SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN | SAGARPA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

FUNDACION PRODUCE COAHUILA, A.C.

Fundación Produce Nuevo León A.C.

SEP · CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

CONAFOR

Se agradece el Financiamiento Económico a los Fondos Sectoriales CONAFOR – CONACYT a través del proyecto No. 10456, a la Fundación Produce Coahuila, A. C. y a la Fundación Produce Nuevo León, A. C., para la realización de este Proyecto de Investigación

ISBN
10456 incompleto

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN | SAGARPA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL DEL NORESTE
CAMPO EXPERIMENTAL SALTILLO

METODOS DE CONTROL PARA EL INSECTO DESCORTEZADOR *Dendroctonus mexicanus* Hopkins EN BOSQUES DE *Pinus teocote* EN EL ESTADO DE NUEVO LEON



Folleto Técnico Núm. 32 Febrero 2007

México

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION

ING. ALBERTO CÁRDENAS JIMÉNEZ
Secretario

ING. FRANCISCO LÓPEZ TOSTADO
Subsecretario de Agricultura

ING. ANTONIO RUIZ GARCÍA
Subsecretario de Desarrollo Rural

LIC. JEFFREY MAX JONES JONES
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

C. RAMON CORRAL AVILA
Comisionado Nacional de Acuacultura y Pesca

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS

Ph. D. PEDRO BRAJCICH GALLEGOS
Director General

Ph. D. EDGAR RENDON POBLETE
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Ph. D. SEBASTIÁN ACOSTA NUÑEZ
Coordinador de Planeación y Desarrollo

LIC. MARCIAL ALFREDO GARCÍA MORTEO
Coordinador de Administración y de Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL DEL NORESTE

Ph. D. FRANCISCO JAVIER PADILLA RAMIREZ
Director Regional

Ph. D. JORGE ELIZONDO BARRÓN
Director de Investigación

C. P. JOSÉ CRUZ GONZÁLEZ FLORES
Director de Administración

M. C. GUSTAVO JAVIER LARA GUAJARDO
Director de Coordinación y Vinculación en Coahuila

GOBIERNO DEL ESTADO DE COAHUILA

PROFR. HUMBERTO MOREIRA VALDÉS
Gobernador Constitucional del Estado

C. HÉCTOR OSCAR FERNÁNDEZ AGUIRRE
Secretario de Fomento Agropecuario

ING. HÉCTOR DE LA FUENTE RODRÍGUEZ
Subsecretario Agropecuario y de Comercialización

ING. JOSE CARLOS DESTENAVE MEJIA
Director de Agricultura

M. V. Z. ENRIQUE GARCÍA PÉREZ
Director de Ganadería

DR. HÉCTOR FRANCO LÓPEZ
Secretario del Medio Ambiente y Recursos Naturales

DELEGACION ESTATAL DE LA SAGARPA EN COAHUILA

ING. EDUARDO VILLARREAL DAVILA
Delegado

ING. JORGE ALBERTO FLORES BERRUETO
Subdelegado Agropecuario

LIC. REYNOLD MALTOS ROMO
Subdelegado de Planeación

LIC. REYNALDO PÉREZ-NEGRON
Subdelegado de Administración

FUNDACION PRODUCE COAHUILA, A. C.

ING. BERNABE IRUZUBIETA QUEZADA
Presidente

ING. JUAN ANTONIO OSUNA CÁRDENAS
Vicepresidente

M. Sc. IGNACIO A. GONZÁLEZ CEPEDA
Presidente del Consejo Consultivo Sureste

ING. JAVIER GARCÍA NÚÑEZ
Tesorero

M. C. JORGE MONTAÑEZ DE LEON
Gerente

En el proceso editorial de esta publicación colaboraron:

Comité Editorial del Campo Experimental Saltillo:

M. C. Gustavo Javier Lara Guajardo
M. C. Carlos Ríos Quiroz
Dr. Marco Antonio Arellano García
M. C. Antonio Cano Pineda
M. C. David Castillo Quiroz
Dr. Sergio Javier García Garza

Revisión Técnica:

Ph. D. Jorge Elizondo Barrón

Fotografía:

Dr. José Alfredo Sánchez Salas
M. C. Luis Mario Torres Espinosa

Captura Computacional:

Dr. José Alfredo Sánchez Salas

Edición:

M. C. Carlos Ríos Quiroz

MAYOR INFORMACION

INIFAP

Campo Experimental Saltillo
Blvd. Vito Alessio Robles No. 2565
Col. Nazario S. Ortiz Garza
Saltillo, 25100, Coah.
Tel: (01 844) 416 20 25
Fax: (01 844) 439 19 01
E-mail: sanchez.jose@inifap.gob.mx
torres.luis@inifap.gob.mx

Dirección de Coordinación y Vinculación del
INIFAP en Coahuila
Blvd. Vito Alessio Robles No. 2565
Col. Nazario S. Ortiz Garza
Saltillo, 25100, Coah.
Tel/Fax: (01 844) 439 24 36

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN | SAGARPA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

METODOS DE CONTROL PARA EL INSECTO DESCORTEZADOR *Dendroctonus mexicanus* Hopkins EN BOSQUES DE *Pinus teocote* EN EL ESTADO DE NUEVO LEON

Dr. José Alfredo Sánchez Salas
Investigador del Programa de Entomología del Campo Experimental Saltillo
M. C. Luis Mario Torres Espinosa
Investigador del Programa de Conservación, Protección y Restauración Forestal del Campo Experimental Saltillo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional del Noreste
Campo Experimental Saltillo
México
Febrero 2007

METODOS DE CONTROL PARA EL INSECTO DESCORTEZADOR *Dendroctonus mexicanus* Hopkins EN BOSQUES DE *Pinus teocote* EN EL ESTADO DE NUEVO LEON

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

Derechos reservados © 2007. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Serapio Rendón No. 83
Col. San Rafael
Del. Cuauhtémoc
06470 México, D. F.
Tel. (0155) 51 40 16 00

Primera edición
Tiraje 500 ejemplares
Impreso en México
Clave INIFAP/CIRNE/
ISBN

Esta obra se terminó de imprimir en
Febrero de 2007 en los talleres de:
Imprenta Sánchez
Nueva España 514
Fracc. Urdiñola
Tel/Fax: (844) 414 61 51
Saltillo, 25020, Coah.

