

FLUCTUACIÓN DE *DENDROCTONUS ADJUNCTUS* BLANDFORD (CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) Y SUS DEPRADADORES ATRAÍDOS POR FRONTALINA+ALFA-PINENO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE ZOQUIAPAN, EDO. DE MÉXICO

Alejandro Rodríguez-Ortega, Armando Equihua-Martínez, Juan Cibrián-Tovar, Edith G. Estrada-Venegas

Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo Edo. de México. C. P. 56230. México; correo electrónico: arortega@colpos.mx.

José T. Méndez-Montiel

Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Km. 35.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Edo. de México. C. P. 56230. México; correo electrónico: jtulio55@hotmail.com.

Jaime Villa-Castillo

Comisión Nacional Forestal, Periférico Poniente 5360, Zapopan, Jalisco; México; correo electrónico: jvilla@conafor.gob.mx

RESUMEN

Se realizó el monitoreo del descortezador *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) y sus depredadores por un periodo de un año, usando la feromona frontalina + alfa-pineno, en la Estación Experimental Forestal de Zoquiapan, Estado de México. Un total de 20 trampas Lindgren de 15 unidades fueron colocadas a 100 metros de separación entre sí, 19 de ellas cebadas con frontalina y una como testigo sin feromona. El monitoreo se realizó de junio del 2005 a mayo del 2006, con recolecta de insectos cada 15 días (La frontalina se cambiaba cada mes). Un trozo de insecticida en el vaso colector (collar antipulgas) fue introducido para matar los insectos. Las mayores abundancias de *D. adjunctus* se registraron en septiembre de 2005 y marzo y abril de 2006 con 124, 81 y 77 insectos respectivamente. En contraste, julio de 2005 presentó el menor registro con solo un ejemplar. Se identificaron a *Enoclerus arachnoides* y *Cymatodera* spp. (Cleridae) como los principales enemigos naturales. Con el cambio de signo del coeficiente de correlación a lo largo del periodo anual estudiado, se puede inferir que los depredadores presentan conducta cambiante con relación a *D. adjunctus*.

Palabras clave: Dendroctonus, Enoclerus arachnoides, Cymatodera, frontalina, trampas Lindgren.

SUMMARY

Monitoring of the bark beetle *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and his predators was carried out for a year, using Lindgren traps baited with frontalin + alpha - pinene, at the Forest Experimental Station of Zoquiapan, Edo., de México. A total of 20 of 15 units Lindgren traps were placed 100 meters apart from each other, 19 of them baited with frontalin and one as control without pheromone, monitoring was conducted from June 2005 to May 2006, with collection of insects each 15 days (Frontalin was changed every month). A piece of insecticide in the sump (flea collar) was introduced to kill the insects. The greatest abundance of *D. adjunctus* was in September 2005 and March and April 2006 with 124, 81 and 77 insects, respectively. In contrast, July 2005 had the lowest record with only one specimen. *Enoclerus arachnoides* and *Cymatodera* spp. (Cleridae) were identified as the main natural enemies. With the change of sign of the correlation coefficient over the annual period studied, we can infer that the predators have changing behavior with respect to *D. adjunctus*.

Key words: Dendroctonus adjunctus, Enoclerus arachnoides, Cymatodera frontalin, Lindgren traps.

INTRODUCCIÓN

Los pinos abarcan grandes extensiones de la República Mexicana en diferentes medios ecológicos y van desde los 500 hasta los 4000 metros de altitud Mirov (1967). Piña y Muñiz (1981), consideran que, en los últimos cuarenta años, la superficie forestal ha disminuido cuatrocientas mil hectáreas por año, a raíz de diversos factores, siendo los insectos forestales uno de los más importantes.

