual de Podas de la Gerencia de Sanidad.

Para 2009 se revisaron predios tratados donde se evaluaron principalmente la calidad de las podas de formación, y avances de cicatrización en ramas y brotes podados.

Los resultados alcanzados en esta primera etapa nos permiten continuar con los trabajos de poda e ir manejando con mayor seguridad y efectividad las técnicas y herramientas que a la fecha se han empleado.

# MONITOREO DE POBLACIONES DE DESCORTEZADORES EN EL SUR DEL ESTADO DE NUEVO LEON

Gerardo Cuéllar Rodríguez<sup>1</sup>, Armando Equihua Martínez<sup>2</sup>, Jaime Villa Castillo<sup>3</sup> y Eduardo Treviño Garza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Forestales, universidad Autónoma de Nuevo León, gcuellar@fcf.uanl.mx.

<sup>2</sup>Instituto de Fitosanidad, programa de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados.

<sup>3</sup>Comisión Nacional Forestal, Gerencia de Sanidad, Zapopan, Jal.

## Resumen

Los bosques de Pino piñonero (*Pinus cembroides*) del sur del estado de Nuevo León, han sido afectados por la presencia de insectos descortezadores del género *Dendroctonus*. Debido a esta situación la CONAFOR, el Gobierno del Estado, la Unión Forestal y la Universidad Autónoma de Nuevo León unió esfuerzos para realizar el control y monitoreo de las poblaciones de descortezadores. El monitoreo se inició en noviembre de 2008, utilizando trampas tipo

Lindgren cebadas con frontalina y aguarrás. Los datos obtenidos hasta la fecha indican una clara tendencia a la baja de la densidad poblacional en las seis localidades muestreadas (Hoya de la Fábrica, La Angostura, El Huérfano, La Antena, El Tejocote y San Manuel) en las que se colocaron 4 trampas cebadas más un testigo. En noviembre de 2008 se tuvo un promedio de 187 insectos mientras, en septiembre de 2009 se obtuvo un promedio de 15 insectos por trampa. Los meses con mayor captura fueron diciembre de 2008 y enero y febrero de 2009.

# EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIAGREGANTE DE LA FEROMONA MCH SOBRE *Dendroctonus pseudotsugae*, EN BOSQUES DEL ESTADO DE DURANGO

Guillermo Sánchez Martínez<sup>1</sup>, Constance J. Mehmel<sup>2</sup>, Debra Allen-Reid<sup>3</sup>, Ernesto González-Gaona<sup>1</sup>, Nancy E. Gillette<sup>4</sup>, José Leonardo García-Rodríguez<sup>5</sup>, Jorge Manuel Mejía-Bojorquez<sup>5</sup>, José Carlos Monarrez-González<sup>5</sup>, Juan Antonio López-Hernández<sup>5</sup>, Sylvia R. Mori<sup>4</sup> y Luis Mario Torres-Espinosa<sup>6</sup>

<sup>1</sup>INIFAP, Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes.

<sup>2</sup>USDA-Forest Service, Forestry Sciences.

<sup>3</sup>USDA-Forest Service, Forestry and Forest Health. Albuquerque.

<sup>4</sup>USDA-Forest Service, Albany. <sup>5</sup>INIFAP Campo Experimental Valle de Guadiana.

<sup>6</sup>INIFAP, Campo Experimental Saltillo.

## Resumen

En 2006 comenzaron a evidenciarse ataques de *Dendroctonus pseudotsugae* en las poblaciones de *Pseudotsuga menziesii* en los estados de Durango y Chihuahua. En abril de 2009 se estableció un experimento de campo en el Ejido El Toro, Municipio Guanaceví, Durango. El objetivo fue determinar la efectividad biológica de la feromona antiagregante MCH (3-metil-2-ciclohexeno-1-ona) en la formulación de burbuja encapsulada, para el control del descortezador *D. pseudotsugae*. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro bloques. Cada bloque estuvo conformado por

cuatro parcelas de ½ ha. Los tratamientos fueron: 1) 14.4 g I.A./ha 2) 28.8 g I.A./ha., 3) 44 g I.A./ha y 4) testigo. En cada parcela se instalaron dos trampas de embudo cebadas con feromona atrayente de *D. pseudotsugae*, para inducir presión de los insectos. Los tratamientos fueron aplicados justo antes del periodo de emergencia del insecto. Se levantó información dasométrica y la condición del arbolado antes de los tratamientos. Las variables de estudio fueron el número promedio de insectos capturados en cada tratamiento y el número de árboles atacados. Los resultados sugieren que la feromona MCH provee protección a los rodales de *P. menziesii* contra el ataque de *D. pseudotsugae*.