Folleto Técnico Núm. 32 Febrero 2007

CAMPO EXPERIMENTAL SALTILLO
Blvd. Vito Alessio Robles No. 2565
Col. Nazario S. Ortiz Garza
Saltillo, 25100, Coah.
Tel. (01 844) 416 20 25
Fax: (01 844) 439 19 01

La cita correcta de este folleto es:

Sánchez S., J. A. y Torres E., L. M. 2007. Métodos de control para el insecto descortezador *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en bosques de *Pinus teocote* en el estado de Nuevo León. CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 32. Coahuila, México. 31 p.

Torres E., L. M.; J. A. Sánchez S.; A. Cano P. y O. U. Martínez B. 2004. Uso de feromonas en el manejo Integrado del descortezador de los pinos *Dendroctonus adjunctus* Blandford. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 13. Coahuila, México. 16 p.

Villa C., J. 1992. Atrayentes químicos en escarabajos descortezadores *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus* (Col: *Scolytidae*). Rev. Ciencia Forestal. INIFAP. México. Vol. 17. Núm. 71. 158 p.

Wood, S. L. 1963. A revision of the bark beetle genus *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae). Great Basin Naturalist 23: 1-117.

Rodríguez L., R. 1990. Plagas forestales y su control en México. Colección Cuadernos Universitarios. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, Estado de México. Serie Agronomía. Núm. 17, 217 p.

Sánchez S., J. A.; L. M.Torres E.; A. Cano P. y O. U. Martínez B. 2003. Daños y diversidad de insectos descortezadores de coníferas del noreste de México. Ciencia Forestal, Vol. 28 (93): 41-56.

Sánchez S., J. A.; L. M.Torres E. y G. Sánchez M. 2005. Evaluación de feromonas para la atracción de *D. mexicanus* Hopkins en la sierra de Galeana, N.L. México. XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Morelia, Mich. México. 23 p.

Sánchez S., J. A. y L. M. Torres E. 2006. Manual para la identificación de los principales problemas fitosanitarios de los bosques del estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 7. Coahuila, México. 33 p.

Safranyik, L. and Hall, P.M. 1990. Strategies and tactics for mountain pine beetle management. Mountain Pine Beetle Task Force, B. C. Forest Service, Kamloops, B. C. (unPubl. Rep).

Torres E., L. M.; J. A. Sánchez S.; A. Cano P. y O. U. Martínez B. 2003. Manejo integrado de insectos descortezadores en los bosques de coníferas de Coahuila y Nuevo León. Informe Técnico Final. CONACYT-SIREYES. Campo Experimental Saltillo. CIRNE-INIFAP. 228 p.

CONTENIDO

	Pág.
1. Introducción	1
2. Antecedentes	4
3. Objetivo	13
4. Materiales y Métodos	13
4.1 Evaluación de feromonas	14
4.2 Determinación de la fluctuación poblacional	15
4.3 Determinación del ciclo biológico	17
4.4 Evaluación de productos químicos y biológicos	17
5. Resultados	18
5.1 Características de las áreas de estudio	19
5.2 Evaluación de feromonas	19
5.3 Determinación de la fluctuación poblacional	21
5.4 Ciclo biológico	22
5.5 Evaluación de productos químicos y biológicos	24
6. Conclusiones	25
7. Bibliografía	27

INDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Evaluación de atrayentes sexuales (feromonas) para la captura de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins (2004).	21
Cuadro 2.	Ciclo biológico de *D. mexicanus* Hopkins en bosques de *Pinus teocote* en el predio "Puerto de Cieneguillas", Galeana, N. L.	23
Cuadro 3.	Número promedio de adultos vivos y muertos de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins por 0.04 m^3.	25

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Bosque de *Pinus teocote* en Galeana, Nuevo León.	2
Figura 2.	Adulto de *D. mexicanus* Hopkins denotanto las setas del declive elitral con más de dos tamaños y moderadamente abundantes, característica de esta especie.	14
Figura 3.	Trampas Lindgren de 12 embudos cebadas con la mezcla de Frontalina y Alfa Pineno.	16
Figura 4.	Fluctuación poblacional de *D. mexicanus* Hopkins en bosque de *Pinus teocote* en el predio "Puerto de Cieneguillas", Galeana, N. L.	22

Gómez V., L. 1980. Problemas causados por plagas forestales en México. Memorias 1er. Simposio Nacional Sobre Parasitología Forestal. Uruapan, Mich. pp 103-105.

Hayes, J. and Strom, B. 1994. 4-allylanisole as an inhibitor of bark beetle (Coleoptera: Scolytidae) agregation. Journal of Economic Entomology. 87: 1586-1594.

Hendrichs N., J. 1977. Distribución ecológica y geográfica de las especies primarias de escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* (Coleoptera: scolytidae) en México. Tesis. ITESM. Monterrey, N.L. Mex. 71 p.

Macías S., J. E. 2005. Feromonas de agregación en individuos del género *Dendroctonus*. XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Morelia, Mich. México. 23 p.

Memorias Primer Simposio Nacional Sobre Parasitología Forestal. Uruapan Mich. Soc. Mex. Entomol.

Phero Tech Inc. 2002. Products catalogue and technical literatura. Delta, British Columbia, Canada. 12 p.

Rodríguez L., R. 1982. Plagas forestales y su control en México. Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, Estado de México. pp 01-89.