Verduzco (1976) y Macías-Sámano et al. (2004), mencionan que las enfermedades y los insectos forestales causan grandes pérdidas de madera en los bosques de pino, en especial los insectos del género *Dendroctonus* como descortezadores, son uno de los principales factores de mortalidad durante el desarrollo y establecimiento de bosques y plantaciones. Estos organismos ocasionan anualmente la muerte de miles de árboles provocando un grave desequilibrio ecológico (Piña & Muñiz 1981; Miller & Borden 2000; Gillette et al. 2001; Díaz et al. 2006).

Piña & Muñiz (1981) y Salinas et al. (2004) coinciden que el descortezador *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) se localiza desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Guatemala en altitudes que oscilan entre 3100 y 3500 m. También se puede encontrar esta especie desde los 1600 a 3929 metros sobre el nivel del mar y sus principales hospederos son *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. rudis*, *P. ponderosa*, *P. chihuahuana*, *P. pseudostrobus* y *P. lawsoni*. Negrón et al. (2000), encontraron a *D. adjunctus* atacando árboles estresados en Arizona y Utah., por su parte Verduzco (1976) y Rodríguez (1990) reportan en México, en la década 1955-65, una fuerte invasión de este descortezador que causó cuantiosos daños en plantaciones de varias especies de pinos.

El monitoreo de los descortezadores es un procedimiento primordial en el manejo de estos insectos, con ello se puede inferir su abundancia poblacional y tomar medidas de control Turchin et al. (1999). Se pueden utilizar sustancias químicas conductuales como feromonas y kairomonas, que son de alta especificidad, de nulo impacto al ambiente y pueden atraer a los depredadores de los descortezadores, por lo cual ambas poblaciones pueden ser monitoreadas en forma simultánea (Turchin et al. 1991; Reeve 1997).

Mayers and McLaughli (1991) y Matthew et al. (2004), comentan que la frontalina es una feromona

de agregación para especies como *Dendroctonus frontalis* Zimmerman *D. mexicanus* Hopkins y *D. adjunctus* Blandford, estos insectos son atraídos a las trampas cebadas. Hobson et al. (1993), reportan que *D. valens* LeConte es un descortezador que no utiliza feromona de agregación para localizar a su hospedero, ya que se guía por algunos compuestos que contiene la resina de los árboles. Strom et al. (2001); Sánchez and Wagner (2002), mencionan que la frontalina y exobrevicomina combinadas con mirceno se usan para atraer a *evicomis* LeConte.

Con base a lo expuesto se planteó como objetivo de este estudio el conocer la fluctuación poblacional de *D. adjunctus* y sus depredadores capturados en trampas Lindgren cebadas con frontalina, en la Estación Experimental de Zoquiapan, Edo., de México; así como, la correlación que existe entre el descortezador y sus depredadores capturados durante un año de muestreo. Se formuló la hipótesis de que el número de insectos atrapados por las trampas es completamente aleatorio y que la respuesta hacia la feromona está en función de los meses del año.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del sitio de monitoreo

El monitoreo se estableció en un bosque con árboles de pino-abeto, en donde se encontraron *Pinus hartwegii* Lindl., atacados por *D. adjunctus* dentro la Estación Experimental de Zoquiapan, Edo. de México 19° 12' 30" y 19° 20' 00" de latitud N 98° 42' 30" y 98° 30' 00" de longitud W. El clima de la zona es semifrío con verano fresco largo y fórmula climática: Cb'(w2)(w)igw, García (1987). El experimento se condujo de junio del 2005 a mayo del 2006.

Colocación de trampas

En la zona forestal dañada por el descortezador se colocaron 20 trampas tipo Lindgren® de 15 unidades (PheroTech.), de las cuales 19 de ellas contenían feromona frontalina + alfa-pineno (P152, Dendrocton frontales TrpB de ChemTica Internacional S. A.) y una trampa 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.

