

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Dendroctonus frontalis* Zimmermann, 1868 Y *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, 1909 (CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) EN RELACIÓN A LA VARIACIÓN EN LA ALTITUD Y FACTORES CLIMÁTICOS EN UN BOSQUE DE PINO EN ZIMAPÁN, HIDALGO

Irma Avilés-Carrillo¹, Santiago Vergara-Pineda²✉, Víctor Hugo Cambrón-Sandoval¹ y J. Alejandro Obregón-Zúñiga¹

¹Facultad de Ciencias Naturales, ²Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Materia Agrícola, Pecuaria, Acuícola y Forestal. Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias s/n, Col. Juriquilla, Delegación Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, C. P. 76230, México.

✉Autor de correspondencia: vpinedas@yahoo.com.mx

RESUMEN. Se presentan la fluctuación poblacional de *Dendroctonus frontalis* Zimmermann, 1868 y *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, 1909, durante 10 meses y en relación a un gradiente altitudinal, así como la variación en la temperatura máxima y porcentaje de humedad relativa mínima, en un bosque de pino de la comunidad de Durango, municipio de Zimapán, Hidalgo. Para ello se colocaron ochos trampas pareadas, una cebada y otra a manera de control, a lo largo de un transecto altitudinal, aledaños a cada par de trampas se colocó un recolector de datos climáticos. De acuerdo a los resultados obtenidos, la abundancia de insectos descortezadores en este sitio parece ser independiente de la temperatura máxima, porcentaje de humedad relativa mínima y la altitud; sin embargo; se notó comportamiento estacional para ambas especies con picos de mayor actividad en los meses de primavera. En relación con la altitud, los picos de mayor abundancia coinciden en elevaciones intermedias, por lo anterior es posible que la variación en las poblaciones de *D. frontalis* y *D. mexicanus* en estos sitios esté influenciada por otro conjunto de factores que no han sido tomados en cuenta en este estudio, pero que es interesante analizar.

Palabras clave: Descortezadores, temperatura, altitud, abundancia.

Population fluctuation of *Dendroctonus frontalis* 1868 and *Dendroctonus mexicanus* 1909 (Curculionidae: Scolytinae) in relation to the altitudinal variation and climatic factors in a pine forest at Zimapan, Hidalgo

ABSTRACT. A 10 month population fluctuation of *Dendroctonus frontalis* Zimmermann 1868 and *Dendroctonus mexicanus* Hopkins 1909 is shown, in relation to an altitudinal gradient, also the variation of maximum temperature and percentage of minimum relative humidity was taken in to account, in a pine forest at Durango community, Zimapan, Hidalgo. In order to catch bark beetles, eights paired Lindgren traps were placed, one of them whit attractants and another one was used as a control, along the altitudinal transect; adjacent to each pair of traps, a weather data collector was installed. According to the results obtained, the abundance of Bark beetles on this site seems to be independent from the maximum temperature, percentage of minimum relative humidity and the elevation; however a seasonal behavior was found for both species, whit a higher peak of activity in the spring months. In relation with altitude, the higher peaks of abundance matches in the intermediate elevations, therefore we think the variation in the *D. frontalis* and *D. mexicanus* populations in these sites is influenced by another set of factors that have not been taken in to account on this study, but it would be interesting to analyze

Keywords: Bark beetles, temperature, altitude, abundance.

INTRODUCCIÓN

El país es considerado el centro de diversificación de los pinos, al albergar poco menos de la mitad de la diversidad mundial de estos; cerca del 7 % de la superficie nacional está cubierta por bosques de pino (Sánchez-González, 2008; Robert, 2012). En años recientemente se ha registrado la pérdida de grandes extensiones de la cobertura forestal debido a varios factores, entre estos, el

aumento en las poblaciones de escarabajos descortezadores. (CONAFOR, 2011; SEMARNAT, 2012; FAO, 2009).

Los insectos descortezadores *Dendroctonus frontalis* Zimmerman, 1868 y *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, 1909 son especies de escolitinos pertenecientes a la familia Curculionidae, relacionados evolutivamente a bosques de pino (Zúñiga. *et al.*, 2006). Su distribución se extiende desde el centro de Uta y Colorado (USA) hasta Honduras para el caso de *D. frontalis*, y desde el sur de Arizona (USA), Chihuahua hasta Honduras y Belice para el caso de *D. mexicanus* (Wood, 1982; Sullivan *et al.*, 2012; Monser *et al.*, 2005).

