

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Dendroctonus mexicanus* Hopk. BAJO DOS CONDICIONES DE MANEJO FORESTAL EN MICHOACÁN, MÉXICO

Ignacio Vázquez Collazo¹, Guillermo Sánchez-Martínez²
y Salvador Madrigal Huendo³

RESUMEN

Los insectos descortezadores del género *Dendroctonus* son agentes causales de mortalidad natural en comunidades de coníferas. Participan en procesos ecológicos primarios como la sucesión vegetal, el flujo de energía y el reciclaje de nutrientes; pero, en contraste, dañan de forma tan severa a los hospederos, que ocasionan pérdidas económicas cuantiosas en árboles destinados a la producción maderable. Por su importante presencia en el estado de Michoacán, se realizó este estudio durante 22 meses (marzo 2004 a diciembre del 2005) con el objetivo de determinar la fluctuación poblacional de *Dendroctonus mexicanus* bajo dos condiciones de manejo forestal, en dos localidades: los bosques de Nuevo San Juan, donde se aplica el programa y en el Parque Nacional Barranca de Cupatitzio, que carece de él. Se seleccionaron tres rodales y en cada uno de ellos se colocaron dos trampas Lindgren, cebadas con frontalina y alfa pineno. Las feromonas se renovaron cada 45 días y los insectos se colectaron quincenalmente. Los resultados indican que la combinación frontalina + alfa pineno atrae a *D. mexicanus*. Se verificó un pico de dispersión poblacional bien definido de abril a junio y otro menos claro de octubre a diciembre. La población relativa fue mayor en el área bajo manejo.

Palabras clave: *Dendroctonus mexicanus*, descortezadores, feromonas, fluctuación poblacional, monitoreo de insectos, semioquímicos.

Fecha de recepción: 21 de julio de 2006

Fecha de aceptación: 11 de octubre de 2007

¹ Campo Experimental Uruapan, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, INIFAP. Correo-e: vaci4910@hotmail.com

² Campo Experimental Pabellón, Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP.

³ Campo Experimental Uruapan, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, INIFAP.

ABSTRACT

Bark beetles of the genus *Dendroctonus* are causal agents of natural mortality in conifer communities. These insects participate in primary ecological processes such as plant succession, energy flow and nutrient recycling; on the contrary, they cause significant economic losses in timber production. The present study was conducted with the objective to know the population fluctuation of *Dendroctonus mexicanus* under two forest management conditions in Michoacan, Mexico. It was carried out on two forested areas, one with silvicultural management (Nuevo San Juan) and the other without silvicultural management (Parque Nacional Barranca de Cupatitzio). On each study area, three stands were selected and two Lindgren funnel traps per stand, baited with frontalin and alpha-pinene, were installed. Pheromone lures were replaced every 45 days and insects collected every two weeks. The study lasted for 22 months (from March 2004 to December 2005). It was found that frontalin plus apha-pinene attracts *D. mexicanus*. Its relative abundance was higher in the area under management. This species presented a well defined dispersion peak from April to June and another less clear peak from October to December.

Key words: *Dendroctonus mexicanus*, bark beetles, pheromones, population fluctuation, insects monitoring, semiochemicals.

INTRODUCCIÓN

Los insectos descortezadores del género *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) son agentes causales de muerte natural de miles de árboles de coníferas (Miller y Borden, 2000; Cibrián *et al.*, 1995; Sun *et al.*, 2004) y contribuyendo, por una parte, a mantener procesos ecológicos primarios tales como la sucesión vegetal, flujo de energía y reciclaje de nutrientes (Schowalter *et al.*, 1997), y por otra, ocasionan cuantiosas pérdidas económicas.

El género *Dendroctonus* se distribuye de forma natural desde Alaska, en Norteamérica, hasta Nicaragua, en América Central; en el Continente Americano se tienen registradas 17 especies y dos en Asia y norte de Europa (Wood, 1982). En México se ha corroborado la existencia de 12 especies (Wood, 1982; Salinas-Moreno *et al.*, 2004) de las cuales *D. adjunctus*, *D. mexicanus*, *D. frontalis*, *D. pseudotsugae* y *D. rhizophagus* son las de mayor importancia económica y ecológica (Islas, 1968 y 1974; Estrada, 1983).

En México, de acuerdo con las estadísticas oficiales, *Dendroctonus* spp. representa el principal problema de sanidad forestal. Con base en los diagnósticos fitosanitarios más recientes se ha estimado una superficie anual infestada de 22, 185 ha y una superficie tratada de 14, 776 ha (CONAFOR, 2005). En el estado de Michoacán, en los años 2000, 2001 y 2002, la superficie afectada por descortezadores alcanzó una cifra de 3, 271 ha, con un volumen infestado de 328, 110 m³

El control de insectos descortezadores en México se rige bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-019-RECNAT-1999 (SEMARNAT, 2000), que hace énfasis en métodos de control mecánico-físico y mecánico-químico tales como el derribo del arbolado, troceo y descortezado del fuste, y aplicación de fuego a la corteza; derribo y aplicación de insecticidas sobre el fuste; o bien, derribo, apilamiento, cubrimiento de trozas con material plástico y fumigación del material infestado con fosforo de aluminio.

Aunque los métodos de control directo pueden ser efectivos para suprimir ataques de insectos descortezadores, se aplican una vez que el brote se ha hecho evidente por sí mismo. En el contexto de manejo integral de plagas forestales, las actividades preventivas pueden ser de igual o mayor relevancia que las acciones de combate; así, cualquier herramienta orientada hacia la prevención de una posible infestación servirá de apoyo para tomar la decisión correcta antes de que surja el problema o de que crezca a niveles epidémicos. Durante más de tres décadas se ha explorado el uso de semioquímicos (sustancias utilizadas por los insectos para la comunicación química) con el propósito de desarrollar nuevas técnicas de monitoreo y manipulación de estos organismos (Borden, 1989; Borden, 1997). Las feromonas (del griego *phereum* = llevar y *horman* = excitar o estimular) son sustancias de este tipo que emiten señales de alarma, de señalamiento de rutas, de atracción sexual, etc., entre organismos de la misma especie.