# DISTRIBUCIÓN E INCIDENCIA DEL BARRENADOR DE ENCINOS *Crioprosopus magnificus* (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) EN LA SIERRA FRIA, AGUASCALIENTES

Guillermo Sánchez-Martínez<sup>1</sup>, Onésimo Moreno Rico<sup>2</sup> y María Elena Siqueiros Delgado<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>C. E. Pabellón-INIFAP. Km. 32.5 Carr. Ags.-Zac. 20660, Pabellón de Arteaga, Ags. Correo electrónico: sanchezm.guillermo@inifap.gob.mx.

<sup>2</sup>Centro de Ciencias Básicas, Depto. de Microbiología, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria, 20120 Aguascalientes, Ags. Correos electrónicos: omoreno@correo.uaa.mx, y masiquei@correo.uaa.mx

## Resumen

A fines de 2006 se detectaron ataques de un insecto barrenador en encinos vivos en la Sierra Fría, Aguascalientes. Durante 32 meses se siguió el desarrollo del insecto, hasta obtener especímenes que permitieron determinar que se trata de *Crioprosopus magnificus* (Coleoptera: Cerambycidae). Adicionalmente, se realizó un muestreo en 28 transectos a lo largo de la Sierra Fría, con el objetivo de determinar la distribución actual y potencial de este insecto. Se levantó información sobre las especies hospederas y las características fisiográficas en cada sitio de muestreo. Las coordenadas geográficas se registraron en una unidad GPS. Posteriormente se creó un mapa de la distribución observada,

utilizando ArcView 3.2. Los datos fisiográficos de cada sitio de muestreo y el porcentaje de incidencia del insecto observado fueron utilizados en el software IDRISI Kilimanjaro, para crear un modelo y un mapa de la distribución potencial de este insecto. Para este último caso se utilizó un modelo digital de elevación con resolución de 30 x 30 m, a partir del cual se generaron cubiertas de exposición y pendiente. El insecto se encontró en lugares con altitud entre 2350 a 2750, pero la máxima afectación observada, de 60 a 75%, ocurrió en lugares con altitud entre 2540 a 2650 m y pendiente menor de 10%. Se estimó una superficie total de distribución potencial de 39,068 ha. De esta superficie, 35,601 ha tienen un potencial de afectación de 1 a 55% y 3,513 ha tienen un potencial de afectación de 60 a 75%.

# LA CAPACIDAD PRODUCTIVA MADERABLE COMO INDICADOR DE LA SALUD FORESTAL USANDO DATOS DEL INFyS.

Héctor M. De los Santos Posadas y Benjamín Méndez López

Colegio de Postgraduados.

## Resumen

El crecimiento forestal es uno de los parámetros más relevantes para evaluar la calidad de un bosque siendo la productividad maderable del sitio forestal una suma “positiva” de factores ambientales y bióticos. En el estudio se propone un grupo de indicadores del crecimiento forestal basados en el incremento del área basal y el volumen total como índices de capacidad productiva que pueden ser evaluados a partir de datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS).

Los indicadores de productividad propuestos pueden usarse como indicadores auxiliares que

podrían relacionarse fácilmente con otros indicadores de salud para construir así indicadores compuestos, éstos son fáciles de construir e interpretar a partir de datos del INFyS.

A partir de una muestra de datos proveniente del INFyS se encontró que el 57% de las coníferas evaluada a partir de estos índices se encuentra todavía en una fase de incremento acelerado, mientras que el 26% está en una fase de incremento decreciente. Estos últimos datos son de relevancia ya que implican que los árboles están llegando a una fase de equilibrio entre respiración y crecimiento y por tanto, un estado que puede ser fácilmente alterado por sequías, incendios o plagas.

# PROBLEMAS CON LA ATRACCION DE *Hypsipyla grandella* A SU FEROMONA SEXUAL EN PRUEBAS DE CAMPO ¿FALTA ALGUN OTRO ESTIMULO?

