

Artículo de Investigación / Research Article

Efectividad de captura de Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) y otros coleópteros en trampas cebadas con semioquímicos en un bosque de pino de Veracruz, México

Trap capture efficiency of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) and other beetles by semiochemical lured traps in a pine forest from Veracruz, Mexico

Cesar Ruiz-Montiel¹ , Rosny Santiago-Navarro² , Rafael Flores-Peredo¹ , Jorge Macías-Sámano³ , Héctor Viveros-Viveros¹ , Armando Aparicio-Rentería¹ , Jesús Ricardo Sánchez-Palé⁴ , María del Rosario Pineda López⁵ , Álvaro Castañeda-Vildózola^{4*} 

¹Instituto de Investigaciones Forestales, Parque Ecológico El Haya, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. ²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. ³Forest Health and Semiochemicals Consulting, Coquitlam, British Columbia, Canada. ⁴Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México. ⁵Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana, Xalapa-Enríquez, México. ✉ acastanedav@uaemex.mx*

ZooBank: urn:lsid:zoobank.org:pub:DA1077E6-7B95-4F9D-8421-2BFC6056B10C
<https://doi.org/10.35249/rche.51.4.25.10>

Resumen. Se evaluaron las trampas Lindgren (TL), paneles cruzados (TC) y tubulares (TT), todas cebadas con los atrayentes semioquímicos ipsdienol (1000 µl), ipsenol (1000 µl) y lanieron (500 mg) para la captura de Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) y los insectos coleópteros asociados y no asociados en un bosque mixto de *Pinus* spp. en la localidad de Los Pescados, Veracruz, México. Se colocaron 12 trampas (9 cebadas (CS) y 3 controles (SS)) siguiendo un diseño de bloques al azar distribuidas en línea y espaciadas una de otra por una distancia aproximada de 50 m. Las trampas permanecieron del 20 de marzo al 15 de mayo 2015 y la recolección de los ejemplares capturados se realizó semanalmente. Las únicas especies de escolitinos registradas fueron *Pseudips mexicanus* e *Ips bonansea*. Las capturas fueron mayores en las trampas TC en comparación con las TT y las TL. Las familias Salpingidae, Staphylinidae, Curculionidae (no se incluye Scolytinae), Bothrideridae y Latridiidae fueron más abundantes en comparación con las 19 familias restantes ($\chi^2=191,50$, $gl=23$, $P<0,001$) en las trampas CS. Para las familias Salpingidae, Curculionidae, Latridiidae y Bothrideridae la TC fue más eficiente que la TL y la TT. Las TC con atrayentes capturaron un mayor número de individuos de *P. mexicanus* que las TL ($\chi^2=4,27$, $gl=1$, $P<0,05$). Individuos de *I. bonansea* fueron capturados en mayor número en TT que en TC con atrayentes ($\chi^2=15,45$, $gl=1$, $P<0,05$). Las medias no mostraron diferencias significativas entre tipo de trampa en escolitinos. La información obtenida en este estudio comprueba que, al margen de los cebos empleados, el diseño de las trampas utilizadas tiene un impacto en el número de individuos de ciertas especies de insectos coleópteros (incluidos algunos depredadores) capturados durante un monitoreo.

Palabras clave: Depredadores; descortezadores; diseño de trampa; *Ips*.

Abstract. Lindgren (TL), crossed panel (TC) and tubular (TT) traps, all baited with the semiochemicals attractants ipsdienol (1000 µl), ipsenol (1000 µl) and lanieron (500 mg) were evaluated for the capture

Recibido 30 junio 2025 / Aceptado 14 noviembre 2025 / Publicado 2 diciembre 2025

Responsable Editor: José Mondaca E.

of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) and their associated and non-associated insects in a mixed forest of *Pinus* spp. in Los Pescados, Veracruz, Mexico. A total of 12 traps (9 baited (CS) and 3 controls (SS)) were placed at a distance of approximately 50 m between each one, assigning the position of the treatments at random. The traps remained from March 20 to May 15, 2015, and during this period the collection of trapped specimens captured occurred weekly. The scolytines species recorded were *Pseudips mexicanus* and *Ips bonansea*. The CTs captured more individuals than the TTs and TLs. Individuals of the families Salpingidae, Staphylinidae, Curculionidae, Bothrideridae and Latridiidae were captured in a manner significant compared to the remaining 19 families ($\chi^2= 191.50$, $gl= 23$, $P<0.001$) in the CS traps. For the Salpingidae, Curculionidae, Latridiidae and Bothrideridae family, CT was more efficient than TL and TT. The CT with attractant captured more individuals of *P. mexicanus* than the TL ($\chi^2= 4.2$, $gl= 1$, $P<0.05$). Individuals of *I. bonansea* were captured in greater numbers in TT than in TC with attractant ($\chi^2= 15.45$, $gl= 1$, $P<0.05$). The means showed no significant differences between trap types in bark beetles. The information generated in this study proves that, apart from the baits used, the design of the traps has an impact on the number of individuals of certain Coleoptera species and of some families of predators that are captured during monitoring.

Key words: Bark strippers; *Ips*; predators; trap design.

Introducción

Las trampas cebadas con semioquímicos (feromonas y kairomonas) son una herramienta útil para la detección y monitoreo de insectos descortezadores, ambrosiales y otros barrenadores de madera en ambientes forestales naturales y comerciales (Skillen *et al.* 1997; Agustin *et al.* 2012). Algunas especies de escolitinos de los géneros *Dendroctonus* Erichson, 1836 e *Ips* De Geer, 1775 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) pueden ocasionar un impacto negativo en los bosques de coníferas, sin embargo, en su mayoría contribuyen con la descomposición de la madera mediante su alimentación, transporte de microorganismos simbióticos o la facilitación del acceso a microorganismos descomponedores (Raffa *et al.* 2015), por lo que forman parte del ecosistema natural del bosque. Además, los descortezadores, junto con el fuego son los dos principales disturbios naturales que redirigen la dinámica poblacional de ellos (Raffa *et al.* 2008; Schowalter 2012).