La frontalina, aislada por Kinzer *et al.* (1969), es una feromona de agregación que atrae a *Dendroctonus frontalis*, *D. adjunctus*, *D. brevicornis* y *D. mexicanus*, entre otras especies (Mayers y McLaughlin, 1991; Dupuis y Berland, 2002; Macías *et al.*, 2004), además de a depredadores (Cleridae y Trogositidae) y parasitoides de los escarabajos descortezadores (Zhou *et al.*, 2001; Pineda *et al.*, 1988; Miller y Borden, 2000). En combinación con el alfa-pineno, monoterpeneo principal de la resina de pino, la frontalina aumenta el efecto de agregación en *D. frontalis* (Turchin y Odendaal, 1996; Billings, 2005). Desde 1986, esta combinación se ha implementado para el monitoreo de *D. frontalis* en el sur de los Estados Unidos de América para predecir las tendencias y niveles de infestación (Billings, 1988; Billings y Upton, 2002; Billings, 2005).

Borden (1997) considera que los insectos en cuestión son buenos candidatos para el desarrollo de estrategias de manejo basadas en el uso de semioquímicos. Estas sustancias proveen de una herramienta para reducir los impactos de las infestaciones de descortezadores por medio de programas de monitoreo y empleando fórmulas complementarias como en el caso de la técnica "empuje-acarreo", en la que se usan semioquímicos atrayentes para conducir a los insectos hacia lugares de concentración y antiagregantes para desviar a los escarabajos de los hospederos que requieren ser protegidos (Billings *et al.*, 1995). En México el uso de semioquímicos aplicado a insectos descortezadores ha sido un tema poco

explorado (Pineda *et al.*, 1988; Macías *et al.*, 2004; Díaz-Núñez *et al.*, 2006), por lo que la información disponible aún es incipiente. En el presente estudio se usó la frontalina con alfa-pineno con el objetivo general de conocer si esta combinación tiene un efecto atrayente en campo sobre *D. mexicanus*. El objetivo específico fue determinar la fluctuación poblacional anual de *D. mexicanus* e identificar el periodo de máxima dispersión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de las áreas de estudio

El primer sitio de estudio fue el Parque Nacional Barranca de Cupatitzio, ubicado en la parte suroeste de la ciudad de Uruapan, Michoacán, México, y que no ha recibido manejo silvícola durante los últimos 15 años. Se seleccionaron tres rodales con vegetación integrada por poblaciones de pino y pino-encino (*Pinus lawsonii* Roehl ex Gord., *P. douglasiana* Martínez y *Quercus rugosa* Née, *Q. hartwegii* Benth., *Q. crassifolia* Humb. et Bonpl. y *Q. conglomerata* Trel. (Prado, 1981).) que fueron: el 24, que está ubicado a los 19° 25' 50" N y 102° 06' 09" O, a una altitud promedio de 1850 m. El número 37 se localiza a los 19° 25' 35" N y 102° 05' 24" O, a una altitud de 1720 m, con las mismas especies arbóreas que el rodal 24. El tercer rodal fue el 47 presente en los 19° 25' 37" N y 102° 05' 49" O, a una altitud media de 1710 m, con las mismas especies arbóreas que los dos rodales anteriores.

Durante el periodo de monitoreo se manifestaron dos brotes menores de escarabajos descortezadores dentro de los rodales 24 y 37. En el primero hubo cinco árboles dañados: uno de 60 cm, otro de 50 cm y tres de 45 cm de diámetro a la altura del pecho. En el segundo estaba un árbol de 65 cm de diámetro con ataque de insecto descortezador.

La vegetación se caracterizó con base en el levantamiento de dos a tres sitios circulares de 500 m², separados cada 200 m, de forma sistemática, a lo largo de cada rodal. En los sitios de muestreo se tomaron datos dasométricos convencionales (Cuadro 1). Las variables de sitio medidas fueron: pendiente, fisiografía del terreno (planicie, terraza, fondo de barranco, meseta, lomerío y arroyo), y exposición (N, S, E, W, NE, NW, SE, SW) en orientación y grados.

El segundo sitio de estudio fue la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, dentro del municipio de Nuevo Parangaricutiro, donde los rodales están sujetos a manejo silvícola. En los bosques de esta comunidad se seleccionaron tres rodales (10, 11 y 13) con vegetación constituida por poblaciones de pino y pino-encino. El primero está ubicado a los 19° 26' 31" N y 102° 09' 48" O, a una altitud promedio de 2100 m; aquí la comunidad arbórea está formada, principalmente, por *Pinus leiophylla* Schiede & Deppe, *P. montezumae* Lamb. y *P. pseudostrobus* Lindl. El número 11 se localiza a los 19° 26' 30" N y 102° 05' 24" O, a una altitud de 2120 m; las especies arbóreas son *P. leiophylla* y *P.*

Cuadro 1. Datos dasométricos de los rodales seleccionados en el Parque Nacional Barranca de Cupatitzio, Uruapan, Michoacán.