Las disrupciones poblacionales de la mayoría de los insectos plaga es multifactorial; sin embargo, algunos de los factores de mayor peso son las condiciones climáticas, esto debido a que el desarrollo de los insectos depende en gran medida de estas (Romanyk y Cadahia, 2002). Para el caso específico de las especies del género *Dendroctonus* Erichson 1836, las grandes infestaciones se han relacionado principalmente con la temperatura y el régimen de precipitación, indicadores indirectos del nivel de estrés hídrico de los árboles (Reeve *et al.*, 1995; Allen *et al.*, 2010; Six y Bracewell, 2015; Bentz y Jönsson, 2015).

En México se dispone de pocos estudios que nos ayuden a entender de mejor manera la dinámica de estos insectos por periodos largos de tiempo, en relación con esto el presente estudio tuvo como objetivo analizar el efecto de la temperatura, el porcentaje de humedad relativa y la altitud sobre el comportamiento poblacional de *D. frontalis* y *D. mexicanus* en un bosque de pino del estado de Hidalgo, el cual cabe mencionar es una de las entidades federativas con mayor riqueza de especies de Pino (Sánchez-González, 2008).

MATERIALES Y MÉTODO

Sitio de estudio y recolecta de material. La investigación se desarrolló a partir del 11 de marzo y hasta el 30 de diciembre de 2015 en un bosque de Pino aldeaño a la comunidad de Durango, municipio de Zimapán en el estado de Hidalgo ubicado a 20° 56' 09.93 '' N, 99° 13' 39.84'' O. En el área de estudio se estableció un transecto altitudinal desde 1654 y hasta 2117 msnm, en el que se colocaron, a lo largo, ocho sitios de muestreo (Fig. 1); en cada uno se instalaron dos trampas tipo Lindgren de ocho embudos, separadas entre sí por aproximadamente 50 metros. A una de las trampas se colocó el complejo de atrayentes Synergy Semiochemicals Corp® formado por los siguientes compuestos Alpha- pineno, frontalina y endobrevicomina, estos fueron renovados cada dos meses. La trampa sobrante fue colocada sin atrayentes a manera de control. Para atrapar y conservar a los insectos, se depositó anticongelante al 50 % en los vasos colectores.

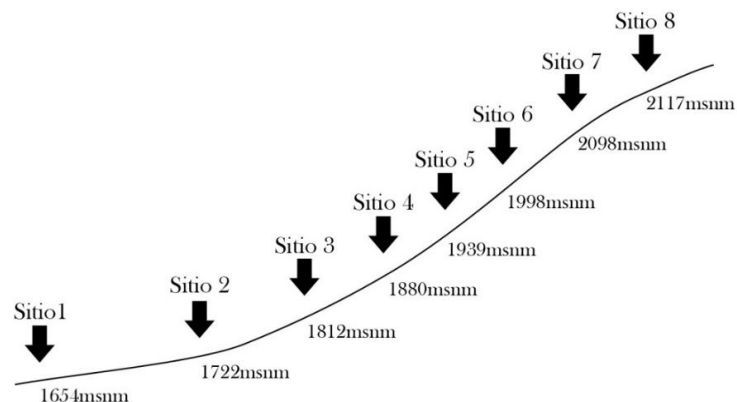


Figura 1. Distribución de los ocho sitios de muestreo a lo largo del transecto altitudinal.

La toma de datos climáticos se realizó con un dispositivo EL-USB-2 de EasyLog® Data Logger en cada sitio de muestreo. Se registraron datos de temperatura y humedad relativa a partir de 28 de agosto de 2015 al 30 de diciembre del 2015.

Las muestras se recogieron cada quince días en bolsas de plástico de sellado hermético, posteriormente se trasladaron al laboratorio de Sanidad Forestal de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, en donde se separaron e identificaron al estereoscopio a 35 x, mediante el uso la clave propuesta por Cabrián *et al.* (1995). Una vez separadas las muestras, se contabilizó el número de individuos de *D. frontalis* y *D. mexicanus* recolectados, por fecha y por sitio.