Lo anterior ha motivado al diseño de trampas que son cebadas con atrayentes. Las más utilizadas a nivel mundial para la captura de coleópteros Scolytinae y Cerambycidae son las denominadas de intercepción, y entre ellas están las multiembudos o Lindgren (Lindgren 1983; Bockerhoff *et al.* 2006; Rabaglia *et al.* 2008; USDA-APHIS 2011; Macías-Samano y Niño-Domínguez 2016), las de “Cross-vane” o de paneles cruzados (Czokajlo *et al.* 2003) y las “Colossus pipe” o tubulares (Miller y Crowe 2011; Czokajlo *et al.* 2003; Allison *et al.* 2014; Macías-Samano y Niño-Domínguez 2016; Billings y Upton 2010; USDA-APHIS 2011).

Existen varios estudios donde se compara la capacidad de captura entre estos tres tipos de trampas. Si bien las tres recolectan Scolytinae y Cerambycidae, incluidas especies de *Dendroctonus* Erichson, 1836 y de *Ips* De Geer, 1775, en ocasiones también pueden capturar otras especies de insectos no objetivos, como son los depredadores de Scolytinae, concluyéndose que las diferencias de resultados están relacionadas con factores como los compuestos usados como atrayentes, los hábitos de esas especies, la temporada de trampeo o la localidad (Chénier y Philogene 1989; Miller y Crowe 2011; Allison y Redak 2017). De acuerdo con estos autores, de manera general las tres capturaron Scolytinae y las de paneles cruzados capturaron más eficientemente Cerambycidae.

En las zonas forestales de México, las trampas Lindgren han permitido capturar especies de *Dendroctonus* y de *Ips* (Domínguez-Sánchez *et al.* 2008; Rodríguez-Ortega *et al.* 2013;

Macías *et al.* 2014; Macías-Sámano y Zúñiga 2016; Suárez *et al.* 2017; Sánchez-Martínez y Reséndiz-Martínez 2020), sin embargo, su eficiencia en comparación con otros tipos de trampas cebadas con atrayentes no ha sido evaluada para la captura de otros coleópteros e insectos asociados. Si bien la trampa Lindgren es de uso común en México, su costo por unidad puede ser elevado (\$850,00 o USD40,5) en comparación con las artesanales de paneles cruzado y tubulares (\$120,00 o USD6,0), cuyos materiales plásticos son duraderos y relativamente fáciles de transportar.

Con el propósito de evaluar estos tres tipos de trampas, se determinó la efectividad de captura diferencial de especies de Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) y los insectos coleópteros asociados a ellas en los tres tipos de trampas de intercepción mencionadas y cebadas con atrayentes comerciales genéricos para *Ips* (Macías-Sámano y Niño-Domínguez 2016).

Materiales y Métodos

Sitio de estudio. Se realizó en un rodal de bosque mixto compuesto por *Pinus montezumae* Lamb., *P. patula* Schl. et Cham., *P. pseudostrobus* Lindl., *Alnus jorullensis* Humboldt y *Quercus* spp. ubicado en la localidad de los Pescados, Veracruz, México (19°33'43" N y 97°14'31" O), a una altitud de 3.000 m.

Trampas utilizadas. Se evaluaron las trampas Lindgren (TL) de ocho embudos (Sistemas Injecthor de México S.A., Jalisco, México), artesanal de paneles cruzados (TC) (elaborada con dos paneles de coroplast negro de 1,20 x 0,32 x 0,05 cm de espesor cada uno, un vaso colector de plástico transparente con capacidad de 500 ml y un embudo de 23 cm de diámetro), y tubulares (TT) (construidas con malla tipo mosquitera (50% de sombra) con dimensiones de 1,20 cm de alto y 20 cm de diámetro y con el mismo vaso colector y embudo que la trampa anterior).

Diseño del experimento en campo. Cada tipo de trampa se cebó con un sobre plástico que contenía individualmente tres burbujas de las feromonas ipsdienol (1000 µl), ipsenol (1000 µl) y lanieron (500 mg). Estas feromonas estaban contenidas en un difusor individual que permitió liberar 1, 2 y 7 mg/día respectivamente. Se colocaron 12 trampas (9 cebadas y 3 controles) en un diseño de bloques al azar distribuidas en línea y espaciadas una de otra por aproximadamente 50 m. A cada trampa se le asignó una clave única y se elaboró una ficha para dar seguimiento individual en el sitio de muestreo.

Las trampas fueron colocadas y fijadas en árboles no hospedantes por medio de un hilo de rafia y suspendidas de tal manera que el vaso colector estuviera a 1,5 m del suelo (Macías-Sámano y Niño-Domínguez 2016). En cada vaso se introdujo un trozo de 3 cm de banda plástica de collar antipulgas con insecticida Vapona (Tetraclorvos® 0,9 g) para matar y preservar a los insectos capturados (Macías-Sámano y Niño-Domínguez 2016).

Las trampas permanecieron en el sitio de evaluación del 20 de marzo al 15 de mayo 2015 y durante ese periodo la recolección de los insectos atrapados se realizó semanalmente. Los atrayentes se sustituyeron mensualmente. Los insectos capturados fueron conservados en frascos con alcohol 70%. La identificación de estos se realizó a nivel de familia de Coleoptera por el entomólogo Leonardo Delgado (Instituto de Ecología, A.C., México), mientras que los ejemplares de Scolytinae (Curculionidae) fueron determinados por el especialista Thomas Atkinson (University of Texas Insect Collection, Austin, Estados Unidos).

Análisis estadístico. Para evaluar diferencias en la captura de especies de Scolytinae atraídas a los diferentes tipos de trampas con atrayentes (CS) y sin atrayentes (SS), se utilizó una tabla de contingencia multidimensional no paramétrica 2 x 2 (Zar 1999), donde los factores a contrastar fueron los tratamientos (CS y SS) y las especies de Scolytinae por tipo

de trampa. La comparación se realizó por medio de una prueba de χ^2 , donde los valores esperados fueron obtenidos mediante los valores marginales de las frecuencias registradas para cada factor, así como el número total de datos.

La diversidad de insectos coleópteros asociados a los atrayentes utilizados para cada especie de Scolytinae capturada por tipo de trampa y tratamiento se calculó mediante el índice de Shannon-Wiener (Zar 1999) que mide la abundancia y riqueza de especies. Una vez obtenidos los índices de diversidad (H') estos fueron comparados entre pares (TC*TT, TC*TL, TL*TT) con y sin atrayentes mediante una prueba de t Student a un nivel de confiabilidad del 95% $P < 0,05$ (Zar 1999).