**Jorge E. Macías Sámano**

El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Antiguo Aeropuerto km 2.5, 30700 Tapachula, Chiapas, México.  
jmacias@ecosur.mx, www.saludforestal.com

## Resumen

Tres compuestos lineales han sido identificados química y electrofisiológicamente en extractos de cuerpos de hembras de *H. grandella*. Estos compuestos putativamente son los componentes principales de la feromona sexual con que la hembra atrae al macho para aparearse. Se han realizado por lo menos cinco experimentos en donde se ha probado la atracción de estos compuestos en campo, de manera individual y binaria, usando tres tipos de trampas diferentes en plantaciones de cedro en los estados de Tabasco y Chiapas y cuyos resultados son inconclusos. Se

conoce que la familia Pyralidae, a la que pertenece *H. grandella*, presenta comportamientos bien definidos hacia estímulos de feromonas sexuales, pero también a la combinación de estos con estímulos auditivos. Se han iniciado estudios para tipificar los sonidos producidos por hembras y machos cuando estos baten sus alas, realizándose grabaciones de las mismas. Los datos están en proceso de análisis y se pretende llevar a cabo experimentos en campo donde se combinen los compuestos feromonales con los estímulos auditivos para evaluar la atracción de los machos del insecto.

# CONTROL DE LA ROYA GLOBOSA DEL PINO ENCINO (*Cronartium quercuum*) EN PINO COLORADO (*Pinus patula*) EN EL RANCHO EL SALTO Y LA SAUCEDA, AHUACATLÁN, ZACAPOAXTLA, PUEBLA

José Luis Olivares Díaz y Rodolfo Arellano Bonilla

Calle Manuel Cloutier No 37 Col. Pezmatlan CP 73900, Tlatlauquitpec, Puebla. Violeta Sur No 215, Col. Jardines Coloniales, CP 88749, Reynosa, Tamaulipas. Tel 012333181107, 018999294475. oliverosver@hotmail.com; recicla55@prodigy.net.mx; recicla@micros.com.mx.

## Resumen

Los seres humanos necesitamos los bosques para desarrollar múltiples actividades, y a la vez estos mantienen el equilibrio ecológico, sin embargo en ocasiones son afectados por enfermedades y plagas que deterioran su desarrollo y crecimiento. La roya *Cronartium quercuum* se resalta como una problemática de importancia económica, ecológica en la región nororiental de Estado de Puebla, la cual se ha venido observando desde hace varios años afectando plantaciones comerciales y aéreas boscosas, causando daños primarios y secundarios. El objetivo de este trabajo es conocer la época de desarrollo de la roya y control a través de podas de saneamiento. El trabajo se desarrolló en el rancho forestal El Salto y La Sauceda ubicado en la Comunidad de Ahuacatlán, Zacapoaxtla, se localiza entre 19°44'18" Latitud Norte y 97° 59' 18" y Longitud Oeste con una altitud de 2,400 msnm y con una temperatura media anual de 18°. Se realizó un muestreo aleatorio en parcelas

de 100 M<sup>2</sup>, revisando individuos con los síntomas característicos como son la formación de agallas o canchales en ramas y tallos contabilizando el número de canchales por individuo. Además de algunos signos que se observaron son muy distintivos, entre estos la presencia de ecias, uredias o telias de color naranja. Estos últimos se retiraron de manera cuidadosa con pértigas y machetes, ya que esta es la fase final de la roya y la diseminación hacia otros hospedantes. A pesar de la estrecha relación entre las royas y sus hospedantes, es necesario tener en cuenta que las royas dentro de la sanidad forestal, son parásitos obligados que requieren de hospedantes vivos para completar su desarrollo y por lo que es necesario estudiar el ciclo biológico y determinar las fechas de podas o determinar otros métodos de control para fortalecer el buen manejo de los bosques.



# BRACONINAE (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) COLECTADOS EN TRAMPAS DE LUZ EN TLAQUILTENANGO, MORELOS, MÉXICO

Juana María Coronado-Blanco<sup>1</sup>, Angélica María Corona López<sup>2</sup>, Víctor Hugo Toledo Hernández<sup>2</sup> y Enrique Ruíz-Cancino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UAM Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. 87149. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. jmcoronado@uat.edu.mx; eruiz@uat.edu.mx.

<sup>2</sup>CEAMISH, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 62209 Cuernavaca, Morelos, México.