Análisis de datos. Los datos del conteo de individuos de *D. frontalis* y *D. mexicanus* se agruparon por estaciones del año (primavera, verano, otoño), posteriormente se realizó un análisis de varianza para comparar la abundancia entre cada temporada, de la misma manera se llevó a cabo un análisis por altitudes.

Para analizar el grado de relación entre la temperatura máxima, el porcentaje de humedad relativa mínima, la altitud y el recuento de individuos por especie se llevó a cabo una correlación simple de Pearson. Los análisis se procesaron con el paquete estadístico MiniTab 17.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron en total 32,413 individuos de *D. frontalis* de los cuales el 2.56 % correspondieron a trampas control. En el caso de *D. mexicanus* se contabilizaron 7,356 adultos, de los cuales 1.51 % se obtuvieron de trampas control.

La cantidad de individuos recolectados en trampas cebadas difirió significativamente entre primavera, verano y otoño, siendo estos dos los que registraron menor número de individuos para *D. frontalis* (Fig. 2a). Con respecto a *D. mexicanus*, los periodos estadísticamente diferentes fueron los de primavera y otoño (Fig. 2b).

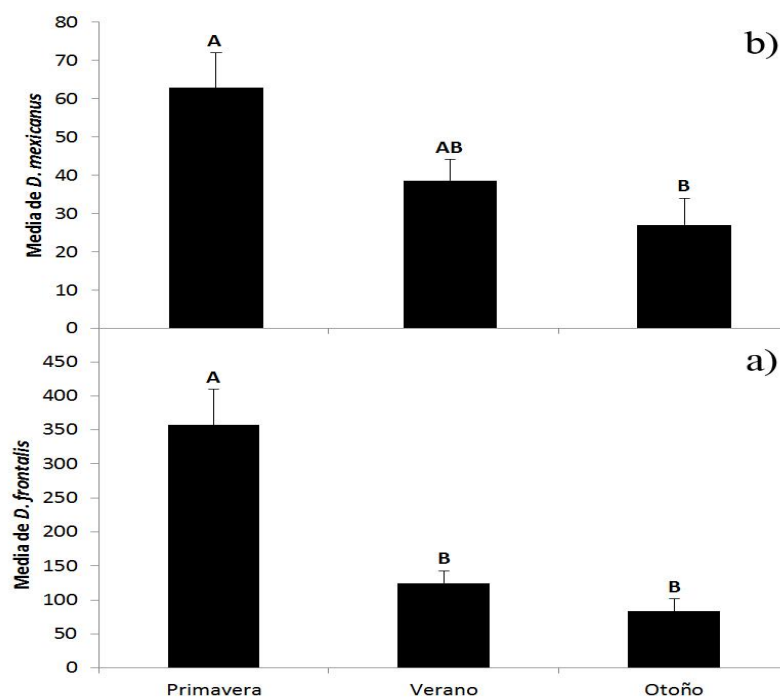


Figura 2. Registro del comportamiento de *D. frontalis* y *D. mexicanus* por estación durante el periodo de marzo - diciembre de 2015.

En ambas especies el mayor recuento de individuos se presentó en primavera. Esto en primera instancia podría interpretarse como un comportamiento estacional relacionado directamente con la temperatura y porcentaje de humedad relativa mínima como se ha indicado en otros estudios similares realizados en el país (Rubín-Aguirre, *et al.*, 2015; Leal-Oliver, 2014; Alvarado-Villanueva, 2014). Sin embargo, de acuerdo con el análisis de correlación de Pearson, la variación en la abundancia de *D. frontalis* y *D. mexicanus* para el periodo agosto- diciembre 2015, parece ser independiente de la variación en la temperatura máxima y el porcentaje de humedad relativa mínima, con la excepción del sitio siete ubicado a 2093 msnm en donde se encontró una correlación positiva entre el número de *D. frontalis* colectados y el porcentaje de humedad relativa mínima (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de significancia (*P*) y coeficientes de correlación de Pearson (*r*) para el análisis de abundancia por especie y temperatura máxima y porcentaje de humedad relativa mínima.