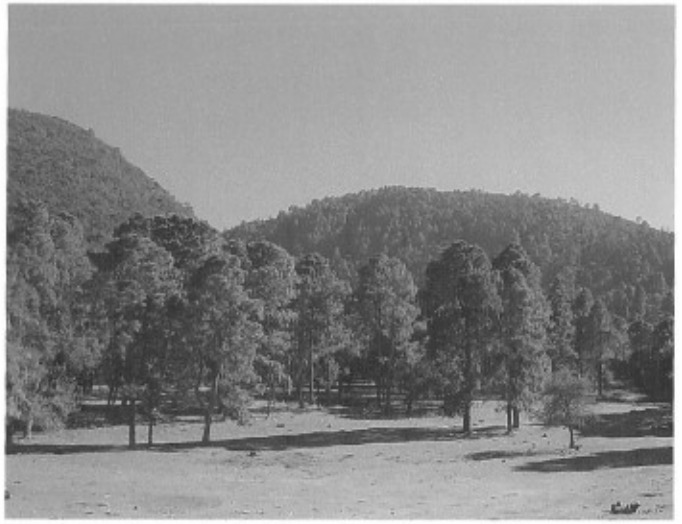


Figura 1. Bosque de *Pinus teocote* en Galeana, Nuevo León.

Dentro de las diversas plagas que afectan a estos bosques, los que mayores daños han causado son los insectos descortezadores, ya que en algunas localidades se llegaron a manifestar en forma epidémica, afectando grandes superficies arboladas. El mayor daño por insectos descortezadores en los bosques del estado se presentaron de 1997 a 2002, donde fueron devastadas 2726.85 hectáreas compactadas, con un volumen afectado de 997,701.16 m^3 rta., involucrando un total de 76 predios forestales del centro y sur del estado, localizados en los municipios de Santa Catarina, Santiago, Montemorelos, Rayones, Allende, Iturbide, Galeana, Aramberri y General Zaragoza (Sánchez *et al.*, 2003).

7. Bibliografía

Billings, R. F.; Berisford, C. W.; Salom, S. M.; and Payne, T.L. 1995. Applications of semiochemical in the management of southern pine beetle infestation: current status of research. In: Salom, S.M.; and Hobson, K.R. Eds. Aplication of semiochemical for management of bark beetle infestations. Proceedings of an informal conference. 1993. December 12-16; Indianapolis, In. Gen. Tech. Rep. Department of Agriculture, Forest Service. Intermountain Research Station. pp 30 -38.

Billings, R.F. and W. Upton. 2005. Pronóstico de tendencias de *Dendroctonus frontalis* por el uso de trampas con feromonas. Memorias de la Primera Reunión Conjunta: XII Simposio Nacional de Parasitología Forestal y 54ava Conferencia de Entomología Forestal del Oeste. Guadalajara, Jal. México. p 63-65.

Borden, J. H.; Chong, L. J. and Lindgren, B. S. 1990. Redundancy in the semiochemical message required to induce attack on lodgepole pines by the mountain pine beetle. *Dendroctonus ponderosae* Hopkins (Coleoptera: *Scolytidae*). Can. Ent. 122: 769-777.

Burgos M., F. 1975. Primeros estudios sobre la biología y el combate de dos escarabajos descortezadores de pino en los bosques de la Unidad Forestal de San Rafael y áreas contiguas (*Dendroctonus mexicanus* Hpk. y *Dendroctonus valens* Lec). Unidad Forestal de Explotación Forestal. San Rafael, Bol. Téc. Núm. 7. INIF. México. 62 p.

de descortezador presenta de tres a cuatro generaciones al año, siendo las más importantes las de los períodos de invierno y primavera.

Como resultado del estudio del ciclo biológico de *D. mexicanus* Hopkins, se observa que el ciclo tuvo una duración de 91 días. La presencia de huevecillo se detectó en la última semana de abril teniendo una permanencia de seis días, posteriormente eclosionan pasando por cuatro estadios larvales, esto, en un periodo de 47 días durante los meses de mayo a junio. La pupa tiene una duración de 23 días observándose a finales de junio y principios de julio. Los estadios de imago y adulto se cumplen en nueve y seis días, respectivamente, ocurriendo esto en el mes de julio.

Los resultados de la evaluación de los diferentes tratamientos utilizados para el control de *D. mexicanus* Hopkins detectaron que el tratamiento que mayor mortalidad registró fue el Decis, no obstante, no presenta diferencia significativa comparado con el Fosfuro de Aluminio. El tratamiento que no detectó mortalidad fue el producto a base del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, no encontrando diferencias significativas con el testigo.

De las áreas diagnosticadas en el centro y sur de Nuevo León, se concluye que los municipios de Galeana y Santiago presentan la mayor afectación, reportando 39 y 36% de la superficie fuertemente afectada, respectivamente (Torres *et al.*, 2003).

Dendroctonus mexicanus Hopkins es considerada como la principal especie de descortezador que ataca a los bosques del estado de Nuevo León. Se detecta como insecto con ataque primario en *Pinus teocote* y *P. pseudostrobus,* principalmente. Se distribuye en todos los bosques ubicados entre 1800 y 2900 msnm. Esta especie tiene gran importancia, ya que sus infestaciones contribuyen en la deforestación de regiones completas del centro y sur del estado. El impacto que causa en la producción de madera es relevante, pues con frecuencia obliga a realizar cortas de saneamiento y aprovechamiento de maderas muertas. Las áreas donde se distribuye este pino también se consideran de importancia eco-turística, debido a que son utilizadas por los habitantes de las comunidades urbanas como sitios de esparcimiento (Sánchez y Torres, 2006).

El uso de trampas cebadas con feromonas es una valiosa herramienta para ayudar al monitoreo de *D. mexicanus* Hopkins. Los datos de captura de trampa pueden ser utilizados para determinar su dinámica poblacional; esta información es muy valiosa para mejorar los esfuerzos enfocados al control de poblaciones de adultos.

Lo anterior es una herramienta importante para determinar cuándo y dónde enfocar esfuerzos para el manejo de esta plaga (Torres *et al.*, 2004).