Una prueba de distribución de χ^2 fue utilizada para identificar diferencias entre las familias de insectos coleópteros más atraídas a las trampas CS y SS (Zar 1999). Una vez identificadas las familias más representativas para cada tratamiento CS y SS, se obtuvo el índice de diversidad de Shannon-Wiener respectivamente (Zar 1999). Posteriormente, estos índices fueron comparados mediante una prueba t Student para identificar diferencias en la diversidad de insectos obtenidos entre los tratamientos. Las diferencias entre la captura de individuos de las familias de insectos más representativas por tipos de trampas (TL, TC y TT) con semioquímicos CS fue evaluada mediante una prueba de χ^2 con un nivel de significancia $<0,05$ (Zar 1999).

Finalmente, para conocer si alguna de las tres trampas utilizadas muestra diferencias significativas entre el número total de individuos de *P. mexicanus* y *I. bonansea*, se utilizó un análisis de medias vía un GLM con interacción.

Resultados

Las únicas especies de descortezadores (Scolytinae) registrados en este estudio fueron 433 individuos de *Pseudips mexicanus* (Hopkins, 1905) y 590 de *Ips bonansea* (Hopkins, 1905). Se recolectaron 418 ejemplares pertenecientes a 24 familias del orden Coleoptera. Las familias Salpingidae, Staphylinidae y Curculionidae (los escolitinos se evaluaron por separado) fueron las más abundantes con 122, 111 y 90 individuos respectivamente. Al separar trampas que incluyeron atrayentes con aquellas sin atrayentes, se capturó un total de 383 y 35 individuos respectivamente. Las TC capturaron un total de 168 individuos, las TL 146 y las TT 144, reflejando la sumatoria de las familias por tipo de trampa (Fig. 1).

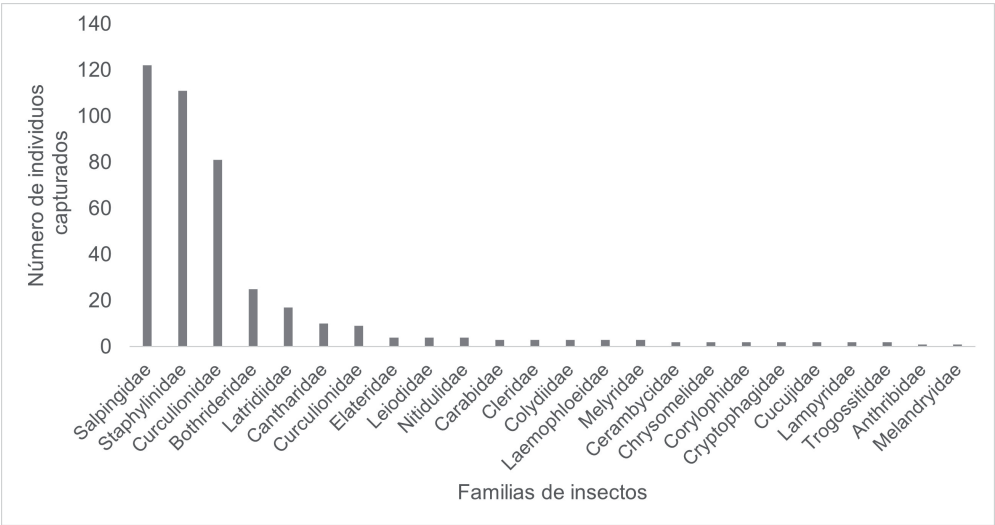


Figura 1. Familias de insectos coleópteros capturados en los tres tipos de trampas. / **Figure 1.** Families of coleopteran insects captured in the three types of traps.

De los 383 individuos capturados en los tres tipos de trampas cebadas con los atrayentes generalistas para *Ips*: 156 individuos fueron capturados en las TC, 134 en las TL y 93 en las TT. La diversidad de familias de Coleoptera asociadas entre los tres tipos de trampas y los tratamientos, no presentó diferencias significativas (Tab. 1).

Tabla 1. Prueba de contraste (*t* Student) entre los índices de diversidad de las familias del orden Coleoptera por tipo de trampas y tratamientos. Valores de $P > 0,05$ indican que existieron diferencias significativas. / **Table 1.** Contrast test (Student *t*) between the diversity indices of families in the order Coleoptera by type of trap and treatments. P values > 0.05 indicate that there were significant differences.

Con atrayente							
Tipo de trampa	n	n	H'	H'	T	Gl	P
Cruzados*Lindgren	156	134	1,93	1,69	1,91	284,28	0,06
Cruzados*Tubulares	156	93	1,93	1,85	0,59	202,56	0,55
Tubulares*Lindgren	93	134	1,85	1,69	-1,13	204,37	0,25
Sin atrayente							
Cruzados*Lindgren	12	10	1,86	1,49	1,04	16,95	0,31
Cruzados*Tubulares	12	13	1,86	1,83	0,07	23,44	0,93
Tubulares*Lindgren	13	10	1,83	1,49	-0,87	20,96	0,39

Ejemplares de las familias Salpingidae, Staphylinidae, Curculionidae, Bothrideridae y Latridiidae fueron los más abundantes en comparación con las 19 familias restantes ($\chi^2=191,50$, $gl=23$, $P<0,001$) en las trampas CS (Fig. 1). Contrariamente, en las trampas SS, no se registraron diferencias estadísticas entre el número de individuos de las 24 familias ($\chi^2=17,50$, $gl=23$, $P<0,7840$). Al comparar los individuos de las cinco familias capturadas significativamente por los tres tipos de trampas con atrayentes y sin atrayentes (CS y SS) (Fig. 2), se encontraron diferencias significativas ($\chi^2=209,0$, $gl=1$, $P<0,0001$), donde claramente las trampas con atrayente capturaron más individuos de esas cinco familias.