Recolección de insectos y cebado de trampas

Los insectos capturados se recolectaban cada quince días y la frontalina cambiaba cada mes anexando al vaso colector un trozo de dos centímetros de banda plástica de collar antipulgas como insecticida (Tetraclorvinfos®), con esto se evitó que los insectos se maltrataran. Posteriormente, 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 del descortezador se realizó en el Laboratorio de Entomología Forestal del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, utilizando las claves taxonómicas de Wood (1982).

Análisis estadístico

La información obtenida se introdujo a una base de datos y se analizó estadísticamente con el programa SAS (1998). Las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Para correr la hipótesis de que el número de insectos atrapados por las trampas es completamente aleatorio, se aplicó un diseño estadístico completamente al azar. Los tratamientos fueron dos (feromona y testigo) con 12 repeticiones (meses del año). Los datos de campo se transformaron con raíz cuadrada + 1 y para las observaciones del tratamiento con feromona se sacó un promedio mensual (descortezador y depredadores) de las 19 trampas.

En un segundo diseño, completamente al azar, se aplicó a la hipótesis de que la respuesta de *D. adjunctus* hacia la feromona está en función de la época del año. Aquí se tuvieron 12 tratamientos (meses del año) con 19 repeticiones (datos mensuales transformados con raíz cuadrada+1, del descortezador y sus depredadores de cada trampa).

Se usó el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

donde, Y_{ij} = valor observado de la variable respuesta correspondiente al tratamiento i en su repetición j ; con μ = media general; T_i = efecto del i -ésimo tratamiento y ε_{ij} = error asociado del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

Cálculo del coeficiente correlación

El coeficiente de correlación mide el grado de asociación lineal entre dos variables (descortezador-depredador). Para calcular la correlación se obtuvo primero la covarianza de las poblaciones con la siguiente fórmula:

$$S_{x,y} = \sum (x_i - \bar{X}) (y_i - \bar{Y}) / n - 1$$

El coeficiente de correlación se obtuvo a partir del modelo $r_{x,y} = S_{x,y} / (S_x S_y)$ (Sahagún 1994).

Donde, $r_{x,y}$ = es el coeficiente de correlación; $S_{x,y}$ = covarianza; S_x = desviación estándar de la variable x y, S_y = es la desviación estándar de la variable y

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descortezador

Se encontró que el descortezador *Dendroctonus adjunctus* se encuentra activo todo el año y puede ser capturado utilizando trampas tipo Lindgren cebadas con frontalina más alfa-pineno (Figura 1). Se determinó que las mayores capturas del insecto fueron en septiembre del 2005 y marzo del 2006 con medias de $6.53 (\pm 19.76)$ y $4.26 (\pm 5.70)$, respectivamente. En contraste, julio de 2004 fue el mes de menor abundancia con tan solo $0.05 (\pm 0.23)$.

Los datos anteriores nos indican que el descortezador de las alturas (*D. adjunctus*), presenta en mayor abundancia en las estaciones de primavera y otoño (Figura 1). Resultados similares fueron reportados por Villa & Villa (1996) y Moser et al. (2005) al estudiar *D. mexicanus* y obtener capturas abundantes entre abril y junio.

Sánchez et al. (2007), reportan que en la Sierra de Arteaga, Coahuila, existe un pico mayor de dispersión de *D. adjunctus* durante octubre y noviembre y otro menor entre abril y julio, lo mismo ocurre en estudios realizados en la Sierra La Raspadura, Colonia Oscar Soto Maynez, Namiquipa Chihuahua. De igual manera en el norte de Arizona *D. adjunctus* presenta un patrón similar con un pico de dispersión en octubre (Gaylord et al. 2006).

Sánchez et al. (2007), reportan que en el Parque Nacional Nevado de Colima el patrón no es tan consistente, aquí *D. adjunctus* presenta un amplio periodo de dispersión desde julio hasta febrero, con pequeños picos intermitentes en algunos sitios en diciembre y marzo. Esto coincide con Villa-Castillo (1993), quien observó árboles recién infestados a principios de agosto de 1983 en el mismo Parque. Por su parte Islas-Salas (1980), en el Estado de México encontró que *D. adjunctus* emerge a partir de la última semana de agosto y

concluye en los meses de noviembre y diciembre. Con estos resultados podemos decir que la abundancia poblacional del descortezador *D. adjunctus* está determinada por las condiciones climáticas de

cada región forestal, lo cual implica considerar medidas preventivas en el manejo del descortezador.