Rodal	Superficie	Arboles/ha	Edad	Altura	T.P.(años)	AB(m ²)	ERT/ha(m ³)	ICA/ha(m ³)
24	6.84	192	55	32	13	24.74	262.73	5.314
37	3.96	135	65	30	14	14.01	142.05	2.955
47	7.92	150	50	23	12	15.91	184.66	4.500

T.P.= tiempo de paso; AB= área basal; ERT= existencias reales totales y ICA= incremento corriente anual.

montezumae. El 13 está en los 19° 26' 37" N y 102° 09' 18" O, a una altitud media de 2050 m; las especies de pino son las mismas que en el rodal 10. Se ha documentado la presencia de *Abies religiosa* (HBK.) Schlttdl. & Cham. var *religiosa*, *A. religiosa* var. *emarginata* Loock & Martínez (Medina *et al.*, 2000) y de 17 especies de encino en el lugar (Bello y Labat, 1987), de las cuales el Instituto Nacional de Ecología destaca las siguientes: *Quercus candicans* Née, *Q. castanea* Née, *Q. crassipes* Humb. & Bonpl. *Q. laurina* Humb. et Bonpl., *Q. obtusata* Humb. et Bonpl. y *Q. rugosa* (INE, 2005).

Durante el periodo de monitoreo apareció un brote de descortezador dentro del rodal 13. Cerca de la primera trampa hubo siete árboles dañados y de la segunda 12, todos ellos menores a 30 cm de diámetro. La vegetación se caracterizó de la misma forma que en el primer sitio de estudio (Cuadro 2).

Establecimiento de las trampas

En cada rodal seleccionado se instalaron dos trampas Lindgren® de 12 embudos, cebadas con frontalina + alfa-pineno (Lindgren, 1983), una altura de 1.65 m alineadas dentro del rodal con una separación de 150 m entre ellas. Las bolsitas contenedoras de estos semioquímicos se colocaron sobre el sexto embudo y fueron reemplazadas cada 45 días. Se colgaron de ramas de encinos, que no son hospederos de *D. mexicanus*, a una distancia mínima de 10 m del pino más cercano, para evitar una probable infestación. La dosis de liberación de la frontalina fue 2-3 mg/día; el alfa-pineno tuvo una tasa de liberación <100 mg/día. Las sustancias se adquirieron en la empresa ChemTica, que especificó las dosis de liberación a una temperatura ambiente promedio de 23°C. En el interior del contenedor se colocó una barrita plástica con un insecticida de baja toxicidad (Vapona), para que al momento de que cayeran los insectos, murieran.

Colecta e identificación de insectos

Las trampas fueron revisadas quincenalmente. Los insectos capturados y muertos, se colocaron en bolsas Ziplock®, se trasladaron al laboratorio, se contaron con ayuda de un microscopio estereoscópico Zeiss Stemi 2000-C y se almacenaron en frascos con alcohol al 70%.

Las colectas se iniciaron el primero de marzo del 2004 y terminaron el 19 de diciembre del 2005. A partir del 25 de octubre de 2004 se dejó de usar alfa-pineno en contenedor individual debido a que en la nueva adquisición de feromonas, el contenedor de frontalina incluía en su interior una pequeña burbuja con alfa-pineno, la cual se apreciaba a través de la bolsita color ámbar.

A los ejemplares de descortezadores se les separó y contabilizó, y fueron identificados en laboratorio mediante las claves taxonómicas de Wood (1982) y la descripción de Cibrián *et al.* (1995). Los especímenes fueron depositados en la

Cuadro 2. Datos dasométricos de los rodales seleccionados en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Rodal	Superficie	Arboles/ha	Edad	Altura	T.P.(años)	AB(m ²)	ERT/ha(m ³)	ICA/ha (m ³)
10	9.84	53	55	21	10	10.20	115.772	2.297
11	5.68	78	48	21	10	11.97	134.096	3.003
13	3.07	58	53	19	9	11.97	123.737	2.789

T.P.= tiempo de paso, AB= área basal, ERT= existencias reales totales y ICA= incremento corriente anual.

colección entomológica del Campo Experimental Pabellón del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

Análisis de datos

Para determinar la fluctuación poblacional de *D. mexicanus* en las dos condiciones de bosque estudiadas (con manejo y sin manejo silvícola), la variable de respuesta fue el número promedio de escarabajos descortezadores capturados por trampa durante un periodo de 22 meses. Se compararon las poblaciones de las dos localidades mediante una prueba de *t* para establecer si estadísticamente son iguales, bajo el supuesto de que las varianzas de donde provienen las muestras son idénticas ($H_0 = S_1 = S_2$). Para ello, las muestras deben estar formadas por las mismas observaciones (Caballero, 1973).

Se contaron los escarabajos capturados por trampa en cada rodal por fecha de monitoreo; posteriormente, se elaboraron gráficas de fluctuación. Estos datos permitieron precisar en qué momento los descortezadores vuelan con mayor magnitud y frecuencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar las muestras de las dos poblaciones de *D. mexicanus* (Cuadro 3), el valor de *t* calculada fue de 4.19, mientras que el valor de *t* tabulada, con 40 grados de libertad (43 observaciones, de marzo del 2004 a diciembre del 2005) y un nivel de significancia de $p = 0.01$, es de 2.704, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las dos poblaciones son estadísticamente diferentes.

Estos datos indican que la población de *D. mexicanus* es mayor en el área bajo aprovechamiento persistente (Nuevo San Juan) que en el área donde no existe manejo silvícola (Parque Nacional Barranca de Cupatitzio) (Cuadro 4).

Resultados similares parecen ocurrir para *D. frontalis* y *D. brevicornis* en bosques de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Lawson en el norte de Arizona (Sánchez-Martínez y Wagner, 2002). Se puede argumentar que la mayor cantidad de insectos descortezadores en el área de San Juan se debe a que en esta comunidad se están dejando árboles residuales de la especie *P. leiophylla*, que es la preferida de este coleóptero (Salinas-Moreno *et al.*, 2004), a que la mayoría de los árboles están resinados y a los daños causados por el propio manejo, como heridas a los árboles al momento del derribo y el arrastre.

Cuadro 3. Número de insectos descortezadores colectados por sitio y fecha.