	Temperatura máxima		% Humedad relativa mínima	
	<i>D. frontalis</i>	<i>D. mexicanus</i>	<i>D. frontalis</i>	<i>D. mexicanus</i>
Sitio 1	<i>r</i> = 0.149 <i>P</i> = 0.702	<i>r</i> = 0.135 <i>P</i> = 0.729	<i>r</i> = -0.515 <i>P</i> = 0.156	<i>r</i> = -0.294 <i>P</i> = 0.443
Sitio 2	<i>r</i> = 0.137 <i>P</i> = 0.725	<i>r</i> = 0.242 <i>P</i> = 0.53	<i>r</i> = -0.488 <i>P</i> = 0.183	<i>r</i> = -0.425 <i>P</i> = 0.254
Sitio 3	<i>r</i> = 0.033 <i>P</i> = 0.932	<i>r</i> = 0.135 <i>P</i> = 0.728	<i>r</i> = -0.509 <i>P</i> = 0.161	<i>r</i> = -0.48 <i>P</i> = 0.191
Sitio 4	<i>r</i> = 0.131 <i>P</i> = 0.738	<i>r</i> = -0.021 <i>P</i> = 0.958	<i>r</i> = -0.527 <i>P</i> = 0.145	<i>r</i> = -0.552 <i>P</i> = 0.123
Sitio 5	<i>r</i> = 0.012 <i>P</i> = 0.975	<i>r</i> = -0.123 <i>P</i> = 0.752	<i>r</i> = 0.099 <i>P</i> = 0.8	<i>r</i> = 0.69 <i>P</i> = 0.86
Sitio 6	<i>r</i> = -0.094 <i>P</i> = 0.81	<i>r</i> = -0.213 <i>P</i> = 0.583	<i>r</i> = 0.278 <i>P</i> = 0.469	<i>r</i> = 0.504 <i>P</i> = 0.167
Sitio 7	<i>r</i> = -0.287 <i>P</i> = 0.454	<i>r</i> = 0.135 <i>P</i> = 0.729	<i>r</i> = 0.839 <i>P</i> = 0.005	<i>r</i> = 0.276 <i>P</i> = 0.472
Sitio 8	<i>r</i> = -0.08 <i>P</i> = 0.838	<i>r</i> = 0.06 <i>P</i> = 0.878	<i>r</i> = 0.261 <i>P</i> = 0.497	<i>r</i> = 0.287 <i>P</i> = 0.454

Esto puede ser explicado por la combinación con factores no tomados en cuenta para este estudio, como puede ser la pendiente, exposición al sol, la densidad del arbolado, diversidad de especies hospedadas, edad del bosque, entre otras (Six y Bracewell, 2015; Bentz y Jönsson, 2015).

Respecto al comportamiento de las poblaciones de *D. frontalis* y *D. mexicanus* en relación al gradiente altitudinal, se encontró hasta el momento que la abundancia de descortezadores es independiente de la elevación (*r* = 0.652, *p* = 0.080 para *D. frontalis*; *r* = 0.704, *p* = 0.051 para *D. mexicanus*). Sin embargo, conforme a los resultados obtenidos con el análisis de varianza se pudo destacar un pico máximo en el total de insectos a los 1939 msnm para *D. frontalis* y entre los 1939 y 1998 msnm para *D. mexicanus*; mientras que, los sitios con menor actividad fueron los ubicados a 1654 msnm para *D. frontalis* y para *D. mexicanus* a los 1654, 1722 y 1880 msnm (Fig. 3).

Estos resultados parecen no ser congruentes con lo encontrado anteriormente en otros estudios, en los que se ha relacionado, por ejemplo la altitud con el número de generaciones por año o la estacionalidad del periodo de vuelo, variable que afectan la abundancia de insectos (García-Martínez y Cibrían-Tovar 1987; Amman 1973); sin embargo, el estudio de las variables aquí analizadas en conjunto con otros factores que influyen en la abundancia de las especies, podría brindarnos información importante sobre los factores que se conjugan en estos sitios y que influyen en la dinámica poblacional de estas especies.