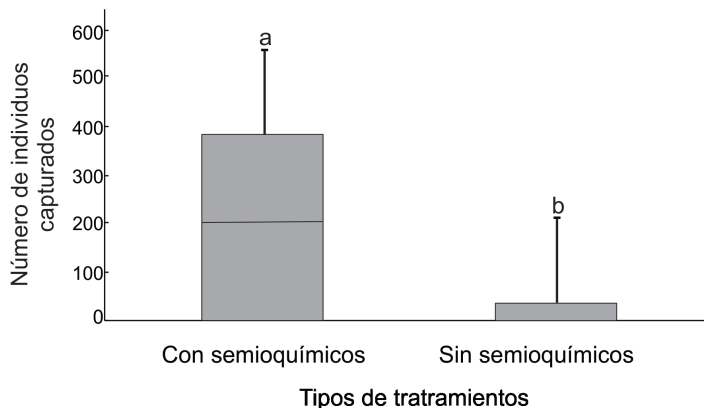


Figura 2. Número total de insectos coleópteros de las cinco familias (Salpingidae, Staphylinidae, Curculionidae, Bothrideridae y Latridiidae) capturados en los tres tipos de trampas con atrayentes y sin atrayentes. Diferencias encontradas con una prueba *t* Student ($\chi^2=209,0$, $gl=1$, $P<0,0001$). / **Figure 2.** Total number of coleopteran insects from the five families captured in the three types of traps with and without attractant. Differences found with a Student *t* test ($\chi^2=209.0$, $gl=1$, $P<0.0001$).

La diversidad de insectos coleópteros no fue diferente entre tratamientos CS y SS ($H'_{cs}= 1,39$, $H'_{ss}= 1,03$, $T= 2,02$, $gl= 21,18$, $P=0,055$). La captura de individuos de las cinco familias más representativas fue significativamente diferente entre los tipos de trampas con atrayente CS (Tab. 2). Para la familia Salpingidae la TC fue más eficiente que la TL y la TT, así mismo la TL resultó más eficiente que la de TT. En la familia Staphylinidae la TL fue mejor que la TC o la TT, y la TC de la TT, mientras que en Curculionidae la TC resultó más eficiente que la TL y la TT, y está mejor que la TL. Para los insectos de la familia Bothrideridae la TC fue más eficiente que la TL y la TT y está mejor que la TL. Finalmente, para la familia Latridiidae la TC resultó mejor que la TL y la TT y la TL que la TT (Tab. 2).

Tabla 2. Diferencias registradas en la captura de las cinco familias de insectos coleópteros más representativas en trampas CS. Entre paréntesis insectos capturados. *Indica diferencias significativas.
/ **Table 2.** Differences recorded in the capture of five most representative families of coleopteran insects in CS traps. Captured insects in parentheses. *Indicates significant differences.

Familia	Tipo de trampa	
Salpingidae	TC (51)	TL (47)
	$\chi^2 = 49$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TC (51)	TT (23)
	$\chi^2 = 37$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TL (47)	TT (23)
Staphylinidae	$\chi^2 = 33,15$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TC (35)	TL (43)
	$\chi^2 = 39$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TC (35)	TT (21)
	$\chi^2 = 28$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
Curculionidae	TL (43)	TT (21)
	$\chi^2 = 32$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TC (29)	TL (20)
	$X^2 = 24,5$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TC (29)	TT (27)
Bothrideridae	$X^2 = 28$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TL (20)	TT (27)
	$X^2 = 23,5$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TC (10)	TL (6)
	$X^2 = 8$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
Latridiidae	TC (10)	TT (9)
	$X^2 = 9,5$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TL (6)	TT (9)
	$X^2 = 7,5$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TC (11)	TL (3)
Latridiidae	$X^2 = 7$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TC (11)	TT (1)
	$X^2 = 6$, $gl = 1$, $P < 0,05^{**}$	
	TL (3)	TT (1)
	$X^2 = 2$, $gl = 1$, $P > 0,05$	

En cuanto a la eficacia en la captura total (sumando las capturas de los tres tipos de trampas), entre trampas con y sin atrayentes, se encontraron diferencias significativas ($\chi^2=6,06$, $gl=1$, $P<0,05$) (Fig. 3) de los Scolytinae descortezadores *P. mexicanus* e *I. bonansea*; en trampas con atrayentes se obtuvieron 588 individuos de *I. bonansea* y 429 de *P. mexicanus*, mientras que en trampas control (sin atrayentes) se capturaron 22 individuos de *I. bonansea* y 5 individuos de *P. mexicanus*.

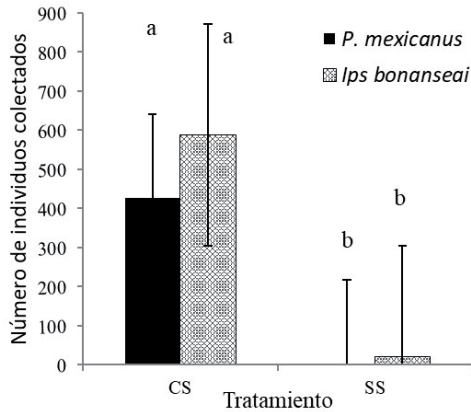


Figura 3. Número total de ejemplares de *P. mexicanus* e *I. bonansea* capturados en todos los tipos de trampas y agrupados por tratamiento con atrayentes (CS) y sin atrayentes (SS). Los valores seguidos por una misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del $P=0,05$, prueba de Kruskal-Wallis (aproximación de χ^2). Se presenta el error estándar de los insectos/trampa. / **Figure 3.** Total number of *P. mexicanus* and *I. bonansea* specimens captured in all trap types and grouped by treatment with attractant (CS) and without attractant (SS). Values followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$, Kruskal-Wallis test (approximation of χ^2). The standard error of insects/trap is presented.

Al comparar las capturas entre las trampas TC y TL, no se registró una diferencia significativa entre el número de individuos de *P. mexicanus* entre los tratamientos comparada con la trampa de TT con y sin atrayentes ($\chi^2=3,78$, $gl=1$, $P>0,05$); sin embargo, las TC con atrayentes capturó un mayor número de individuos de esa especie que las TL ($\chi^2=4,27$, $gl=1$, $P<0,05$) (Fig. 4).