## Resumen

Los braconidos son avispas parasíticas de gran importancia en el control natural y biológico de plagas forestales y en cultivos. La subfamilia Braconinae contiene a la mayoría de los braconidos de mayor tamaño, los que parasitan principalmente larvas de lepidópteros y coleópteros, siendo más comunes en áreas boscosas; algunos parasitan dípteros o moscas sierra. Se conocen 30 géneros de Braconinae en América, la mayoría son poco colectados. Para el Estado de Morelos se habían reportado 8 géneros (*Bracon*, *Compsobraconoides*, *Cyanopterus*, *Digonogastra*, *Habrobracon*, *Ipobracon*, *Myosoma* y *Vipio*). Se colectaron

braconidos en trampas de luz blanca en noviembre de 2008 y desde enero hasta septiembre de 2009, de 8-12 PM, 5 días por mes, en el Ejido Huaxtla, localizado en las coordenadas 18° 22' 50" de latitud norte y 99° 02' 45" de longitud oeste, con una altitud promedio de 1,000 msnm, el cual pertenece al municipio de Tlaquilténango, Morelos. Se obtuvieron especímenes de 5 géneros y 12 especies de Braconinae: *Atanycolus*, *Compsobracon*, *Cyanopterus*, *Digonogastra* y *Vipio*. *Digonogastra* es el género con mayor diversidad de morfoespecies (6), seguido por *Atanycolus* (3). *Compsobracon* constituye un nuevo registro, por lo que ahora se conocen 9 géneros de Braconinae para el Estado de Morelos.

# EFFECTO DE EXTRACTOS FOLIARES DE ESPECIES DE MELIACEAS EN LA SOBREVIVENCIA Y DESARROLLO DE LARVAS DE *Hypsipyla grandella*

Julián Pérez-Flores<sup>1</sup>, Sanford D. Eigenbrode<sup>2</sup>, Luko Hilje<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Km. 3 Carretera Cárdenas –Huimanguillo, H. Cárdenas Tabasco México, C.P. 86500  
julianflores@colpos.mx

<sup>2</sup>University of Idaho, Department of Plant, Soil, and Entomological Sciences, Moscow, Idaho, 83844, U.S.A.  
sanforde@uidaho.edu.

<sup>3</sup>Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba 7170, Costa Rica; luk@catie.ac.cr

## Resumen

Fraciones putativas de alcaloides, limonoides, y compuestos fenólicos obtenidas de extractos foliares de plantas de *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Khaya senegalensis*, *Toona ciliata* y *C. odorata* injertada en *T. ciliata*, fueron asperjadas en discos foliares de *C. odorata* para evaluar su efecto en la sobrevivencia y desarrollo de larvas de *Hypsipyla grandella* de instar II. Las variables evaluadas fueron: sobrevivencia de larvas, área foliar consumida y ganancia de peso por larva; peso de pupa y longitud de pupa; días a pupa y a

adulto, y apariencia de alas. Los limonoides afectaron la sobrevivencia de larvas. Los mejores extractos para disminuir el peso y longitud de pupa y el tiempo para alcanzar los estados de pupa y adulto fueron los extractos de limonoides obtenidos de caoba africana y de las plantas injertadas, y los alcaloides extraídos de caoba. Los extractos de alcaloides del cedro australiano y los extractos fenólicos del cedro fueron los mejores para disminuir el consumo de disco foliar y la ganancia de peso de larvas. El extracto alcaloide de las plantas injertadas originó un 20% de adultos de *H. grandella* con alas malformadas.

# EL BARRENADOR DE LAS MELIÁCEAS (*Hypsipylla grandella* Zeller) EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN CHIAPAS, MÉXICO

Lorena Soto-Pinto, Jorge A. Aguilar-Cruz y Manuel de J. Anzueto-Martínez

<sup>1</sup>El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, María Auxiliadora, 29290 México, lsoto@ecosur.mx

## Resumen

El barrenador *Hypsipylla grandella* Zeller es la mayor plaga de las meliáceas. El ataque de este insecto depende de factores poco estudiados como el tamaño del árbol, la cobertura y el manejo silvícola. Sin embargo poco se ha estudiado su incidencia en sistemas agroforestales.