Observación.	Fecha	Barranca	San Juan	Observación	Fecha	Barranca	San Juan
1	1-03-04	19	361	22	20-12-04	4	92
2	15-03-04	42	529	23	03-01-05	4	108
3	29-03-04	67	473	24	17-01-05	6	157
4	12-04-04	7	213	25	31-01-05	8	106
5	26-04-04	30	660	26	14-02-05	14	201
6	10-05-04	1	1137	27	28-02-05	22	446
7	24-05-04	5	2532	28	14-03-05	16	14
8	07-06-04	3	660	29	28-03-05	23	11
9	21-06-04	0	340	30	11-04-05	90	44
10	05-07-04	1	204	31	25-04-05	405	1070
11	19-07-04	2	145	32	09-05-05	492	604
12	02-08-04	1	80	33	23-05-05	697	550
13	16-08-04	0	14	34	06-06-05	1337	813

Continúa cuadro 3

14	30-08-04	4	23	35	20-06-05	600	355
15	13-09-04	0	17	36	04-07-05	25	24
16	27-09-04	0	41	37	18-07-05	11	92
17	11-10-04	0	68	38	01-08-05	17	74
18	26-10-04	0	54	39	15-08-05	8	61
19	08-11-04	12	63	40	29-08-05	145	80
20	22-11-04	15	57	41	12-09-05	21	44
21	06-12-04	5	101	42	26-09-05	5	85
				43	10-10-05	30	165

Cuadro 4. Total de insectos atrapados en los rodales en el Parque Nacional Barranca de Cupatitzio y Nuevo San Juan, durante un periodo de 22 meses.

Mes	Barranca del Cupatitzio		Nuevo San Juan	
	2004	2005	2004	2005
Enero		18		265
Febrero		36		300
Marzo	128	39	1363	471
Abril	37	495	873	1114
Mayo	6	1189	3669	1154
Junio	3	1937	1000	1168
Julio	3	36	349	116
Agosto	5	170	117	215
Septiembre	0	26	58	129
Octubre	0	107	122	451
Noviembre	27	392	120	1554
Diciembre	9	313	193	791
Media		103.67		324.83
Error		34.60		63.13

Fluctuación poblacional de *Dendroctonus mexicanus*

a) Parque Nacional Barranca de Cupatitzio (área sin manejo).- El comportamiento de las curvas muestra dos picos de vuelo, uno entre los meses de abril, mayo y junio (2005), donde el número total de insectos capturados fue de 495, 1189 y 1937 respectivamente (Figuras 1, 2 y 3). A partir del último mes, la población capturada sufrió una fuerte caída, pues en julio sólo se atraparon 36 ejemplares de *D. mexicanus*. El otro pico inició de octubre a diciembre, aunque con menor cantidad de individuos en vuelo. Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que la frontalina tiene un efecto de agregación para la especie en cuestión, lo que coincide con lo obtenido por diferentes autores que trabajaron con esta feromona en diferentes regiones del país (Sánchez-Martínez *et al.*, 2005; Sánchez Salas *et al.*, 2005; Díaz *et al.*, 2005; Torres *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2005). Estos datos, además, enfatizan el hecho de que las diversas especies del género *Dendroctonus* desarrollan un pico de vuelo que varía con el hospedante, la especie y la localidad (Sánchez-Martínez *et al.*, 2005; Torres *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2005).

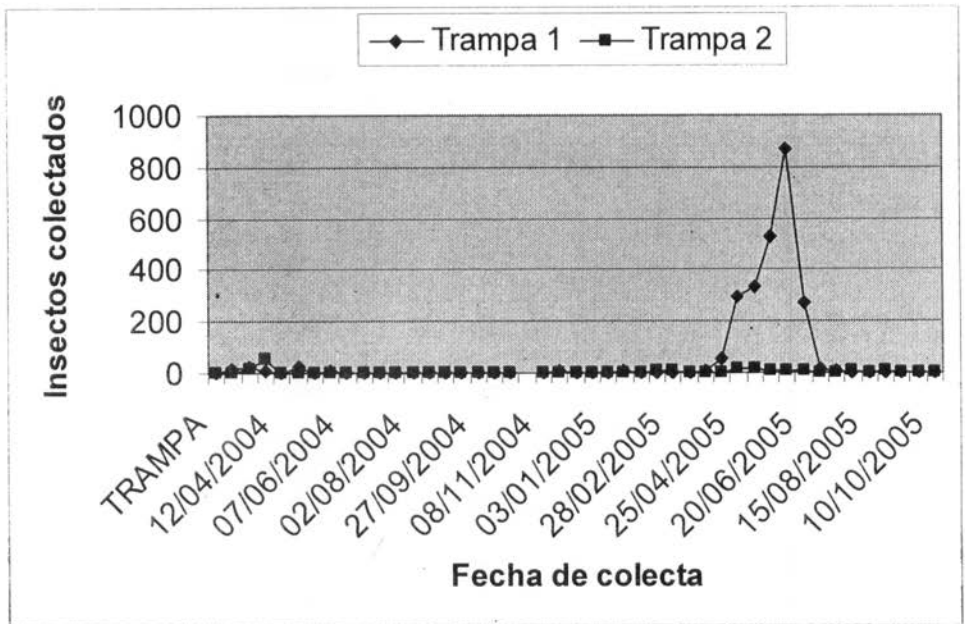


Figura 1. Fluctuación de adultos por trampa en el rodal 24 en el Parque Nacional Barranca de Cupatitzio