Considerando esta problemática, y como una estrategia más en apoyo al control de este insecto descortezador, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) lleva a cabo desde el año 2002, acciones de investigación en lo que respecta a su distribución, biología, hábitos, daños que ocasiona, así como métodos para su prevención y control.

2. Antecedentes

El género *Dendroctonus* tiene la capacidad de atacar árboles vivos. Al respecto, se menciona que a menor vigor del árbol, mayor será la probabilidad de ataque por insectos descortezadores. Esto podría ser debido, según Hendrichs (1977) a que la resina de árboles débiles pierde sus cualidades protectoras naturales, además de que su olor alterado permite al insecto localizar a estos árboles.

Existen varios factores que pueden colaborar al incremento poblacional de este insecto y favorecer que un ataque endémico se convierta en uno de importancia económica.

Cuadro 3. Número promedio de adultos vivos y muertos de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins por 0.04 m^3

Productos	No. Promedio de insectos muertos	No. Promedio de insectos vivos
Decis	12.00 a	0.00 b
Fosfuro de Aluminio	11.00 a	0.00 b
Beauveria bassiana	0.00 b	8.50 a
Testigo	0.00 b	7.80 a

* Medias con igual letra no son significativamente diferentes al nivel de (P 0.05) mediante la prueba de Tukey.

6. Conclusiones

De la evaluación de feromonas para la atracción de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins se obtuvo que el tratamiento de Frontalina + Alfa Pineno fue el de mayor atracción sobre este descortezador, capturando el 38.07% del total, seguido de los tratamientos de frontalina y frontalina + brevicomina, con el 26.86 y 19.06%, respectivamente.

Con respecto a la fluctuación poblacional de *D. mexicanus* Hopkins, en los meses de octubre a diciembre de 2004 y mayo de 2005 se registran las más altas poblaciones de insectos en vuelo para la selección de sus hospederos, en los meses posteriores a estas fechas las poblaciones disminuyen. Sin embargo, se detectan poblaciones importantes, por lo que se puede deducir que esta especie

D. mexicanus Hopkins ha causado a otras áreas forestales en el estado de Jalisco (Villa 1992)

5.5. Evaluación de productos químicos y biológicos

Los resultados del análisis de varianza de la evaluación de los diferentes tratamientos, utilizados para el control de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, por lo que se procedió a llevar a cabo la prueba entre medias mediante la prueba de Tukey.

Las diferencias entre medias de los diferentes tratamientos se reportan en el cuadro 3, detectándose que el tratamiento que mayor mortalidad registró fue el Decis. No obstante, no presenta diferencia significativa comparado con el Fosfuro de Aluminio. El tratamiento que no detectó mortalidad fue el producto a base del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, no encontrando diferencias significativas con el testigo. Los resultados sobre la mortalidad de este insecto con los diferentes tratamientos se corroboraron al realizar el análisis utilizando el número de insectos vivos, también presentados en el cuadro 3, donde tampoco se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos Decis y Fosfuro de Aluminio y entre el testigo y el hongo.

Tales factores se pueden clasificar en climáticos y los inherentes a las actividades de aprovechamiento y propios del rodal; cada uno de estos factores influyen en el crecimiento de la población de manera diferente; por ejemplo, una sequía prolongada, además de producir un debilitamiento general en el árbol, provoca un cambio en la composición química de la resina, ya que incrementa el contenido de azúcares y disminuye el contenido de almidón, este cambio favorece el desarrollo de larvas (Enkerlin y Flores, 1977).

D. mexicanus Hopkins se reporta como el insecto descortezador que mayor daño causa a los bosques de pino en México, de 1972 a 1973 ha afectado 50 mil ha en el estado de Michoacán, donde destruyó 1'200,000 m^3 de madera de pino y, en el mismo año, en el Distrito Federal y Estado de México se extendió a 17 mil ha de bosque de pino. De 1977 a 1978 se combatió esta plaga en 5 mil ha en el Estado de México, Michoacán y Distrito Federal, dentro de una superficie boscosa de 40 mil ha (Sánchez *et al.*, 2003).

Este insecto fue descrito por Hopkins en 1905 como *Dendroctonus mexicanus*, posteriormente Wood (1963), en la revisión del género *Dendroctonus*, opinó que *D. mexicanus* Hopkins es la misma especie que existe en el sur de EUA y que Zimmerman clasificó con anterioridad (1868) como *D. frontalis*. Posteriormente, por estudios biosistemáticos, se determinó que *Dendroctonus frontales* Zimm

y *D. mexicanus* efectivamente son especies distintas (Rodríguez, 1982).

El adulto de *D. mexicanus* Hopkins mide de 2.3 a 4.5 mm de longitud, es de color negro brillante, presenta de 4 a 5 generaciones al año dependiendo de la altitud del sitio. Es difícil determinar cuantas descendencias coexisten al año en su hábitat natural, debido a que dentro del árbol hay generaciones superpuestas. En el centro de México se han reportado de 3 a 6 generaciones por año. Esta especie se encuentra atacando a *Pinus ayacahuite, P. arizonica, P. cembroides, P. chihuahuana, P. cooperi, P. douglasiana, P. durangensis, P. engelmannii, P. greggii, P. hartwegii, P. herrerai, P. lawsoni, P. leiophylla, P. maximinoi, P. michoacana, P. montezumae, P. patula, P. pinceana, P. pseudostrobus, P. rudis y P. teocote* (Cibrián *et al.*,1995).

El ciclo de vida de *D. mexicanus* Hopkins es de aproximadamente 90 días, pero varía según las condiciones climáticas. La actividad de vuelo comienza en la primavera, normalmente en los meses de abril y mayo y continúa más o menos sin interrupción hasta finales de septiembre y octubre. Todas las especies pueden atacar árboles vigorosos bajo condiciones epidémicas, pero en condiciones endémicas atacan sólo árboles debilitados (Wood, 1963; Burgos, 1975; Rodríguez, 1990 y Cibrián y Romero, 1994).

mayo y junio. La pupa tuvo una permanencia de 23 días observándose a finales de junio y principios de julio. Los estadios de imago y adulto se cumplen en nueve y seis días, respectivamente, lo cual ocurrió en el mes de julio.