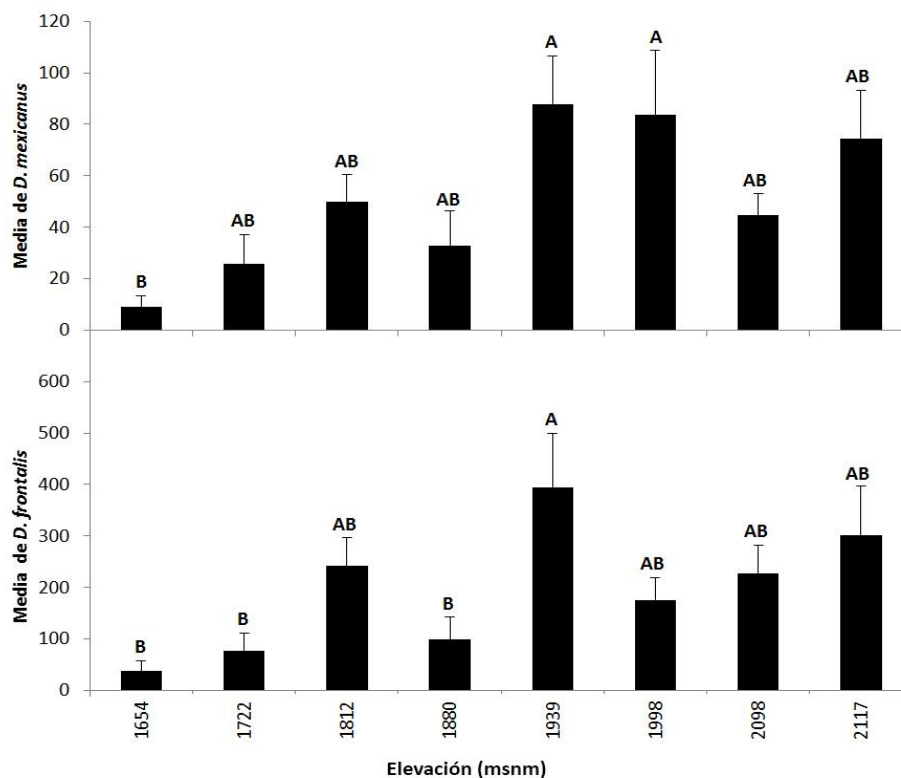


Figura 3. Registro del número promedio de *D. frontalis* y *D. mexicanus* recolectados por altitud durante el periodo marzo-diciembre del 2015.

CONCLUSIÓN

Las poblaciones de *D. frontalis* y *D. mexicanus* mostraron un comportamiento estacional, primavera la estación en que se registraron los valores más altos y otoño en donde registraron los valores más bajos. A pesar de ello, se descarta mediante análisis de correlación simple de Pearson, cualquier tipo de dependencia entre la abundancia de insectos descortezadores, la temperatura máxima y el porcentaje de humedad relativa mínima promedio de cada sitio.

Respecto al análisis por alturas, se encontró un menor recuento en los sitios de menor altitud, sin embargo en la segunda mitad del transecto se observó un aumento significativo en el número de individuos de *D. frontalis* y *D. mexicanus*. Se descarta de igual manera cualquier tipo de dependencia entre la abundancia de descortezadores y la altitud.

Es posible que los resultados presentados en este estudio estén determinados por otros factores, que no han sido tomados en cuenta. Lo cual pone de manifiesto la necesidad de complementar el estudio con datos sobre las condiciones específicas de cada sitio.

Agradecimientos

Al fondo CONAFOR-CONACyT por el apoyo brindado para la realización del proyecto. De igual forma, se extiende un agradecimiento a Uribe Bernal Megan, Rivera Días Eduardo, Rivera Aquino Jorge Alberto y Vega Muñoz Berenice, por su valiosísima ayuda con el procesamiento de las muestras.