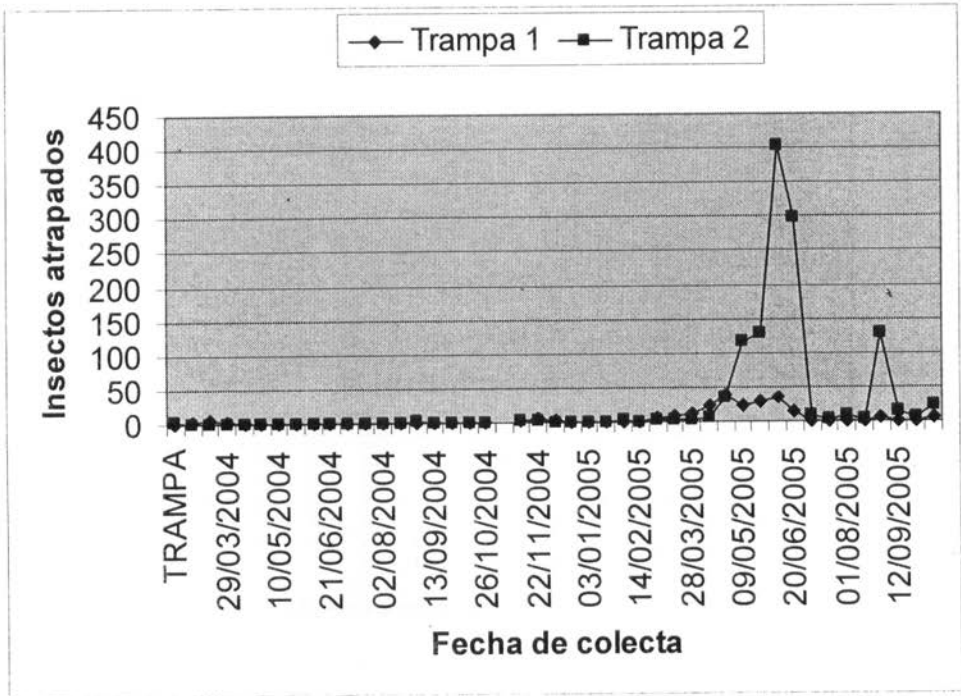


Figura 2. Insectos capturados por trampa en el rodal 37 en el Parque Nacional Barranca de Cupatitzio

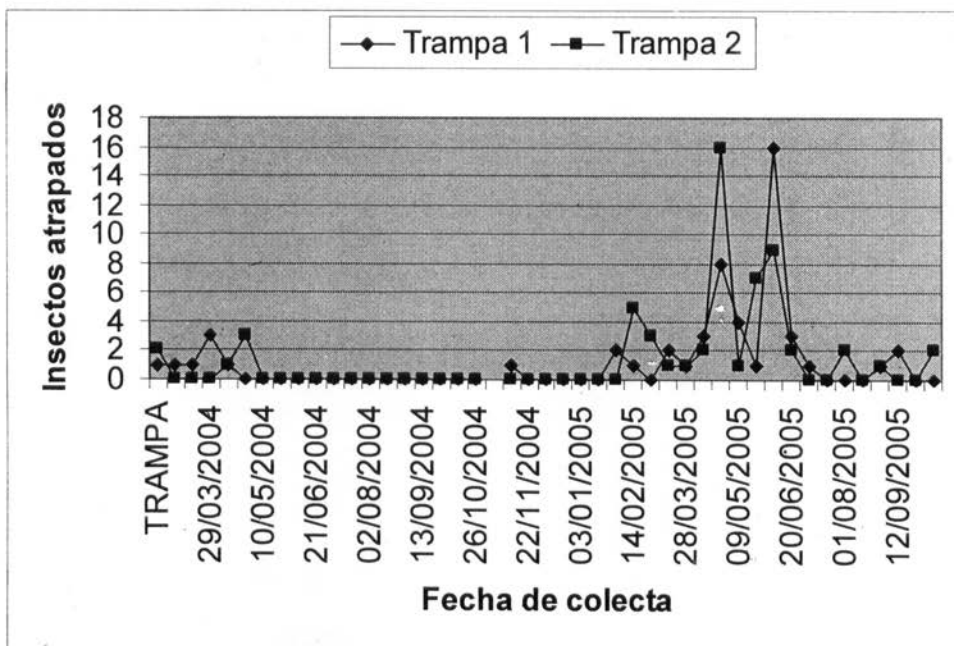


Figura 3. Fluctuación de adultos por trampa en el rodal 47 en el Parque Nacional Barranca de Cupatitzio.

Se observó que en el rodal 47 se capturó el menor número de insectos; lo cual probablemente se deba a que se le encuentra en un área de roca basáltica o malpais, donde la temperatura es más elevada y la densidad forestal es menor.

En esta localidad sólo se presentó un pico de dispersión durante 2005 y no en 2004 (Cuadro 3), cuando se registraron dos brotes de descortezador en dos rodales (24 y 37). Los datos dasométricos muestran que el rodal 37 es más viejo (65 años) y menos denso (135 árboles por ha) que el 24, razón por la que fue menos afectado por este insecto (sólo un árbol).

b) Comunidad Indígena de Nuevo San Juan (área con manejo).- Las gráficas de población obtenidas por rodal y por trampa en la comunidad indígena de Nuevo San Juan indican dos picos de dispersión de vuelo, uno entre los meses de marzo a junio (2004 y 2005), donde el número total de insectos capturados en 2004 fue de 1 363, 873, 3669 y 1000, respectivamente; en 2005, fueron de 471, 1 114, 1 154 y 1 168 (Figuras 4, 5 y 6).