Cuadro 2. Ciclo biológico de *D. mexicanus* Hopkins en bosques de *Pinus teocote* en el predio "Puerto de Cieneguillas", Galeana, N. L.

	Estados de desarrollo (días)				
	Huevo	Larva	Pupa	Adulto	Total
D. mexicanus Hopkins	6	47	23	15	91

Es importante denotar que *D. mexicanus* Hopkins es una de las especies de descortezadores que presentan el ciclo biológico más corto y, por consecuencia, un mayor número de generaciones, en comparación con la mayoría de las especies de descortezadores identificados en los bosques de coníferas del noreste de México. Por lo tanto, se considera de las más agresivas y de mayor importancia económica, ya que puede matar a un gran número de árboles en pocas semanas, lo anterior concuerda con daños que

Con respecto al manejo de esta especie de descortezador, cabe mencionar que las poblaciones deben ser capturadas al inicio de la época de vuelo de cada uno de estos períodos, para evitar la formación de brotes activos.

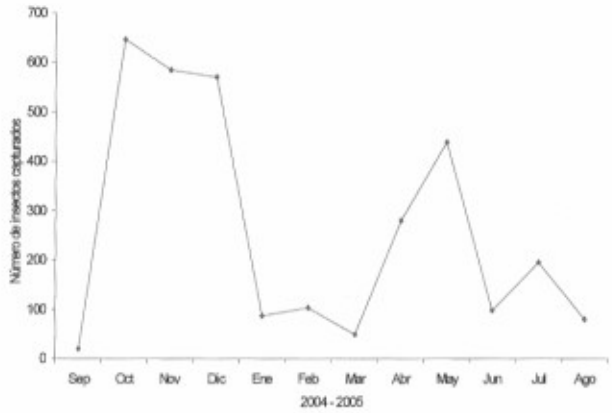


Figura 4. Fluctuación poblacional de *D. mexicanus* Hopkins en bosque de *Pinus teocote* en el predio "Puerto de Cieneguillas", Galeana, Nuevo León.

5.4. Ciclo biológico

En el cuadro 2 se presentan los resultados del estudio del ciclo biológico de *D. mexicanus* Hopkins, el cual fue evaluado de finales de abril a la ultima semana de julio de 2005. El ciclo biológico de esta especie abarcó 91 días. La presencia de huevecillos se detectó en la última semana de abril teniendo una duración de seis días, posteriormente eclosionan pasando por cuatro estadios larvales, esto, en un período de 47 días durante los meses de

Según Coulson (1981) el ataque lo inicia la hembra, normalmente en árboles de más de 10 cm de diámetro. Utilizando una ranura de la corteza, el escarabajo penetra hasta perforar la corteza interna. En esta etapa, la resina del árbol invade la galería como un mecanismo de defensa y la hembra libera feromonas de agregación. Por lo regular, para cuando la hembra ha logrado entrar a la corteza hasta llegar al floema, el macho llega atraído por las feromonas para iniciar el apareamiento, el cual se realiza en los primeros 2 ó 3 cm de la galería, que es donde se encuentra la cámara nupcial. Los huevos son depositados en nichos a ambos lados de la galería. Al eclosionar, las larvas se alimentan de la capa jugosa de floema, para más tarde penetrar en la corteza externa, donde pasan el estado de pupa, el cual dura de 3 a 5 semanas y al final del cual los nuevos adultos emergen para iniciar otro ataque.

Se han desarrollado nuevos e innovadores planes de manejo de descortezadores con el uso de atrayentes sexuales sintéticos, que están ahora disponibles en el mercado para manipular y monitorear poblaciones de descortezadores. El uso de cebos y trampas con feromonas (Figura 3) ha permitido a los técnicos contener pequeños brotes de infestaciones y, de esta manera, evitar el esparcimiento a rodales susceptibles, manteniendo las poblaciones de descortezadores en niveles bajos (Safranyik y Hall, 1990 y Hayes y Strom, 1994).

Las feromonas son sustancias químicas secretadas por un individuo hacia el ambiente, las cuales influyen en el comportamiento de otro individuo de la misma especie. Estas intervienen en muchas funciones conductuales como comportamiento sexual, oviposición, alarma y defensa, formación de agregaciones, marcar el camino y otro tipo de comunicación entre insectos sociales (Coulson y Witter, 1990 y Billings *et al.,* 1995).

En Columbia Británica, Canadá, se han desarrollado técnicas de contención y concentración de infestaciones para comprobar únicamente el estado operacional de *Dendroctonus ponderosae* en bosques de *Pinus contorta*. Esto es aplicado primeramente contra infestaciones que no pueden ser removidas a través de la corta y debe ser implementado previo a la emergencia, vuelo y ataque. Para ello, se utilizaron tres feromonas: Trans-verbenol, una feromona producida por la hembra que atrae primeramente machos; Exo-brevicomina, una feromona producida por el macho que atrae primeramente hembras y Myrcene, un monoterpeno del árbol hospedero que sinergiza la actividad de las otras dos feromonas (Borden *et al.*, 1990).

Con la finalidad de generar nuevas técnicas que limiten el número de árboles que tienen que cortarse, Clarke y Billings (2000), desarrollaron dos métodos nuevos que utilizan un químico repelente llamado "Verbenone".

Cuadro 1. Evaluación de atrayentes sexuales (feromonas) para la captura de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins. CESAL. 2004.