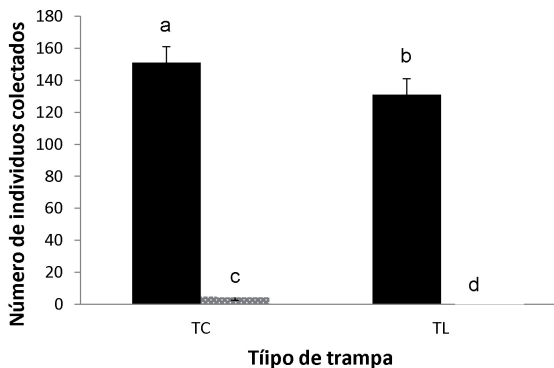
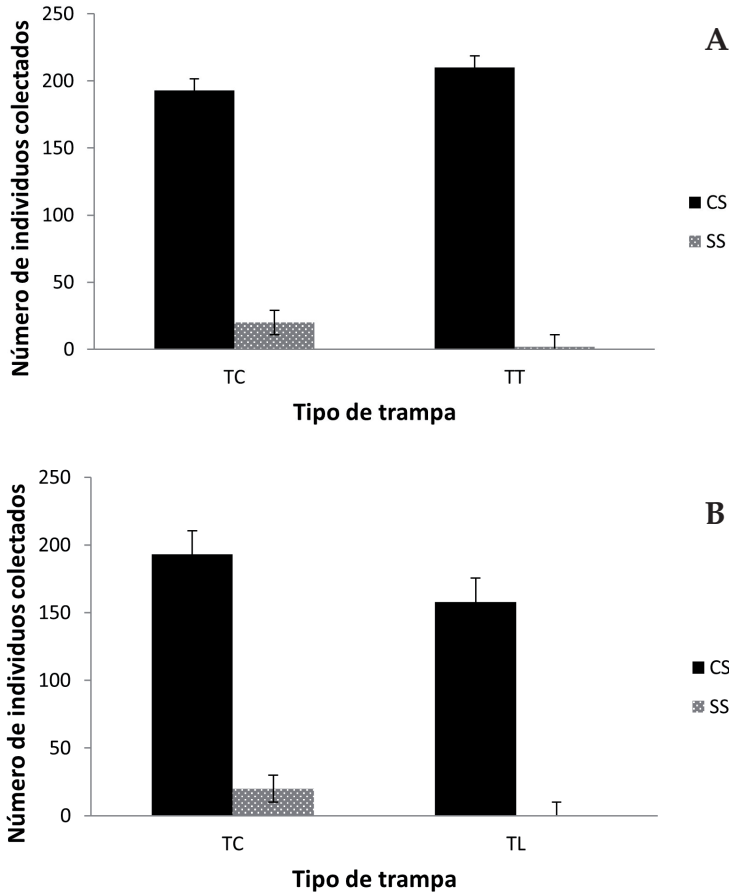


Figura 4. Número de individuos de *P. mexicanus* capturados en TC, y en TL con atrayentes (CS) y sin atrayentes (SS). Los valores seguidos por una misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del $P=0,05$ de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis (aproximación de χ^2). Se presenta el error estándar de los insectos/trampa. / **Figure 4.** Number of *P. mexicanus* individuals collected in TC, and in TL with attractant (CS) and without attractant (SS). Values followed by the same letter are not significantly different at a $P=0.05$ level according to the Kruskal-Wallis test (approximation of χ^2). The standard error of insects/trap is presented.

Individuos de *I. bonanseai* fueron capturados en mayor número en TT con atrayentes (210) que en TC con atrayentes (193) ($\chi^2= 15,45$, $gl= 1$, $P<0,05$) (Fig. 5A). Lo mismo ocurrió con las TC con atrayentes, que capturaron más insectos (193) que las TL (158) ($\chi^2= 15,69$, $gl= 1$, $P<0,05$) (Fig. 5B).



Figuras 5A, B. Número de individuos de *I. bonanseai* capturados en trampas de paneles cruzados, tubular y Lindgren con atrayentes (CS) y sin atrayentes (SS) TC vs TT y B) TC vs TL. Los valores seguidos por una misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del $P=0,05$ de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis (aproximación de χ^2). Se presenta el error estándar de los insectos / trampa. / **Figures 5A, B.** Number of *I. bonanseai* individuals collected in cross, mesh and Lindgren traps with attractant (CS) and without attractant (SS) TC vs TT and B) TC vs TL. Values followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$ according to the Kruskal-Wallis test (χ^2 approximation). The standard error of insects / trap is presented.

El análisis de medias no registró diferencias significativas en el número de individuos capturados de *I. bonanseai* y *P. mexicanus* entre tipo de trampas con feromonas ($F = 0,17$, $GL = 2$, $P = 0,7622$) (Fig. 6). Para *I. bonanseai* las trampas de paneles cruzados capturaron en promedio $64,33 \pm 22,24$ SE, Lindgren $52,66 \pm 22,24$ SE y tubulares $70,00 \pm 22,24$ SE individuos respectivamente; para *P. mexicanus* las trampas de paneles cruzados capturaron en promedio $50,33 \pm 22,24$ SE, Lindgren $43,66 \pm 22,24$ SE y tubulares $38,66 \pm 22,24$ SE.