Literatura Citada

- Allen, C. D., Macalady, A. K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D. D., (Ted) Hogg E. H., Gonzalez P., Fensham R., Zhang Z., Castro J., Demidova N., Lim J. H., Allard G., Running S. W., Semerci A. and N. Cobb. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 4(259): 660–684.
- Alvarado-Villanueva, O. 2013. *Evaluación de los factores asociados a las infestaciones de descortezadores (Coleoptera: Scolytinae) en Bosques de Piñones (Pinus cembroides) en la Reserva Sierra Gorda de Guanajuato*. Tesis. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. 58 p.
- Amman, G. D. 1973. Population Changes of the Mountain Pine Beetle in Relation to Elevation. *Environmental Entomology*, 4(2): 541–547.
- Bentz, B. J. and A. M. Jönsson. 2015. Modeling Bark Beetle Responses to Climate Change. Pp. 533–553. In: Vega, F. E. and R. W. Hofstetter (Eds.). *Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Elsevier Inc, USA.
- Cibrián-Tovar, D., Méndez-Montiel, J., Campos-Bolaños, R., Yates III, O. y J. Flores Lara. 1995. *Insectos forestales de México / Forest insects of Mexico*. Universidad Autónoma Chapingo. Cd. de México, México. 453 p.
- CONAFOR. 2011. Resultados de solicitudes aprobados en la Decima Primera Sesión de Comité Técnico realizada el 8 de Junio de 2011. Comisión Nacional Forestal, México. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/6/2252Decimo%20Primera%20Sesi%c3%b3n%20Comit%c3%a9%20Nacional.pdf>. (Fecha de consulta: 16-III-2016).
- FAO. 2009. *Los impactos del cambio climático en la sanidad forestal*. Roma, 1-25: Departamento Forestal FAO, Roma, Italia. 25 p.
- García-Martínez, R. y D. Cibrián-Tovar. 1987. *Variación poblacional de Dendroctonus mexicanus Hopk. (Coleoptera: Scolytidae) en cuatro generaciones consecutivas*. IV Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal y IV Reunión sobre plagas y Enfermedades Forestales. Durango, Dgo.
- Leal-Olivera, N. 2014. *Fluctuación poblacional de Dendroctonus mexicanus Hopkins y variación estacional de la temperatura y humedad relativa, en San Juan del Estado, Etla, Oaxaca*. Tesis. Colegio de Postgraduados, Texcoco, estado de México.
- Monser, J. C., Fitzgibbon, B. A. and 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: Scolytinae). *Entomological News*, 4(116): 235–243.
- Reeve, J. D., Ayres, M. P. and P. L. Lorio. 1995. Host suitability, predation and bark beetle population dynamics. Pp. 339–357. In: Cappuccinio, N. and P. W. Price (Eds.). *Population dynamics: New approaches and synthesis*. Academic Press, San Diego, CA.
- Romanyk, N. y D. Cadahia. 2002. *Plagas de insectos en masas forestales*. Madrid, España.: Ediciones Mundi Prensa. 336 p.
- Rubín-Aguirre, A., Saenz-Moreno, C., Lindig-Cisneros, R., del Rio-Mora, A. A., Tena-Morelos, C. A., Campos-Bolaños, R. and E. del Val. 2015. Bark beetle pests in an altitudinal gradient of a Mexican managed forest. *Forest Ecology and Management*, 34: 73–79.
- Sánchez-González, A. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución actual de los pinos de México. *Madrea y Bosques*, 14(1): 107–120.
- SEMARNAT. 2002. Programa Nacional de Sanidad Forestal 2002. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. México. 128 p.
- Six, D. L. and R. Bracewell. 2015. *Dendroctonus*. Pp. 305–350. In: Vega, F. E. and R. W. Hofstetter (Eds.). *Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Elsevier Inc, USA.
- Sullivan, B. T., Niño, A., Moreno, B., Brownie, C., Macías-Samano, J., Clarke, S. R., Kirkendall R. L. and R. Zúñiga. 2012. Biochemical Evidence that *Dendroctonus frontalis* Consists of Two Sibling Species in Belize and Chiapas, Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, 105(6): 817–831.

- Wood, S. L. 1982. *The bark and ambrosia beetles of North and Central America* (Coleoptera: Scolytidae). Great Basin Naturalist Memoris, 6: 1–1359.
- Zúñiga, G., Cisneros, R., Salinas-Moreno, Y., Hayes, J. L. and J. E. Rinehart. 2006. Genetic structure of *Dendroctonus mexicanus* (Coleoptera: Curculionidae:Scolytinae) in the trans-Mexican volcanic belt. *Annals of the Entomological Society*, 99: 945–958.