Tratamientos	Promedio de insectos capturados**
T1: Frontalina + Alfa Pineno	43.90 a
T2: Frontalina	30.98 b
T3: Alfa Pineno	0.39 d
T4:Frontalina + Brevicomina	21.98 c
T5: Frontalina + Brevicomina + Alfa Pineno	18.06 c
T6: Testigo absoluto	0.07 d

** Medias con la misma letra no difieren estadísticamente mediante la prueba de Duncan (0.05)

5.3. Determinación de la fluctuación poblacional

Con respecto a la fluctuación poblacional de *D. mexicanus* Hopkins, en la figura 4 se observa que en los meses de octubre a diciembre de 2004 y mayo de 2005 se registran las más altas poblaciones de insectos en vuelo para la selección de sus hospederos; en los meses posteriores a estas fechas las poblaciones disminuyen; sin embargo, se detectan picos importantes, por lo que se puede deducir que esta especie de descortezador presenta de 3 a 4 generaciones al año, siendo las más importantes en los períodos de invierno y primavera.

Del total capturado, el tratamiento de Frontalina + Alfa Pineno fue el que mayor atracción tuvo sobre este descortezador, capturando el 38.07 % del total, seguido de los tratamientos de Frontalina y Frontalina + Brevicomina con el 26.86 y 19.06%, respectivamente.

El análisis de varianza realizado para la variable población capturada detectó una diferencia significativa ($\alpha \leq 0.05$) entre tratamientos, por lo que se efectuó la prueba de comparación de medias de Duncan para esta variable.

La prueba de comparación de medias, muestra que el promedio de población capturada de *D. mexicanus* Hopkins por los tratamientos de Frontalina + Alfa Pineno y Frontalina sola, son significativamente mayores (43.90 y 30.97, respectivamente), que la presentada por el resto de los tratamientos; sin embargo, muestran una diferencia significativa entre ambas. Los tratamientos de Frontalina + Brevicomina y Frontalina + Bricomina + Alfa pineno, no presentaron diferencias significativas. Por otra parte, Alfa Pineno y el testigo registraron los promedios más bajos de capturas: 0.39 y 0.07, respectivamente, donde no se detectó diferencia significativa ($\alpha > 0.05$) (Cuadro 1).

Los métodos de aplicación de "Verbenone sólo" y "Verbenone con la corta de pinos infestados", son útiles para prevenir la expansión de brotes activos de *Dendroctonus frontalis*. Recientemente, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) registró Verbenone como insecticida para el control de *Dendroctonus frontalis*. Estos mismos autores llevaron a cabo estudios con trampas de feromona con Verbenone en Honduras en 1999 y demostraron que este producto tiene eficacia para el control de *Dendroctonus frontalis* en ese país.

El uso de trampas cebadas con feromonas puede ayudar a determinar cuándo y dónde enfocar los esfuerzos para el control de adultos u otros estados de desarrollo, mediante la conducción de los insectos a lugares predeterminados. Otro uso es la implementación de árboles trampa, los cuales pueden ser tratados mediante métodos mecánicos-químicos o con inyección de insecticidas sistémicos en el fuste. La densidad de trampas cebadas con feromonas depende, en gran parte, de los objetivos del programa de manejo. Si se está interesado sobre un área geográfica grande, el trampeo de localidades puede ser ampliamente como uno lo disponga, una región, una localidad o un rodal del bosque. Cuando las trampas se dispersan ampliamente, se recomienda un mínimo de tres trampas, espaciadas 50 metros por lo menos, en cada sitio de trampeo.

Esto ayudará a minimizar el potencial de capturas pobres debido a la mala selección del sitio y el promedio de las capturas puede ser más preciso. El despliegue de las trampas debe realizarse antes del primer vuelo del adulto; es decir, aproximadamente 2 semanas antes del vuelo. El momento del vuelo del insecto puede adelantarse, particularmente cuando el invierno y la primavera son calurosos, por lo que se debe tener cuidado. La mayoría de los cebos están diseñados para durar al menos 2 meses, de ese modo proporcionan suficiente vida de campo (Torres *et al.*, 2004).

Las trampas de embudo "Lindgren" para escarabajos son de plástico, durables y reutilizables. Están diseñadas para evitar el escape por ciertos rasgos de diseño, tales como confusiones y colores. Los embudos actúan para dispersar ampliamente los semioquímicos bajo el viento. Los escarabajos, al volar, chocan con uno de los embudos o aterrizan en un borde superior de un embudo, en ambos casos, los escarabajos protegen su órgano más vulnerable, sus alas, cerrándolas bajo sus élitros. Una vez cerrado, los escarabajos no pueden permanecer aerotransportados y suelen entrar en la botella de la colección. Una confusión evita el vuelo hacia arriba y afuera y los escarabajos se orientan hacia las paredes blancas de la botella de la colección (Phero Tech, 2002).

biológicos para *Dendroctonus mexicanus* Hopkins.

5.1. Caracterización de las áreas de estudio

La composición de la vegetación del predio Puerto de Cieneguillas está representada por dos géneros destacando, en orden de abundancia, *Pinus teocote* con el 97% y *Pinus pseudostrobus* con 3%. La distribución de *P. teocote,* en base a sus categorías diamétricas, se presenta como una masa irregular de individuos maduros y sobremaduros por presentar un mayor numero de individuos en sus categorías superiores, resaltando la de 30 a 40 cm, la cual contiene el mayor numero de individuos, esto es el 30%. El estado de desarrollo de este bosque refleja a individuos de *Pinus teocote* en crecimiento, el mayor numero de árboles en base a la altura, oscila entre los 15 y 20 m con 51%, y entre los 10 y 15 m con 30%. La densidad poblacional se ve reflejada por una dominancia de *P. teocote* con 420 árboles/ha, enmarcado a una asociación con *P. pseudostrobus* registrado con 13 árboles/ha. Este bosque se asocia también con especie de *Quercus* en menor proporción.

5.2. Evaluación de feromonas

Utilizando trampas cebadas con diferentes feromonas y mezclas, se capturó en el experimento un total de 5881 especimenes de *D. mexicanus* Hopkins en un periodo de siete meses.

La dosis utilizada fue 1 L de decis y 200 ml de adherente (Bionex) en 200 L de agua.