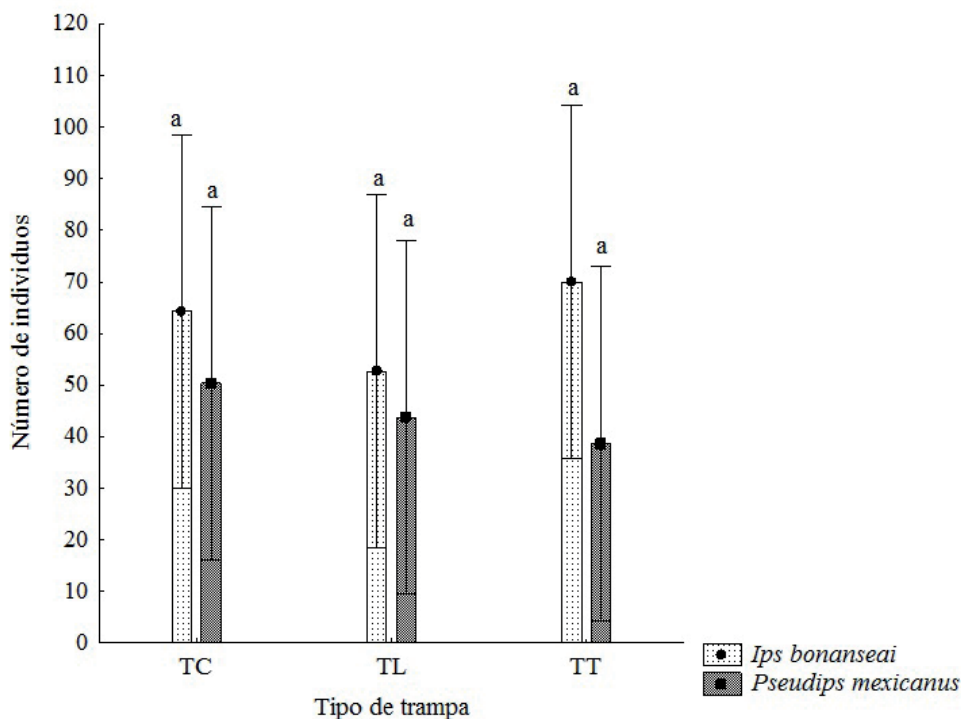


Figura 6. Comparación de media del número de individuos de *P. mexicanus* e *I. bonansea* capturados en TC, TL y TT. Los valores seguidos por una misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del $P=0,05$ de acuerdo con la prueba de GLM. La barra representa la media de los datos. / **Figure 6.** Comparison of the mean number of individuals of *P. mexicanus* and *I. bonansea* collected in TC, TL and TT. Values followed by the same letter are not significantly different at $P=0,05$ according to the GLM test. The bar represent the mean of the data.

Discusión

Los sistemas de monitoreo de descortezadores de coníferas con trampas cebadas con semioquímicos son ampliamente usados en el mundo, sin embargo, es innegable que tienen impacto sobre las poblaciones de insectos asociados y no asociados, al ser conjuntamente capturados los enemigos naturales junto con las especies objetivos de los monitoreos. Se considera que la información generada en esta investigación comprueba que, al margen de los cebos empleados, el diseño de las trampas tiene un impacto en el número de individuos de ciertas especies y de algunas familias de depredadores que son capturadas durante un monitoreo.

En este estudio se registraron 24 familias de insectos del orden Coleoptera (Fig. 1) recolectadas junto con dos especies de descortezadores, *P. mexicanus* e *I. bonansea* (Curculionidae: Scolytinae), que fueron capturados en grandes números en los tres diseños de trampas probados. De acuerdo con la literatura, 12 de las 24 familias capturadas presentan hábitos depredadores y parásitoides (Allison *et al.* 2013; Etxebeste *et al.* 2013; Macías *et al.* 2014; Sánchez *et al.* 2014). Las familias Salpingidae, Staphylinidae, Curculionidae, Bothrididae y Latridiidae fueron atraídas consistentemente y en mayor número de individuos en las trampas con atrayente (Tab. 2) al igual que los Scolytinae, por lo que se puede hipotetizar su posible relación con especies del género *Ips* o el posible uso de estos compuestos semioquímicos en su sistema de comunicación. Las tres primeras familias tienen especies depredadoras y parasíticas. La localización de los coleópteros

depredadores de descortezadores se debe a la ubicación de su hospedante a través de los compuestos emitidos por los árboles como son el etanol y alfa-pineno, así como las feromonas de agregación sexual frontalina, cis-verbenol y ipsdienol (Schroeder y Weslien 1994; Aukema *et al.* 2000; Aukema y Raffa 2005).

Pérez (2005), menciona que adultos y larvas de los Salpingidae viven regularmente bajo la corteza de árboles muertos y depredan insectos pequeños, éste es el caso del género *Elacatis* spp., depredador capturado frecuentemente en trampas cebadas con semioquímicos producidos por diferentes especies de *Ips* (Macías *et al.* 2014). Etchebest *et al.* (2013) mencionan que especies de estafilínidos como *Quedius abietum* (Kiesenwetter, 1858) y *Sepedophilus testaceus* (Fabricius, 1782) han sido asociadas con la especie europea *I. sexdentatus* (Boerner, 1776).

Estudios previos sobre la influencia del tipo de trampa sobre la población de depredadoras revelan que *Temnoscheila virescens* (Fabricius, 1801) y *Tenebroides collaris* (Sturm, 1807) (Coleptera: Trogossitidae) depredadores de los descortezadores *Dendroctonus terebrans* (Olivier, 1795) e *Ips grandicollis* (Eichhoff, 1868), fueron afectadas por el tipo de trampa, siendo que la TC capturo más individuos de *T. virescens* que la trampa de pipa o tubular (TT) en Florida (Miller y Crowe 2011), en tanto que *T. collaris* fue capturado mayormente en la TT que en la de TC.

Aunque los cebos utilizados en esta investigación contenían una mezcla de tres compuestos que incluyen ipsenol, ipsdienol y lanieron, los resultados confirman la atracción en campo de *P. mexicanus* hacia ipsenol reportadas previamente por Savoie *et al.* (1998) y por Miller y Borden (1990) en poblaciones de Canadá. Esto hace suponer que la adición de lanieron no resta atracción a la mezcla de los otros dos compuestos. Esta situación es similar a lo que se conoce para *I. bonansea*, el cual es atraído a ipsdienol (Vite *et al.* 1972; Seybold *et al.* 2006) en poblaciones de Estados Unidos y a ipsenol (Domínguez-Sánchez *et al.* 2008) en poblaciones de Chiapas, México. La feromona ipsdienol combinada con lanieron ha sido probada en poblaciones de *Ips* en Estados Unidos (Miller *et al.* 2005; Steed y Wagner 2008), en donde atrajo a la especie *Ips pini* Say, 1826.