Este estudio tuvo como objetivo comparar la incidencia de *H. grandella* en sistemas agroforestales de café con sombra, sistema taungya (sistema rotacional de maíz con árboles maderables intercalados); y acahual mejorado (acahuales enriquecidos con árboles maderables) y discutir la influencia de factores asociados al ataque. Los árboles maderables establecidos en estos sistemas fueron principalmente cedro y caoba, por su alto valor comercial.

Se encontraron diferencias significativas en el ataque del insecto entre sistemas agroforestales ( $p < 0.05$ ). El sistema Taungya presentó la mayor incidencia en el daño inicial ( $65.3 \pm 30.3$ ), seguido por el cafetal ( $50.3 \pm 8.0$ ) y el acahual mejorado ( $13.7 \pm 10.2$ ). Sin embargo, el ataque al quinto año de

establecimiento (año de la evaluación) fue menor que el ataque inicial (primeros 3 años de la plantación). A partir del quinto año el tipo de sistema pierde importancia como factor determinante de la incidencia ( $p < 0.05$ ).

Tanto en el ataque inicial como en el ataque actual la incidencia de *H. grandella* en caoba fue mayor que la del cedro ( $p < 0.05$ ). El 39.9% de los individuos de caoba fueron atacados (ataque anterior y actual), mientras que sólo el 11.6% de los individuos de presentó daño.

Se encontró un efecto de la posición del árbol en el dosel ( $p < 0.0001$ ,  $r^2 = 0.78$ ) lo que está ligado al efecto de la cobertura sobre la incidencia de *H. grandella*, siendo más sensible la caoba que el cedro a este efecto.

Se discuten los factores que pudieran estar influyendo en la incidencia del barrenador de las meliáceas en plantaciones agroforestales. Se concluye que un manejo silvícola de los árboles combinando especies de la vegetación secundaria como ocurre en cafetales y acahuales mejorados puede ser una buena opción para disminuir el ataque de este insecto.

# VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL EN LA INFESTACIÓN DE *HYPSSIPYLA GRANDELLA* EN UNA PLANTACIÓN DE CEDRO EN VERACRUZ

Nancy Eneida Barradas-Juanz, Diana Pérez-Staples y Francisco Díaz-Fleischer

<sup>1</sup>Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana.

## Resumen

*Hypsiyla grandella* es una de las plagas forestales más importantes de América Latina y el Caribe. El daño es ocasionado principalmente a los retoños del cedro (*Cedrela odorata*) por la larva que se alimenta del tejido meristemático de los brotes nuevos, provocando una bifurcación en la planta y reduciendo significativamente o anulando el valor comercial del árbol. Debido a que no existe un manejo adecuado de esta plaga las plantaciones comerciales de cedro a menudo son abandonadas con pérdidas significativas. En este estudio, se llevó

a cabo un censo durante un año para entender como varía la infestación de *H. grandella* en una plantación comercial de cedro, así como en donde se ubica la infestación. Se estudió si la arquitectura arbórea del cedro así como su posición en la plantación afectó al grado de infestación. Los resultados obtenidos nos llevarán a tener un mejor entendimiento de dónde y cuándo ocurre la infestación en una plantación comercial y así acercarnos a plantear un manejo integrado de dicha plaga.

# LAS MOSCAS DE LOS TRONCOS (DIPTERA: PANTOPHTHALMIDAE) DE MÉXICO Y SU POSIBLE IMPORTANCIA COMO PLAGA FORESTAL

Pedro Reyes-Castillo y Sergio Ibáñez-Bernal

<sup>1</sup>Red de Biodiversidad y Sistemática, Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), km 2.5 Carretera Antigua a Coatepec 351, Congregación El Haya, 91070 Xalapa, Ver. México. Pedro.reyes@inecol.edu.mx; sergio.ibanez@inecol.edu.mx

## Resumen

Pantophthalmidae está conformada por 20 especies de dípteros neotropicales distribuidas de México a Argentina. Se reconocen dos géneros: *Pantophthalmus* con 19 especies, y *Opetiops*, una especie. Son moscas robustas (18-45 mm de longitud) del suborden Brachycera, agrupadas en la superfamilia Stratiomyomorpha; se caracterizan en estado adulto por presentar antena con escapo y pedicelo cortos y flagelo formado por ocho flagelómeros; machos holópticos y hembras dicópticas; rostro cónico; ala con venas R<sub>4</sub> y R<sub>5</sub> divergentes, la R<sub>5</sub> termina detrás del ápice del ala, celdas m<sub>3</sub> y cup cerradas y alula bien desarrollada; mechón de sedas largas detrás del estigma torácico posterior; patas con pulvilos y arolio pulviliforme;