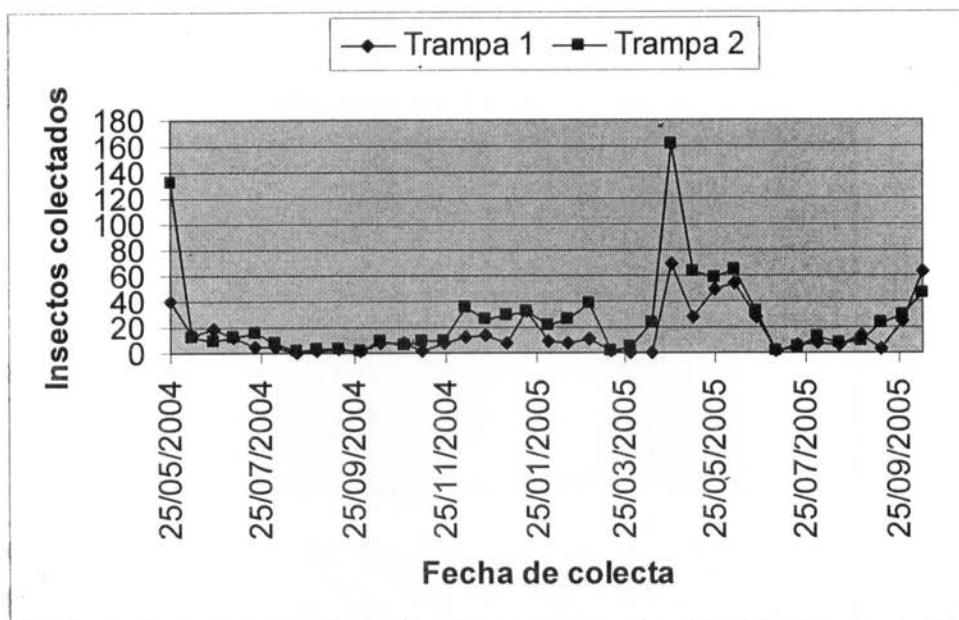


Figura 4. Fluctuación de adultos por trampa en el rodal 10 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan

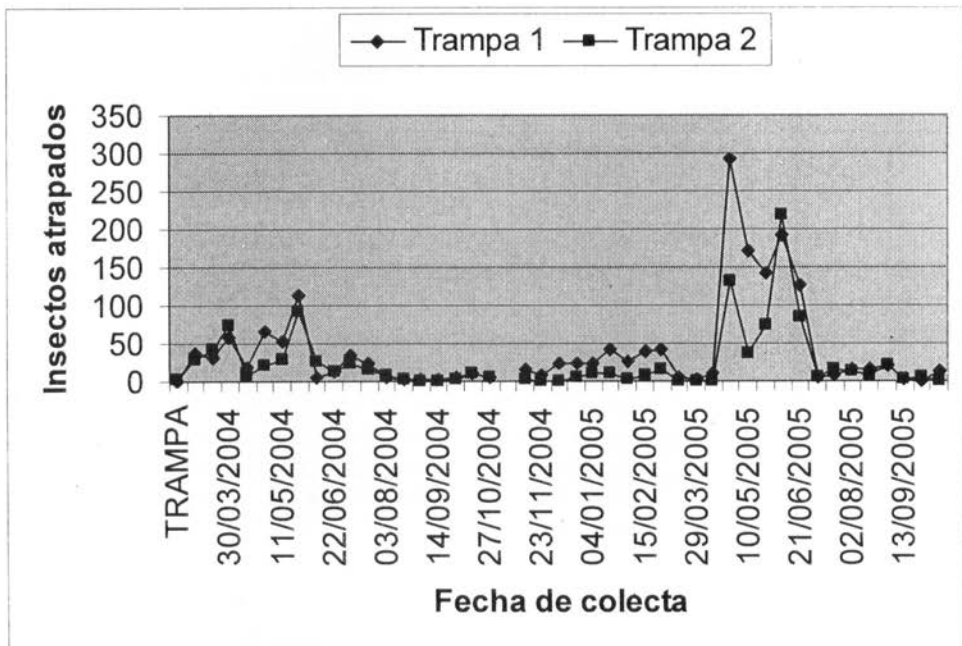


Figura 5. Fluctuación de adultos por trampa en el rodal 11 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan

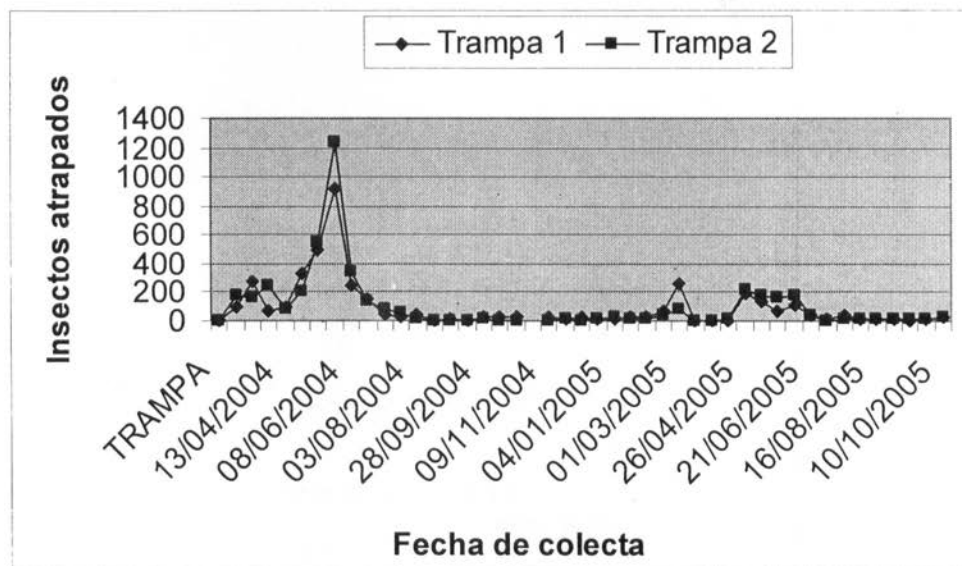


Figura 6. Fluctuación de adultos por trampa en el rodal 13 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan

A partir de este último mes, la población capturada sufrió una fuerte caída, pues en julio de 2004 sólo se atraparon 349 y 116 en 2005. El otro pico inició de octubre a diciembre del 2005, aunque con menor cantidad de individuos en vuelo (541, 1554 y 791). Los resultados confirman que la frontalina tiene un buen efecto de agregación (las hembras de insectos descortezadores al iniciar el consumo del árbol, producen substancias que atraen a otros individuos de la misma especie y propician un ataque masivo) para *D. mexicanus* y concuerda con lo obtenido por diferentes autores del país (Sánchez-Martínez *et al.*, 2005; Sánchez Salas *et al.*, 2005; Díaz *et al.*, 2005; Torres *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2005). Como en el sitio anterior, estos datos destacan que las diferentes especies de género *Dendroctonus* tienen un pico de vuelo, que varía con el hospedante, la especie y la localidad (Sánchez-Martínez *et al.*, 2005; Torres *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2005).