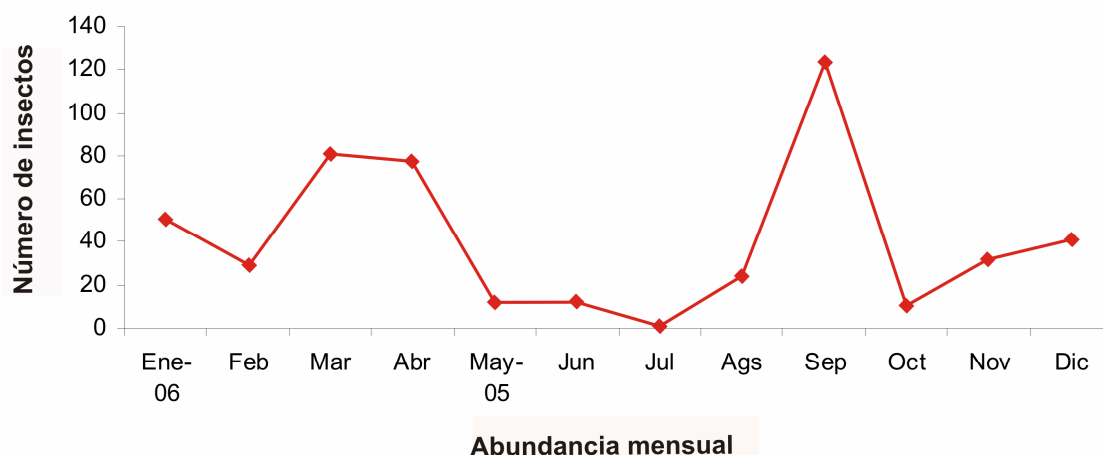


Figura 1. Patrón de dispersión estacional de *Dendroctonus adjunctus* en bosque de *Pinus hartwegii* de La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México, determinado mediante 19 trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno, distribuidas en la zona con una separación aproximada de 100 metros.

En la Estación Experimental de Zoquiapan se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los promedios de *D. adjunctus* capturados en las trampas con feromona y los valores del testigo, con esto se confirma que el número de insectos capturados en las trampas con frontalina + alfa-pineno es significativamente diferente al capturado en las trampas testigo (1.51 ± 0.34) y (1.0 ± 0.0), respectivamente.

También se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las capturas de los meses del año, determinando que marzo de 2006 y septiembre de 2005 presentaron la mayor densidad poblacional seguidos por abril, enero, diciembre, noviembre, febrero, agosto, mayo, junio, octubre y julio. Esto sugiere que el patrón de vuelo y la respuesta de *D. adjunctus* hacia la frontalina es de carácter estacional.

Los descortezadores capturados en este experimento fueron 494 *Dendroctonus adjunctus*, en cuanto a depredadores se registraron *Enoclerus arachnoides* (Klug) y *Cymatodera* spp., ambos

Cleridae. Díaz et al. (2006), reportan capturas semejantes al utilizar trampas multiembudo cebadas con la feromona frontalina mas alfa-pineno, capturaron *D. mexicanus* e identificaron depredadores como *Enoclerus* spp. y *Temnochila* spp.