abdomen de forma ovalada más ancho que el tórax. Larvas con cápsula cefálica esclerotizada, placa postero-dorsal en la porción posterior del abdomen y alrededor de la abertura anal estructuras a manera de branquias; habitan en galerías horizontales que horadan en troncos de árboles vivos (*Ficus*, *Erythrina*, *Pachira*, *Croton*, *Ceiba*, *Clethra*, *Leucaena*, *Acer*, *Carya*, *Hevea* y *Quercus*), alimentándose de savia en fermentación. En México se registran: *Pantophthalmus bellardi* (Bigot) [Chiapas, Veracruz], *P. planiventris* Wiedemann [Puebla], *P. roseni* (Enderlein) [México, Oaxaca, Tamaulipas y Veracruz] y *P. zoos* (Enderlein) [Oaxaca, Veracruz].

# ÍNDICE DE AUTORES

**- A -**

Acuña Soto Jesús Alberto. **87, 100**  
Aguilar Cruz Jorge A. **258**  
Allen Reid Debra **251**  
Alvarado Rosales Dionicio. **2, 13, 18**  
Álvarez Cervantes Rocío Sinaíd. **75**  
Álvarez Zagoya Rebeca. **239**  
Arellano Bonilla Rodolfo. **255**  
Avilés Cruz Juan. **48**  
Ayala Ortega Salvador Alejandro. **208**  
Anzueto Martínez Manuel de J. **258**

**- B -**

Barradas Juaz Nancy E. **146, 259**  
Bautista Martínez Doris. **48**  
Burgos Dueñas Armando. **224**  
Burgos Dueñas Oscar. **224**  
Burgos Solorio Armando. **224**  
Burke Roco Alan Fernando. **106**  
Bustamante García Verónica. **239**

**- C -**

Caamal Maldonado Arturo J. **155**  
Camacho Pantoja Abraham. **36**  
Cano Ramírez Claudia. **41**  
Carrillo Parra Artemio. **239**  
Castellanos Bolaños Juan Francisco. **24, 28**  
Castillo Caamal José B. **155**  
Chacón Pacheco Citlali Coyolicatzin. **230**  
Chaires Grijalva Martha Patricia. **87, 94**  
Chanatasig Vaca Cristina. **132**  
Cibrián Llanderal Victor David. **201**  
Cibrián Tovar David. **66, 106, 191, 196, 201, 204, 208**  
Cibrián Tovar Juan. **52**  
Cocón Bolio Claudia **249**  
Coria Avalos Victor Manuel. **180**  
Coronado Blanco Juana María **247, 248, 258**  
Corona López Angélica. **220, 248, 256**  
Cruz Cruz Efraín. **24**  
Cruz García Gloria Alejandra **245**  
Cruz Juárez Juan. **196**  
Cuéllar Rodríguez Gerardo **250**

**- D -**

D. Eigenbrode Sanford. **257**  
Daugherty Carolyn M. **161**  
De los Santos Posadas Hector Manuel. **82, 253**  
Díaz Fleischer Francisco. **146, 259**  
Dzib Castilllo Benito. **132**

**- E -**

E. Gillete Nancy **251**  
Eigenbrode S. D. **136**  
Equihua Martínez Armando. **48, 52, 87, 94, 100, 250**  
Espadas Manriquez Celene. **150, 246**  
Espinoza López Rafael. **132**  
Estrada Venegas Edith G. **52, 87, 94, 100**

**- F -**

Fernanda López María. **41**  
Flores Flores Jorge David. **169**  
Fonseca González Juana. **82**  
Fucikovsky Zak Leopold. **227, 229**

**- G -**

García Díaz Silvia Edith. **191, 196, 204**  
García Jiménez Jesús **247**  
García Rodríguez Leonardo **251**  
Gómez Cárdenas Martín. **24, 28**  
Gómez Guerrero Armando. **244**  
González Gaona Ernesto **251**  
González Julián Pedro. **235**  
González Rodríguez José Antonio. **150, 246**  
González Villalobos Maria Silvia. **185**  
Guerra De la Cruz Vidal. **161**  
Guillén Vergara Sughey. **150, 246**