En esta localidad se verificaron dos picos de dispersión durante el periodo de 22 meses (Cuadro 4) y fue entonces cuando surgieron dos brotes de descortezador en el rodal 13, uno próximo a cada trampa. Cerca de la trampa 1 se infestaron 7 árboles y cerca de la segunda, 212, todo ello en el pico de marzo- junio del 2004. Los datos dasométricos revelan que el rodal 13 es de edad intermedia (53 años) y con baja densidad forestal (53 ejemplares/ ha), entre los que destaca *Pinus pseudostrobus* Lindl.

CONCLUSIONES

Con base en todo lo anterior, se puede concluir que se presentan dos picos de dispersión de *Dendroctonus mexicanus* en el año; el primero y más importante, de marzo a junio y el segundo entre noviembre y diciembre. Además, que existe mayor cantidad de insectos colectados en el área con manejo silvícola (Nuevo San Juan), y que las poblaciones del Parque Nacional Barranca de Cupatitzio (área sin manejo) y la de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan (área con manejo) son estadísticamente diferentes.

Finalmente, se sugiere que en futuros trabajos de manejo para este insecto plaga se coloquen las trampas con frontalina sólo durante los meses en los que la población de adultos en vuelo es alta, lo que ocurre en el periodo comprendido entre los meses de abril a junio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las instituciones que conforman el fondo sectorial que otorgó el financiamiento para este estudio, el cual forma parte del proyecto CONAFOR-CONACYT-2002-C01-6118. Al Patronato del Parque Nacional Barranca de Cupatitzio A. C. y a las autoridades de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro por haber permitido realizar este trabajo en sus terrenos.

REFERENCIAS

- Bello G., M. A. y N. Labat. 1987. Los encinos (*Quercus*) del estado de Michoacán, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centre d'Etudes Mexicaines et Centroaméricaines. Col. Etudes Mesoamericaines II. México, D.F. 47 p.
- Billings, R. F. 1988. Forecasting southern pine beetle infestations trends with pheromone traps. In: Payne, T. L. and H. Sarenmaa. (Eds.). Integrated control of scolytid bark beetles. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, VA. pp. 295-306.
- Billings, R. F. and W. W. Upton. 2002. How to predict southern pine beetle infestation trends with pheromone traps. http://texasforests.tamu.edu/pdf/forest/pest/tutorial_for_predicting_spb.pdf. (24 de abril de 2006).
- Billings, R. F. 2005. Southern pine beetle south wide trends 2005. <http://txforests.tamu.edu/shared/article.asp?DocumentID=854&mc=forest>. (24 de abril de 2006).
- Billings, R. F., C. W. Berisford, S. M. Salom and T. L. Payne. 1995. Applications of semiochemicals in the management of southern pine beetle infestations: current status of research. In: Salom, S. M. and K. R. Hobson (Eds.) Application of semiochemicals for management of bark beetle infestations-proceedings of an informal conference. USDA-Forest Service. General Technical Report INT-GTR-3 18. pp. 30-38.
- Borden, J. H. 1989. Semiochemicals and bark beetle populations: exploitation of natural phenomena by pest management strategists. *Holarctic Ecology*. 12: 501-510.
- Borden, J. H. 1997. Disruption of semiochemical-mediated aggregation in bark beetles. In: R. T. Cardé and A. K. Minks (Eds.). *Insect pheromone research, new directions*. Chapman and Hall, New York, NY, U.S.A. pp- 421-438.
- Caballero D., M. 1973. Estadística práctica para dasónomos. SAG. SFF. INIF. México. 195 p.
- Cibrián T., D., J. T. Méndez M., R. Campos B., H. O. Yates III y J. Flores L. 1995. Insectos forestales de México/Forests insects of Mexico. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de Méx., México. 453 p.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2005. Manual de Sanidad Forestal . Logros de sanidad. http://www.cnf.gob.mx:2222/esanidadx/esanidad/mambo/index.php?option=com_content&task=view&id=28&Itemid=2
- Díaz N., V., N. E. Gillette y G. Sánchez M. 2005. Uso de semioquímicos atrayentes y antiagregantes para el manejo de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en la Sierra Fría, Aguascalientes. In: XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal. SEMARNAT. CONAFOR. Soc. Mex. de Entomología. INIFAP. Morelia, Michoacán. México. s/p.