El diseño, forma, color, fácil manejo, costo de las trampas, junto con el uso de atrayentes juegan un papel importante en el desempeño y eficiencia de estas, ya sea para detectar o monitorear plagas (Campbell y Borden 2005). De acuerdo con los resultados en cuanto al número total de descortezadores capturados, los tres tipos de trampas funcionaron de la misma manera, algo similar a lo reportado por Dodds *et al.* (2010), lo que sugiere que pueden ser utilizadas para este tipo de monitoreo. En este caso, cuando se compararon los diseños de trampas entre sí, se registró que la TC capturó más individuos de *P. mexicanus* que las TT y TL. En tanto que la trampa experimental tubular (TT), recientemente modificada (RMC) al parecer cumple con las características de diseño que permite atraer y capturar insectos descortezadores y asociados (Flores 2003) en este caso capturó más *I. bonansea* que TL y TC. Dodds *et al.* (2010) señalan que la trampa Malaise atrapó más especies únicas que la TL y TC, por lo que es probable que el tipo de trampa este condicionando la captura de una u otra especie.

Además, la trampa TT es práctica, tela de bajo costo y de fácil manejo para operarla en campo (Muirhead-Thomson 1991), semejante a la TC y TL. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que las trampas de TC y TT pueden ser una buena herramienta para la detección y monitoreo de estas especies de coleópteros, sobre todo en ambientes similares a la región de estudio. Finalmente es importante continuar con estudios que evalúen la eficiencia de diferentes diseños de trampas con atrayentes generalistas para reducir costos en los protocolos de monitoreo de insectos plagas, asociados y no asociados, así como en el conocimiento de la diversidad de las comunidades de insectos presentes en sitios específicos y su posible impacto en la salud de los bosques.

Agradecimientos

El autor principal agradece a los ejidatarios forestales de la comunidad Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz, México.

Contribución de los Autores

CRM, ACV: Concibieron y diseñaron la investigación. **CRM, RSN, MRLP:** Realizaron el trabajo de campo y la identificación de los insectos. **HVV, AAR, RFP:** Analizaron los datos. **CRM, ACV, JMS, JRSP:** Escribieron el manuscrito. Todos los autores leyeron, contribuyeron y aprobaron la versión final del manuscrito.

Literatura Citada

- Allison, J.D. y Redak, R.A. (2017)** The impact of trap type and design features on survey and detection of bark and woodboring beetles and their associates: A review and Meta-analysis. *Annual Review of Entomology*, 62: 127-146.
- Allison, J.D., Bhandari, B.D., McKenney, J.L. y Millar, J.G. (2014)** Design factors that influence the performance of flight intercept traps for the capture of longhorned beetles (Coleoptera: Cerambycidae) from the subfamilies Lamiinae and Cerambycinae. *PLOS One*, 9(3) (e93203): 1-10.
- Allison, J.D., McKenney, J.L. y Miller, D.R. (2013)** Kairomonal responses of natural enemies and associates of the southern *Ips* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) to Ipsdienol, Ipsenol and Cis-Verbenol. *Journal Insect Behavior*, 26: 321-335.
- Agustin, S., Boonhm, N., De Kogel, W.J., Donner, P., Faccoli, M., Lees, D.C., Marini, L., Mori, N., Patrucco-Toffolo, E., Quilici, S., Roques, A., Yart, A. y Battisti, A. (2012)** A review of pest surveillance techniques for detecting quarantine pests in Europe. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 42(3): 515-551.
- Aukema, B.H., Dahlsten, D.L. y Raffa, K.F. (2000)** Improved population monitoring of bark beetles and predators by incorporating disparate behavioral responses to semiochemicals. *Environmental Entomology*, 29(3): 618-629.
- Aukema, B.H. y Raffa, K.F. (2005)** Selective manipulation of predators using pheromones: responses to Frontalin and Ipsdienol pheromone components of bark beetles in the Great Lakes region. *Agricultural and Forest Entomology*, 7(3): 193-200.
- Billings, R.F. y Upton, W.W. (2010)** A methodology for assessing annual risk of southern pine beetle outbreaks across the Southern Region using pheromone. Pp. 73-89. *En: Pye, J.M., Rauscher, H.M., Sands, Y., Lee, D.C. and Beatty, J.S. (Ed). Advances in threat assessment and their application to forest and rangeland management. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest and Southern Research Stations. Portland, OR, U.S.A. 708 pp.*
- Brockerhoff, E.G., Jones, D.C., Kimberley, M.O., Suckling, D.M. y Donaldson, T. (2006)** Nationwide survey for invasive wood-boring and bark beetles (Coleoptera) using traps baited with pheromones and kairomones. *Forest Ecology and Management*, 228(1-3): 234-240.
- Chénier, J.V.R. y Philogene, B.J.R. (1989)** Evaluation of three trap designs for the capture of conifer-feeding beetles and other forest coleoptera. *Canadian Entomologist*, 121(2): 159-167.
- Campbell, S.A. y Border, J.H. (2005)** Bark reflectance spectra of conifers and angiosperms: implications for host discrimination by coniferophagous bark and timber beetles. *Canadian Entomologist*, 137(6): 719-722.