Depredadores

Se obtuvo un total de seis *E. arachnoides* (Figura 2), tres de ellos en febrero y el resto en enero, marzo y junio, en contraste Gaylord et al. (2006), reportan capturas de *Enoclerus* spp., en junio y agosto. Del depredador *Cymatodera* spp. (Figura 2) se capturaron 15 individuos. Ambos depredadores no fueron capturados en mayo, septiembre, octubre y diciembre. Sánchez-Martínez et al. (2007), recomiendan que al monitorear las poblaciones de insectos descortezadores, con los señuelos recomendados, se identifique y contabilice también sus depredadores naturales, especialmente los de las familias Cleridae y Trogossitidae. Estos datos sirven para determinar el papel de los depredadores en la fluctuación poblacional de los insectos descortezadores.

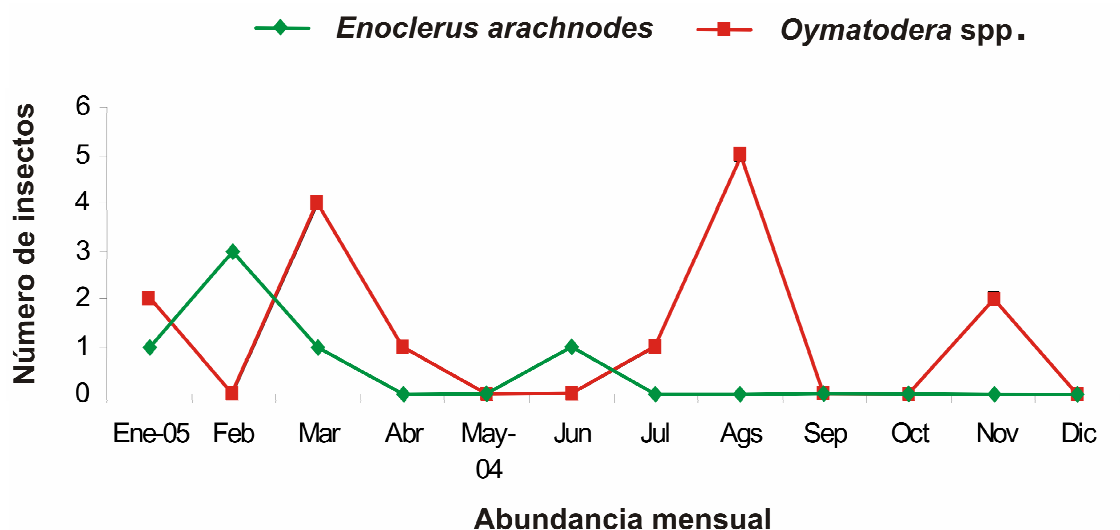


Figura 2. Patrón de dispersión estacional de los depredadores *Enoclerus arachnodes* y *Cymatodera* spp., en bosque de *Pinus hartwegii* de La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México, determinado mediante 19 trampas Lindgren cebadas con frontalina+alfa-pineno, distribuidas en la zona con una separación aproximada de 100 metros.

Coefficiente correlación

Las poblaciones del descortezador *D. adjunctus* y el depredador *E. arachnoides* presentaron una correlación inversa en junio, enero y marzo. A medida que la población del descortezador aumentaba, la del depredador disminuía (Figura 3). Solo

en febrero la correlación fue positiva al incrementar ambas poblaciones (Little & Hills 1991). El resto de los meses (abril, mayo, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre) no existió correlación por no ser capturado este depredador.



Figura 3. Coeficiente de correlación mensual entre el descortezador *D. adjunctus* y el depredador *E. arachnoides* en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México, capturados en trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno.

Para el caso de la correlación entre la población de *D. adjunctus* y la población del género *Cymatodera* spp., los meses con correlación inversa fueron julio, agosto y marzo (Figura 4). En noviembre y enero ambas poblaciones incrementaron su pobla-

ción, esto significa que la correlación fue positiva. Sin embargo en febrero, mayo, junio, septiembre, octubre y diciembre no existió correlación debido a que no se registraron capturas de este insecto.