T2: Fosfuro de Aluminio (tabletas). Este producto reacciona en presencia de seis moléculas de H_2O y posteriormente se convierte en un gas toxico. Se aplicó en una dosis de una tableta por m^3.

T3: *Beauveria bassiana*. Este es un producto a base de esporas y micelio de un hongo entomopatógeno. Se aplicó a razón de 1 kg por 300 litros de agua.

T4: Testigo absoluto: sin aplicación.

Para evaluar la efectividad de los productos, cada troza tratada fue colocada en bolsas de plástico y selladas herméticamente, 15 días después se contabilizaron los insectos descortezadores (vivos y muertos) fuera y dentro de las trozas. Esta evaluación se llevó a cabo en estado larval y adulto. La evaluación se estableció bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones, cuatro tratamientos y una troza como unidad experimental.

5. Resultados

Como resultados de este trabajo se cuenta con la caracterización del sitio de estudio, donde se llevó a cabo la evaluación de feromonas, dinámica poblacional, ciclo biológico y evaluación de productos químicos y

Según Macías, (2005) existen por lo menos cuatro semioquímicos (Frontalina, Brevicomina, Verbenona y MCH) que tienen alguna actividad feromonal en individuos del género *Dendroctonus* y se sospecha que estos compuestos son metabolitos derivados de terpenoides presentes en la resina de las coníferas colonizadas por estos descortezadores. Este mismo autor también menciona que la información existente sobre feromonas es muy extensa, pero se restringe principalmente a las especies de *D. frontalis, D. ponderosae, D. brevicomis, D. pseudotsugae* y *D. rufipennis* y, en menor escala, para *D. jeffreyi, D. terebrans* y *D. adjunctus*. Es muy importante indicar que estos conocimientos provienen de estudios realizados en poblaciones de Canadá y Estados Unidos, y nada se sabe de poblaciones mesoamericanas. Existe una carencia prácticamente total sobre feromonas de especies endémicas para México, como son *D. mexicanus* y *D. rhizophagus*. Los resultados del uso de feromonas comerciales para la atracción o antiagregación deben de ser cuidadosamente interpretados de acuerdo a su composición específica, al entorno en que se emplean, al dispositivo y/o forma en que se liberan y sobre todo a la fase en que el insecto se encuentra en cuanto al proceso de colonización de su hospedero.

Sánchez *et al.*, (2005) llevaron a cabo en la Sierra Fría, al noreste del estado de Aguascalientes, un monitoreo de *Dendroctonus*

mexicanus para evaluar el efecto de Frontalina, Brevicomina y Alfa pineno para el monitoreo de este descortezador y determinar su dinámica poblacional. Se evaluaron Frontalina + alfa pineno, Brevicomina y Trampa sin feromona. Se capturaron más descortezadores con Frontalina + Alfa pineno que con Brevicomina. En cuanto a su dinámica, se detectaron dos picos de dispersión de adultos, uno durante abril - mayo y el otro en noviembre – diciembre. Por su parte Coulson (1981) consigna que en la mayoría de los casos, el trampeo en masa de plagas de insectos debe combinarse con otras estrategias, como la remoción de árboles, trozas y residuos del hospedero de los insectos y tratando con pesticidas los árboles críticos que se necesitan proteger.

Billings y Upton (2005) desarrollaron un sistema para pronosticar la tendencia de *Dendroctonus frontalis* (si está en aumento, bajando o está estática) y su nivel (alto, mediano o bajo), mediante el uso de trampas con feromonas. Al inicio de la primavera colocan tres trampas con frontalina y trementina de pino (aguarrás) en cada distrito forestal del estado. Los insectos capturados se recogen semanalmente durante cuatro semanas. Para el pronóstico se usa el número promedio de descortezadores capturados por trampa por día y la abundancia de los descortezadores en comparación a la abundancia de los cléridos (*Thanasimus dubius*), un enemigo natural de *Dendroctonus*.

4.3. Determinación del ciclo biológico

En este mismo predio se llevó a cabo el estudio del ciclo biológico de *D. mexicanus* Hopkins de abril a julio de 2005. Para la obtención de la información, se marcaron cinco árboles recién infestados. El muestreo se realizó cada siete días en placas de corteza a diferentes alturas de los árboles plagados, registrando en formatos: fecha, estados de desarrollo y condición del arbolado.

4.4. Evaluación de productos químicos y biológicos

La evaluación de productos químicos y biológicos para el control de este insecto descortezador se llevó a cabo una vez que fue detectado el brote activo, en *Pinus teocote,* en la misma localidad antes mencionada. Para esta evaluación primeramente se seleccionaron dos arboles que presentaban los síntomas de ataques y que tenía población próxima a emerger, una vez localizados estos árboles, se procedió a derribarlos y, posteriormente, se obtuvieron trozas de 50 a 60 cm de largo, las cuales fueron tratadas con los diferentes productos químicos y biológicos en base a los siguientes tratamientos:

T1: Insecticida Decis (Deltametrina), con registro de uso forestal para tratamientos fitosanitarios. La aspersión de estas trozas fue hasta el punto de goteo.