- Czokajlo, D., McLaughlin, J., Abu Ayyash, L.I., Teale, S., Wickham, J., Warren, J., Hoffman, R., Aukema, B., Raffa, K. y Kirsch, P. (2003) Intercept™ panel trap (INT PT) effective in management of forest Coleoptera. Proceedings of Ecology, Survey and Management of Forest Insects. En: McManus, M.L. and Liebhold, A.M. (Ed). Pp. 125-126. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station General Technical Report. Newton Square, PA. U.S.A.
- Dodds, K.J., Dubois, G.D. y Hoebeke, E.R. (2010) Trap type, lure placement, and habitat effects on Cerambycidae and Scolytinae (Coleoptera) catches in the northeastern United States. *Journal of Economic Entomology*, 103(3): 698-707.
- Domínguez-Sánchez, B., Macías-Sámamo, J.E., Ramírez-Marcial, N. y León-Cortés, J.L. (2008) Respuesta kairomonal de coleópteros asociados a *Dendroctonus frontalis* y dos especies de *Ips* (Coleoptera: Curculionidae) en bosques de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79(1): 175-183.
- Etchebeste, I., Lencina, J.L. y Pajares, J. (2013) Saproxylic community, guild and species responses to varying pheromone components of a pine bark beetle. *Bulletin of Entomological Research*, 103(5): 497-510.
- Flores, S. (2003) Bases del trampeo y atrayentes. En: XV Curso Internacional sobre Moscas de la Fruta. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Metapa de Domínguez, Chiapas, México. Pp. 89-98.
- USDA-APHIS (2011) New Pest Response Guidelines: Exotic Wood-Boring and Bark Beetles. 256 pp.
- Lindgren, B.S. (1983) A multiple-funnel trap for scolytid beetles (Coleoptera). *Canadian Entomologist*, 115(3): 299-302.
- Macias, S.J.E., Rivera, G.M.L., Jones, R. y Ibarra, G. (2014) Respuesta de insectos descortezadores de pino y de sus depredadores a semioquímicos en el sur de México. *Madera y Bosques*, 20(3): 41-47.
- Macías-Sámamo, J.E. y Niño-Domínguez, A. (2016) Protocolo para monitoreo de descortezadores de coníferas mediante el uso de atrayentes y semioquímicos: para México y Centroamérica. El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México. 49 pp.
- Macías-Sámamo, J.E. y Zúñiga, G. (2016) Ecología Química y Alelopatía: avances y aplicaciones. Estado actual del conocimiento en México sobre el uso de semioquímicos que median las interacciones entre insectos descortezadores y las coníferas (ed. Anaya-Lang, A.L., Espinosa, F.G., Macías, F. y Reigosa, M.). Pp. 531-559. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México.
- Miller, D.R., Asaro, C. y Berisford, C.W. (2005) Attraction of Southern pine engravers and associated bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) to Ipsenol, Ipsdienol and Lanierone in southeastern United States. *Journal of Economic Entomology*, 98(6): 2058-2066.
- Miller, D.R. y Borden, J.H. (1990) BPhellandrene: kairomone for pine engraver, *Ips pini* (Say) (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Chemical Ecology*, 16(8): 2519-2531.
- Miller, D.R. y Crowe, C.M. (2011) Relative performance of Lindgren multiple-funnel, intercept panel, and colossus pipe traps in catching Cerambycidae and associated species in the Southeastern United States. *Journal of Economic Entomology*, 104(6): 1934-1941.
- Muirhead-Thomson, R.C. (1991) Trap responses of flying insects. Academic Press, San Diego, California, USA. 287 pp.
- Pérez, M.L. (2005) Aportación al conocimiento de la familia Salpingidae (Coleoptera) en la Península Ibérica. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37: 141-147.
- Rabaglia, R., Duerr, D., Acciavatti, R. y Ragenovich, I. (2008) Early detection and rapid response for non-native bark and ambrosia beetles. USDA-FS. Forest Health Protection, Washington, DC. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/foresthealth/publications/EDRRProjectReport.pdf>

- Raffa, K.F.B., Aukema, B.H., Bentz, B.J., Carroll, A.L., Hicke, J.A., Turner, M.G. y Romme, W.H. (2008) Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: The dynamics of bark beetle eruptions. *BioScience*, 58(6): 501-517.
- Raffa, K.F., Grégoire, J.C. and Lindgren, B.S. (2015) Natural History and Ecology of Bark Beetle. En: Vega, F.E. and Hofstetter, R.W. (eds.). *Bark Beetle Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Elsevier. Ann Arbor, MI, USA. Pp. 1-40.
- Rodríguez-Ortega, A., Equihua, M.A., Cibrián, T.J., Estrada, V.G., Méndez, M.J.T., Villa, C.J. y Borrón, R.M. (2013) Fluctuación de *Dendroctonus adjunctus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) y sus depredadores atraídos por Frontalina + Alfa-Pineno, En Los Pescados, Veracruz, México. *Revista Chilena de Entomología*, 38(1): 41-50.
- Sánchez-Martínez, G. y Reséndiz-Martínez, J.F. (2020) Respuesta de *Dendroctonus frontalis* Zimmerman y *Dendroctonus mexicanus* Hopkins a dos atrayentes semioquímicos en la Sierra Gorda de Querétaro, México. *Southwestern Entomologist*, 45(2): 511-520.
- Sánchez Pérez, LL. de C., Rodríguez, N.S., Terrón, S.R.A., Barranco, F.J.E. y Ramos, L.M.A. (2014) *Bothrideres cactophagi* Schwarz (Coleoptera: Bothrideridae) asociado a *Metamasius spinolae* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) bajo condiciones de laboratorio. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 14(27): 17-25.
- Savoie, A., Borden, J.H., Pierce, H.D. Jr., Gries, R. y Gries, G. (1998) Aggregation pheromone of *Pityogenes knechteli* and semiochemical-based interactions with three other bark beetles. *Journal of Chemical Ecology*, 24(2): 321-337.
- Seybold, S., Huber, D., Lee, J., Graves, A. y Bohlmann, J. (2006) Pine monoterpenes and pine bark beetles: a marriage of convenience for defense and chemical communication. *Photochemistry Reviews*, 5(1): 143-178.
- Schroeder, L.M. y Weslien, J. (1994) Interactions between the phloem-feeding species *Tomicus piniperda* (Col, Scolytidae) and *Acanthocinus aedilis* (Col, Cerambycidae), and the predator *Thanasimus formicarius* (Col, Cleridae) with special reference to brood production. *Entomophaga*, 39(2): 149-157.
- Schowalter, T.D. (2012) Ecology and management of bark beetles in Southern pine forest. *Journal of Integrated Pest Management*, 3(2): 1-7.
- Skillen, E.L., Berisford, C.W., Camann, M.A. y Reardon, R.C. (1997) Semiochemicals of forest and shade tree insects in North America and management applications. Morgantown, WV: USDA Forest Service. Forest Health Technology Enterprise Team. 189 pp.
- Steed, B.E. y Wagner, M.R. (2008) Seasonal pheromone response by *Ips pini* in northern Arizona and western Montana, E.U.A. *Agricultural and Forest Entomology*, 10: 189-203.
- Suárez, H.H.J., Pineda, L.M.R., Sánchez, V.L.R., Noa, C.J.C. y Ruíz, M.C. (2017) Altitudinal record of *Dendroctonus approximatus* Dietz (Coleoptera: Curculionidae) in Veracruz, Mexico. *The Coleopterists Bulletin*, 71(4): 652-654.
- Vite, J.P., Bakke, A. y Renwick, J.A.A. (1972) Pheromones in *Ips* (Coleoptera: Scolytidae): occurrence and production. *Canadian Entomologist*, 104: 1967-1975.
- Zar, J.H. (1999) *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ. USA. 663 pp.