**- H -**

Hernández Acevedo Gabriela. **201**  
Hernández de la Rosa Patricia. **7**  
Hernández Domínguez Elizabeta. **150, 246**  
Hernández Hernández Juvencio. **28**  
Hernández Cruz Marina Jossabeth. **213**  
Hilje Luko. **136, 257**

**- I -**

Ilizaliturri Pardo Ernesto **249**  
Ibáñez Bernal Sergio. **260**

**- J -**

Jerónimo Pérez José Luis **246**  
J. Mehmel Constance **251**

**- K -**

Khalaim I. Andrey **248**

**- L -**

Llanderal Cázares Celina. **106**  
López Castillo José Ramon. **75**  
López Hernández Juan Antonio **251**  
López Pérez Ivón. **185**

**- M -**

Macias Bonifacio Don Juan. **208**  
Macías Sámano Jorge E. **41, 254**  
Maldonado Arango Olivia. **28**  
Martínez Rocha Luis. **185**  
Mathiasen Robert L. **161**  
Medina Sandoval Fernando. **218**  
Mejia Bojorquez Jose Manuel **251**  
Méndez Montie José Tulio. **52**  
Méndez López Benjamín **253**  
Mendoza Campos Adriana. **191**  
Mendoza Correa Maria Guadalupe. **120**  
Merlín Bermudes Enrique. **239**  
Meza Rangel Joel. **82**  
Monarrez González José Carlos **251**  
Moreno Rico Onésimo **252**  
Muñoz Flores Jesús H. **180**  
Muñoz Viveros Ana Lilia. **213, 230, 235**

**- N -**

Nájera Castro José Armando. **169, 175**  
Nila Méndez Alejandro. **150, 246**  
Niño Alicia. **41**

**- O -**

Ojeda Aguilera Amelia. **56, 62**  
Olivarez Díaz José Luis. **255**  
Olivo Martínez Juan Antonio. **33**

**- P -**

Peña Ramírez Yuri Jorge. **150, 246**  
Pérez Flores Julián. **136, 257**  
Pérez Pérez Anayeli **245**  
Pérez Staples Diana. **146, 259**  
Pérez Vera Omar Alejandro. **196**  
Piñeiro Márquez Félix. **28**  
Plascencia González Abel. **185**  
Prieto Ruiz José Ángel. **239**

**- Q -**

Quijano Medina Teresa. **155**

**- R -**

R. Mori Sylvia **251**  
Ramírez Avilés Luis. **155**  
Rivera-Rodríguez Moisés Orlando. **66**  
Reyes Castillo Pedro. **260**  
Robles Uribe Sergio. **62**  
Rodríguez Ibarra Edgar. **218**  
Rodríguez Ortega Alejandro. **52**  
Romero Nápoles Jesús. **70**  
Ruiz Cancino Enrique. **220, 247, 248, 256**  
Ruiz Enrico A. **115, 125**  
Ruiz Farfán Daniel de Guadalupe. **66**  
Ruiz González Arnulfo. **62**  
Ruiz Martínez Orlando. **24**

**- S -**

Saavedra Romero Luz de Lourdes. **2, 13, 18**  
Salinas Moreno Yolanda. **120**  
Sánchez Martínez Guillermo **251, 252**  
Siqueiros Delgado María Elena **252**  
Soto Pinto Lorena. **258**



**- T -**

T. Sullivan Brian. **41**  
Toledo Hernández Victor. **220, 248, 256**  
Torres Espinoza Luis Mario. **175, 251**  
Torres Veronica. **115**  
Tovar Sánchez Efraín. **220, 248**  
Treviño Garza Eduardo **250**

**- V -**

Valdez-Lizárraga Mayra Margarita. **75**  
Van der Wal Hans. **132**  
Vazquez Collazo Ignacio. **180**  
Víctor Javier. **111**  
Villa Castillo Jaime. **52, 180, 250**  
Villeda Pérez B. **224**

**- Z -**

Zamora Velázquez Carmen Araceli. **75**  
Zúñiga Bermudez Gerardo. **41, 111, 115, 120, 125**

“Memoria del XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal”

Se terminó de imprimir en el mes de junio de 2011

en Materiales y Servicios Gráficos

Primero de Mayo 325, Col. Centro, C.P. 49000

Cd. Guzmán, Jal.

El tiraje consta de 500 ejemplares