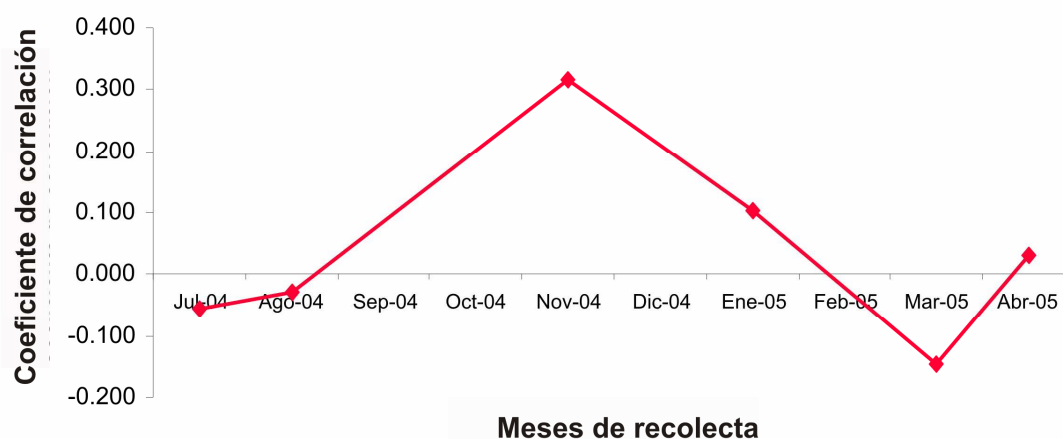


Figura 4. Coeficiente de correlación mensual entre el descortezador *D. adjunctus* y el depredador *Cymatodera* spp., en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México, capturados en trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno.

Estos datos nos sirven para determinar la importancia que tienen los enemigos naturales sobre la fluctuación poblacional del descortezador *D. adjunctus* y este tipo de monitoreo realizado por varios años, sirve para obtener modelos de predicción de riesgo de ataque. Por lo tanto, para este descortezador y en este sitio se detectó que existen dos picos poblacionales, el primero se presenta en marzo y abril y el segundo en el mes de septiembre.

CONCLUSIONES

D. adjunctus en La Estación Experimental de Zoquiapan, presenta un patrón de vuelo en todo el año, con dos picos poblacionales, el primero en marzo y abril y el segundo en septiembre.

Con el uso de trampas multiembudo, tipo Lindgren, cebadas con feromona frontalina+alfa pineño se puede atraer y capturar este descortezador en cualquier época del año, al igual que sus depredadores *Enoclerus arachnoides* y *Cymatodera* spp.

Se encontraron dos tipos de correlación entre *D. adjunctus* y sus depredadores *E. arachnoides* y *Cymatodera* spp., la inversa o negativa y la directa o positiva, en donde ambos depredadores bajan su población en marzo.

Finalmente, la abundancia poblacional del descortezador *D. adjunctus* está determinada por las condiciones climáticas de cada región forestal y que el número de insectos capturados en las trampas con frontalina + alfa-pineno es significativamente diferente al capturado en las trampas testigo