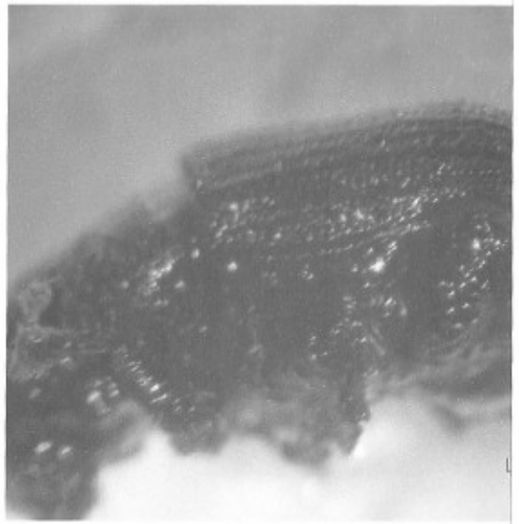


Figura 2. Adulto de *D. mexicanus* Hopkins, de
setas del declive elitral con ma
tamaños y moderadamente abundar

4.1. Evaluación de feromonas

La evaluación de feromonas
mexicanus Hopkins se llevó a cabo d
a agosto de 2004 (resultados public
Sánchez *et al.*, 2005), en el predio "
Cieneguillas" del ejido Corona del
municipio de Galeana, N.L, el cual s
al sureste de esta cabecera municip
carretera estatal Linares-Dr. Arroyo. A
del poblado ejido Pablillo y el P
Cieneguillas se cortan los cami
conducen hasta las áreas arboladas d
Geográficamente se localiza a 24°
24°32' 32" de latitud norte; 99° 5



Figura 3. Trampas Lindgren de 12 embudos cebadas con la mezcla de Frontalina y Alfa Pineno.

Esta mezcla se utilizó debido a que fue la que más captura de insectos reporta, según resultados obtenidos por Sánchez *et al.*, (2005).

Las feromonas fueron utilizadas en su forma comercial y se reemplazaron cada 45 días, tiempo máximo de durabilidad del efecto de atracción.

Cada dos semanas se colectaron los insectos capturados en el contenedor de la trampa, los cuales fueron identificados y cuantificados en laboratorio. La colecta de estos insectos se llevó a cabo durante el tiempo del monitoreo (12 meses), siguiendo los períodos de emergencia de adultos.

La precisión de los pronósticos de la tendencia de plagas desde 1987 ha sido de promedio 71% (50% - 87%) y la de nivel de promedio de 72% (50% - 94%).

3. Objetivo

Evaluación de la biología y hábitos y diferentes métodos de prevención y control (Químicos, biológicos y semioquímicos) para *D. mexicanus* Hopkins en *Pinus teocote* en el estado de Nuevo León.

4. Materiales y Métodos

Este trabajo se realizó en bosques de *Pinus teocote* en el estado de Nuevo León, donde primeramente se realizó la identificación y selección de las áreas de estudio, para lo cual se llevaron a cabo monitoreos previos y muestreos directos en campo para detectar la presencia de focos activos de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins (Figura 2). Una vez seleccionadas las áreas se procedió a realizar una caracterización de la estructura de los rodales mediante un muestreo sistemático. En cada rodal se levantaron tres sitios de muestreo de 500 m^2, cada uno fue georreferenciado y caracterizado con datos fitosanitarios y dasométricos.

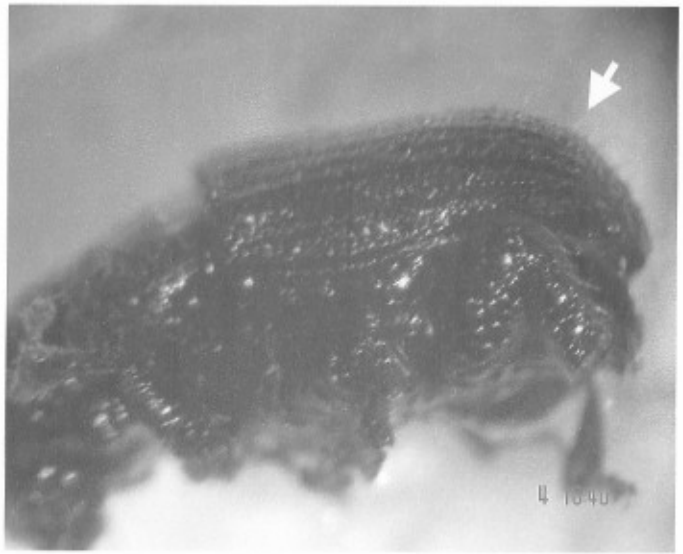


Figura 2. Adulto de *D. mexicanus* Hopkins, denotanto las setas del declive elitral con más de dos tamaños y moderadamente abundantes.

4.1. Evaluación de feromonas

La evaluación de feromonas para *D. mexicanus* Hopkins se llevó a cabo de febrero a agosto de 2004 (resultados publicados por Sánchez *et al.*, 2005), en el predio "Puerto de Cieneguillas" del ejido Corona del Rosal del municipio de Galeana, N.L, el cual se localiza al sureste de esta cabecera municipal por la carretera estatal Linares-Dr. Arroyo. A la altura del poblado ejido Pablillo y el Puerto de Cieneguillas se cortan los caminos que conducen hasta las áreas arboladas del predio. Geográficamente se localiza a 24º27'45" y 24º32' 32" de latitud norte; 99º 54' 21" y

100º 01' 17" longitud oeste, a una altitud de 2569 msnm.

Con la finalidad de determinar el efecto de diferentes feromonas en la agregación de este insecto, en este sitio se colocaron 18 trampas "Lindgren" de 12 embudos. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: T1: Frontalina + Alfa-pineno, T2: Frontalina, T3: Alfa-pineno, T4: Frontalina + Brevicomina, T5: Frontalina + Brevicomina + Alfa-pineno y T6: Testigo (trampa sin feromonas). Las trampas fueron distribuidas bajo un diseño experimental de bloques al azar, con seis tratamientos, tres repeticiones y una trampa como unidad experimental. Las feromonas se utilizaron en su forma comercial y fueron reemplazadas cada 45 días. Los muestreos en las trampas se realizaron cada quince días y durante un periodo de siete meses.

4.2. Determinación de la fluctuación poblacional

La fluctuación poblacional de *D. mexicanus* Hopkins, mediante el uso de feromonas, se realizó de septiembre de 2004 a agosto de 2005, en el mismo predio antes mencionado, para lo cual se instalaron dos trampas de embudo Lindgren de 12 unidades, con una separación entre éstas de 50 m (radio de acción de las feromonas). Dichas trampas fueron cebadas con la mezcla de Frontalina + Alfa Pineno por trampa (Figura 3).