- Díaz-Núñez, V., G. Sánchez-Martínez y N. E. Gillete. 2006. Respuesta de *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) a dos isómeros ópticos de verbenona. *Agrociencia* 40: 349-354.
- Dupuis, G. and N. Berland. 2000. Frontalin: origin and synthesis. <http://www.faidherbe.org/site/cours/dupuis/fronta4.htm#1> (24 de abril de 2006).
- Estrada M., O. 1983. Biología del descortezador del renuevo de pino *Dendroctonus rhizophagus*. T. y B. (Coleoptera: Scolytidae) en la Región de Mesa del Huracán, Chihuahua. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. de Méx., México. 75 p.
- Instituto Nacional de Ecología. (INE). 2005. Nuevo San Juan Parangaricutiro. www.ine.gob.mx/ueaje/publicaciones/libros/2967caps.html.
- Islas S., F. 1968. Observaciones biológicas sobre un descortezador de pinos: *Dendroctonus adjunctus* Bldf.- Col. Scolytidae. *Bol. Téc. No. 25. INIF. SAG.* 21 p.
- Islas S., F. 1974. Observaciones sobre la biología y combate de los escarabajos descortezadores de los pinos *Dendroctonus adjunctus* Blf. y *D. mexicanus* Hopk. en algunas regiones del Estado de México. *Bol. Téc. No. 40. INIF. SARH.* 35 p.
- Kinzer, G. W., A. F. Jr. Fentiman, T. E. Page, R. L. Foltz, J. P. Vité and G. B. Pitman. 1969. Bark beetle attractants: identification synthesis and field bioassay of a new compound isolated from *Dendroctonus*. *Nature* 22: 477-478
- Lindgren, B. S. 1983. A multiple funnel trap for scolytid beetles (Coleoptera). *Canadian Entomologist* 115: 299-302.
- Macías S., J. E., A. Niño D., J. A. Cruz L. y R. Altúzar M. 2004. Monitoreo de descortezadores y sus depredadores mediante el uso de semioquímicos. Manual operativo. ECOSUR, Tapachula, Chis. México. 26 p.
- Mayers, M. S. and J. R. McLaughlin . 1991. Handbook of insect pheromones and sex attractants. CRC Press. Boca Raton, FL. U.S.A. 1083 p.
- Medina G., C., F. Guevara F., M. A. Martínez R., P. Silva Sáenz, M. A. Chávez C. e I. García R. 2000. Estudio florístico en el área de la comunidad indígena de nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*. No. 52: 5-41.
- Miller, D. R. and J. H. Borden. 2000. Dose-dependent and species-specific responses of pine bark beetle (Coleoptera: Scolytidae) to monoterpenes in association with pheromones. *Canadian Entomologist* 132: 183-195.
- Pineda T., M. C., R. Campos B., y M. C. Miller. 1988. Muestreo de enemigos naturales de *Dendroctonus frontalis* Zimm. (Col: Scolytidae) utilizando trampas de feromonas en rodales de *Pinus oocarpa* en Uruapan, Michoacán. *In: Memoria del IV Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. SARH. Vol. I. pp. 168-188.*
- Prado O., A. 1981. Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio, Michoacán. *Ciencia Forestal. Vol. 1 (3): 39-49.*

- Rodríguez, O. A., A. Equihua M., E. G. Estrada V., J. Cibrián T. y J. T. Méndez M. 2005. Respuesta de descortezadores y sus depredadores a la frontalina, en Los Pescados, Veracruz. *In: XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. SEMARNAT. CONAFOR. Soc. Mex. de Entomología. INIFAP. Morelia, Michoacán. México. s/p.
- Salinas-Moreno, Y., M. G. Mendoza, M. A. Barrios, R. Cisneros, J. Macías-Sámamo and G. Zúñiga. 2004. Areography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae) in Mexico. *Journal of Biogeography* 31: 1163-1177.
- Sánchez-Martínez, G. and M. R. Wagner. 2002. Bark beetle community structure under four Ponderosa pine forest stand conditions in northern Arizona. *Forest Ecology and Management* 170: 145-160.
- Sánchez-Martínez G., V. Díaz, N y E. González, G. 2005. Monitoreo de insectos descortezadores del género *Dendroctonus* mediante el uso de feromonas en el área natural protegida "Sierra Fría" Aguascalientes, México. *In: XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. SEMARNAT. CONAFOR. Soc. Mex. de Entomología. INIFAP. Morelia, Michoacán. México. s/p.
- Sánchez-Salas. J. A., L. M. Torres, E. y G. Sánchez M. 2005. Evaluación de feromonas para la atracción de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en la Sierra de Galeana, Nuevo León. *In: XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. SEMARNAT. CONAFOR. Soc. Mex. de Entomología. INIFAP. Morelia, Michoacán. México. s/p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2000. Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT- 1999 que establece los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas. *Diario Oficial de la Federación*. 25 de octubre de 2000. México. pp. 13-25.
- Schowalter, T., E. Hansen, R. Molina and Y. Zhang. 1997. Integrating the ecological roles of phytophagous insects, plant pathogens and mycorrhizae in managed forests. *In: K. A. Kohm and J. F. Franklin (Eds.). 1997. Creating a forestry, for the 21st century*. Island Press. Washington, D.C. U.S.A. pp. 171-190.
- Sun, J., Z. Miao, Z. Zhang, Z. Zhang and N. E. Gillette. 2004. Red turpentine beetle, *Dendroctonus valens* LeConte (Coleoptera: Scolytidae), response to host semiochemicals in China. *Environmental Entomology* 33: 206-212.
- Torres E., L. M., J. A. Sánchez S. y G. Sánchez M. 2005. Monitoreo de *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins y *D. adjunctus* Blandford en bosques de coníferas en la sierra de Arteaga, Coahuila. *In: XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. SEMARNAT. CONAFOR. Soc. Mex. de Entomología. INIFAP. Morelia, Michoacán. México. s/p.
- Turchin, P. and F. J. Odendaal. 1996. Measuring the effective sampling area of a pheromone trap for monitoring population density of southern pine beetle (Coleoptera: Scolytidae). *Environmental Entomology* 25: 582-588.

- Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. Great Basin Memoirs 6: 1-1359.
- Zhou, J., D. W. Ross and C. G. Niwa. 2001. Kairomonal response of *Thanasimus undalutus*, *Enocleurus sphaeus* (Coleoptera: Cleridae), and *Temnochila chlorodia* (Coleoptera: Trogostidae) to bark beetle semiochemicals in Eastern Oregon. Environmental Entomology 30: 993-998.