LITERATURA CITADA

- Díaz, N. V., M. G. Sánchez & N. E. Gillette. 2006. Response of *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) to two optical isomers of verbenone. *Agrociencia*, 40:349-354.
- García, A. E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Adaptación a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Gaylord, M. L., T. E. Kolb, K. F. Wallin & M. R. Wagner. 2006. Seasonality and lure preference of bark beetles (Curculionidae: Scolytinae) and associates in a Northern Arizona ponderosa pine forest. *Environmental Entomology*, 35(1):37-47.
- Gillette, N., D. R. Owen & J. H. Stein. 2001. Interruption of semiochemical mediated attraction of *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Scolytidae) and selected nontarget insects by verbenone. *Environmental Entomology*, 30:837-841.
- Hobson, K., D. L. Wood, L. G. Cool, P. R. White, T. Ohtsuka, I. Kubo & E. Zavarin. 1993. Chiral specificity in responses by the bark beetle *Dendroctonus valens* to host kairomonas. *Journal of Chemical Ecology*, 9:1837-1846.
- 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.
- Little, T. M. & F. J. Hills. 1991. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas. México. pp. 145-155.
- Macías-Sámamo, J. E., A. Niño Domínguez, J. A. Cruz López & R. Altúzar-Mérida. 2004. Monitoreo de descortezadores y sus depredadores mediante el uso de semioquímicos. *El Colegio de la Frontera Sur*. pp. 1-5.
- Matthew, R., E. Symonds & M. A. Elgar. 2004. The mode of pheromone evolution: evidence from bark beetles. *The Proceedings of the Royal Society of London, series B* 271:839-846.
- Mayers, M. S. & J. R. McLaughlin. 1991. Handbook of insect pheromones and sex attractants. CRC Press. Boca Raton.
- Miller, D. R. & J. H. Borden. 2000. Dose dependent and species specific responses of pine bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) to monoterpenes in association with pheromones. *Canadian Entomologist*, 132:183-195.
- Mirov, N. T. 1967. The genus *Pinus*. The Ronald Press Company. Nueva York.
- Moser, J. C., B. A. Fitzgibbon & K. D. Klepzig. 2005. The Mexican pine beetle, *Dendroctonus mexicanus*: first record in the United States and co-occurrence with the southern pine beetle - *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae or Curculionidae: Scolytidae). *Entomological News*, 116(4):235-243.
- Negrón J. F., J. L. Wilson & J. A. Anhold. 2000. Stand conditions associated with roundheaded pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) infestations in Arizona and Utah. *Environmental Entomology*, 29(1):20-27.
- Piña, L. I. & R. V. Muñiz. 1981. Los escolítidos como plagas forestales. Monografía III. Publicada por los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. México.
- Reeve, J. 1997. Predation and bark beetle dynamics. *Oecologia*, 112:4-54.
- Rodríguez, L. R. 1990. Plagas forestales y su control en México. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Sahagún, C. J. 1994. Estadística descriptiva y probabilidad: una perspectiva biológica. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 113-123.
- Salinas, M. Y., G. M. Mendoza, M. A. Barrios, R. Cisneros, S. J. Macías & G. Zúñiga. 2004. Areography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Mexico. *Journal of Biogeography*, 31:1163-1177.
- Sánchez, M. G. & 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., L. M. Torres-Espinoza, I. Vázquez-Collazo, E. González-Gaona & R. Narváez-Flores. 2007. Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas. Aguascalientes, Méx., INIFAP., CIRNOC., Campo Experimental Pabellón.
- SAS Institute. (1998). *SAS/STAT® user's guide*, version 6.03 Cary, NC: SAS Institute, Inc.
- Strom, B. L., R. A. Goyer & P. J. Shea. 2001. Visual and olfactory disruption by the western pine beetle to attractant baited traps. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 100:63-67.
- Turchin, P., P. R. Jr. Lorio, A. Taylor & R. F. Billings. 1991. Why do populations of southern pine beetles (Coleoptera: Scolytidae) fluctuate?. *Environmental Entomology*, 20(2):401-409.

- Turchin, P., A. D. Taylor & J. D. Reeve. 1999. Dynamical role of predators in population cycles of a forest insect: An experimental test. *Science*, 285:1068-1070.
- Verduzco, G. J. 1976. Protección forestal. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. Patena, A. C.
- Villa-Castillo, J. 1993. Valoración del derribo y abandono como método de control para *Dendroctonus ad-junctus* Blf. (Col.: Scolytidae) en el Parque Nacional Nevado de Colima. SARH-INIFAP-División Forestal. Boletín Técnico Núm. 110. 2a. Ed.
- Villa, C. J. & C. J. Villa. 1996. La ubicación de trampas y factores climáticos afectan el monitoreo de descortezadores en el sur del estado de Jalisco. *Revista Ciencia Forestal en México*, 21(79):87-100.
- 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.